

KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI JELAGA PADA MESIN DIESEL SISTEM EGR BERBAHAN BAKAR DIESEL DAN JATROPA DENGAN PENAMBAHAN DIETHYL ETHER

Faqih Fatkhurrozak¹⁾, Firman Lukman Sanjaya²⁾, Syaiful³⁾

Email: faqihyani14@gmail.com

^(1,2) Politeknik Harapan Bersama, Jalan Mataram No. 9 Kota Tegal 52142, Indonesia

⁽³⁾ Departemen Teknik Mesin, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

Abstrak

Penggunaan mesin diesel mengalami peningkatan yang menyebabkan tingginya konsumsi bahan bakar sehingga terjadi kelangkaan bahan bakar. Selain itu, emisi jelaga yang dihasilkan mesin diesel pun meningkat. Jatropa merupakan bahan bakar alternatif yang biasa digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil. Namun, jatropa memiliki efek negatif bagi mesin yaitu performa mesin menurun dan emisi jelaga pun meningkat. Oleh karena itu, diethyl ether dipilih sebagai aditif bahan bakar diesel karena berpotensi memperbaiki efek negatif dari jatropa. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi efek penambahan diethyl ether pada campuran bahan bakar diesel dan jatropa terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi jelaga mesin diesel yang dilengkapi dengan sistem EGR. Bahan bakar yang digunakan adalah diesel dan jatropa yang ditambahkan diethyl ether dengan prosentase 5%, 10% dan 15% dari total volume bahan bakar. Hasil pengujian menunjukan penambahan diethyl ether pada campuran bahan bakar mampu memperbaiki penghematan konsumsi bahan bakar dan mereduksi emisi jelaga walaupun masih lebih tinggi dari diesel murni. Penggunaan *hot* EGR menghemat konsumsi bahan bakar tertinggi hingga 2,25% pada campuran bahan bakar DJ10DE15. Namun, penggunaan EGR meningkatkan emisi jelaga mesin diesel. Peningkatan emisi jelaga tertinggi terjadi pada penggunaan *cold* EGR hingga 15,26% dibanding tanpa EGR pada campuran bahan bakar DJ10DE15.

Kata kunci : Diesel, Jatropa, Diethyl ether, Torsi dan Daya

1. Pendahuluan

Penggunaan kendaraan semakin tahun mengalami peningkatan tidak terkecuali mesin diesel. Mesin diesel digunakan pada kendaraan bis dan barang. Hal ini karena mesin diesel memiliki efisiensi termal lebih tinggi dari mesin bensin. Tingginya penggunaan mesin diesel ini meningkatkan konsumsi bahan bakar dan emisi jelaga [1]. Oleh karena itu, perlu adanya bahan bakar alternatif yang mampu menggantikan bahan bakar diesel. Jatropa berpotensi sebagai bahan bakar diesel alternatif yang dapat diperbaharui [2]. Namun, penggunaan jatropa sebagai bahan bakar meningkatkan konsumsi bahan bakar [3]. Diethyl ether dianggap mampu memperbaiki efek negatif dari jatropa karena diethyl ether memiliki *cetane number* dan kandungan oksigen yang tinggi sehingga proses pembakaran lebih sempurna. Hal ini meningkatkan performa dan mereduksi emisi jelaga mesin diesel [4],[5].

Exhaust Gas Recirculation (EGR) merupakan sistem yang digunakan untuk mereduksi *Nitrogen Oxide* (NO_x) pada mesin diesel [6]. NO_x akan terbentuk ketika campuran nitrogen dan oksigen terpapar pada suhu tinggi [7]. Selain itu, EGR ternyata mampu meningkatkan performa mesin diesel [8],[9].

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada laboratorium Thermofluida Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang. Pengujian ini menggunakan bahan bakar diesel, jatropa dan

diethyl ether (DEE) dengan prosentase volume bahan bakar yang dijelaskan pada tabel 1. Sifat-sifat fisik bahan bakar dipaparkan pada tabel 2. Bahan bakar dicampur dengan menggunakan mixer (1) sehingga campuran bahan bakar menjadi homogen.

