

PENGARUH PENGGUNAAN EXHAUST GAS TEMPERATURE (EGR) TERHADAP TEMPERATUR GAS BUANG DAN EMISI JELAGA MESIN DIESEL

Syarifudin¹, Syaiful²Email : ¹masudinsyarif88@gmail.com¹D3 Teknik Mesin, Politeknik Harapan Bersama Tegal, JL. Dewi Sartika No. 71 Kota Tegal²Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang**Abstrak**

Exhaust gas recirculation system (EGR) terbukti membawa dampak positif bagi penurunan emisi gas buang yang dihasilkan mesin diesel. Sistem EGR panas terbukti dapat meningkatkan temperatur ruang bakar sehingga mengakibatkan peningkatan proses pembakaran. Sedangkan sistem EGR dingin terbukti dapat menurunkan emisi gas buang mesin diesel. Penelitian ini bertujuan mengobservasi temperatur exhaust dan emisi jelaga dengan sistem EGR panas dan dingin. Pengujian menggunakan mesin diesel injeksi langsung 4JB1 dengan kapasitas 2800 cc. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan sistem EGR panas menyebabkan peningkatan temperatur gas buang sebesar 7,83% dan penurunan emisi jelaga mesin diesel sebesar 13,46%. Adapun penggunaan sistem EGR dingin menyebabkan penurunan temperatur exhaust sebesar 3,56% sehingga meningkatkan emisi jelaga sebesar 7,01%.

Kata kunci : Exhaust Gas Temperatur, Emisi jelaga, EGR panas, EGR dingin

1. Pendahuluan

Mesin diesel terkenal karena kehandalan dan efisiensi mesin yang tinggi. Keunggulan mesin diesel salah satunya terletak pada sistem pembakarannya, yaitu *compression-ignition* atau tidak memerlukan busi pemercik api. Hal ini menjadikan tekanan awal yang tinggi mudah tercapai sebelum terjadinya proses pembakaran. Selain itu, mesin diesel memiliki fleksibilitas jenis bahan bakar yang bisa digunakan [1]. Karena keunggulan tersebut, mesin diesel banyak digunakan sebagai angkutan berat, traktor, dan lainnya. Akan tetapi, emisi asap yang tebal menjadi permasalahan khusus mesin diesel yang berdampak buruk bagi kesehatan manusia [2].

Emisi asap atau jelaga adalah emisi yang muncul akibat pembakaran tidak sempurna. Emisi asap merupakan komponen utama emisi *Particulate Matter* (PM) yang berasal dari hidrokarbon (HC) yang tidak terbakar atau terbakar sebagian [2]. Emisi jelaga terjadi pada suhu pembakaran sekitar 1000 sampai 2800 °K, pada tekanan 50 sampai 100 atm [3]. Kekurangan pasokan oksigen mempercepat pembentukan emisi jelaga. Semua bahan bakar HC yang digunakan akan menghasilkan emisi jelaga jika dibakar pada stokiometri kaya. Selain emisi jelaga, asap yang dikeluarkan mesin diesel juga mengandung emisi NOx.

Emisi NOx adalah emisi yang dihasilkan mesin diesel ketika temperatur pembakaran diatas 2000 °K. Emisi Nitrogen oksida (NOx) dihasilkan akibat adanya Nitrogen (N₂) dalam campuran udara dan bahan bakar [4]. Senyawa NOx akan membentuk NO₂ ketika terlepas ke udara beban dan berikatan dengan oksigen. Senyawa ini sangat berbahaya karena akan membentuk asam nitrat ketika terkena air. *Exhaust Gas Recirculation (EGR) System*

adalah media untuk mengurangi emisi gas buang yang dihasilkan mesin diesel khususnya emisi NOx. Sistem EGR terdapat dua jenis yaitu panas dan dingin. Sistem EGR panas efektif untuk menurunkan emisi Jelaga akan tetapi berdampak buruk bagi penurunan emisi NOx. Sedangkan sistem EGR dingin dinilai lebih efektif untuk menurunkan emisi NOx mesin diesel akibat penurunan temperatur ruang bakar [4].

