

PEMANFAATAN RESIRKULATOR GAS BUANG UNTUK MENINGKATKAN UNJUK KERJA MESIN SEPEDA MOTOR EMPAT LANGKAH

I Ketut Adi, I Gusti Bagus Wijaya Kusuma, I W Bandem Adnyana

Program Magister Teknik Mesin Universitas Udayana

Jl. PB. Sudirman Denpasar - Bali

Email : rahmatwahyuadi@gmail.com

Abstrak :

EGR (Exhaust Gas Recirculation) sebagai salah satu rekayasa teknologi pada gas buang kendaraan bermotor baik bensin maupun diesel telah lama diaplikasikan. Cara ini meresirkulasikan sejumlah tertentu gas buang masuk ke *intakemanifold* untuk menurunkan suhu pembakaran di ruang bakar, salah satunya untuk menekan timbulnya NO_x . Kegiatan penelitian ini juga berfokus pada resirkulasi gas buang, tetapi hanya di daerah saluran buang saja, dan ditujukan untuk meningkatkan performa mesin. Unjuk kerja mesin sepeda motor empat langkah dalam penelitian ini diperoleh dengan uji dynamometer, dengan membandingkan hasil uji antara mesin dengan knalpot tanpa Resirkulator Gas Buang dan mesin dengan knalpot yang dilengkapi dengan Resirkulator Gas Buang. Dari hasil uji yang dilakukan dalam penelitian ini, telah dapat dilihat adanya peningkatan unjuk kerja mesin ketika resirkulator gas buang dipergunakan. Dalam penelitian ini, pada putaran tertingginya, terdapat peningkatan daya yang dihasilkan sebesar 5,75 % dan torsi meningkat sebesar 4 %. Ini berarti bahwa penggunaan resirkulator dengan knalpot jenis ini cocok untuk kecepatan tinggi.

Kata kunci : resirkulator gas buang, performa, motor bensin

An Improvement Of A Four Stroke Motorcycle Engine's Performance By Using An Exhaust Gas Recirculator

Abstract : A performance improvement by using an EGR(Exhaust Gas Recirculation) method on internal combustion engine, has been applied for years. The technique, recirculates a few amount of exhaust gas back to the engine combustion chamber for one of the goals is in NO_x reduction. The research that has been done was focused on recirculating the exhaust gas, only around the exhaust system and aims to improve the engine performance. By comparing both of the engine test results, engine that completed with an Exhaust Gas Recirculator in its exhaust system can generates higher performance. The improvement are 5.75 % for power and 4 % for torque at maximum speed of 5500RPM and means that the muffler and recirculator combination usage is comfortable for engine with high speed application.

Keywords : exhaust gas recirculator, performance and petrol engine

I. PENDAHULUAN

Pembuangan gas bekas hasil proses pembakaran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar mesin kendaraan bermotor dilakukan dengan melewati saluran gas buang ke dalam saluran pembuangan yang disebut knalpot. Dengan harapan bising yang ditimbulkan, dapat direduksi

sedemikian rupa sehingga suara keras dapat dikurangi.

Bereksponnya gas buang yang masih bertemperatur dan bertekanan tinggi tersebut, di dalam saluran buang, membuat laju aliran gas buang mengalami hambatan. Hal itu berdampak pada adanya tekanan balik sepanjang saluran buang, yang juga mempengaruhi timbulnya hambatan pada

kerja langkah pembuangan oleh torak. Hambatan yang terjadi ini, dapat mengakibatkan tidak semua gas bekas hasil pembakaran di dalam ruang bakar dapat keluar. ketika langkah buang telah berakhir.

Dengan melengkapi sistem pembuangan gas bekas dengan resirkulator gas buang, diharapkan sejumlah tertentu gas bekas akan mampu mendorong dan melewati katup satu arah yang terdapat dalam perangkat resirkulator gas buang tersebut. Gas tersebut mengalami penurunan temperatur selama melewati sisi masuk resirkulator, sampai masuk kembali di pangkal knalpot, ketika katup buang menutup untuk mengakhiri langkah buang.