Tabel 1. Prosentase volume bahan bakar

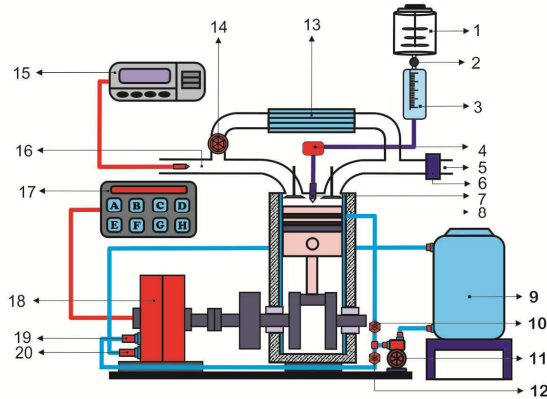
No	Simbol	Prosentase bahan bakar (%)		
		Diesel	Jatropa	DEE
1	D100	100	0	0
2	DJ10	90	10	0
4	DJ10DE5	85	10	5
5	DJ10DE10	80	10	10
6	DJ10DE15	75	10	15

Tabel 2. Sifat-sifat fisik bahan bakar

No	Propertis	Diesel	Jatropa	DEE
1	Angka Setana	48	41,8	125
2	Viscositas (pada suhu 40°C (mPa.s))	2,0-5,0	3,23	0,22
3	Nilai Kalor (MJ/kg)	45,21	37,97	33,89
4	Titik Nyala (°C)	60	198	45
5	Kandungan oksigen (%)	-	10,9	21,6

Eksperimen dilakukan dengan menggunakan mesin diesel injeksi langsung 4 silinder dengan kapasitas mesin 2771 cc dan rasio kompresi 18,2:1. Pengujian dilakukan pada putaran mesin

konstan yaitu 2500 rpm. Sistem EGR (13) mensirkulasikan sebagian gas buang dari *exhaust manifold* (16) menuju ke *intake manifold* (5). Dynamometer (18) digunakan untuk pengujian performa mesin dan terpasang secara *inline* dengan poros output mesin. Pembebanan dynamometer tetap yaitu 25% dari kemampuan yang mampu diterima oleh dynamometer. Smoke mater (15) digunakan untuk membaca emisi jelaga yang terjadi pada mesin. Eksperimental set-Up dipaparkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Eksperimental Set-Up

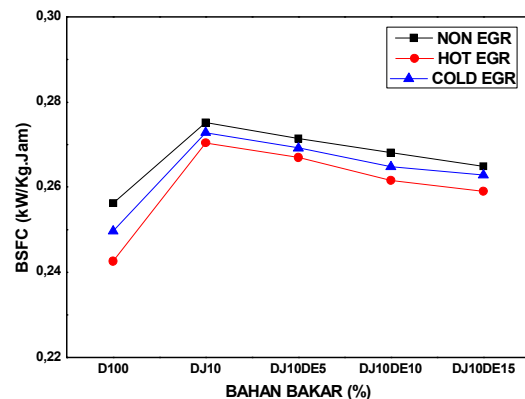
3. Hasil dan Pembahasan

a. Brake Spesific Fuel Consumption (BSFC)

Hasil pengujian torsi mesin dipaparkan pada Gambar 2. Pengujian ini menggunakan variasi campuran bahan bakar dengan dan tanpa sistem EGR. Penambahan jatropa pada bahan bakar diesel menurunkan BSFC mesin. Hal ini disebabkan oleh rendahnya nilai kalor sehingga proses pembakaran membutuhkan bahan bakar lebih banyak untuk menghasilkan temperatur yang dibutuhkan [10]. Sedangkan penambahan Diethyl Ether pada campuran bahan bakar diesel-jatropa menurunkan BSFC mesin diesel. Diethyl Ether memiliki kandungan oksigen yang tinggi mampu membantu proses pembakaran pada silinder lebih sempurna. Selain itu, viskositas yang tinggi pada diethyl ether membantu proses atomisasi bahan bakar lebih baik [4]. Penambahan diethyl ether 15% (DJ10DE15) pada campuran bahan bakar diesel- jatropa menurunkan BSFC tertinggi sebesar 0,265 kW/kg.jam dibanding DJ10 akan tetapi masih lebih rendah dari diesel murni (D100).