Berdasarkan uraian diatas, penggunaan sistem EGR panas dan dingin secara teoritis terbukti dapat menurunkan emisi yang dihasilkan mesin diesel. Oleh karena itu perlu dilakukan eksperimental untuk mendapatkan data nyata pengaruh penggunaan sistem EGR. Eksperimental yang akan dilakukan adalah menguji pengaruh penggunaan sistem EGR panas dan dingin terhadap temperatur gas buang sebagai indikasi emisi NOx dan emisi jelaga yang dihasilkan mesin diesel.

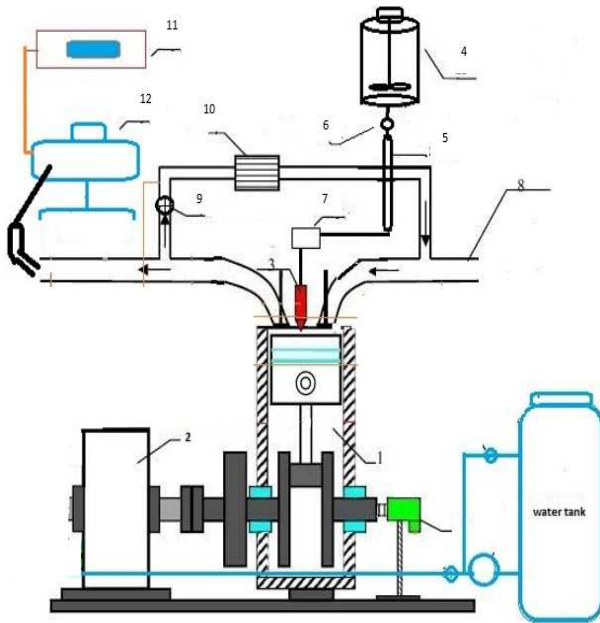
2. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Thermo Fluida Universitas Diponegoro tahun 2017. Pengujian menggunakan mesin diesel injeksi langsung merk Isuzu tipe 4JB1 yang spesifikasinya dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi mesin

Tipe mesin	Isuzu 4JB1
Jumlah silinder	4, Vertical In-line, Injeksi langsung
Diameter silinder	93 mm
Langkah	102 mm
Jumlah volume silinder	2771 cc
Rasio kompresi	18,2 : 1
Torsi maksimum	178,96 Nm
Daya maksimum	52,2 kW

Berikut skema pengujian penelitian :



Gambar 1. Skema Pengujian

Keterangan pada Gambar 1:

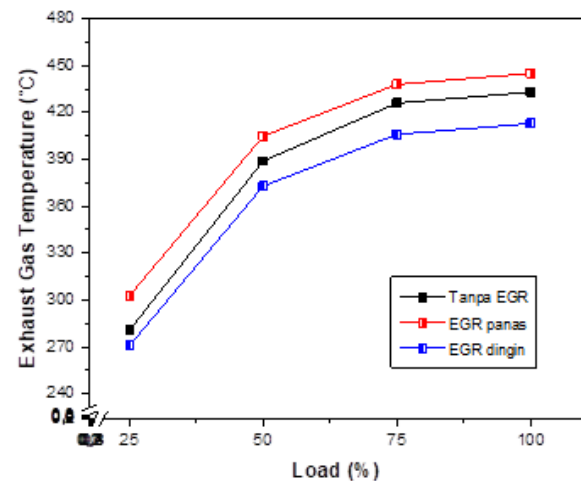
1. Mesin diesel
2. Dinamometer
3. Injektor
4. Mixer bahan bakar
5. Buret
6. Katup bahan bakar
7. Pompa injeksi
8. Intake manifold
9. Katup EGR
10. EGR system
11. Gas analyzer Stargass 898
12. Smoke meter

Peralatan percobaan disusun seperti pada Gambar 1. Campuran bahan bakar yang sudah disiapkan sesuai dengan persentase komposisi bahan bakar dituangkan ke dalam mixer bahan bakar agar homogen. Katup ini dibuka untuk mengalirkan bahan bakar ke mesin diesel. Mesin diesel diatur pada putaran konstant sebesar 2500 rpm. *Exhaust Gas Recirculation System* (EGR) diaktifkan dengan persentase pembukaan katup yang bervariasi yaitu sebesar 25%, 50%, 75%, 75% dan 100%. Smoke meter OTC 495 dan Gas analyzer Stargas 898 untuk mengukur emisi jelaga yang dihasilkan mesin diesel. Termometer Couple digunakan untuk mengukur suhu ruang exhaust mesin diesel. Pencatatan dilakukan saat volume bahan bakar 100ml terlihat kosong pada buret bahan bakar. Selanjutnya hasil pengujian diolah menggunakan software Ms. Excel 2010 dan dibuat grafik dengan bantuan Software Origin 8.

