

PENGARUH BAHAN BAKAR PREMIUM, PERTAMAX, PERTAMAX PLUS DAN VARIASI RASIO KOMPRESI TERHADAP KADAR EMISI GAS BUANG CO DAN HC PADA SUZUKI SHOGUN FL 125 SP TAHUN 2007

Eko Winarto, Husin Bugis, dan C. Sudibyo

Prodi. Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik Kejuruan, FKIP, UNS

Kampus UNS Pabelan JL. Ahmad Yani 200, Surakarta, Tlp/Fax 0271 718419

Email : winan.satria@gmail.com

The purpose of this research: (1) Investigated the motorcycle exhaust emissions Suzuki Shogun FL 125 SP in 2007 used premium, pertamax, and pertamax plus. (2) Investigated the motorcycle exhaust emissions Suzuki Shogun FL 125 SP in 2007 used variation of compression ratio. (3) Investigated the motorcycle exhaust emissions Suzuki Shogun FL 125 SP in 2007 used interaction premium, pertamax, pertamax plus, and variation of compression ratio. Based on this research can be concluded: (1) The measurement premium fuel produced the lowest emission in CO 3.884% by 9.1:1 compression ratio and the the lowest exhaust gas emission levels in 168 ppm by 9.1:1 compression ratio. (2) The measurement pertamax fuel produced the lowest exhaust gas emission levels in CO 3.237% by 9.5:1 compression ratio and the the lowest exhaust gas emission levels in 210 ppm by 9.5:1 compression ratio (3) The measurement pertamax plus fuel produces the lowest exhaust gas emission levels in CO 2.615% by 10.2:1 compression ratio and the the lowest exhaust gas emission levels in 237 ppm by 9.5:1 compression ratio

Keywords: exhaust gas emissions of CO and HC, premium, pertamax, pertamax plus, compression ratio.

PENDAHULUAN

Saat ini banyak penelitian untuk meminimalkan emisi gas buang. Meningkatnya isu tentang emisi gas buang terkait dengan semakin pedulinya masyarakat dunia atas perlindungan lingkungan. Udara telah mengalami pencemaran, yang antara lain berasal dari emisi gas buang yang dihasilkan berbagai sumber seperti pabrik dan kendaraan bermotor.

Menurut kementerian perindustrian pada tahun 2011 produksi sepeda motor

mencapai 8,01 juta unit, 2012 produksi sepeda motor mencapai 7,1 juta unit dan tahun 2013 produksi sepeda motor ditargetkan 10 juta unit. Bertambahnya sepeda motor tiap tahunnya akan menambah jumlah emisi gas buang pada kendaraan bermotor yang sudah menjadi penyumbang terbesar pencemaran udara.

Penggunaan kendaraan bermotor dapat menimbulkan dampak yang buruk bagi lingkungan, terutama emisi gas buang yang dihasilkan dari sisa pembakaran. Proses pembakaran bahan bakar dari motor

bakar menghasilkan gas buang yang secara teoritis mengandung unsur CO, NO₂, HC, C, CO₂, H₂O, dan N₂ yang bersifat mencemari lingkungan dalam bentuk polusi udara. Unsur CO dan HC yang berpengaruh bagi kesehatan makhluk hidup perlu mendapatkan kajian khusus, karena unsur CO dan HC hasil pembakaran bersifat racun bagi darah manusia pada saat pernafasan sebagai akibat berkurangnya oksigen pada jaringan darah. Jika jumlah CO dan HC sudah mencapai jumlah tertentu atau jenuh di dalam tubuh maka akan menyebabkan kematian.

Besarnya emisi gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor tidak boleh melebihi standar baku yang dikeluarkan oleh pemerintah, sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup 05 Tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor lama untuk sepeda motor produksi kurang dari tahun 2010 untuk dua langkah 4,5% CO & 1200 ppm HC, untuk empat langkah 5,5% CO & 2400 ppm HC, sedangkan sepeda motor produksi lebih dari tahun 2010 baik dua langkah maupun empat langkah 4,5% CO & 2000 ppm HC.