Hal itu dapat terjadi, karena segera setelah katup buang tertutup, maka tekanan di pangkal knalpot akan mendadak rendah sesaat, sehingga gas bekas di dalam sisi keluar resirkulator akan terdorong masuk ke dalam saluran buang dan meyerap sejumlah tertentu, panas yang ada di dalam saluran buang tersebut. Dengan adanya penyerapan panas itu, maka terjadi penurunan temperatur saluran pembuangan.

Dengan turunnya temperatur, maka akan terjadi penurunan tekanan dalam saluran pembuangan, karena tekanan berbanding lurus dengan temperatur. Turunnya dua hal temperatur dan tekanan dalam saluran buang ini, akan membantu menurunkan terjadinya tekanan balik untuk proses pembuangan berikutnya, sehingga akan terdapat lebih banyak lagi gas bekas yang keluar dari ruang bakar. Dengan kata lain akan lebih sedikit gas bekas hasil pembakaran yang terperangkap di dalam ruang bakar, saat berakhirnya langkah pembuangan. Kondisi itu akan memperbaiki proses pembakaran bahan bakar dan udara, yang berarti akan dihasilkan daya yang lebih besar, karena terjadinya proses pembakaran yang lebih sempurna.

Dengan demikian akan dapat dilihat unjuk kerja yang lebih baik dengan pemanfaatan Resirkulator Gas Buang ini.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Cara Kerja Motor Empat Langkah

Langkah isap, sebagai awal langkah untuk mengisap campuran bahan bakar dan udara oleh torak saat katup isap terbuka dan katup buang tertutup. Langkah selanjutnya kompresi, memampatkan campuran untuk menaikkan tekanan dan temperaturnya.

Langkah usaha sebagai langkah berikutnya, mendorong torak menghasilkan kerja mekanis. Langkah terakhir adalah pembuangan, yakni mengeluarkan gas hasil pembakaran keluar dari ruang bakar, untuk mengulangi proses kembali.

2.2 Daya Motor Empat Langkah

Persamaan di bawah ini dapat digunakan untuk menghitung daya, yakni

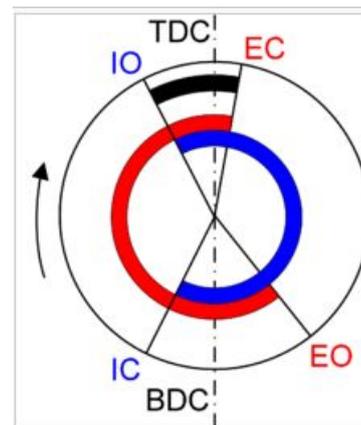
$$P = \frac{T * 2\pi * n}{60.000}, \text{ dengan}$$

P = Daya (kW)

T = Torsi (Nm)

n = Putaran per menit (RPM)

2.3 Diagram Katup



Gambar 1. Diagram Katup[6]

Pada setiap mesin bensin empat langkah akan terdapat paling sedikit dua buah katup pada setiap silindernya, yakni satu katup isap dan satu katup buang. Pada saat mesin hidup, katup tersebut akan mengalami kondisi atau periode “katup tumpang tindih” (*overlap*) pada akhir langkah buang dan awal langkah isap, dimana kedua katup terbuka. Katup isap dibuka sebelum gas buang telah benar-benar meninggalkan ruang bakar, agar diperoleh kecepatan yang cukup dalam menghisap masuk campuran baru, berupa bahan bakar dan udara.

2.4 Tekanan Balik (*back pressure*)

Tekanan balik ini terjadi karena ketika adanya ekspansi gas buang secara tiba-tiba dalam saluran buang, sementara lubang keluaran knalpot sengaja dirancang untuk mengurangi dampak negatif gas buang berupa suara berfrekuensi tinggi yang dapat

mengganggu pendengaran, sehingga tidak semua gas keluar saluran buang secara bersamaan. Timbulnya hambatan dalam aliran ini biasa dikenal sebagai tekanan balik(*back pressure*).

