

EFEK METANOL KADAR RENDAH TERHADAP TORSI MESIN DIESEL DENGAN SISTEM HOT EGR

Yafid Effendi

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang

Jl. Perintis Kemerdekaan I/33 Cikokol-Tangerang

email: yafid_effendi@yahoo.com, yafid.effendi@umt.ac.id

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudarto, Tembalang, Semarang

Abstract

One type of motorized vehicle that is very suitable for transportation and heavy equipment vehicles is diesel engines, because of its high combustion efficiency, reliability, fuel flexibility, and low fuel consumption make diesel widely used in several countries. Low-grade methanol mixtures and jatropha are used as alternative fuels. This study aims to study the effect of low purity methanol mixture and jatropha on torque in Isuzu 4JB1 diesel engine direct injection with Hot EGR (Exhaust Gas Recirculation) system using a mixture of biodiesel fuel, low grade methanol and jatropha. The low purity methanol used has a water content of 24.88% based on volume. The ratio of biodiesel, methanol and jatropha mixture used is D85LPM5J10, D80LPM10J10, D75LPM15J10, D75LPM5J20, D70LPM10J20, D65LPM15J20, D65LPM5J30, D60LPM10J30 and D55LPM15J30. EGR openings varied from 0%, 25%, 50%, 75% and 100%. Testing is carried out at a constant rotation of 2000 rpm and given a load of 25%, 50%, 75% and 100%. This study uses dynamite Land & Sea dynamometer. The experimental results show that the EGR Effect can increase the torque value. Torque values tend to decrease when using a mixture of fuels compared to D100. At low loads (25%) there is an increase in the Torsi value for the fuel mixture D85LPM5J10, D80LPM10J10, D70LPM10J20 and D55LPM15J30 of 12.03%, 7.50%, 5.01%, and 5.97%.

Keywords: *Metanol, Torsi, Mesin, Diesel, EGR.*

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik perkembangan jumlah kendaraan bermotor tahun 1987-2011, dari tahun 2000 meningkat sebesar 18.975.344 juta dan menjadi 85.601.351 juta pada tahun 2011 [BPS, 2011]. Tahun 2011 Produksi minyak di Indonesia berjumlah 942 juta barel per hari dengan konsumsi kebutuhan bahan bakar minyak berjumlah 1.430 juta barel per hari [BP Statistical Review of World Energy June, 2012]. Salah satu akibat krisis bahan bakar yang terjadi di Indonesia dikarenakan produksi bahan bakar minyak lebih rendah daripada kebutuhan bahan bakar minyak untuk kendaraan, serta adanya peningkatan jumlah kendaraan bermotor.

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 kerugian yaitu pencemaran udara 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].

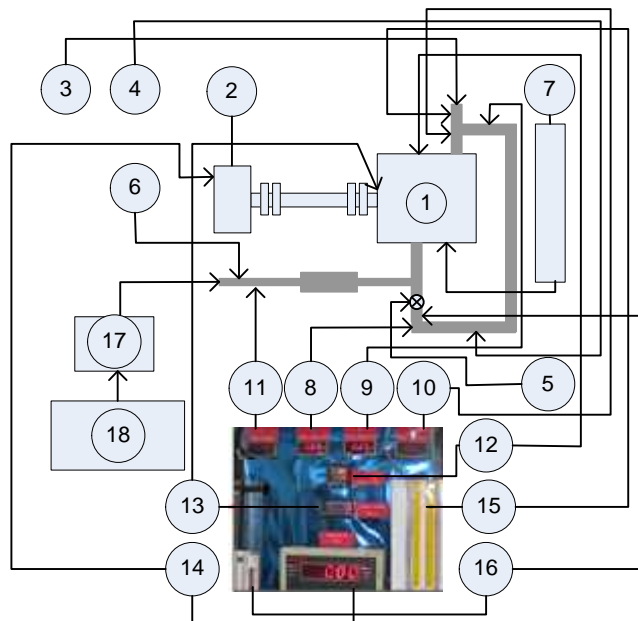
Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar diesel, akan tetapi penggunaan bahan bakar biodiesel 100% masih perlu diteliti menyangkut terhadap performa

mesin diesel karena perbedaan sifat-sifat fisiknya [Lei Zhu et all, 2010]. 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 all., 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 all., 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 all, 2010]. Selain itu metanol memiliki kandungan air yang tinggi sebesar 24,88%.

