

PENGARUH PENYETELAN VALVE DAN VARIASI BUKAAN EGR (EXHAUST GAS RECIRCULATION) TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG PADA MESIN DIESEL 4D56-2.5

Bayu Agung Prahadika¹, Sumarli², Paryono³

¹⁻³Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang
¹agungb040@gmail.com

Abstrak

Mobil unggul adalah mobil bermesin diesel biasa dimanfaatkan untuk lokomotif berat. Semua operasi kendaraan membutuhkan solar dan mengeluarkan emisi. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui setelan klep dan EGR pada asupan solar dan polusi dari mesin diesel 4D56.-2.5. Diharapkan penelitian dimanfaatkan untuk perbandingan ilmiah, mengembangkan peralatan praktis, atau untuk eksperimen rekayasa. Mesin diesel 4D56.-2.5 diuji dalam penganalisis asap dan burette tube di Laboratorium Otomotif Universitas Negeri Malang. Pengujian oleh dua pengaturan klep 0,25mm dan 0,35mm dan opsi EGR buka penuh, semi-buka penuh, dan tutup penuh untuk asupan solar dan polusi pada tekanan pedal gas 1.000 putaran, 1.500 putaran, 2.000 putaran, 2.500 putaran, 3.000 putaran, 3.500 putaran, dan 4.000 putaran. Hasil data menunjukkan bahwa: 1) mesin diesel setelan klep 0,25mm dan EGR varian buka penuh, semi-buka penuh dan tutup penuh terdapat perbedaan asupan solar yang substansial; 2) mesin diesel 4D56.-2.5 memiliki perbedaan asupan solar yang substansial antara varian EGR pada pengaturan klep 0,35mm; 3) setelan klep 0,25mm untuk mesin diesel ada perbedaan substansial antara varian EGR buka penuh, semi-buka penuh, dan tutup penuh dalam polusi; 4) terdapat perbedaan polusi antara varian EGR mesin diesel yang substansial saat menyatel klep 0,35mm. Berdasarkan hasil tersebut, peneliti dapat memberikan saran, antara lain: 1) menjadi tolak ukur pengembangan ilmu otomotif dan penelitian terapan di masa depan bagi para pendidik dan mahasiswa di Universitas Negeri Malang; 2) digunakan sebagai sarana informasi, komunikasi untuk menyatel klep dan mengubah EGR pada mesin diesel; 3) Dapat dimulai sebagai indikator inovasi mesin diesel berdasarkan kemampuan penyetelan klep dan EGR dari Biosolar.

Kata kunci: klep, solar, polusi, diesel, EGR.

Abstract

Locomotives use diesel cars. Diesel-powered vehicles emit emissions. This study examined the effects of valve and EGR settings on 4D56.-2.5 diesel engine intake and pollution. Research may be used for scientific comparisons, developing practical equipment, or engineering experiments. Automotive Laboratory, State University of Malang, tested diesel engines with smoke analyzers and burette tubes. Two valve settings of 0.25mm and 0.35mm and EGR full open, semi-open full, full lid for diesel intake and pollution at 1,000 to 4,000 revs. The data showed that: 1) diesel engines of 0.25mm valve suit and EGR variants had substantial diesel intake differences; 2) diesel engines have substantial solar intake differences between EGR variants at a 0.35mm valve setting; 3) the 0.25mm valve suit for diesel engines has a substantial pollution difference between the full EGR variants; 4) there is a substantial pollution difference between diesel engine EGR variants when tuning the 0.35mm valve. Based on these results, researchers can suggest: 1) becoming a benchmark for the development of automotive science for educators and students; 2) as a means of information, communication to adjust the valve and change the EGR on diesel engines; 3) as an indicator of diesel engine innovation based on Biosolar's valve tuning ability and EGR.

Keywords: kleps, solar, pollution, diesel, EGR

Permintaan mesin diesel tumbuh di berbagai industri, yang berarti bahwa industri perlu menciptakan mesin dalam jumlah literatur besar dan menjaga kualitasnya. Kapasitas mesin tinggi menghasilkan peningkatan tekanan dan peningkatan tenaga mesin diesel. Dengan

bertambahnya kapasitas mesin, tidak dapat disangkal bahwa dibutuhkan lebih banyak solar untuk menggerakkan mesin. Tidak dapat disangkal bahwa banyak solar mengkonsumsi banyak polusi. Karena pengurangan solar dan emisi memiliki dampak negatif terhadap

lingkungan, alternatifnya adalah mengurangi asupan solar mesin dan mengurangi emisi, seperti klep periksa dan Control EGR Versi buka penuh di mesin diesel. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh klep control dan EGR yang berdampak pada asupan solar pada mesin konvensional 4D56.-2.5 kemudian untuk mengetahui pengaruh klep control dan EGR. Polusi dari mesin diesel 4D56.-2,5 biasa. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai sarana informasi dan pengetahuan guna mempelajari ilmu secara teori maupun terapan di bidang otomotif tentang dampak klep control EGR dan opsi awal terhadap konsumsi solar dan emisi pada mesin diesel. Hal ini juga berguna bagi praktisi di bidang teknik mesin, terutama sebagai indikasi perubahan penyetelan klep dan bukaan EGR pada mesin diesel.