Sepeda motor adalah motor bensin yang melakukan proses pembakaran dalam untuk menghasilkan tenaga dan mengeluarkan gas sisa-sisa

pembakaran. Di mana gas sisa-sisa pembakaran yang dihasilkan adalah CO, NO₂, HC, C, CO₂, H₂O, dan N₂, hal ini dapat terjadi karena dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: (1) kualitas bahan bakar yang baik dengan nilai oktan sesuai dengan perbandingan kompresinya (2) perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang tepat, dalam hal ini sudah ditemukan teknologi EFI (3) proses pembakaran sempurna dapat dicapai dengan memperbaiki homogenitas campuran bahan bakar dan udara (4) pusaran campuran bahan bakar dan udara baru yang masuk kedalam ruang bakar (5) kondisi ruang bakar harus bersih dari arang sisa – sisa pembakaran (5) jenis dan kondisi busi yang sesuai, baik dan bersih kerak (5) treatment gas buang dilakukan dengan cara memasang catalytic converter.

Untuk meningkatkan kesempurnaan pembakaran dapat dilakukan dengan cara-cara di atas, dalam penelitian ini akan di bahas tentang ruang bakar yang dimodifikasi sehingga merubah rasio kompresi dan disesuaikan dengan nilai oktan yang sudah ditetapkan pada bahan bakar premium dengan nilai oktan 88, pertamax dengan nilai oktan 92, dan pertamax plus dengan nilai oktan 95.

Rasio kompresi menunjukkan berapa jauh campuran udara dan bahan bakar yang dihisap selama langkah hisap dikompresikan dalam silinder selama

langkah kompresi. Dengan kata lain adalah perbandingan dari silinder dan volume ruang bakar dengan piston pada posisi TMB (V_2) dengan volume ruang bakar dengan torak TMA (V_1). Rasio kompresi bias dimodifikasi menjadi lebih rendah maupun lebih tinggi dengan dua cara yaitu merubah volume ruang bakar dan volume langkah piston. Penambahan volume ruang bakar akan mengakibatkan rasio kompresi menjadi lebih rendah, sebaliknya pengurangan ruang bakar mengakibatkan rasio kompresi menjadi lebih tinggi. Penambahan volume langkah piston akan mengakibatkan rasio kompresi menjadi lebih tinggi, sebaliknya pengurangan langkah piston mengakibatkan rasio kompresi menjadi lebih rendah.

Rasio kompresi dan nilai oktan bahan bakar mempunyai hubungan yang erat. Bahan bakar premium dengan nilai oktan 88 sesuai dengan rasio kompresi 7-9:1, pertamax dengan nilai oktan 92 sesuai dengan rasio kompresi 9-10:1, dan pertamax plus dengan nilai oktan 95 sesuai dengan rasio kompresi 10-11:1.

Rasio Kompresi dan nilai oktan bahan bakar berhubungan erat dengan emisi gas buang. Bahan bakar dengan oktan rendah sebaiknya menggunakan rasio kompresi yang rendah sedangkan bahan bakar dengan oktan tinggi sebaiknya menggunakan rasio kompresi yang lebih tinggi. Rasio kompresi yang sesuai dengan

nilai oktan bahan bakar menghasilkan pembakaran yang sempurna, sehingga emisi yang dihasilkan juga menjadi lebih baik.