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 all., 2012]. Metode ini dilakukan dengan mensirkulasikan sebagian gas buang ke dalam *intake manifold* yang kemudian bercampur dengan udara sebelum masuk ke dalam ruang bakar. EGR dapat mereduksi NO_x karena temperatur di ruang bakar menurun [V. Pradeep et all., 2007]. Metode *Hot EGR* dimana sebagian gas buang disirkulasikan kembali tanpa didinginkan sehingga menyebabkan peningkatan pada suhu *intake* [L. Nirajan et all.].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dengan variasi campuran bahan bakar D85LPM5J10, D80LPM10J20, D75LPM15J30, D75LPM5J10, D70LPM10J20, D65LPM15J30, D65LPM5J10, D60LPM10J20, D55LPM15J30. 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%, 50%, 75%, dan 100%. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar torsi yang dihasilkan ketika tanpa menggunakan EGR dibandingkan dengan ketika menggunakan EGR dan ketika menggunakan bahan bakar diesel murni dibandingkan dengan menggunakan campuran bahan bakar diesel, metanol dan *jatropha*. Penelitian ini menggunakan mesin diesel 4 silinder, 4 langkah DI dengan deskripsi alat uji pada Gambar 1 dan spesifikasi mesin (Tabel 1) sebagai berikut:



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*

Gambar 1. Deskripsi alat uji

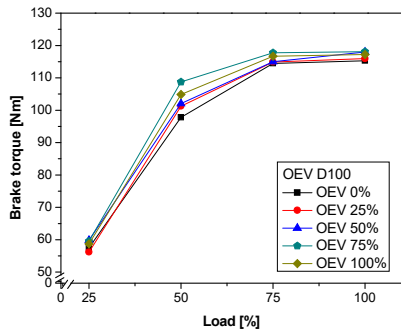
Tabel 1 Spesifikasi Mesin

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

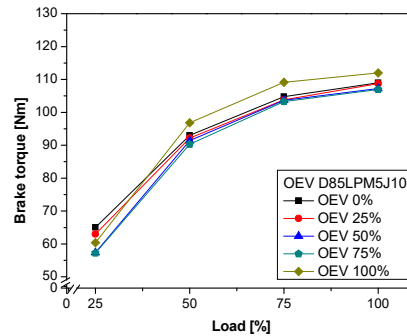
4. HASIL PENELITIAN

4.1 Pengaruh EGR terhadap *Torsi*

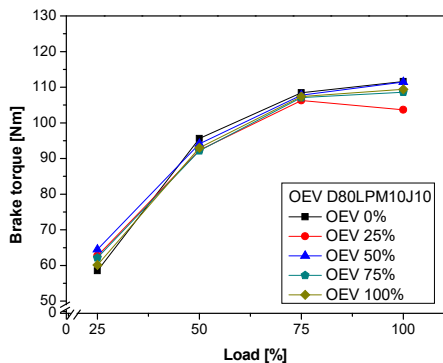
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui Pengaruh EGR terhadap *Torsi* dengan katub OEV 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%. Membandingkan katub (OEV) dengan tanpa katub (OEV) terhadap *Torsi*. Hasil pengujian Pengaruh EGR terhadap *Torsi* ditunjukkan pada Gambar 2 s/d Gambar 11.



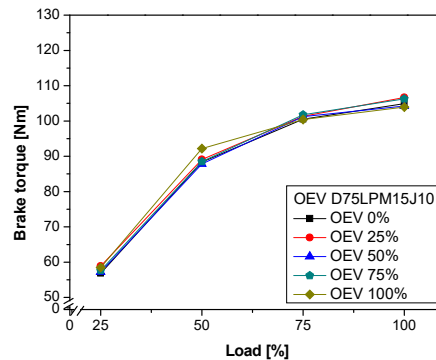
Gambar 2 Pengaruh EGR terhadap *Torsi* dengan variasi beban menggunakan bahan bakar D100.



