



Pengaruh Methanol (CH₃OH) terhadap Emisi Soot Mesin Diesel Injeksi Tidak Langsung

Effect of Methanol (CH₃OH) on Soot Emissions Indirect Injection Diesel Engines

Angga Septiyanto

Pendidikan Teknik Otomotif, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang

anggam@mail.unnes.ac.id

Abstrak

Methanol ketika digunakan untuk bahan aditif sangat berpotensi mengurangi emisi jelaga. Methanol kadar tinggi ditambahkan dalam bahan bakar solar sebagai upaya untuk menurunkan hasil emisi jelaga dari mesin diesel. Pencampuran methanol dalam bahan bakar solar dilakukan dengan persentase sebesar 0% (D100), 5% (M5D95), 10% (M10D90), dan 15% (M15D95). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan emisi jelaga dan konsumsi bahan bakar ketika menggunakan campuran bahan bakar methanol dan solar. Nilai penurunan emisi jelaga dan konsumsi bahan bakar mesin diesel injeksi tidak langsung tertinggi ketika menggunakan campuran bahan bakar M5D95 sebesar 47,27% dan 13,52%. Campuran bahan bakar M5D95 menjadi jenis campuran yang efektif menurunkan kadar emisi jelaga dan konsumsi bahan bakar dari mesin diesel injeksi tidak langsung.

Kata Kunci: diesel, emisi, methanol.

Abstract

Methanol when used as a fuel additive has the potential to reduce soot emissions. Methanol is added to diesel fuel in an effort to reduce soot emissions from diesel engines. The mixing of high purity methanol in diesel fuel is carried out with a percentage of 0% (D100), 5% (M5D95), 10% (M10D90), and 15% (M15D95). The results showed that there was a reduction in soot emissions and fuel consumption when using a mixture of methanol and diesel fuel. The value for reducing soot emissions and fuel consumption for indirect injection diesel engines was the highest when using the M5D95 fuel mixture, by 47.27% and 13.52%. The M5D95 fuel mixture becomes a type of mixture that effectively reduces soot emission levels and fuel consumption from indirect injection diesel engines

Keywords: diesel, emission, methanol.

PENDAHULUAN

Mesin diesel digunakan di banyak negara karena mempunyai keandalan mesin yang bagus, bahan bakar yang fleksibel serta konsumsi bahan bakar yang rendah [1]. Sistem pembakaran mesin diesel yang tidak menggunakan busi (*compression ignition*) menjadikan mesin diesel juga banyak digunakan, karena efisiensi termal menjadi lebih baik dengan tercapainya tekanan awal yang tinggi pada proses pembakaran [2].

Emisi jelaga (*soot*) merupakan salah satu kelemahan yang dimiliki oleh mesin diesel. Selain itu dengan efisiensi termal yang tinggi mesin diesel berpotensi menghasilkan emisi NO_x yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan jenis kendaraan lain. Emisi jelaga yang dihasilkan oleh mesin diesel mengandung *particulate matter* (PM), yang mana PM mempunyai dampak yang buruk bagi kesehatan

manusia. PM apabila dihirup dalam jumlah yang besar dapat mengakibatkan penyakit asma dan infeksi saluran pernapasan atas (ISPA) dan bahkan dapat menyebabkan kematian [3].

Kandungan oksigen yang lebih tinggi dalam methanol diamati dapat menurunkan emisi *smoke* lebih baik daripada ethanol [4]. Methanol ketika berada dalam kondisi campuran (*fuel blends*), dapat mengurangi konsumsi serta dapat menjadi salah satu pilihan bahan bakar alternatif [5]. Akan tetapi, methanol mempunyai kekurangan yaitu tingginya enthalpy penguapan. Namun, dapat dikurangi dengan mencampur dengan biodiesel dalam konsentrasi yang rendah karena methanol dan biodiesel tidak mempunyai permasalahan daya pencampuran (*miscibility problem*) [6].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *high purity methanol* pada *smoke opacity* dan

juga konsumsi bahan bakar untuk berbagai variasi putaran mesin pada mesin diesel injeksi tak langsung. Hasilnya akan dibandingkan dengan *smoke opacity* dan konsumsi bahan bakar diesel dengan biosolar murni.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan mesin diesel injeksi tidak langsung 4 silinder, seperti pada Tabel 1, variasi putaran mesin dalam pengujian adalah 1500 rpm, 2000 rpm, dan 2500 rpm.