Shogun FL 125 SP tahun 2007 adalah jenis sepeda motor 4 tak, merupakan motor bensin silinder tunggal yang mempunyai diameter silinder 53,5 cm, langkah piston 55,2 cm volume silinder 124,1 cm³ dan perbandingan kompresi 9,5:1. Dengan rasio kompresi 9,5:1 seharusnya bahan bakar yang dipakai adalah pertamax, tetapi masyarakat Indonesia pemilik Shogun FL 125 SP tahun 2007 tidak menyadari hal tersebut dan lebih memilih premium yang lebih murah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini untuk menyelidiki pengaruh bahan bakar premium, pertamax, pertamax plus dan variasi rasio kompresi terhadap kadar emisi gas buang CO dan HC pada suzuki shogun FL 125 SP tahun 2007 ini dilakukan di Laboratorium Otomotif Progam Pendidikan Teknik Mesin JPTK FKIP UNS Surakarta dengan alamat di Jalan Ahmad Yani No. 200 Kartasura, Surakarta Telp. (0271)718419 Fax. (0271)7229928 dengan menggunakan *gas analyzer*

Perlakuan dalam penelitian ini adalah adanya variasi rasio kompresi rendah (8,7:1; 9,1:1), standart (9,5:1),

dantinggi (10,2:1) masing – masing diuji dengan bahan bakar premium, pertamax,danpertamax plus. Tujuan dari membandingkan penggunaan ketiga bahan bakar tersebut ialah untuk mendapatkan data pengukuran emisi gas buang CO dan HC seminimal mungkin. Pada masing-masing sampel akan dilakukan replikasi pengukuran. Pengukuran yang dilakukan untuk setiap sampel adalah sebanyak 3 kali, sehingga akan diperoleh data sebanyak 36 data.

Alat yang digunakan untuk memperoleh data adalah *gas analyzer*. *Gas analyzer* merupakan alat yang digunakan untuk mengukur emisi gas buang yang dihasilkan oleh sepeda motor saat proses pengujian pada keadaan kondisi *idle*. *Gas analyzer* yang digunakan adalah *gas analyzer* tipe 898 OTC Stargas Global Diagnostic milik Laboratorim Otomotif Program Studi Pendidikan Teknik Mesin JPTK FKIP UNS Surakarta.

Dalam penelitian ini sampelnya adalah sepeda motor Suzuki Shogun FL 125 SP tahun 2007 bernomor mesin F4A1ID113687.

Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu bahan bakar premium, pertamax,pertamax plus dan rasio kompresi rendah (8,7:1) (9,1:1), standart (9,5:1), dan tinggi (10,2:1). Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu emisi gas buang Karbon Monoksida (CO) dan emisi

gas buang Hidro Karbon (HC). Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah seluruh komponen pada sampel dalam keadaan standar sesuai rekomendasi manufaktur, kecuali yang mengalami perlakuan untuk penelitian. Sepeda motor dengan kondisi *idle* (1400 rpm):sistem kontrol bahan bakar (missal : *choke*, akselerator) tidak bekerja,posisi gigi transmisi netral,perlengkapan atau aksesoris kendaraan tidak dioperasikan, dilakukan pada kondisi *idle* dengan temperatur mesin 60° C,bahan bakar premium, pertamax dan pertamax plus produksi Pertamina,kondisi temperature kerja 20° C sampai 35° C, dan mesin bekerja tanpa beban, system penerangan tidak bekerja.

Prosedur pengukuran emisi gas buang CO dan HC pada penelitian ini merujuk pada SNI 09-7118.3-2005 tentang cara uji kedaraan kategori L pada kondisi *idle*.

Data yang diperoleh dari hasil eksperimen dimasukkan ke dalam tabel, dan ditampilkan dalam bentuk grafik kemudian dianalisa pengaruh perubahan rasio kompresi dalam penggunaan bahan bakar premium, pertamax dan pertamax plus. Pendeskripsian data ini merupakan penggambaran dari data yang sudah ditampilkan dalam grafik. Data yang ditampilkan dalam grafik adalah data rata – rata dari hasil pengukuran emisi gas buangCO dan HC pada pemakaian bahan