Mesin diesel memiliki prinsip kerja dan putaran roda selama operasi mesin diesel 4-langkah dan setiap siklus terdiri dari 4 tahap langkah, langkah kompresi, langkah kerja dan langkah buang. Oleh karena itu, untuk menghasilkan tenaga satu langkah atau output daya satu fase, diperlukan dua piston atau poros engkol 4 langkah. Jika mesin diesel berputar pada 2.000 putaran, poros engkol mesin diesel berputar 2.000 kali per menit dan menghasilkan 1.000 kejutan daya. Pembakaran bahan bakar terjadi karena bahan bakar diesel disemprotkan ke dalam ruang bakar dan membentuk kabut (Boentarto, 2016).

Sistem daur ulang (EGR) memiliki efek positif pada pengurangan emisi dari mesin diesel. Memantau suhu dari polusi menggunakan system EGR panas-dingin, mesin diesel direct injection 4JB1 berkapasitas 2.800cm³ diuji. Menurut (Syarifuddin, 2019) system EGR panas dapat meningkatkan proses pembakaran yang meningkatkan suhu ruang bakar sedangkan system dingin dapat menurunkan polusi udara dalam mesin diesel. Perubahan klep disediakan tanpa EGR dan EGR 10persen telah meningkatkan kinerja berdasarkan nilai daya, torsi, dan BMEP. Menambahkan 20persen dan 30persen EGR mengurangi gaya, torsi, dan nilai BMEP pada 2.200 putaran (Febriantoro, 2017).

Sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2006 tentang Emisi Maksimum, konsentrasi gas buang kendaraan penumpang sejak tahun 2010 ditetapkan kurang dari 40persen. Beberapa faktor dapat berakibat pada densitas gas buang pada mesin yaitu: 1) semakin rendah tekanan pedal gas, semakin banyak asap dihasilkan, karena udara yang dimampatkan tidak sebanding dengan volume solar yang masuk ke dalam silinder; 2) Ketika konsentrasi gas buang mesin sangat efisien kualitas solarnya, maka meningkatkan proses pembakaran. Pembakaran yang tepat mengeluarkan asap tebal dengan kepekatan rendah.

Hal ini terkait dengan gagasan (Arend, BPM&Berenschot, 1980) menemukan asupan solar mesin dapat dipengaruhi oleh berat mesin. Dan klep mengencang, asupan solar dan kecepatan menjadi tinggi (Saifurijjal, 2012). Dan meningkatnya tekanan pedal gas menjadikan asupan solar tinggi, panas rem efisien, rasio ekuivalen dan temperature polusi, tetapi seiring itu durasi bsfc, CO₂ dapat menurun (Wail M. Adailah and Khaled S. Alqdah, 2012). Efisiensi mesin juga dapat dipengaruhi oleh bahan bakar seperti Jatropa sehingga mesin diesel menjadi lebih rendah dan jelaga semakin lebih tinggi (Gomma, M., Alimin, A.J., Kamarudin, 2011). Literasi menurut (Widianto, A., 2014) diketahui motor diesel yang mengeluarkan asap hitam (dengan jelaga) yang mengandung partikel karbon yang tidak terbakar tetapi bukan karbonmonoksida kemungkinan juga mengandung karsinogen.

Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengkonfirmasi beberapa klaim tersebut.

METODE PENELITIAN

Menggunakan alat analisa burette tube di Laboratorium Otomotif Universitas Negeri Malang. Studi ini mencakup klep independen 0,25mm dan 0,35mm dan varian EGR buka penuh, semi-buka penuh dan tutup penuh. Tergantung pada variable asupan solar dan polusi mesin diesel. Variable control : mesin diesel 4D56.-2.5; Tekanan pedal gas 1.000 putaran, 1.500 putaran, 2.000 putaran, 2.500 putaran, 3.000 putaran, 3.500 putaran, 4.000 putaran; Temperatur mesin 80 hingga 90 derajat

celcius. Biosolar dengan 48. Target penelitian Mitsubishi Colt L300 tahun 2008 fiturnya: Lebar total 1700mm, tinggi total 1845mm, sumbu ban 2200mm, Berat total 2345kg, model sistem solar langsung, kapasitas silinder 2477meterkubik, torsi 136Nm dan tenaga 86 tenaga kuda / 2.500 putaran, radiusputar 4,4m, tangki solar 47L (Manual untuk servis mobil).