Tabel 1. Mesin Diesel

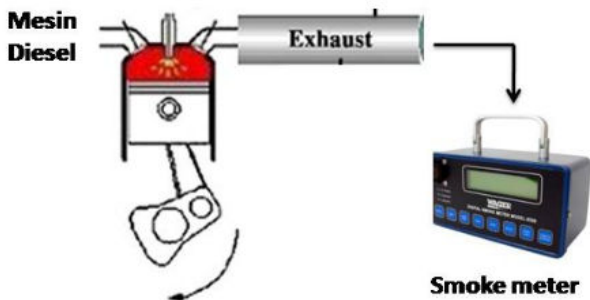
Tipe Mesin	Isuzu c223 4 silinder, 4 langkah, OHV, <i>indirect injection</i>
Jumlah Silinder	4
Diameter Silinder	88 mm
Panjang Langkah	82,5 mm
Rasio Kompresi	22 : 1
Tekanan Kompresi	31 kg/cm ²
Volume Silinder	2238 cc
Daya Maksimal	20 kW at 2750 rpm
Kecepatan Maksimal	4000 rpm

Penelitian ini menggunakan campuran solar (D) dan methanol kadar tinggi (M) yang masing-masing mempunyai karakteristik seperti terlihat pada Tabel 2. Variasi perbandingan campuran bahan bakar Biosolar dan Methanol yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 100/0% (D100), 95/5% (M5D95), 90/10% (M10D90), dan 85/15% (M15D85).

Tabel 2. Karakteristik Bahan Bakar

No	Karakteristik	Satuan	Diesel EURO II ¹⁾	Methanol ²⁾
1	Angka Setana	-	48,0	4,8
2	Viscositas Kinematik (pada Suhu 40 °C)	mPa.s	2,0 – 5,0	0,474
3	Densitas (pada suhu 15 °C)	kg/m ³	840,0	791,8
4	Heating value	MJ/kg	45,21	22,08
5	Flash point	°C	60,0	13

Gas analyzer stargas 898 dan *smoke meter* OTC 495 merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui kadar emisi jelaga gas buang mesin diesel dalam penelitian ini, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

