

EFEK METANOL KADAR RENDAH TERHADAP EFISIENSI TERMAL MESIN DIESEL INJEKSI LANGSUNG DENGAN SISTEM HOT EGR

Yafid Effendi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang
Jl. Perintis Kemerdekaan I/33 Cikokol-Tangerang
Email: yafid.effendi@yahoo.com

Abstrak

Salah satu jenis mesin kendaraan bermotor yang sangat sesuai untuk transportasi dan kendaraan alat berat adalah mesin diesel, karena efisiensi pembakaran yang tinggi, kehandalan, fleksibilitas bahan bakar, dan rendahnya konsumsi bahan bakar membuat diesel banyak digunakan di beberapa Negara. Campuran metanol kadar rendah dan jatropha digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Penelitian ini mempelajari pengaruh campuran metanol kadar rendah dan jatropha terhadap efisiensi thermal pada mesin diesel Isuzu 4JB1 injeksi langsung dengan sistem Hot EGR (Exhaust Gas Recirculation) menggunakan campuran bahan bakar solar (EURO II), metanol kadar rendah dan jatropha. Metanol kadar rendah yang digunakan mempunyai kadar air 24,88% berbasis volume. Rasio campuran solar, metanol dan jatropha yang digunakan adalah D75M5J20, D70M10J20, D65M15J20. Buka EGR divariasikan dari 0 sampai 50%. Pengujian dilakukan pada putaran konstan 2000 rpm dan diberi beban dari 25%, 50%, 75% dan 100%. Sebuah dynamometer merk dynamite Land & Sea digunakan untuk mengukur daya mesin yang digunakan untuk menghitung efisiensi thermal. Data hasil eksperimen menunjukkan bahwa semakin tinggi presentasi metanol dalam campuran bahan bakar mengakibatkan efisiensi termal cenderung menurun.

Kata kunci: Efisiensi thermal, EGR, metanol, jatropha

1. Pendahuluan

Bertambahnya jumlah kendaraan bermotor dan krisis bahan bakar dianggap berdampak buruk pada lingkungan. Telah terbukti bahwa polutan dari emisi kendaraan bermotor berdampak signifikan terhadap sistem ekologi dan kesehatan manusia (Lei Zhu et al., 2010). Salah satu jenis mesin kendaraan bermotor yang sangat sesuai untuk transportasi dan kendaraan alat berat adalah mesin diesel. Kontribusinya untuk kesejahteraan ekonomi, efisiensi pembakaran yang tinggi, kehandalan, fleksibilitas bahan bakar, dan rendahnya konsumsi bahan bakar membuat diesel banyak digunakan di beberapa negara (Zhiqiang Guo et al., 2011). Meskipun memiliki beberapa keuntungan tersebut, mesin diesel memiliki masalah tentang pencemaran udara yang ditandai dengan adanya asap hitam atau gas buang sisa hasil pembakaran. NO_x dan PM (*particular matter*) merupakan emisi paling tinggi yang dikeluarkan dari hasil sisa pembakaran mesin diesel dibandingkan HC (*hydrocarbon*) dan CO (*carbonmonoksida*) (Asif Faiz et al., 1996).

Bahan bakar diesel merupakan bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui karena terbentuknya membutuhkan waktu berjuta-juta tahun lamanya. Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar diesel (Lei Zhu et al., 2010). Beberapa keuntungan *jatropha* dapat langsung digunakan pada mesin diesel, dapat dicampur dengan metanol, mempunyai *cetane number* yang tinggi dan *calorific value*, serta merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable fuels*), dan juga tidak termasuk kategori minyak pangan (*non-edible*). Kekurangannya mempunyai viskositas yang tinggi serta *volatility* rendah sehingga sulitnya atom bahan bakar bercampurnya dengan udara dan tingginya emisi *smoke*, HC dan CO (M. Senthil Kumar et al., 2003). Sedangkan keuntungan metanol diantaranya, rendah viskositas sehingga dapat dengan mudah diinjeksikan, dikabutkan dan dicampur dengan udara, rendah emisi karena tingginya rasio stokiometri udara dan bahan bakar, serta dapat meningkatkan efisiensi termal mesin (Cenk Sayin et al., 2010). Metanol digunakan juga sebagai aditif campuran bahan bakar yang menyediakan oksigen dan meningkatkan panas penguapan serta berpotensi mereduksi jumlah NO_x dan PM (*Particular Matter*) (Lei Zhu et al., 2010).