3. Hasil dan Pembahasan

a. Pengaruh sistem EGR terhadap temperatur Gas Buang mesin Diesel

Pengukuran temperatur gas buang dilakukan untuk melihat indikasi peningkatan emisi NO_x yang dihasilkan mesin diesel menggunakan sistem EGR panas dan dingin. Berikut Grafik hasil pengujian temperatur gas buang mesin diesel.



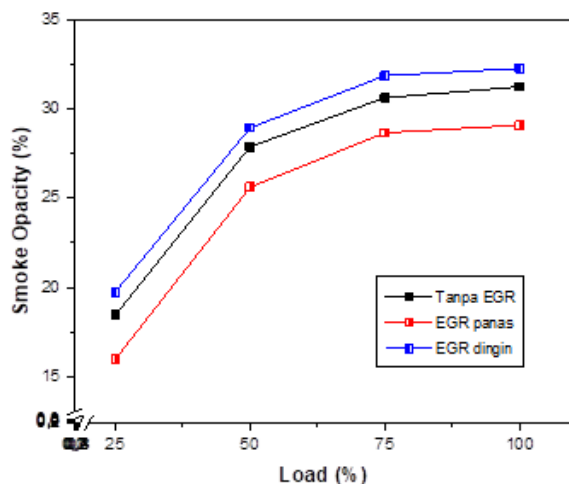
Gambar 2. Exhaust Gas Temperature (EGT) mesin diesel

Gambar 2 merupakan paparan hasil pengukuran temperatur gas buang mesin diesel. Secara umum, temperatur gas buang mesin diesel meningkat saat peningkatan pembebanan. Hal ini akibat peningkatan penginjeksian bahan bakar untuk menstabilkan putaran mesin [5]. Pengujian mesin dengan sistem EGR panas menghasilkan temperatur gas buang yang lebih tinggi dibandingkan tanpa sistem EGR. Hal ini disebabkan udara panas yang disirkulasikan oleh sistem EGR meningkatkan tekanan kerja sebagai indikasi peningkatan daya dan peningkatan temperatur gas buang mesin diesel [6][7]. Sedangkan pengujian dengan sistem EGR dingin, temperatur gas buang mesin diesel terlihat lebih rendah dibandingkan dengan sistem EGR panas maupun tanpa sistem EGR. Aplikasi sistem EGR dingin mengakibatkan berkurangnya udara yang masuk kedalam silinder dan juga kenaikan *specific heat capacity* masukan oleh EGR [8].

Peningkatan nilai EGT tertinggi terjadi pada pengujian mesin diesel dengan sistem EGR panas sebesar 7,83% dibandingkan tanpa sistem EGR saat pembebanan 25%. Sedangkan penurunan nilai EGT terendah terjadi pada pengujian mesin diesel dengan sistem EGR dingin sebesar 3,56% dibandingkan tanpa sistem EGR saat pembebanan 25%.

b. Pengaruh sistem EGR terhadap Emisi Jelaga mesin Diesel

Smoke opacity atau kepekatan asap adalah tendensi persentase emisi jelaga yang dihasilkan mesin diesel. Pengukuran kepekatan asap dilakukan oleh detektor pada *smoke meter*.



Gambar 3. *Smoke opacity* mesin diesel

Gambar 3 adalah paparan hasil pengukuran emisi jelaga yang dihasilkan mesin diesel dengan sistem EGR. Secara umum, *smoke opacity* terlihat meningkat seiring peningkatan beban. Hal ini akibat peningkatan penginjeksian bahan bakar untuk menstabilkan putaran mesin [5]. Penggunaan sistem EGR panas menghasilkan *smoke opacity* yang lebih rendah dibandingkan tanpa sistem EGR. Hal ini akibat adanya peningkatan temperatur ruang bakar karena udara panas yang dimasukkan tanpa didinginkan terlebih dahulu menekan pembentukan emisi jelaga meskipun terindikasi peningkatan emisi NOx [9].