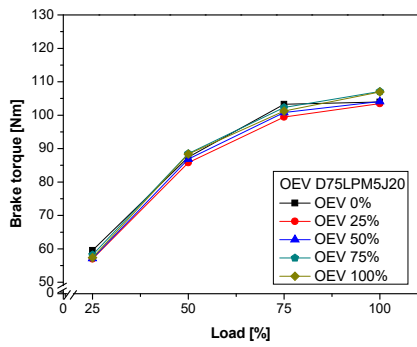
Gambar 3 Pengaruh EGR terhadap *Torsi* dengan variasi beban menggunakan bahan bakar D85LPM5J10.



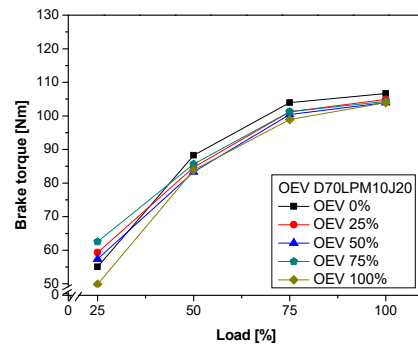
Gambar 4 Pengaruh EGR terhadap *Torsi* dengan variasi beban menggunakan bahan bakar D80LPM10J10.



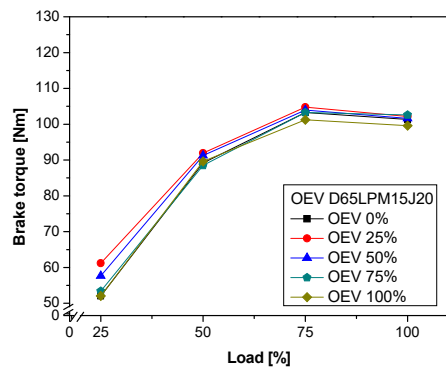
Gambar 5 Pengaruh EGR terhadap *Torsi* dengan variasi beban menggunakan bahan bakar D75LPM15J10.



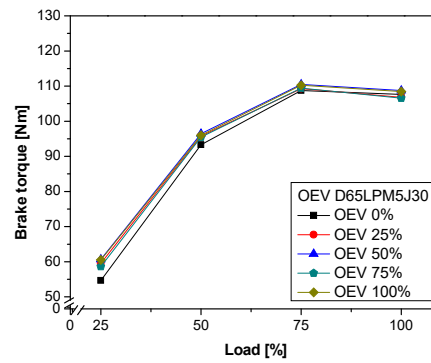
Gambar 6 Pengaruh EGR terhadap *Torsi* dengan variasi beban menggunakan bahan bakar D75LPM5J20.



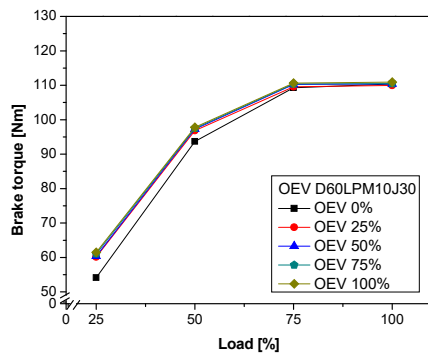
Gambar 7 Pengaruh EGR terhadap *Torsi* dengan variasi beban menggunakan bahan bakar D70LPM10J20.



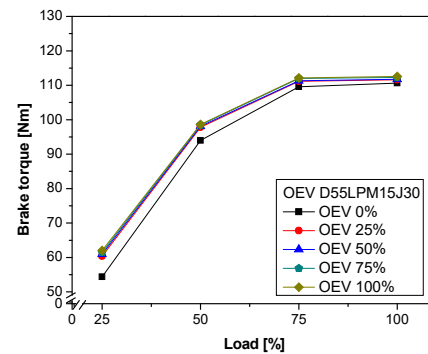
Gambar 8 Pengaruh EGR terhadap *Torsi* dengan variasi beban menggunakan bahan bakar D65LPM15J20.



Gambar 9 Pengaruh EGR terhadap *Torsi* dengan variasi beban menggunakan bahan bakar D65LPM5J30.