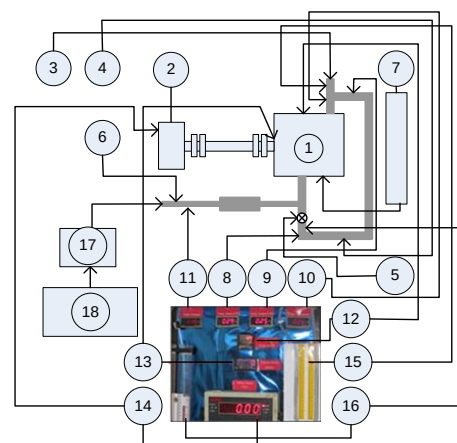
Salah satu cara untuk mereduksi tingginya emisi NO_x yang ditimbulkan mesin diesel dan mengurangi konsumsi bahan bakar digunakan metode EGR (*Exhaust Gas Recirculation*) (Vinod SinghYadav et al., 2012). Metode ini dilakukan dengan mensirkulasikan sebagian gas buang ke

dalam *intake manifold* yang kemudian bercampur dengan udara sebelum masuk ke dalam ruang bakar.

Berdasarkan pendahuluan diatas, kita mengetahui seberapa besar arti pentingnya efisiensi energi dan pengendalian polusi, maka peneliti mengadakan eksperimen tentang penggunaan metanol sebagai campuran biosolar dan *jatropha*. Pada penelitian ini, peneliti memfokuskan untuk mengetahui pengaruh metanol kadar rendah (*Low Purity Methanol/LPM*) saat dipakai sebagai campuran biosolar dan *jatropha* terhadap efisiensi termal mesin diesel.

2. Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan variasi campuran bahan bakar solar 85%, metanol 5%, *jatropha* 10%, solar 80%, metanol 10% *jatropha* 10%, dan solar 75%, metanol 15%, *jatropha* 10%. Setiap variasi campuran bahan bakar akan dilakukan pengujian dengan putaran mesin konstan 2000 rpm dengan variasi beban 25%, 50%, 75%, dan 100%. Pengujian ini juga akan diberikan EGR dengan variasi bukaan dari 0%, 25%, dan 50%. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar nilai efisiensi thermal yang dihasilkan ketika menggunakan bahan bakar solar (EURO II) murni dibandingkan dengan ketika menggunakan campuran bahan bakar solar (EURO II), metanol kadar rendah dan *jatropha*. Penelitian ini menggunakan mesin diesel 4 silinder, 4 langkah DI dengan skema alat dan spesifikasi mesin sebagai berikut:



Gambar 1. Deskripsi alat uji

Keterangan:

1. Mesin diesel
2. *Dynamometer*
3. *Intake manifold*
4. *Exhaust gas recirculation*
5. Katub bukaan *EGR*
6. *Exhaust gas*
7. Buret
8. Temperatur *input EGR*
9. Temperatur *output EGR*
10. Temperatur campuran
11. Temperatur *Exhaust gas*
12. Temperatur mesin
13. Putaran mesin
14. Beban
15. Manometer udara
16. Manometer *EGR*
17. *Smoke meter*
18. *Opacity*

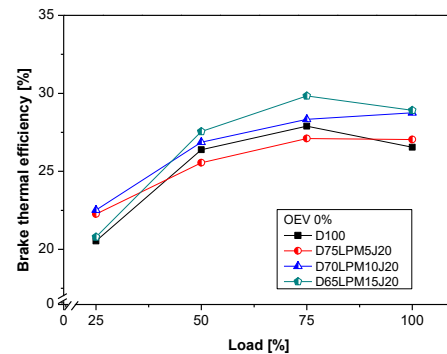
Tabel 1 Spesifikasi Mesin

Spesifikasi	Uraian
Type Motor	Diesel, OHV, vertical in line, Direct Injection, 4JB1
Jumlah silinder	4 silinder
Diameter langkah	93 mm x 102 mm
Volume silinder	2771 cc
Daya maksimum	70 / 3000 (HP/rpm)
Torsi maksimum	132 /2000 (lb.ft/rpm)
Rasio kompresi	18,2 : 1

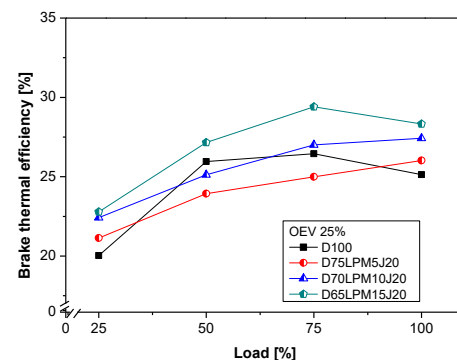
Tabel 2 Spesifikasi Bahan Bakar

No.	Parameter Uji	Solar (EURO II)	Metanol Kadar Rendah (Low Purity Methanol)	Jatropha (minyak jarak)
1	Viskositas (40°C) cP	2-5	0,46	3,23
2	Nilai Kalor (J/gr)	45213,80	21730	37968
3	Angka Cetana	48	3,3	41,8
4	Flash Point °C	60	10,7	198
5	Water Content (% v)	0,05	24,88	3,16

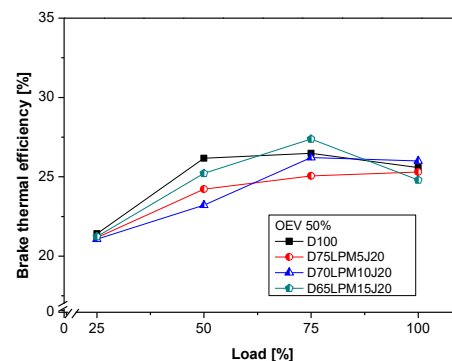
3. Hasil dan Pembahasan



Gambar 2.a. Pengaruh campuran bahan bakar terhadap *brake thermal efficiency* dengan variasi beban menggunakan bukaan katub EGR 0%.