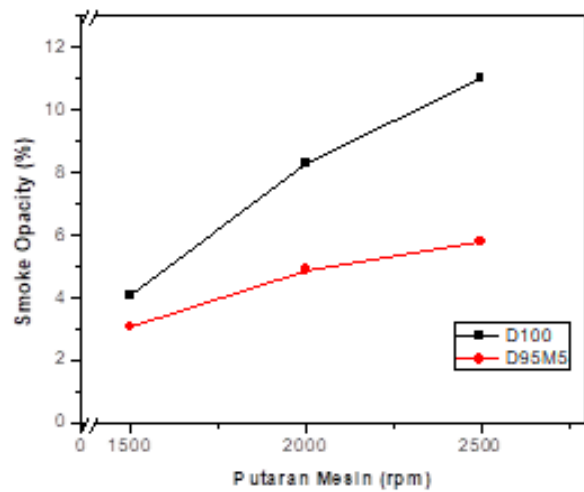


Gambar 1. Desain pengujian

HASIL DAN PEMBAHASAN

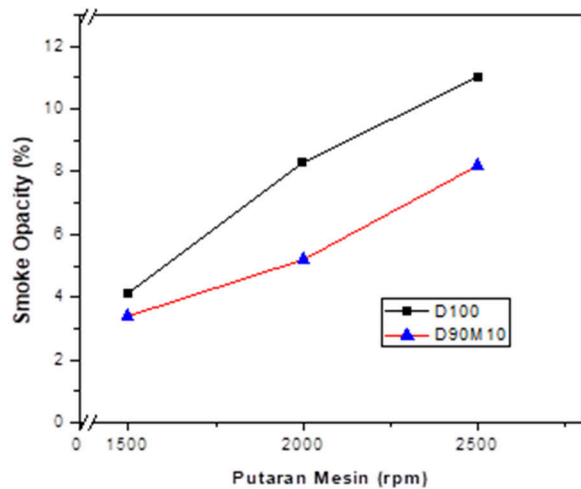
Pengaruh Bahan Bakar terhadap *Smoke Opacity*

Penggunaan bahan bakar M5D95 mempunyai nilai *smoke opacity* yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai *smoke opacity* ketika menggunakan biosolar murni (D100). Nilai *smoke opacity* ketika menggunakan bahan bakar M5D95 mengalami penurunan tertinggi 47,27% pada putaran 2500 rpm jika dibandingkan terhadap nilai *smoke opacity* bahan bakar D100 pada putaran yang sama. Sedangkan penurunan nilai *smoke opacity* terkecil ketika menggunakan bahan bakar M5D95 adalah 24,39% pada putaran mesin 1500 rpm terhadap nilai *smoke opacity* dengan bahan bakar D100, ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai *smoke opacity* dengan bahan bakar D100 dan M5D95

Nilai *Smoke opacity* juga mengalami penurunan ketika ditambahkan persentase methanol pada campuran bahan bakar M10D90 yang ditunjukkan pada Gambar 3.

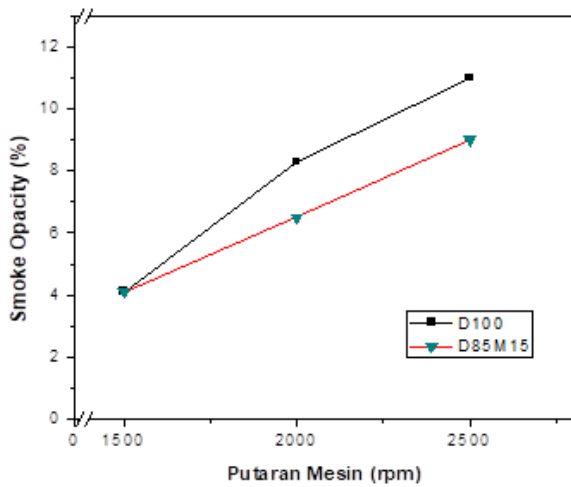


Gambar 3. Nilai *smoke opacity* dengan bahan bakar D100 dan M10D90

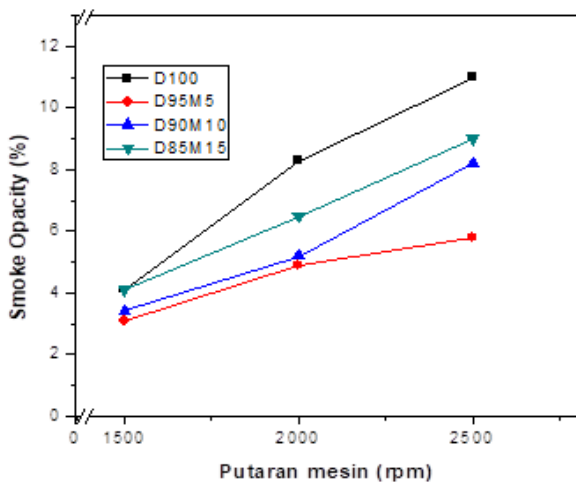
Penurunan nilai *smoke opacity* paling rendah diperoleh ketika pada putaran 1500 rpm yaitu sebesar 17,07% jika

dibandingkan dengan nilai *smoke opacity* pada bahan bakar D100. Sedangkan penurunan *smoke opacity* paling tinggi terjadi pada putaran mesin 2000 rpm dengan persentase penurunan sebesar 37,35% dibandingkan dengan nilai *smoke opacity* bahan bakar D100.