Variable yang didapatkan bisa ditingkatkan pada entri hasil survei. Hasil uji yang perlu ditulis adalah asupan solar yang diperlukan satuan mililiter dan polusi satuan persen. Hasil terekam kemudian dianalisis parametrik dengan software SPSS 2.5 metode ANOVA Two Way.

Tabel 1. Desain Pengujian Asupan Solar

A / B	A ₁	A ₂	A ₃
B ₁	A ₁ B ₁	A ₂ B ₁	A ₃ B ₁
B ₂	A ₁ B ₂	A ₂ B ₂	A ₃ B ₂

Keterangan:

- A : Varian diafragma EGR
- B : Katup (kipas)
- A₁ : Diafragma EGR buka penuh
- A₂ : Diafragma semikonduktor EGR
- A₃ : Diafragma tutup penuh EGR
- B₁ : Klep 0,25mm
- B₂ : Klep 0,35mm
- A₁B₁ : Asupan solar di klep 0,25mm, EGR buka penuh.
- A₂B₁ : Asupan solar di klep 0,25mm, EGR semi-buka penuh.
- A₃B₁ : Asupan solar di klep 0,25mm dengan klep EGR tutup penuh.
- A₂B₁ : Asupan solar di klep 0,35mm, EGR buka penuh
- A₂B₂ : Asupan solar di klep 0,35mm, EGR semi-buka penuh.
- A₂B₃ : Asupan solar di klep 0,35mm, EGR tutup penuh.

Tabel 2. Desain Pengujian Polusi

A / B	A ₁	A ₂	A ₃
B ₁	A ₁ B ₁	A ₂ B ₁	A ₃ B ₁
B ₂	A ₁ B ₂	A ₂ B ₂	A ₃ B ₂

Keterangan:

- A : Varian diafragma EGR
- B : Katup (kipas)
- A₁ : Diafragma EGR buka penuh
- A₂ : Diafragma semikonduktor EGR
- A₃ : Diafragma tutup penuh EGR
- B₁ : Klep 0,25mm
- B₂ : Klep 0,35mm
- A₁B₁ : Polusi pada klep 0,25mm, EGR buka penuh.
- A₂B₁ : Polusi pada klep 0,25mm, EGR semi-buka penuh.
- A₃B₁ : Polusi pada klep 0,25mm dengan klep EGR tutup penuh.

- A₂B₁ : Polusi pada klep 0,35mm, EGR buka penuh
- A₂B₂ : Polusi pada klep 0,35mm, EGR semi-buka penuh.
- A₂B₃ : Polusi pada klep 0,35mm, EGR tutup penuh.

Gunakan alat pendeteksi asap dan burette tube pelajari tentang emisi mesin dan asupan solar. Pengatur waktu digunakan untuk pengontrol waktu pengujian selama 1 menit untuk setiap pengujian, diulang 5 kali repetisi.

Tabel 3. Desain Studi Catatan Asupan Solar Perubahan Kecepatan Mesin Injeksi Langsung EGR Buka Penuh

Komponen (mm)	Putaran Mesin / rpm	Asupan solar 'pada saat EGR buka penuh selama '60 Detik (ml)					Mean
		1	2	3	4	5	
Celah Klep 0,25	1.000	1a	1b	1c	1d	1e	R1
	1.500	1a	1b	1c	1d	1e	R2
	2.000	1a	1b	1c	1d	1e	R3
	2.500	1a	1b	1c	1d	1e	R4
	3.000	1a	1b	1c	1d	1e	R5
	3.500	1a	1b	1c	1d	1e	R6
	4.000	1a	1b	1c	1d	1e	R7
Celah Klep 0,35	1.000	1f	1g	1h	1i	1j	R1
	1.500	1f	1g	1h	1i	1j	R2
	2.000	1f	1g	1h	1i	1j	R3
	2.500	1f	1g	1h	1i	1j	R4
	3.000	1f	1g	1h	1i	1j	R5
	3.500	1f	1g	1h	1i	1j	R6
	4.000	1f	1g	1h	1i	1j	R7

Tabel 4. Desain Studi Catatan Asupan Solar Perubahan Kecepatan Mesin Injeksi Langsung EGR Semi-Buka Penuh