Gambar 2.b. Pengaruh campuran bahan bakar terhadap *brake thermal efficiency* dengan variasi beban menggunakan bukaan katub EGR 25%.



Gambar 2.c. Pengaruh campuran bahan bakar terhadap *brake thermal efficiency* dengan variasi beban menggunakan bukaan katub EGR 50%.

Gambar 2.a. s/d Gambar 2.c. menunjukkan nilai *brake thermal efficiency* ketika katup (OEV) meningkat. menunjukkan efek metanol kadar rendah terhadap *brake thermal efficiency* dengan katub (OEV) 0% dan 25% cenderung naik pada beban 100% tetapi pada katup (OEV) 50% cenderung

turun. Nilai *brake thermal efficiency* tertinggi terjadi pada bahan bakar D65LPM15J20 pada beban 75%. Hal ini dikarenakan rendahnya nilai *brake specific fuel consumption* yang diakibatkan oleh tingginya kandungan oksigen pada metanol sehingga temperatur di dalam ruang bakar meningkat, sebagai akibatnya laju aliran massa bahan bakar menurun. Terjadi penurunan nilai *brake thermal efficiency* akibat penambahan persentase jatropha pada semua tingkat OEV karena konsentrasi jatropha yang tinggi membuat atomisasi bahan bakar menjadi kurang baik disebabkan viskositas campuran bahan bakar yang tinggi [Elango & Senthilkumar, 2011].

4. Kesimpulan

Pada variasi bahan bakar terhadap beban untuk campuran bahan bakar D75M5J20, D70M20J10 dan D65M15J20, nilai *brake thermal efficiency* meningkat dengan bertambahnya metanol kadar rendah dibandingkan bahan bakar D100 Hal ini dikarenakan rendahnya nilai *brake specific fuel consumption* yang diakibatkan oleh tingginya kandungan oksigen pada metanol sehingga temperatur di dalam ruang bakar meningkat, sebagai akibatnya laju aliran massa bahan bakar menurun. Terjadi penurunan nilai *brake thermal efficiency* akibat penambahan persentase jatropha pada semua tingkat OEV karena konsentrasi jatropha yang tinggi membuat atomisasi bahan bakar menjadi kurang baik disebabkan viskositas campuran bahan bakar yang tinggi.

Daftar Notasi/Istilah

Simbol Keterangan

T	= torsi (Nm)
F	= gaya penyeimbangan (N)
b	= jarak lengan torsi (m)
P	= daya (kW)
T	= torsi (Nm)
N	= putaran kerja (rpm)
η_{th}	= efisiensi thermal (%)
Q_{HV}	= nilai kalor dari bahan bakar (kJ/kg)
$BSFC$	= <i>brake specific fuel consumption</i> (kg/kW.jam)
$\dot{m}_f$	= laju aliran massa bahan bakar (kg/jam)
P	= daya (kW)

Daftar Pustaka

1. Asif Faiz, Walsh Michael P, Weaver Christopher S, "Air Pollution From Motor Vehicles, Standards and Technologies for Controlling Emissions", The World Bank Washington, D.C, USA, 1996.
2. Cenk Sayin, Ahmet Necati, Mustafa Canakci, "The Influence of operating parameters on the performance and emissions of a DI diesel engine using metanol-blended-diesel fuel", International Journal of Fuel, Number 89, ScienceDirect, 2009.
3. Thangavelu Elango And Thamilkolundhu Senthilkumar "Combustion And Emission Characteristics Of a Diesel Engine Fuelled With Jatropha And Diesel Oil Blends", Thermal Science, Vol. 15, No. 4, pp. 1205-1214, 2011
4. Lei Zhu, C.S. Cheung, W.G. Zhang, Zhen Huang, "Emissions characteristic of a diesel engine operating on biodiesel and biodiesel blended with ethanol and metanol", International Journal of the Total Enviroment, Number 408, ScienceDirect, 2010.
5. Vinod Singh Yadav , "Perfomance and emission studies of direct injection C.I. engine in duel fuel mode (hydrogen-diesel) with EGR", International Journal of Hydrogen energy, Number 37, ScienceDirect, 2012.
6. Zhiqiang Guo, Tianrui Li, "Combustion and emission characteristic of blends of diesel fuel and metanol to diesel", International Journal of Fuel, Number 90, ScienceDirect, 2011.