Gambar 10 Pengaruh EGR terhadap *Torsi* dengan variasi beban menggunakan bahan bakar D60LPM10J30.



Gambar 11 Pengaruh EGR terhadap *Torsi* dengan variasi beban menggunakan bahan bakar D55LPM15J30.

Gambar 2 s/d Gambar 11 menunjukkan pengaruh EGR terhadap *Torsi* dengan variasi beban. Nilai *Torsi* meningkat dengan meningkatnya beban [Heywood, 1988]. Untuk bahan bakar D100 Gambar 2 dengan adanya penambahan EGR nilai *Torsi* cenderung meningkat dikarenakan EGR dapat meningkatkan kalor jenis daripada udara segar, serta naiknya kalor jenis mengakibatkan energi yang dihasilkan meningkat [Agrawal et al., 2004]. Besar peningkatan *Torsi* pada masing-masing bahan bakar berbeda-beda. Nilai torsi tertinggi terjadi pada katub (OEV) 75% pada beban 50%, dan 100% sebesar 10.29%, 2.41% dibandingkan tanpa EGR.

Akan tetapi pada bahan bakar D85LPM5J10 terlihat pada Gambar 3 nilai *Torsi* turun dengan adanya EGR dibandingkan tanpa EGR. Hal ini dikarenakan jumlah udara segar yang masuk ke ruang bakar berkurang sehingga konsentrasi O₂ menurun mengakibatkan temperatur di ruang bakar menurun dan tekanan menjadi rendah, maka kerja yang dilakukan piston di ruang bakar ikut berkurang untuk menghasilkan torsi [Agrawal et al., 2004], tetapi pada beban 50%-100% terjadi kenaikan *Torsi* pada katub (OEV) 100%. Nilai *Torsi* tertinggi terjadi pada katub (OEV) 100% pada beban penuh sebesar 2.74%. Terjadi penurunan nilai *Torsi* katub (OEV) 100% dibandingkan katub (OEV) 0% pada beban 25% sebesar 12.47%. Hal yang sama tampak pada Gambar 4 untuk bahan bakar D80LPM10J10 dengan penambahan EGR *Torsi* cenderung turun pada beban 50%-100% dibandingkan tanpa EGR, penurunan tertinggi nilai *Torsi* pada katub (OEV) 25% untuk beban 100% sebesar 9.71%. Nilai torsi tertinggi terjadi pada tanpa EGR, pada beban rendah terjadi kenaikan *Torsi* sebesar 7.26% untuk bukaan EGR penuh.

Pada Gambar 5 untuk bahan bakar D75LPM15J10 nilai *Torsi* tidak berpengaruh signifikan ketika menggunakan EGR dibandingkan tanpa EGR. Nilai *Torsi* tertinggi terjadi pada katub (OEV) 25%, pada beban 50% katub (OEV) 100% terjadi sedikit kenaikan nilai *Torsi* sebesar 4.26%. Seperti juga untuk bahan bakar D75LPM5J20 Gambar 6 dengan penambahan EGR sedikit menurun nilai *brake power* dibandingkan tanpa EGR. Terjadi kenaikan nilai *Torsi* katub (OEV) 100% pada beban penuh sebesar 3%. Begitu juga tampak pada Gambar 7 untuk bahan bakar D70LPM10J20 dengan penambahan EGR nilai *Torsi* cenderung turun pada beban 50%-100% dibandingkan tanpa EGR, tetapi pada beban rendah terjadi kenaikan. Nilai torsi tertinggi terjadi pada katub tanpa EGR. Kenaikan nilai *Torsi* pada katub (OEV) 75% ketika beban rendah sebesar 12.52%, tetapi katub (OEV) 100% pada beban 100% nilai *Torsi* turun sebesar 2.62%.