Komponen (mm)	Putaran Mesin / rpm	Asupan solar 'pada saat EGR semi-buka penuh selama '60 Detik (ml)					Mean
		1	2	3	4	5	
Celah Klep 0,25	1.000	2a	2b	2c	2d	2e	R1
	1.500	2a	2b	2c	2d	2e	R2
	2.000	2a	2b	2c	2d	2e	R3
	2.500	2a	2b	2c	2d	2e	R4
	3.000	2a	2b	2c	2d	2e	R5
	3.500	2a	2b	2c	2d	2e	R6
	4.000	2a	2b	2c	2d	2e	R7
Celah Klep 0,35	1.000	2f	2g	2h	2i	2j	R1
	1.500	2f	2g	2h	2i	2j	R2
	2.000	2f	2g	2h	2i	2j	R3
	2.500	2f	2g	2h	2i	2j	R4
	3.000	2f	2g	2h	2i	2j	R5
	3.500	2f	2g	2h	2i	2j	R6
	4.000	2f	2g	2h	2i	2j	R7

Tabel 5. Desain Studi Catatan Asupan Solar Perubahan Kecepatan Mesin Injeksi Langsung EGR Tutup Penuh

Komponen (mm)	Putaran Mesin / rpm	Asupan solar 'pada saat EGR tutup penuh selama '60 Detik '(ml)					Mean
		1	2	3	4	5	
Celah Klep 0,25	1.000	3a	3b	3c	3d	3e	R1
	1.500	3a	3b	3c	3d	3e	R2
	2.000	3a	3b	3c	3d	3e	R3
	2.500	3a	3b	3c	3d	3e	R4
	3.000	3a	3b	3c	3d	3e	R5
	3.500	3a	3b	3c	3d	3e	R6
	4.000	3a	3b	3c	3d	3e	R7
Celah Klep 0,35	1.000	3f	3g	3h	3i	3j	R1
	1.500	3f	3g	3h	3i	3j	R2
	2.000	3f	3g	3h	3i	3j	R3
	2.500	3f	3g	3h	3i	3j	R4
	3.000	3f	3g	3h	3i	3j	R5
	3.500	3f	3g	3h	3i	3j	R6
	4.000	3f	3g	3h	3i	3j	R7

Tabel 6. Desain Studi Catatan Polusi Perubahan Kecepatan Mesin Injeksi Langsung EGR Buka Penuh

Komponen (mm)	Putaran Mesin / rpm	Polusi pada saat EGR buka penuh selama '60 Detik '(%)					Mean
		1	2	3	4	5	
Celah Klep 0,25	1.000	4a	4b	4c	4d	4e	M1
	1.500	4a	4b	4c	4d	4e	M2
	2.000	4a	4b	4c	4d	4e	M3
	2.500	4a	4b	4c	4d	4e	M4
	3.000	4a	4b	4c	4d	4e	M5
	3.500	4a	4b	4c	4d	4e	M6
	4.000	4a	4b	4c	4d	4e	M7
Celah Klep 0,35	1.000	4f	4g	4h	4i	4j	M1
	1.500	4f	4g	4h	4i	4j	M2
	2.000	4f	4g	4h	4i	4j	M3
	2.500	4f	4g	4h	4i	4j	M4
	3.000	4f	4g	4h	4i	4j	M5
	3.500	4f	4g	4h	4i	4j	M6
	4.000	4f	4g	4h	4i	4j	M7

Tabel 7. Desain Studi Catatan Polusi Perubahan Kecepatan Mesin Injeksi Langsung EGR Semi-Buka Penuh

Komponen (mm)	Putaran Mesin / rpm	Polusi 'pada saat EGR semi-buka penuh selama '60 Detik '(%)					Mean
		1	2	3	4	5	
Celah Klep 0,25	1.000	5a	5b	5c	5d	5e	M1
	1.500	5a	5b	5c	5d	5e	M2
	2.000	5a	5b	5c	5d	5e	M3
	2.500	5a	5b	5c	5d	5e	M4
	3.000	5a	5b	5c	5d	5e	M5
	3.500	5a	5b	5c	5d	5e	M6
	4.000	5a	5b	5c	5d	5e	M7

Celah Klep 0,35	1.000	5f	5g	5h	5i	5j	M1
	1.500	5f	5g	5h	5i	5j	M2
	2.000	5f	5g	5h	5i	5j	M3
	2.500	5f	5g	5h	5i	5j	M4
	3.000	5f	5g	5h	5i	5j	M5
	3.500	5f	5g	5h	5i	5j	M6
	4.000	5f	5g	5h	5i	5j	M7

Tabel 8. Desain Studi Catatan Polusi Perubahan Kecepatan Mesin Injeksi Langsung EGR Tutup Penuh