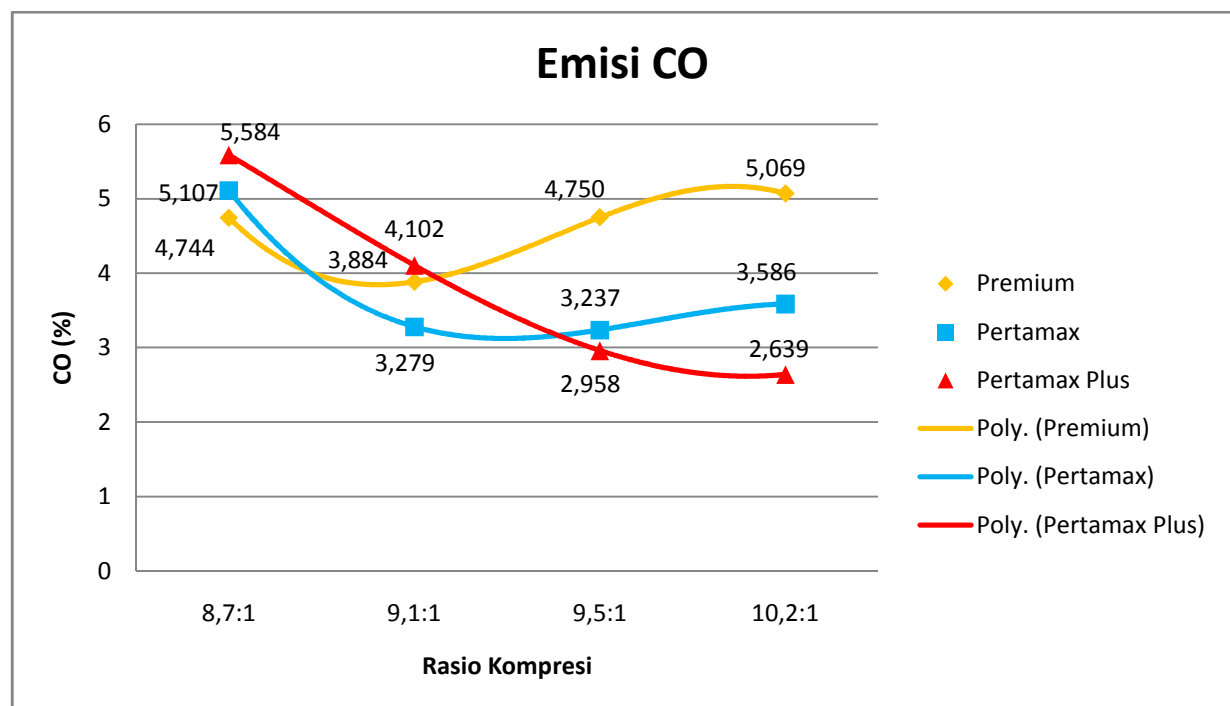
bakar premium, pertamax, dan pertamax plus dengan menggunakan rasio kompresi rendah (8,7:1; 9,1:1), standart (9,5:1), dantinggi (10,2:1)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini merupakan data hasil penelitian pengaruh bahan bakar premium,

pertamax, dan pertamax plus dengan variasi rasio kompresi terhadap kadar emisi gas buang CO dan HC pada sepeda motor Suzuki Shogun FL 125 SP tahun 2007.

1. Kadar Emisi Gas Buang CO



Gambar 1. Kadar Emisi Gas Buang CO

Pada rasio kompresi 8,7:1 premium menghasilkan kadar emisi gas buang CO 4,744%, pertamax menghasilkan kadar emisi gas buang CO 5,107%, dan pertamax plus menghasilkan kadar emisi gas buang CO 5,584%. Bahan bakar premium menghasilkan kadar emisi gas buang CO terendah, hal ini dikarenakan premium dengan nilai oktan 88 lebih

sesuai untuk rasio kompresi 8,7:1 sehingga memiliki pembakaran paling sempurna.

Pada rasio kompresi 9,1:1 premium menghasilkan kadar emisi gas buang CO 3,884%, pertamax menghasilkan kadar emisi gas buang CO 3,279%, dan pertamax plus menghasilkan kadar emisi gas buang CO 4,102%. Bahan bakar pertamax menghasilkan kadar emisi gas buang CO terendah, hal ini

dikarenakan pertamax dengan nilai oktan 92 lebih sesuai untuk rasio kompresi 9,1:1 sehingga memiliki pembakaran paling sempurna.