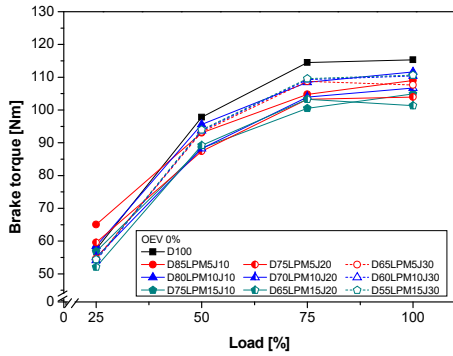
Sama halnya pada D100, untuk bahan bakar D65LPM15J20 Gambar 8 nilai *Torsi* meningkat akibat meningkatnya EGR, nilai *Torsi* tertinggi terjadi pada katub (OEV) 25%. Terjadi kenaikan nilai torsi katub (OEV) 25% dibandingkan tanpa EGR pada beban 25% sebesar 15.61%. Penurunan nilai torsi katub (OEV) 100% pada beban penuh sebesar 1.79%.

Begitupun dengan penambahan jatropha 30% nilai *Torsi* meningkat ketika menggunakan EGR, besarnya peningkatan *Torsi* pada masing-masing bahan bakar berbeda. Pada Gambar 9 untuk bahan bakar D65LPM5J30 dengan penambahan EGR cenderung naik. Nilai *Torsi* tertinggi terjadi pada katub (OEV) 50%. Terjadi kenaikan nilai *Torsi* katub (OEV) 50% dibandingkan tanpa EGR pada beban 25% sebesar 10.35%. Penurunan nilai *Torsi* katub (OEV) 75% pada beban penuh sebesar 1.04%. Untuk bahan bakar D60LPM10J30 Gambar 10 dengan penggunaan EGR cenderung naik. Nilai *Torsi* tertinggi terjadi pada katub (OEV) 100%. Terjadi kenaikan nilai torsi katub (OEV) 100% dibandingkan tanpa EGR pada beban 25% sebesar 12.52% dan katub (OEV) pada beban penuh tidak berpengaruh signifikan. Pada bahan bakar D55LPM15J30 tampak pada Gambar 11 pengaruh EGR nilai *Torsi* cenderung naik. Nilai *Torsi* tertinggi terjadi pada katub (OEV) 100%. Terjadi kenaikan nilai torsi katub (OEV) 100% dibandingkan katub (OEV) 0% pada beban 25% dan 100% sebesar 12.87% dan 1.73%.

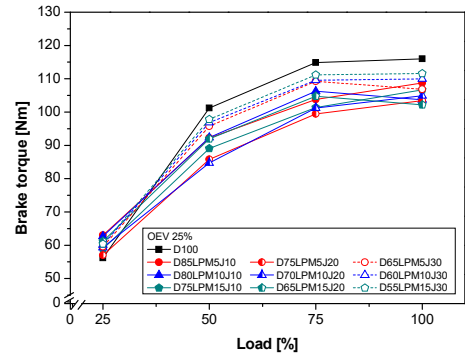
4.2 Pengaruh variasi campuran bahan bakar terhadap *Torsi*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh bahan bakar terhadap *Torsi* dengan variasi campuran bahan bakar yaitu D85LPM5J10, D80LPM10J10, D75LPM15J10,

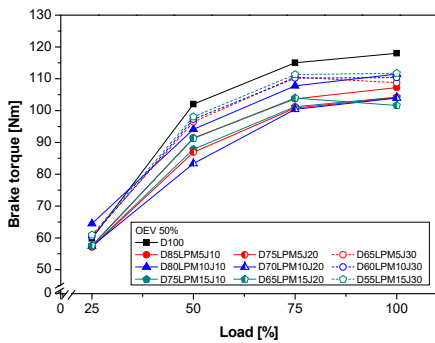
D75LPM5J20, D70LPM10J20, D65LPM15J20, D65LPM5J30, D60LPM10J30 dan D55LPM15J30. Hasil pengujian dari masing-masing bahan bakar tersebut dibandingkan dengan D100 untuk mendapatkan nilai maksimum dan minimum dari perubahan torsi. Sedangkan untuk memperoleh nilai torsi maksimum, didapatkan dengan membandingkan nilai torsi yang dihasilkan dari masing-masing bahan bakar. Hasil pengujian pengaruh bahan bakar terhadap *Torsi* ditunjukkan pada Gambar 12 s/d Gambar 16.