Ketika penggunaan bahan bakar M15D85 nilai *smoke opacity* mengalami penurunan apabila dibandingkan dengan *smoke opacity* yang dihasilkan dengan bahan bakar D100. Dengan penurunan *smoke opacity* yang paling tinggi sebesar 21,69% terhadap *smoke opacity* D100. Akan tetapi pada putaran rendah 1500 rpm, nilai *smoke opacity* bahan bakar M15D85 mempunyai nilai yang sama dengan *smoke* bahan bakar D100, sehingga tidak ada perubahan nilai *smoke opacity*, ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai *smoke opacity* dengan bahan bakar D100 dan M15D85



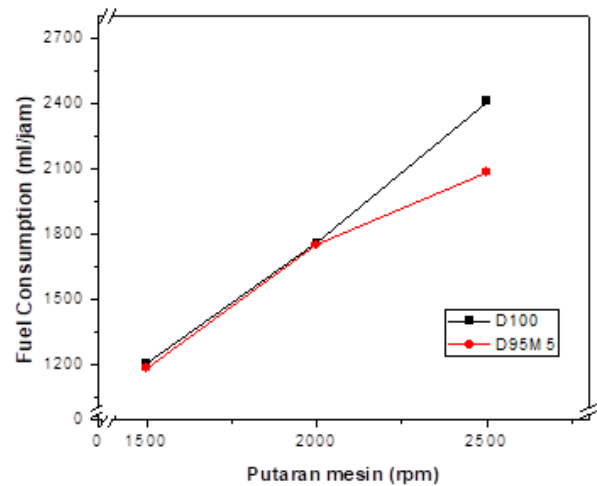
Gambar 5. Pengaruh campuran bahan bakar terhadap nilai *smoke opacity*

Berdasarkan Gambar 5 terjadi peningkatan *smoke opacity* dengan meningkatnya putaran mesin sampai putaran 2500 rpm. Sedangkan nilai *smoke opacity* mengalami penurunan ketika terjadi penambahan methanol. Hal ini disebabkan tingginya kadar oksigen

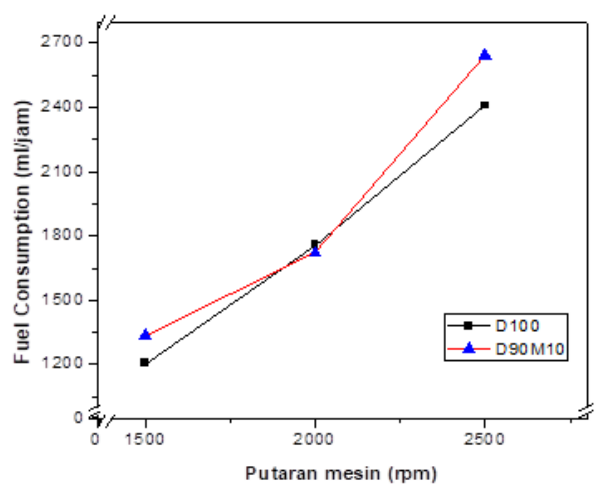
campuran daripada bahan bakar diesel murni, mengakibatkan terjadi oksidasi karbon, sehingga nilai *smoke opacity* menurun [5]. Meningkatnya kandungan oksigen pada campuran bahan bakar mengakibatkan rasio C/O menjadi turun. Semakin rendah rasio C/O, *smoke opacity* menjadi semakin turun, hal ini menunjukkan bahwa emisi *soot* mengalami penurunan [7].