Komponen (mm)	Putaran Mesin / rpm	Polusi 'pada saat EGR tutup penuh selama '60 Detik '(%)					Mean
		1	2	3	4	5	
Celah Klep 0,25	1.000	6a	6b	6c	6d	6e	M1
	1.500	6a	6b	6c	6d	6e	M2
	2.000	6a	6b	6c	6d	6e	M3
	2.500	6a	6b	6c	6d	6e	M4
	3.000	6a	6b	6c	6d	6e	M5
	3.500	6a	6b	6c	6d	6e	M6
	4.000	6a	6b	6c	6d	6e	M7
Celah Klep 0,35	1.000	6f	6g	6h	6i	6j	M1
	1.500	6f	6g	6h	6i	6j	M2
	2.000	6f	6g	6h	6i	6j	M3
	2.500	6f	6g	6h	6i	6j	M4
	3.000	6f	6g	6h	6i	6j	M5
	3.500	6f	6g	6h	6i	6j	M6
	4.000	6f	6g	6h	6i	6j	M7

Alat uji yang digunakan meliputi: 1) alat pendeteksi asap guna mengetahui hasil polusi, burette tube, kotak peralatan konsumsi bahan bakar, dan perangkat lunak IBM SPSS 25 untuk lembar observasi dan pemrosesan untuk mencatat hasil pengujian. Metode pengujian yang dilakukan adalah dengan pembuatan alat seperti pendeteksi asap, burette tube, termokopel, dan pengatur waktu. Siapkan mesin bio-diesel Mitsubishi Colt L300 4D56.-2.5 untuk komponen penting, catatan pelacakan, perlengkapan keselamatan, dan perlengkapan perlindungan individu.

Atur waktu selama 1 menit, setelah knalpot mobil, klep 0,25mm atau 0,35mm yang terhubung ke termokopel, penganalisis asap untuk suhu mesin 80 hingga 90 derajat celsius dan buka EGR. Selanjutnya pilhan buka penuh, semi-buka penuh atau tutup penuh. Tahap 2 kegiatan pengujian mesin dipasang klep 0,25mm dan opsi start EGR buka penuh pada 1.000 putaran, mesin diaktifkan menuju suhu 80 hingga 90 derajat celsius; Tingkatkan kecepatan engine sampai 1.000 putaran saat pengujian dengan penganalisis asap; Prosesnya dilakukan dengan memasukkan uji control standar,

tekanan pedal gas, dan uji asupan solar dalam waktu 1 menit. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali repetisi dengan kriteria yang sama. Pengujian mesin akan dilanjutkan dengan menyesuaikan klep dan berbagai opsi penyalan EGR pada kecepatan yang telah ditentukan sebelumnya menggunakan metode pengujian titik pertama yang sama. Langkah 3 dilakukan dengan menguji mesin Phase 2 yang sama pada uji polusi.

Semua hasil pengujian untuk asupan solar dan polusi dianalisis dengan menyetel klep 0,25mm dan 0,35mm serta varian EGR buka penuh, semi-buka penuh, dan tutup penuh pada kecepatan engine berbeda mulai dari 1.000 putaran hingga rotasi 4.000 putaran. Teknik analisis juga digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas yang berbeda terhadap variabel terikat sebagian atau sekaligus dengan menggunakan analisis komparatif uji ANOVA dua arah. Tujuan dari analisis pengujian ini adalah membuktikan hipotesis dan mendeteksi disimilaritas yang substansial dalam asupan solar dan polusi ketika menyesuaikan mesin standar yang ditetapkan oleh perangkat lunak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 9. Desain Studi Catatan Asupan Solar Perubahan Kecepatan Mesin Injeksi Langsung

Komponen (mm)	Putaran Mesin/ rpm	Sampel asupan solar dalam satuan mililiter (ml)		
		Mean		
		EGR buka penuh	EGR semi-buka penuh	EGR tutup penuh
Celah klep 0,25	1.000	25,0	40,2	79,2
	1.500	27,0	42,3	87,5
	2.000	29,0	43,9	88,4
	2.500	32,2	45,2	89,5
	3.000	34,3	46,8	90,7
	3.500	36,2	48,4	92,0
Celah klep 0,35	4.000	37,4	50,1	94,3
	1.000	17,5	29,4	27,6
	1.500	20,6	31,2	28,9
	2.000	22,3	33,2	30,1
	2.500	23,3	34,7	33,0
	3.000	25,4	36,0	35,8
	3.500	27,3	37,8	38,1
	4.000	29,5	39,4	40,0

Table 9 menunjukkan bahwa ada perbedaan yang substansial dan substansial nilai penyetelan klep antara 0,25mm dan 0,35mm untuk versi EGR yaitu buka penuh, semi-buka

penuh, dan tutup penuh selama 1 menit. Saat klep diatur ke 0,25mm, asupan solar minimum adalah 25.0 mililiter, pengaturan selektor start EGR dibuka pada 1.000 putaran, dan posisi penyalan maksimum pada selektor start EGR adalah 94.3 mililiter 4.000 putaran. Dan 0,35mm saat penyetelan klep, nilai konsumsi bahan bakar minimum 17.5 mililiter, nilai tertinggi 94.3 mililiter saat menyetel sakelar buka EGR pada 1.000 putaran dan pergantian buka EGR 4.000 putaran.