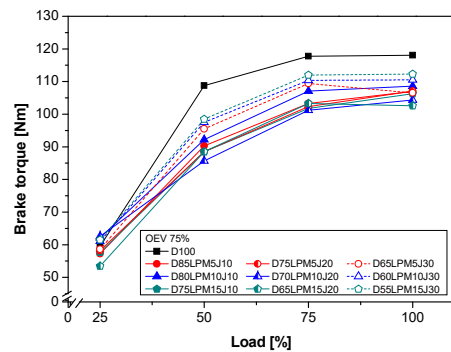
Gambar 4.26 Pengaruh campuran bahan bakar terhadap *Torsi* dengan variasi beban menggunakan bukaan katub (OEV) 0%.



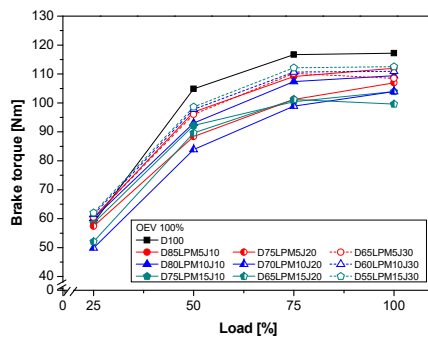
Gambar 4.27 Pengaruh campuran bahan bakar terhadap *Torsi* dengan variasi beban menggunakan bukaan katub (OEV) 25%.



Gambar 4.28 Pengaruh campuran bahan bakar terhadap *Torsi* dengan variasi beban menggunakan bukaan katub (OEV) 50%.



Gambar 4.29 Pengaruh campuran bahan bakar terhadap *Torsi* dengan variasi beban menggunakan bukaan katub (OEV) 75%.



Gambar 4.30 Pengaruh campuran bahan bakar terhadap *Torsi* dengan variasi beban menggunakan bukaan katub (OEV) 100%.

Gambar 12 s/d Gambar 16 menunjukkan nilai *Torsi* meningkat dengan meningkatnya beban [Heywood, 1988]. Campuran bahan bakar diesel-LPM-jatropha mengakibatkan menurunnya nilai *Torsi*. Hal ini dikarenakan *heating value* yang rendah dibandingkan diesel *fuel* [Kristanto & Winaya, 2003; Guo et al., 2010]. Penambahan LPM dalam bahan bakar menyebabkan turunnya nilai *Torsi*, dikarenakan rendahnya densitas dan nilai kalor [Qi et al., 2009]. Penambahan *jatropha* menyebabkan turunnya nilai *Torsi* disebabkan *heating value* yang rendah [Agarwal & Agarwal, 2007].

Gambar 12 memperlihatkan pengaruh campuran bahan bakar terhadap *Torsi* tanpa EGR cenderung turun, kecuali pada beban 25%. Nilai *Torsi* tertinggi terjadi pada bahan bakar D100. Penurunan nilai *Torsi* pada campuran bahan bakar D65LPM15J20 dibanding D100 pada beban 100% sebesar 12.36%. Kenaikan nilai *Torsi* pada campuran bahan bakar D85LPM5J10 pada beban 25% sebesar 12.03%.

Sama halnya tanpa EGR, ketika katub (OEV) 25% ditunjukkan pada Gambar 13 *Torsi* cenderung turun akibat pengaruh campuran bahan bakar, kecuali pada beban 25%. Nilai *Torsi* tertinggi terjadi pada bahan bakar D100. Penurunan nilai *Torsi* terjadi pada D65LPM15J20 dibanding D100 pada beban 100% sebesar 12.16%. Kenaikan nilai *Torsi* pada campuran bahan bakar D85LPM5J10 pada beban 25% sebesar 11.31%.

Seperti katub (OEV) 25%, untuk katub (OEV) 50% pada Gambar 14 menunjukkan pengaruh campuran bahan bakar terhadap *Torsi* cenderung turun, kecuali pada beban 25%. Nilai *Torsi* tertinggi terjadi pada bahan bakar D100. Nilai *Torsi* turun pada D65LPM15J20 dibanding D100 pada beban 100% sebesar 14.20%. Kenaikan nilai *Torsi* pada campuran bahan bakar D80LPM10J10 pada beban 25% sebesar 7.50%.