Pengaruh Bahan Bakar Terhadap Fuel Consumption

Hasil perhitungan konsumsi bahan bakar menggunakan M5D95 mempunyai tingkat konsumsi yang lebih rendah dibandingkan D100. Penurunan konsumsi paling tinggi diperoleh saat mesin pada putaran 2500 rpm dengan penurunan sebesar 13,52% dibandingkan saat menggunakan bahan bakar D100. Sedangkan penurunan konsumsi bahan bakar paling kecil diperoleh ketika menggunakan M5D95 sebesar 0,56% terhadap konsumsi bahan bakar D100, ditunjukkan Gambar 6.



Gambar 6. Konsumsi D100 dan M5D95

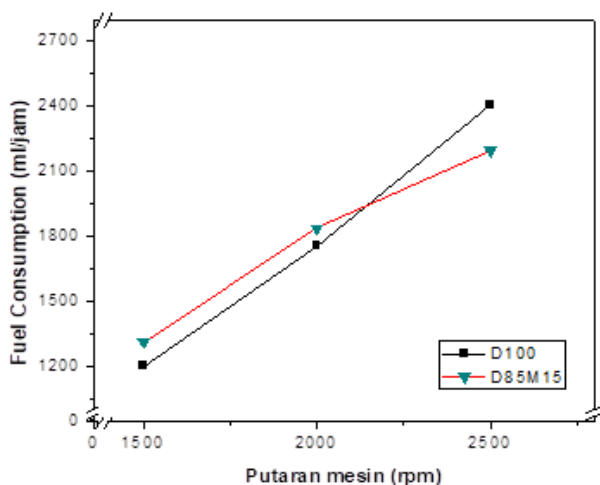


Gambar 7. Konsumsi D100 dan M10D90

Hasil perhitungan konsumsi bahan bakar M10D90 mempunyai nilai yang cenderung lebih tinggi dari konsumsi bahan bakar D100. Terjadi kenaikan konsumsi

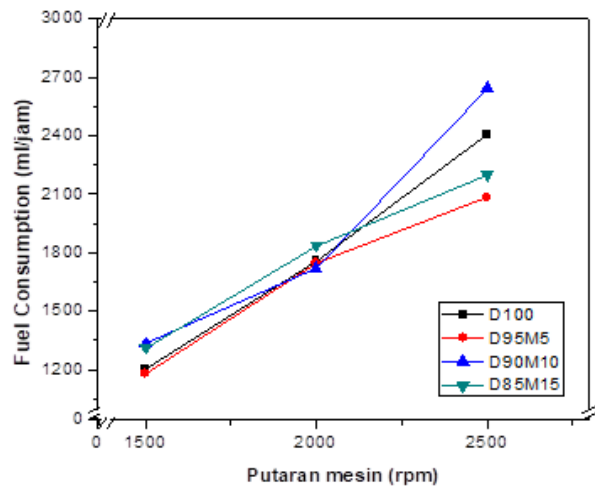
bahan bakar pada penggunaan M10D90 saat putaran 1500 rpm serta 2500 rpm sedangkan pada putaran mesin 2000 rpm konsumsi M10D90 lebih rendah dari D100. Kenaikan konsumsi paling tinggi saat menggunakan M10D90 sebesar 10,74% dibandingkan dengan konsumsi D100 pada putaran yang sama yaitu 1500 rpm. Saat 2500 rpm, konsumsi M10D90 mengalami kenaikan sebesar 9,77% terhadap konsumsi D100 sedangkan pada 2000 rpm terjadi penurunan konsumsi sebesar 2,11% terhadap konsumsi D100, seperti pada Gambar 7.

Pada penggunaan bahan bakar M15D85 diperoleh hasil konsumsi yang lebih tinggi dari hasil konsumsi D100. Terjadi kenaikan konsumsi bahan bakar pada putaran 1500 rpm dan 2000 rpm sedangkan pada putaran 2500 rpm konsumsi bahan bakar M15D85 lebih rendah dari konsumsi D100. Kenaikan konsumsi paling tinggi diperoleh ketika putaran 1500 rpm yaitu sebesar 9,14% terhadap konsumsi bahan bakar D100 pada putaran yang sama. Kemudian ketika mesin berada pada putaran 2000 rpm konsumsi M15D85 mengalami kenaikan 4,57% jika dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar D100. Sedangkan saat berada pada 2500 rpm konsumsi M15D85 menurun sebesar 8,76% jika dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar D100, seperti ditunjukkan Gambar 8.