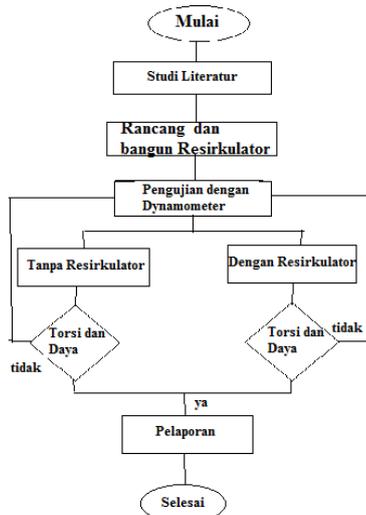
2.5 Resirkulasi Gas Buang (*Exhaust Gas Recirculation/EGR*)

Memanfaatkan metode resirkulasi gas buang kembali ke dalam ruang bakar dengan salah satu tujuannya untuk menurunkan kandungan gas seperti NO_x, CO dan CO₂, dikenal dengan EGR(*exhaust gas recirculation*). Meresirkulasikan gas buang kembali ke dalam ruang bakar untuk disertakan dalam pembakaran telah memberikan dampak positif berupa menurunnya kandungan NO_x dalam gas buang yang dilepaskan ke dalam atmosfer[1]. Resirkulasi gas buang (yang mengandung CO dan uap air) menggantikan udara segar yang masuk ke dalam ruang bakar. Hal itu akan mengurangi ketersediaan oksigen, sehingga dapat menurunkan suhu pembakaran[2]. Metode resirkulasi gas buang dalam[3] mampu mengurangi emisi CO dan HC, serta meningkatkan kandungan O₂ dalam gas buang, dimana resirkulasi terjadi sepanjang saluran sistem pembuangan, tidak masuk ke dalam ruang bakar.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tahapan Kegiatan

Untuk menyelesaikan penelitian ini beberapa tahapan kegiatan dilakukan seperti ditunjukkan dalam diagram alir di bawah ini.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

3.2 Cara Kerja Perangkat Resirkulator Gas Buang

Untuk menyelesaikan satu siklus, setiap motor bakar 4 langkah akan mengikuti urutan proses atau langkah yaitu isap, kompresi, usaha dan buang, dalam dua kali putaran poros engkol dan empat langkah torak.

Pada saat katup buang terbuka untuk melakukan langkah ke empat (pembuangan), maka akan terjadi pengeluaran gas hasil pembakaran yang bertemperatur dan bertekanan tinggi keluar saluran meninggalkan katup buang. Tekanan yang tinggi akan mengalir dominan melalui saluran gas utama sementara sebagian kecil akan melalui saluran lainnya (bagian pangkal knalpot yang dilubangi untuk saluran outlet resirkulator).

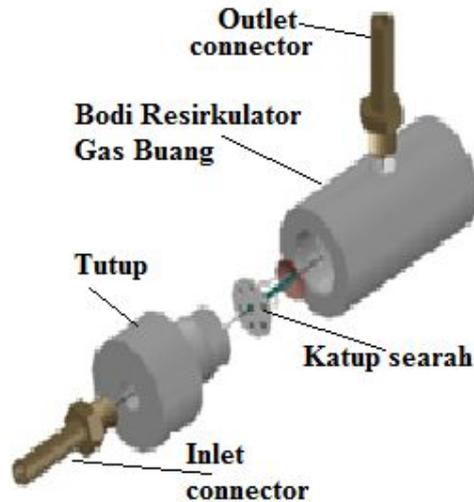
Mengembangnya gas di dalam saluran buang dan perforasi dalam ruang knalpot, akan menimbulkan peredaman suara di satu sisi, dan hambatan laju aliran fluida di sisi lainnya. Dengan terhambatnya laju aliran tersebut menyebabkan tekanan gas meningkat. Hal ini dimanfaatkan untuk menekan katup satu arah yang berada di dalam resirkulator gas buang.

Pada saat katup buang tertutup, secara mendadak tekanan di pangkal knalpot jatuh. Saat itu memungkinkan gas bekas yang telah berada dalam ruang resirkulator menyembur/ diinjeksi ke dalam saluran buang di sekitar pangkal knalpot. Selama gas mengalir dari sisi masuk resirkulator hingga sisi keluarnya mendapatkan pendinginan dari udara luar, karena salurannya terbuat dari pipa tembaga.