Hasil uji ANOVA (sig.) 0,000 ($p < \text{value } 0$) untuk variable asupan solar bersandarkan hubungan varian EGR oleh pengolahan transisi klep dengan nilai potensial F 136.617 dengan nilai probabilitas. Dengan demikian, hasil uji ANOVA ganda menunjukkan bahwa keputusan H_0 ditolak, yaitu terdapat perbedaan yang signifikan antara pemilihan EGR awal dan pemilihan klep pada asupan solar. Dengan demikian, dapat diketahui yani ada hubungan varian klep dengan EGR sehingga menghasilkan perbedaan asupan solar yang substansial.

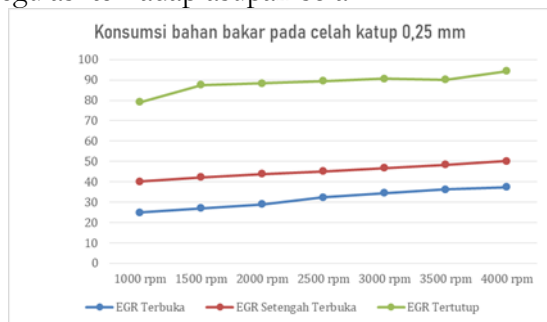
Tabel 10. Desain Studi Catatan Polusi Perubahan Kecepatan Mesin Injeksi Langsung

Komponen (mm)	Putaran Mesin/ rpm	Sampel polusi dalam satuan persen (%)		
		Mean		
		EGR buka penuh	EGR semi-buka penuh	EGR tutup penuh
Celah klep 0,25	1.000	10,1	15,5	30,0
	1.500	11,0	16,0	33,8
	2.000	11,7	17,4	34,2
	2.500	12,5	18,0	35,0
	3.000	13,3	18,7	36,1
	3.500	14,1	19,3	38,0
Celah klep 0,35	4.000	14,8	20,2	39,9
	1.000	18,5	18,9	28,2
	1.500	19,3	19,4	29,6
	2.000	19,8	19,9	31,1
	2.500	20,4	20,8	32,0
	3.000	21,3	21,9	33,2
	3.500	22,0	23,1	34,4
	4.000	22,8	25,0	35,8

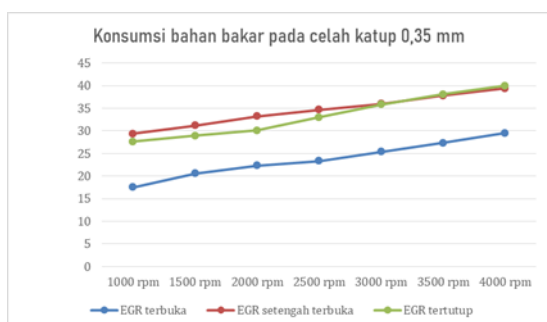
Table 10 menunjukkan setelan klep dengan bukaan diferensial, bukaan semi buka penuh dan penutupan diferensial selama 1 menit pada putaran 1.000 putaran hingga 4.000 putaran diketahui menghasilkan data yang berbeda dan penting. Saat menyetel klep 0,25mm, nilai terendah polusi solar adalah

10.1persen yang terbukti saat menyetel shift EGR buka penuh dibuka pada 1.000 putaran diketahui nilai paling tinggi 39,9persen saat menyetel variasi EGR tutup penuh disetel 4.000 putaran. Dan saat klep disetel 0,35mm diketahui nilai terendah polusi solar ditemukan 18.5persen dan ditemukan nilai paing tinggi ditemukan 35.8persen saat menyetel sakelar terbuka EGR ke 1.000 putaran dan menyetel sakelar terbuka. EGR dalam 4.000 putaran. Hasil hipotesis dijelaskan sebagai berikut: Hasil pengujian Double ANOVA pada variabel gas buang diperoleh berdasarkan interaksi saklar EGR awal dengan pemrosesan saklar klep dengan nilai hitung F 28,132. (sig.) sebesar 0,000 (nilai $p < 0,05$). Dengan demikian, hasil uji ANOVA ganda menunjukkan bahwa resolusi H_0 ditolak, yaitu terdapat perbedaan yang signifikan antara penggunaan opsi starter EGR dan opsi klep pada emisi gas buang. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat interaksi antara penggunaan varian bukaan EGR dan varian klep yang menyebabkan perbedaan debit debit yang signifikan.