Penggunaan EGR meningkatkan penghematan konsumsi bahan bakar [11]. *Hot* EGR menghasilkan temperatur *intake* lebih tinggi daripada *cold* EGR yang menyebabkan peningkatan durasi pembakaran sehingga *hot* EGR menurunkan konsumsi bakar lebih baik

daripada *cold* EGR [12]. Penggunaan hot EGR menghemat konsumsi bahan bakar tertinggi hingga 2,25% pada campuran bahan bakar DJ10DE15. Namun, peningkatan BSFC ini masih lebih tinggi dibanding bahan bakar D100.

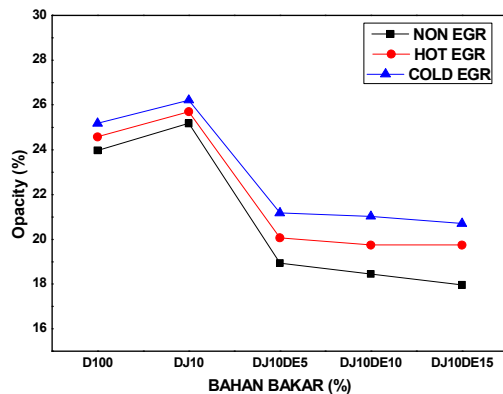


Gambar 2. Konsumsi bahan bakar mesin diesel untuk variasi campuran bahan bakar dengan tanpa dan sistem EGR

b. Emisi Jelaga

Hasil pengujian daya mesin ditunjukkan pada Gambar 3. Pengujian ini menggunakan variasi campuran bahan bakar dengan variasi pembebanan dengan dan tanpa sistem EGR. Penambahan jatropa pada bahan bakar diesel meningkatkan emisi jelaga mesin diesel karena jatropa memiliki viskositas yang rendah sehingga campuran bahan bakar kurang baik dalam proses atomisasi dan menyebabkan proses pembakaran tidak sempurna [13]. Namun, emisi jelaga menurun ketika diethyl ether ditambahkan pada campuran bahan bakar. Hal ini karena tingginya kandungan oksigen pada diethyl ether meningkatkan perambatan api dalam proses pembakaran sehingga bahan bakar terbakar dengan sempurna [14]. Penurunan emisi jelaga tertinggi pada campuran bahan bakar DJ15DE sebesar 17,96%.

Adapun penggunaan sistem EGR mengakibatkan emisi jelaga meningkat dibandingkan tanpa EGR. Penggunaan EGR mengurangi konsentrasi oksigen di ruang bakar sehingga menurunkan oksidasi karbon yang mengakibatkan meningkatnya emisi jelaga [15]. Peningkatan jelaga tertinggi terjadi pada penggunaan cold EGR hingga 15,26% dibanding tanpa EGR pada campuran bahan bakar DJ10DE15.



Gambar 3. Emisi jelaga mesin diesel untuk variasi campuran bahan bakar dengan tanpa dan sistem EGR

4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan, dapat disimpulkan bahwa penambahan diethyl ether pada campuran bahan bakar diesel-jatropha mampu meningkatkan penghematan konsumsi bahan bakar masih lebih tinggi dibanding diesel murni. Selain itu, emisi jelaga yang dihasilkan mengalami penurunan. Hal ini karena diethyl ether memiliki kandungan oksigen yang tinggi sehingga proses pembakaran lebih sempurna. Penggunaan EGR terbukti menurunkan konsumsi bahan bakar hingga 2,15% pada setiap variasi campuran bahan bakar. Hal ini karena EGR mensirkulasikan sisa bahan bakar yang tidak terbakar kembali ke ruang bakar untuk membantu proses pembakaran selanjutnya. Namun, penggunaan EGR meningkatkan emisi jelaga hingga 15,26% dibanding tanpa EGR.