Dengan masuk-kembalinya gas bekas yang telah mendapatkan pendinginan, maka akan berpengaruh pada turunnya temperatur di dalam saluran buang. Hubungan tekanan dan temperatur yang berbanding lurus, menjadikan tekanan di dalam saluran buang pun turun. Turunnya tekanan ini akan membuat hambatan di dalam saluran buang pun turun.

Apabila hambatan (*back pressure*) menurun, maka akan berkurangnya gas bekas yang tertahan didalam ruang bakar ketika periode "*valve overlap*" berlangsung. Hal demikian akan menyebabkan terjadinya perbaikan proses pembakaran pada siklus berikutnya. Perbaikan proses pembakaran akan meningkatkan daya yang dihasilkan, sebagai salah satu indikator meningkatnya performa

motor empat langkah ini, ketika menggunakan resirkulator gas buang..



Gambar 3. Resirkulator Gas Buang

3. 4 Data uji

Pengujian dilakukan untuk mengukur unjuk kerja mesin sepeda motor empat langkah di atas dinamometer.

Seluruh data yang diperoleh, selanjutnya disajikan dalam tabel 1 dan tabel 2, berupakan hasil pengujian yang menggunakan resirkulator gas buang dan tanpa resirkulator secara berurutan.

Tabel 1. Data uji dengan Resirkulator gas buang

DATA DENGAN RESIRKULATOR			
No	KEC. PUTAR (RPM)	DAYA (kW)	TORSI (Nm)
1	1600	1.15	31.00
2	2000	1.80	38.00
3	2500	2.50	43.50
4	3000	3.10	46.75
5	3500	3.55	49.00
6	4000	3.90	50.50
7	4500	4.20	51.60
8	5000	4.45	52.50
9	5500	4.60	53.00

Berikut ini adalah tabel yang diperoleh dari knalpot motor yang tidak menggunakan resirkulator.

Tabel 2. Data uji tanpa resirkulator

DATA TANPA RESIRKULATOR			
No	KEC. PUTAR (RPM)	DAYA (kW)	TORSI (Nm)
1	1600	1.50	32.10
2	2000	2.10	37.20
3	2500	2.80	42.10
4	3000	3.30	45.00
5	3500	3.70	47.00
6	4000	3.95	48.55
7	4500	4.15	49.50
8	5000	4.30	50.50
9	5500	4.35	51.00

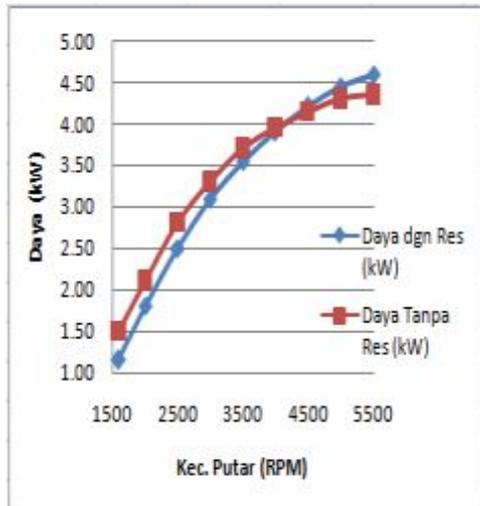
3.5 Instalasi Resirkulator Gas Buang

Dalam penelitian ini resirkulator gas buang dipasang pada knalpot sepeda motor dengan posisi dan susunan seperti terlihat dalam gambar di bawah ini.