Sama seperti katub (OEV) 50%, pada katub (OEV) 75% hasil pengujian pada Gambar 15 memperlihatkan pengaruh campuran bahan bakar terhadap *Torsi* turun, kecuali pada beban 25%. Nilai *Torsi* tertinggi terjadi pada bahan bakar D100. Nilai *Torsi* turun pada campuran bahan bakar D65LPM15J20 dibanding D100 pada beban 100% sebesar 13.41%. Pada campuran bahan bakar D70LPM10J20 terjadi kenaikan nilai *Torsi* pada beban 25% sebesar 5.01%.

Trennya sama ketika katub (OEV) 100% dapat dilihat pada Gambar 16 menunjukkan pengaruh campuran bahan bakar terhadap *Torsi* cenderung turun, kecuali pada beban 25%. Nilai *Torsi* tertinggi terjadi pada bahan bakar D100. Penurunan nilai *Torsi* pada campuran bahan bakar D65LPM15J20 dibanding D100 pada beban 100% sebesar 11.98%. Kenaikan nilai *Torsi* pada campuran bahan bakar D55LPM15J30 pada beban 25% sebesar 5.97%.

5. SIMPULAN

Pengaruh EGR dapat meningkatkan nilai *Torsi*. Nilai *Torsi* cenderung turun ketika menggunakan campuran bahan bakar dibandingkan D100. Pada beban rendah (25%) terjadi kenaikan nilai *Torsi* untuk campuran bahan bakar D85LPM5J10, D80LPM10J10, D70LPM10J20 dan D55LPM15J30 sebesar 12.03%, 7.50%, 5.01%, dan 5.97%.

6. REFERENSI

- Agarwal A.K, 2007, "Biofuels (Alcohol and Biodiesel) Applications as Fuels for Internal Combustion Engine," Elsevier, 33, pp. 60-71.
- Agarwal D, Singh S.K, Agarwal A.K, 2011, "Effect of Exhaust Gas Recirculation (EGR) on performance, deposits and durability of constant speed compression ignition engine," Elsevier, 88, pp. 2900-2907.

- Asif Faiz, Walsh Michael P, Weaver Christopher S, 1996, "*Air Pollution From Motor Vehicles, Standards and Technologies for Controlling Emissions*", The World Bank Washington, D.C, USA.
- Avinash Kumar Agrawal, Shrawan Kumar Singh, Shailendra Sinha and Mritunjay Kumar Shukla, 2003, "*Effect of EGR on the Exhaust Gas Temperature and Exhaust Opacity in Compression Ignition Engines*", Kanpur 208 016, India.
- Badan Pusat Statistik, 2011, "*Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis tahun 1987-2011*".
- Britis Petroleum Statistical Review of World Energy June 2012.
- Cenk Sayin, Ahmet Necati, Mustafa Canakci, 2009, "*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.
- Heywood, John B.L, 1988, "*Internal Combustion Engine Fundamentals*", McGraw-Hill, Inc, United States of America.
- Lei Zhu, C.S. Cheung, W.G. Zhang, Zhen Huang, 2010, "*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.
- L. Nirajan, Shinjo, "*Experimental investigation on the effects of cold and hot EGR using diesel and biodiesel as fuel*", Department of Mechanical Engineering, India.
- M. Senthil Kumar, A. Ramesh, B. Nagalingham, 2003, "*An Experimental Comparison of Methods to Use Metanol and Jatropha Oil in a Compression Ignition Engine*", Department of Mechanical Engineering, Indian Institute of Technology Madras, Chennai, India.
- Philip Kristanto & Ricky Winaya, 2003, "*Penggunaan Minyak Nabati Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pada Motor Diesel Sistim Injeksi Langsung*", Jurnal Teknik Mesin Volume 5 Nomor 1.
- Vinod SinghYadav , 2012, "*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.
- V. Pradeep, R.P. Sharma, 2007, "*Use of HOT EGR for NOx control in a compression ignition engine fuelled with bio-diesel from Jatropha oil*", International Journal of Renewable energy, Number 32, ScienceDirect.
- Zhiqiang Guo, Tianrui Li, 2011, "*Combustion and emission characteristic of blends of diesel fuel and metanol to diesel*", International Journal of Fuel, Number 90, ScienceDirect.