Berdasarkan hasil pengujian di atas, diagram berikut menunjukkan pengaruh regulasi terhadap asupan solar:



Gambar 1. Grafik Perbandingan Asupan Solar Untuk Mesin Menggunakan Varian Start EGR Klep 0,25mm



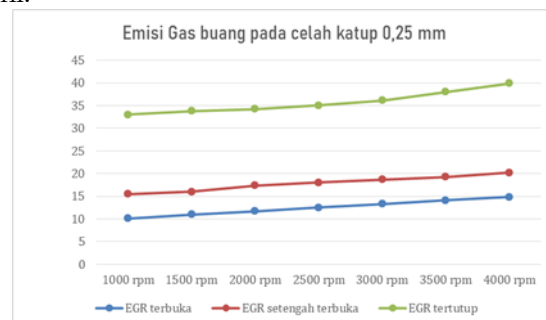
Gambar 2. Grafik Perbandingan Asupan Solar Untuk Mesin Menggunakan Varian Start EGR Klep 0,35mm

Klep 0,25mm dan 0,35mm dan selain opsi EGR buka penuh, semi-buka penuh, dan tutup penuh, tingkatkan asupan solar untuk menyetel klep sebesar 0,25mm. Tidak ada asupan solar 0,35mm saat menyetel klep. Dan dengan pengaturan diafragma EGR yang berbeda, asupan solar yang dihasilkan saat membuka EGR lebih sedikit dibandingkan dengan asupan solar dengan pengaturan EGR buka penuh dengan EGR buka penuh dan tutup penuh. Hal ini sejalan dengan pernyataan (Saifurrijal, 2012) ketika klep masuk tutup penuh, asupan solar dan tekanan pedal gas meningkat.

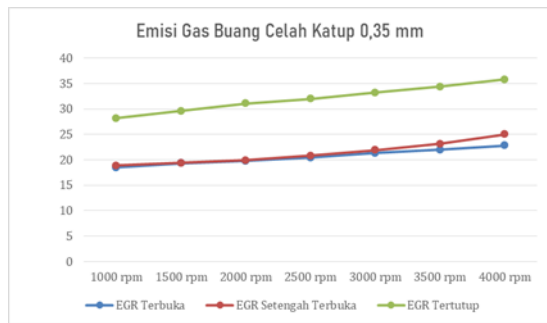
Penerima menarik udara melalui manifold pada tekanan pedal gas EGR buka penuh, dan memberikan asupan udara maksimum. Udara dimampatkan, represi kompres puncak menjadi lebih maksimum pada kecepatan mesin yang berbeda. Menekan pedal akselerator di dalam mobil dan menginjeksi bahan bakar diesel sebanyak mungkin meningkatkan putaran mesin, yang meningkatkan tekanan bahan bakar dan tenaga tinggi untuk mengurangi piston dan tenaga mesin. Beban minimum membuat gesekan mekanis komponen mesin harus dihilangkan untuk memastikan pengoperasian mesin yang tepat guna mengurangi asupan solar.

Hasil ini sedikit berbeda karena ada variable lain mempengaruhi asupan solar saat menyetel klep 0,35mm pada EGR semi-buka penuh dan tutup penuh adalah perbedaan gesekan saat menyetel klep masuk dan keluar.

Berdasarkan penelitian mengenai dampak reformasi terhadap pengelolaan sampah, dapat dilihat pada diagram di bawah ini:



Gambar 3. Diagram Referensi Untuk Menggunakan Varian Start EGR Dengan Klep 0,25mm



Gambar 4. Diagram Referensi Untuk Menggunakan Varian Start EGR Dengan Klep 0,35mm

Dari klep 0,35mm dan 0,25mm dan dengan pengaturan diafragma EGR yang berbeda, asupan solar yang dihasilkan saat membuka EGR lebih sedikit dibandingkan dengan asupan solar dengan pengaturan EGR buka penuh dengan EGR semi-buka penuh dan tutup penuh. Hasil sama dengan (Saifurrijal, 2012) menegaskan tingkatan tekanan pedal gas membuat asupan solar tinggi (Gerianto, Indrajaya, Ariana, M., dan Umam, 2009).

Ini mungkin karena fakta bahwa mesin diesel beroperasi dengan prinsip meniupkan udara melalui penerima kolektor pada tekanan pada gas buka penuh, sehingga memberikan asupan udara maksimum. Udara dimampatkan dan injeksi akhir lebih tinggi pada kecepatan yang berbeda. Menekan pedal akselerator di dalam mobil dan memasukkan diesel sebanyak mungkin meningkatkan tekanan pedal gas, yang meningkatkan tekanan solar dan tenaga tinggi untuk mengurangi piston dan tenaga mesin. Sehingga diketahui seiring dengan peningkatan emisi, putaran mesin juga meningkat.