Gambar 8. Konsumsi D100 dan M15D85

Penggunaan campuran bahan bakar methanol mengakibatkan konsumsi bahan bakar cenderung naik ketika berada pada putaran rendah dan menengah, akan tetapi pada putaran tinggi kecenderungan terjadi penurunan nilai konsumsi. Kenaikan konsumsi dipengaruhi oleh nilai kalor dari bahan bakar. Penggunaan campuran bahan bakar antara biosolar dan juga methanol pada mesin mengakibatkan nilai konsumsi bahan bakar meningkat karena campuran tersebut memiliki nilai kalor yang rendah dibandingkan dengan solar [8]. Secara keseluruhan pengaruh campuran bahan bakar terhadap konsumsi bahan bakar disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengaruh campuran bahan bakar terhadap konsumsi bahan bakar

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan pengujian emisi yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa campuran M5D95 mampu menurunkan kadar emisi jelaga mesin diesel injeksi tidak langsung. Selain menurunkan emisi jelaga, penggunaan methanol dalam jumlah kecil seperti campuran bahan bakar M5D95 juga dapat menurunkan nilai konsumsi bahan bakar mesin diesel injeksi tidak langsung. Akan tetapi, semakin banyak jumlah methanol yang ditambahkan pada campuran dapat mengakibatkan semakin besar konsumsi bahan bakar.

Saran

Penggunaan bahan bakar campuran, besarnya torsi yang dihasilkan mesin diesel mengalami sedikit penurunan dibandingkan dengan biosolar murni. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu diadakan penelitian tentang peningkatan nilai torsi misalnya seperti penggunaan sistem *turbocharger* atau *supercharger*

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Guo, T. Li, J. Dong, R. Chen, P. Xue, and X. Wei, "Combustion and emission characteristics of blends of diesel fuel and methanol-to-diesel," *Fuel*, vol. 90, no. 3, pp. 1305–1308, Mar. 2011, doi: 10.1016/j.fuel.2010.12.011.
- [2] M. Gomaa, A. J. Alimin, and K. A. Kamarudin, "The effect of EGR rates on NOX and smoke emissions of an IDI diesel engine fuelled with *Jatropha* biodiesel blends," p. 14.
- [3] Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, *Status Lingkungan Hidup Indonesia 2012*. Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2013.

- [4] C. Sayin, "Engine performance and exhaust gas emissions of methanol and ethanol–diesel blends," *Fuel*, vol. 89, no. 11, pp. 3410–3415, Nov. 2010, doi: 10.1016/j.fuel.2010.02.017.
- [5] S. Syaiful, S. Mardikus, M. Bae, and K. Tsuciya, "Effect of Exhaust Gas Recirculation on Smoke Emission in a Direct Injection (DI) Diesel Engine Fueled Diesel-Low Purity Methanol (LPM) Blends," *The Seventh international Symposium on Mechanics, Aerospace and Informatics Engineering (ISMAI), ISMAI07-EP-01*, pp. 147–151, 2013.
- [6] N. Yilmaz and T. M. Sanchez, "Analysis of operating a diesel engine on biodiesel-ethanol and biodiesel-methanol blends," *Energy*, vol. 46, no. 1, pp. 126–129, Oct. 2012, doi: 10.1016/j.energy.2011.11.062.
- [7] J. B. Heywood, *Internal combustion engine fundamentals*. New York: McGraw-Hill, 1988.
- [8] M. Karabektas, G. Ergen, and M. Hosoz, "Effects of the blends containing low ratios of alternative fuels on the performance and emission characteristics of a diesel engine," *Fuel*, vol. 112, pp. 537–541, Oct. 2013, doi: 10.1016/j.fuel.2011.04.036.