Pada rasio kompresi 9,5:1 premium menghasilkan kadar emisi gas buang CO 4,750%, pertamax menghasilkan kadar emisi gas buang CO 3,237%, dan pertamax plus menghasilkan kadar emisi gas buang CO 2,958%. Bahan bakar pertamax menghasilkan kadar emisi gas buang CO terendah, hal ini dikarenakan pertamax plus diformulasikan dengan aditif generasi terakhir yang berfungsi menyempurnakan proses kimia pada pembakaran di dalam mesin sehingga membuat pertamax plus terbakar lebih sempurna.

Pada rasio kompresi 10,2:1 premium menghasilkan kadar emisi gas buang CO 5,069%, pertamax menghasilkan kadar emisi gas buang CO 3,586%, dan pertamax plus menghasilkan kadar emisi gas buang CO 2,639%. Bahan bakar pertamax menghasilkan kadar emisi gas buang CO terendah, hal ini dikarenakan pertamax plus dengan nilai oktan 96 lebih sesuai untuk rasio kompresi 10,2:1 sehingga memiliki pembakaran paling sempurna.

Bahan bakar premium menghasilkan kadar emisi gas buang CO pada rasio kompresi 8,7:1 sebesar 4,744%, pada rasio kompresi 9,1:1 sebesar 3,884%

mengalami penurunan kadar emisi sebesar 0,860%, pada rasio kompresi 9,5:1 sebesar 4,750% mengalami peningkatan sebesar 0,006%, pada rasio kompresi 10,2:1 sebesar 5,069% mengalami peningkatan sebesar 0,325% dari kadar emisi gas buang pada rasio kompresi 8,7:1. Penggunaan bahan bakar premium menghasilkan kadar emisi CO tertinggi pada rasio kompresi 10,2:1 hal ini dikarenakan premium mempunyai titik nyala rendah sehingga menimbulkan *pre ignition* yang mengakibatkan pembakaran tidak sempurna. Penggunaan bahan bakar premium menghasilkan kadar emisi CO terendah pada rasio kompresi 9,1:1 hal ini membuktikan bahwa bahan bakar premium memiliki pembakaran paling sempurna pada rasio kompresi 9,1:1.