5. Daftar Pustaka

- [1] Syarifudin, Syaiful, 2019, "Daya dan Emisi Jelaga dari Mesin Diesel Berbahan Bakar Solar-Jatropha-Buthanol", jurnal Rekayasa Mesin, Vol. 14, hal. 142-14
- [2] Chandra Pandey, V., Kripal Singh, Shankar Singh, J., Kumar, A., Singh, Bajrang., Singh, R., 2012, "Jatropha curcas: a potential biofuel plant for sustainable environmental development", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, pp. 2870-2883.
- [3] Chen, Lu-Yen., Chen, Yi-Hung., Hung, Yi-Shun., Chiang, Tsung-Han., Tsai, Cheng-Hsien., 2013, "Fuel properties and combustion characteristic of Jatropha oil biodiesel-diesel blends", *Journal of Taiwan Institute of Chemical Engineer*, 44, pp. 214-220.
- [4] S Imtenan, H.H. Masjuki, M. Varman, I.M. Rizwanul Fattah, H. Sajjad, M.I. Arbab, (2015), Effect of n-butanol and Diethyl Ether as Oxygenated of a Multiple Cylinder Diesel Engine. Fueled With Diesel-Jatropha Biodiesel Blend. *Energy Conversion and Management*, 94, pp. 84-94.
- [5] J. Devaraj, Y. Robinson, P. Ganapathi, 2015, Experimental investigation of performance, emission and combustion characteristics of waste plastic pyrolysis oil blended with diethyl ether used as fuel for diesel engine, *Energy*. pp 106
- [6] Divekar Prasad S., Chen Xiang, Tjong Jimi, Zheng Ming, 2016, "Energy Efficiency Impact of EGR on Organizing Clean Combustion in Diesel Engines", *Energy Conversion And Management*, 112, pp. 369-381
- [7] Jinyoung Cha, Junhong Kwon, Youngjin Cho, Simsoo Park, 2001, "The Effect of Exhaust Gas Recirculation (EGR) on Combustion Stability, Engine Performance and Exhaust, Emissions in a Gasoline Engine", *KSME International Journal*, volume 15 No. 10, pp. 1442 -1450
- [8] Saket Verma, L.M. Das, S.C. Kaushik, S.S. Bhatti, 2019, The effects of compression ratio and EGR on the performance and emission characteristics of diesel-biogas dual fuel engine, *Applied Thermal Engineering*.
- [9] Haiqiao Wei, Tianyu Zhu, Gequn Shu, Linlin Tan, Yuesen Wang, 2012, "Gasoline engine exhaust gas recirculation" *Applied Energy*, 99, pp. 534-544
- [10] Patel Chetankumar, Krishn Chandraa, Joonsik Hwang, Rashmi A. Agarwala, Neeraj Gupta, Choongsik Bae, Tarun Gupta, Avinash Kumar Agarwala, 2019, "Comparative Compression Ignition Engine Performance, Combustion, and Emission Characteristics, and Trace Metals in Particulates From Waste Cooking Oil, Jatropha And Karanja Oil Derived Biodiesels", *Fuel* 236, pp.1366-1376
- [11] Zhijin Zhang, Haiyan Zhang, Tianyou Wang, Ming Jia, 2014, "Effects of Tumble Combined With EGR (Exhaust Gas Recirculation) on The Combustion and Emissions in a Spark Ignition Engine at Part Loads", *Energy* 65, pp. 18-24.
- [12] Fangxi Xie, Wei Hong, Yan Su, Miaomiao Zhang, Beiping Jiang, 2017, "Effect of External Hot EGR Dilution on Combustion, Performance and Particulate Emissions of a GDI Engine", *Energy Conversion and Management* 142, pp. 69-81
- [13] Surya Dharmaa, Masjuki Haji Hassana, Hwai Chyuan Onga, Abdi Hanra Sebayanga, Arridina Susan Silitongab, Fitranto Kusumoa, Jassinnee Milanoa, 2017

“Experimental Study and Prediction of The Performance and Exhaust Emissions of Mixed Biodiesel Blends in Diesel Engine Using *Jatropha Curcas-Ceiba Pentandra* Artificial Neural Networks”, *Journal of Cleaner Production*, 10.1016

- [14] Harish Venu, Venkataramanan Madhavan, 2017, "Influence of diethyl ether (DEE) addition in ethanol-biodiesel-diesel (EBD) and methanol-biodiesel-diesel (MBD) blends in a diesel engine", *Fuel* 189, pp. 377–390.
- [15] Syaiful, dan Sugeng, 2017, “Performance and Soot Emission in Diesel Engines Fueled By a Mixture of Diesel Fuel, *Jatropha* Oil and Wet Methanol in an EGR Environment”, *Nova*, 51, pp. 53-94.