Mungkin ada faktor lain yang mempengaruhi volume gas buang yang dikeluarkan di klep EGR terbuka dan semi terbuka saat menyetel klep 0,35mm, yaitu celah gesekan terbentuk saat menyetel klep untuk pemasangan dan keluar. Dampak mesin berjalan.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat ditarik kesimpulan hasil pengujian asupan solar mesin diesel menggunakan EGR variasi buka penuh, semi-buka penuh dan tutup penuh serta pengaturan klep 0,25mm berbeda dengan 0,35mm. Asupan solar minimum dalam

menyetel klep ditemukan 0,35mm dengan kecepatan mesin konstan 0,25mm 25 mililiter dan kecepatan mesin konstan 1.000 putaran dan sakelar EGR terbuka saat menyetel klep. Asupan solar maksimum saat menyetel klep adalah 0,25mm 94.3 mililiter dan asupan solar maksimum saat menyetel klep adalah 40.0 mililiter sedangkan opsi startup EGR meningkat menjadi 4.000 putaran dengan putaran mesin tertutup. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar penyesuaian klep dan perubahan perubahan EGR awal, semakin rendah konsumsi bahan bakar. Sebaliknya, jika penyetelan klep kaku dan pilihan awal EGR lebih tipis, semakin tinggi asupan solarnya. Serta tekanan pedal gas yang tinggi membuat, semakin banyak solar.

Pada penggunaan EGR varian buka penuh, semi-buka penuh dan tutup penuh dengan penyesuaian klep 0,25mm dan 0,35mm berbeda dan signifikan. Saat menyetel klep, uji kebocoran minimum ditemukan 10,1persen pada 0,25mm dan kebocoran minimum adalah 18,5persen. Saat menyetel klep 0,35mm pada putaran mesin konstan 1.000 putaran dan opsi start EGR. Sedangkan aliran gas buang maksimal saat menyetel klep adalah 0,25mm 39,9persen dan aliran gas buang maksimal 0,35mm saat menyetel klep, dengan tekanan gas pedal hingga 4.000 putaran dengan opsi start EGR tertutup. Perubahan penyetelan klep dan perubahan bukaan EGR, menunjukkan kebocoran rendah. Sebaliknya, jika penyetelan klep kencang dan bukaan EGR sempit, polusi meningkat. Serta tekanan pedal gas tinggi membuat polusi semakin banyak.

Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka dapat diberikan beberapa saran yang mendukung antara lain bagi akademis, praktisi otomotif, pengguna mesin diesel 4D56-2.5 penelitian ini dapat dijadikan sebagai rujukan atau referensi ilmu pengetahuan terutama di bidang otomotif yang berkaitan dengan pengaruh setelan klep dan variasi bukaan EGR terhadap asupan solar dan polusi pada mesin diesel.

DAFTAR RUJUKAN

Adi, Ketut. 2015. *Pengaruh Resirkulasi Emisi Gas Buang terhadap Unjuk Kerja Mesin Sepeda*

- Motor Empat Langkah*. Tesis Magister, Universitas Udayana.
- Arend, BPM&Berenschot, H. (1980). *Motor Bensin*. Erlangga.
- Boentarto. (2016). *Pintar Servis Mesin Diesel*. Pustaka Baru Press.
- Febriantoro. (2017). *Analysis of Performance, Combustion Process and Nox Emission of Diesel Engine From Waste Cooking Oil (WCO) With EGR System by Experiment*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Gerianto, Indrajaya, Ariana, M., dan Umam, K. U. (2009). *Optimalisasi rasio aliran gas buang (EGR) pada beban yang berbeda pada mesin diesel dengan pemodelan*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Gomma, M., Alimin, A.J., Kamarudin, K. . (2011). *The Effect of EGR Rates On NOX and Smoke Emissions of An Diesel Engine Fuelled With Jatropha Biodiesel Blends*. Energy and Environment.
- Saifurijjal. (2012). *Analisis Mekanisme Katup, Troubleshooting dan Variasi Celah Katup Masuk Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Isuzu C190*. Universitas Negeri Semarang.
- Syarifuddin. (2019). *Pengaruh Temperatur Emisi (EGR) terhadap Exhaust Engine Exhaust dan Temperatur Mesin Diesel*.
- Wail M. Adaileh and Khaled S. Alqdah. (2012). No Title. *In Performance of Diesel Engine Fuelled By A Biodiesel Extracted From A Waste Coking Oil* (pp. 1317–1334). Energy Prodecia.
- Widianto, A., M. (2014). *Uji Kemampuan Campuran Bahan Bakar Solar Biodiesel Dari Minyak Biji Jarak Terhadap Unjuk Kerja dan Opasitas Mesin Diesel 4 Langkah*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya, Vol. 02 No, 38–46.