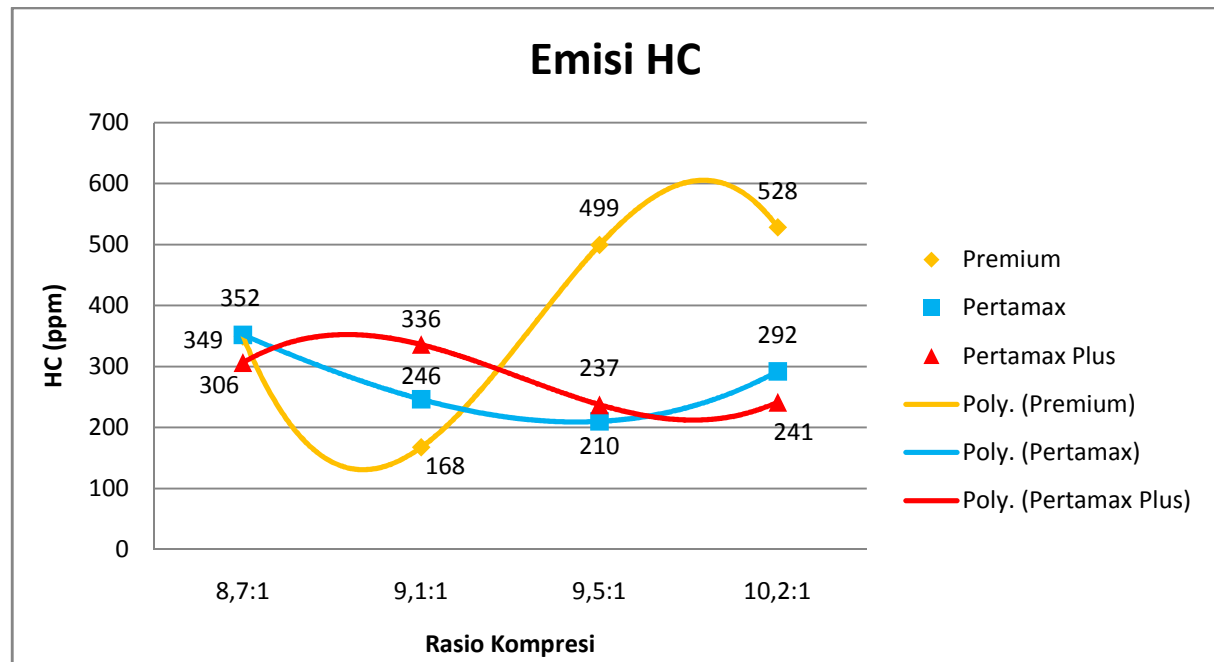
Bahan bakar pertamax menghasilkan kadar emisi gas buang CO pada rasio kompresi 8,7:1 sebesar 5,107%, pada rasio kompresi 9,1:1 sebesar 3,279% mengalami penurunan sebesar 1,828%, pada rasio kompresi 9,5:1 sebesar 3,237% mengalami peningkatan sebesar 1,870%, pada rasio kompresi 10,2:1 sebesar 3,586%, mengalami penurunan sebesar 1,521% dari emisi gas buang pada rasio kompresi 8,7:1. Penggunaan bahan bakar pertamax menghasilkan kadar emisi CO tertinggi pada rasio kompresi 8,7:1 hal ini dikarenakan pertamax memiliki titik nyala yang tinggi dan tidak mudah terbakar pada

rasio kompresi rendah sehingga pembakaran tidak sempurna. Penggunaan bahan bakar pertamax menghasilkan emisi CO terendah pada rasio kompresi 9,5:1 hal ini membuktikan bahwa bahan bakar pertamax memiliki pembakaran paling sempurna pada rasio kompresi 9,5:1.

Bahan bakar pertamax plus menghasilkan kadar emisi gas buang CO pada rasio kompresi 8,7:1 sebesar 5,584%, pada rasio kompresi 9,1:1 sebesar 4,102% mengalami penurunan kadar emisi sebesar 1,482%, pada rasio kompresi 9,5:1 sebesar 2,958% mengalami peningkatan sebesar 2,626%, pada rasio kompresi 10,2 sebesar 2,639% mengalami peningkatan sebesar

2,945% dari kadar emisi gas buang pada rasio kompresi 8,7:1. Penggunaan bahan bakar pertamax plus menghasilkan kadar emisi CO tertinggi pada rasio kompresi 8,7:1 hal ini dikarenakan pertamax plus memiliki titik nyala yang tinggi dan tidak mudah terbakar pada rasio kompresi rendah sehingga pembakaran tidak sempurna. Penggunaan bahan bakar pertamax plus menghasilkan kadar emisi CO terendah pada rasio kompresi 10,2:1 hal ini membuktikan bahwa bahan bakar pertamax plus memiliki pembakaran paling sempurna pada rasio kompresi 10,2:1.

2. Kadar Emisi Gas Buang HC



Gambar 2. Kadar Emisi Gas Buang HC

Pada rasio kompresi 8,7:1 premium menghasilkan kadar emisi gas buang HC 352 ppm, pertamax

menghasilkan kadar emisi gas buang HC 352 ppm, dan pertamax plus menghasilkan kadar emisi gas buang HC 306 ppm.

Bahan bakar premium menghasilkan kadar emisi gas buang HC terendah, hal ini dikarenakan premium dengan nilai oktan 88 lebih sesuai untuk rasio kompresi 8,7:1 sehingga memiliki pembakaran paling sempurna.