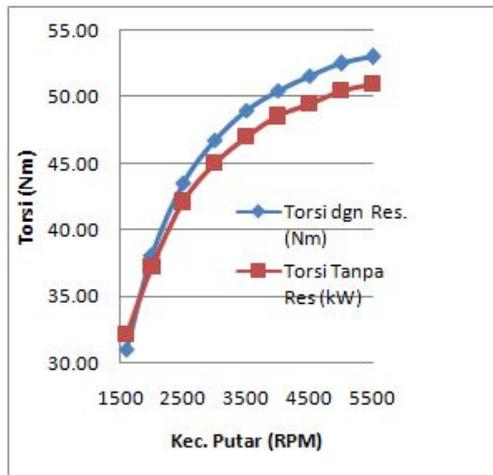
Gambar 4. Instalasi Resirkulator Gas Buang

Berdasarkan data yang telah diperoleh, selanjutnya dibentuk menjadi grafik, seperti tampak dalam gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Hubungan daya dan kec. Putar

Dari tampilan grafik dalam gambar 5, dengan penggunaan resirkulator gas buang, tampak terjadi peningkatan daya. Kecenderungan tersebut masih akan berlanjut apabila kecepatan ditingkatkan lagi. Dalam putaran rendah resirkulator menunjukkan hal yang berbeda. Daya yang dihasilkan mesin dengan knalpot tanpa resirkulator pada kecepatan rendah sedikit lebih tinggi, dibandingkan dengan mesin dengan knalpot yang menggunakan resirkulator.



Gambar 6. Hubungan Torsi dan Kec. Putar

Dari grafik berikut ini dapat dilihat bahwa torsi yang dibangkitkan mesin dengan knalpot yang dilengkapi dengan resirkulator menunjukkan nilai torsi yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang knalpotnya tidak dilengkapi dengan resirkulator gas buang.

Kecenderungan tersebut masih dapat dipertahankan tetap lebih tinggi sekalipun kecepatan ditingkatkan.

Dari hasil pengujian dengan dinamometer, menunjukkan bahwa kombinasi knalpot dengan resirkulator gas buang dalam penelitian ini memberikan dampak pada meningkatnya daya yang dihasil ketika putaran bergerak dari kecepatan putar menengah (di atas 4000 RPM) hingga putaran tinggi. Sebaliknya, pada putaran rendah (4000 RPM ke bawah) penggunaan resirkulator menghasilkan daya yang lebih kecil, karena masih rendahnya tekanan balik.

Dari grafik torsi, dapat dilihat bahwa kecenderungan efektifitas resirkulator gas buang sudah tampak, baik pada kecepatan putar yang rendah menengah maupun tinggi. Hal ini ditunjukkan dengan bertambah lebarnya selisih torsi di setiap tingkat kecepatan putar.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian ini secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Penggunaan resirkulator gas buang memberi pengaruh pada peningkatan performa/unjuk kerja berupa Daya sebesar 5,75 % dan Torsi sebesar 4%
2. Kombinasi karakteristik knalpot dalam penelitian ini dan resirkulator gas buang cocok untuk kecepatan putar menengah ke atas (4000 RPM atau lebih).

4.2 Saran

Melihat hasil kegiatan penelitian ini, yakni adanya peningkatan performa/unjuk kerja mesin, disarankan untuk melakukan penelitian lain baik terhadap jenis knalpot maupun jenis kendaraannya, dengan tetap memanfaatkan konsep resirkulator gas buang seperti yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai cara/metode alternatif baru dalam meningkatkan performa mesin sepeda motor empat langkah.

DAFTAR PUSTAKA

Abd-Alla, Using exhaust gas recirculation in internal combustion engines : a review, Energy conversion and management, 43 (2002) 1027-1042.

Cengel Yunus A. 2002. Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer. International Edition. Singapore. Mc Graw-Hill.

Joel, Rayner., 1996. Basic Engineering Thermodynamics 5 Th Edition. Longman asia Ltd, Hong Kong. (hal 512)

Kusuma I G.B. Wijaya. 2002. Alat Penurun Emisi Gas Buang Pada Motor, Mobil, Motor Tempel dan Mesin Pembakaran Tak Bergerak. Makara Teknologi Vol.6. No. 3

Pratibhu Roy, Indranil Sinha, Bijan Kumar Mandal, Achin Chowduri, "The effect of exhaust gas recirculation (EGR) in compression Ignition engine".

Selim Y.M.E. 2003. Effects of Exhaust Gas Recirculation on some combustion characteristics of dual fuel engine. Energy Conversion and Management 44, 707-721