Sedangkan pengukuran *smoke opacity* menggunakan sistem EGR dingin menghasilkan *smoke opacity* yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem EGR panas maupun tanpa sistem EGR. Gas buang yang didinginkan oleh sistem EGR dingin mengakibatkan penurunan temperatur ruang bakar. Hal ini menurunkan oksidasi karbon yang mengakibatkan meningkatnya *smoke opacity* meskipun terindikasi penurunan emisi NOx [10]. Pengukuran emisi jelaga tertinggi terjadi pada pengujian mesin diesel dengan sistem EGR dingin yaitu sebesar 7,01% saat pembebanan 25%. Sedangkan pengukuran emisi jelaga terendah terjadi pada pengujian mesin diesel dengan sistem EGR panas yaitu sebesar 13,46% saat pembebanan 25%.

4. Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Penggunaan sistem EGR panas memberikan dampak positif bagi peningkatan temperatur ruang bakar sebagai indikasi peningkatan daya, temperatur gas buang dan penurunan emisi jelaga mesin diesel.
2. Penggunaan sistem EGR dingin memberikan dampak positif bagi penurunan temperatur ruang bakar sebagai indikasi penurunan emisi NOx meskipun meningkatkan emisi jelaga mesin diesel.

5. Daftar Pustaka

- [1] Kurnia Uwais Alqorni Purwatama dan Syaiful, 2014. "Performa dan Emisi Jelaga dari Mesin Diesel pada Putaran Rendah dengan menggunakan Bahan Bakar Campuran Biosolar dan Metanol Kadar Rendah". JTM (S-1). Universitas Diponegoro, Vol. 2, No.1.
- [2] Zhiqiang Guo, Tianrui Li, (2011), "Combustion and Emission Characteristic of Blends of Diesel Fuel and Methanol to Diesel", International Journal of Fuel (90), ScienceDirect, pp. 13051308.
- [3] Heywood, John B.L., 1988, "Internal Combustion Engine Fundamentals," New York: McGraw-Hill, Inc.
- [4] Agrawal, Avinash Kumar, Shrawan Kumar Singh, Shailendra Sinha, and Mritunjay Kumar Shukla. 2004. "Effect of EGR on the Exhaust Gas Temperature and Exhaust Opacity in Compression Ignition Engines." 29(June): 275–84.
- [5] Mani, M., Nagarajan, G., Sampath, S., 2010, "An Experimental Investigation on A DI Diesel Engine Using Waste Plastic oil with Exhaust Gas Recirculation," Fuel, 89, pp. 1826-1832
- [6] Stefan, M., 2013, "Kaji Eksperimental Efek EGR Terhadap Performa Mesin Diesel Direct Injection Menggunakan Campuran Bahan Bakar Diesel dan Metanol," Thesis, Magister Teknik Mesin, Universitas Diponegoro (UNDIP), Semarang, Indonesia.
- [7] Agarwal, Deepak, Shrawan Kumar, and Avinash Kumar. 2011. "Effect of Exhaust Gas Recirculation (EGR) on Performance , Emissions , Deposits and Durability of a Constant Speed Compression Ignition Engine." *Applied Energy* 88(8): 2900–2907. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.01.066>.
- [8] Husain, J., Palaniradja, K., Alagumurthi, N., Manimaran, R., 2012, "Effect of Exhaust Gas Recirculation (EGR) on Performance and Emission of a Compression Ignition Engine

with Staged Combustion (Insertion of Unburned Hydrocarbon),” *International Journal of Energy Engineering*, 2, pp. 285-292.

- [9] Vinod, S., Soni, S.L., Sharma, D., 2012, “Performance and Emission Studies of Direct Injection G.I Engine in Dual Fuel Mode (Hydrogen-diesel) with EGR,” *International Journal of Hydrogen Energy*, 37, pp. 3807-3817.
- [10] Syaiful, Stefan, M., Bae, M.W., Kazuo, T., 2013, “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)*, Japan, 07, pp. 147-151.
- [11] L. Nirajan, Shinjo. 2012. “Experimental Investigation on The Effects of Cold and Hot EGR Using Diesel and Biodiesel as Fuel”, India, Department of Mechanical Engineering