Pada rasio kompresi 9,1:1 premium menghasilkan kadar emisi gas buang HC 168 ppm, pertamax menghasilkan kadar emisi gas buang HC 246 ppm, dan pertamax plus menghasilkan kadar emisi gas buang HC 336 ppm. Bahan bakar premium menghasilkan kadar emisi gas buang HC terendah, hal ini dikarenakan premium ditambahkan zat aditif *TEL (Tetra Ethil Lead)* sehingga mampu bertahan pada rasio kompresi lebih dari 9,0:1.

Pada rasio kompresi 9,5:1 premium menghasilkan kadar emisi gas buang HC 499 ppm, pertamax menghasilkan kadar emisi gas buang HC 210 ppm, dan pertamax plus menghasilkan kadar emisi gas buang HC 237 ppm. Bahan bakar premium menghasilkan kadar emisi gas buang HC terendah, hal ini dikarenakan pertamax dengan nilai oktan 92 lebih sesuai untuk rasio kompresi 9,5:1 sehingga memiliki pembakaran paling sempurna.

Pada rasio kompresi 10,2:1 premium menghasilkan kadar emisi gas buang HC 528 ppm, pertamax menghasilkan kadar emisi gas buang HC

292 ppm, dan pertamax plus menghasilkan kadar emisi gas buang HC 241 ppm. Bahan bakar premium menghasilkan kadar emisi gas buang HC terendah, hal ini dikarenakan pertamax plus dengan nilai oktan 96 lebih sesuai untuk rasio kompresi 10,2:1 sehingga memiliki pembakaran paling sempurna.

Bahan bakar premium menghasilkan kadar emisi gas buang HC pada rasio kompresi 8,7:1 sebesar 349 ppm, pada rasio kompresi 9,1:1 sebesar 168 ppm mengalami penurunan kadar emisi sebesar 181 ppm, pada rasio kompresi 9,5:1 sebesar 499 ppm mengalami peningkatan kadar emisi HC sebesar 150 ppm, pada rasio kompresi 10,2:1 sebesar 528 ppm mengalami peningkatan kadar emisi sebesar 29 ppm. Penggunaan bahan bakar premium menghasilkan emisi HC tertinggi pada rasio kompresi 10,2:1 hal ini dikarenakan premium mempunyai titik nyala rendah sehingga menimbulkan *pree ignition* yang mengakibatkan pembakaran tidak sempurna. Penggunaan bahan bakar premium menghasilkan emisi HC terendah pada rasio kompresi 9,1:1 hal ini membuktikan bahwa bahan bakar premium memiliki pembakaran paling sempurna pada rasio kompresi 9,1:1.

Bahan bakar pertamax menghasilkan kadar emisi gas buang HC pada rasio kompresi 8,7:1 sebesar 352 ppm

pada rasio kompresi 9,1:1 sebesar 246 ppm, mengalami penurunan sebesar 106 ppm, pada rasio kompresi 9,5:1 sebesar 210 ppm, mengalami penurunan sebesar 142 ppm, pada rasio kompresi 10,2:1 sebesar 292 ppm mengalami penurunan kadar emisi sebesar 60 ppm. Penggunaan bahan bakar pertamax menghasilkan kadar emisi HC tertinggi pada rasio kompresi 8,7:1 hal ini dikarenakan pertamax mempunyai titik nyala rendah dan tidak mudah terbakar pada kompresi rendah sehingga mengakibatkan pembakaran tidak sempurna. Penggunaan bahan bakar pertamax menghasilkan emisi HC terendah pada rasio kompresi 9,5:1 hal ini membuktikan bahwa bahan bakar pertamax memiliki pembakaran paling sempurna pada rasio kompresi 9,5:1.

Bahan bakar pertamax plus menghasilkan kadar emisi gas buang HC pada rasio kompresi 8,7:1 sebesar 306 ppm, pada rasio kompresi 9,1:1 sebesar 336 ppm mengalami penurunan kadar emisi sebesar 30 ppm pada rasio kompresi 9,5:1 sebesar 237 ppm mengalami peningkatan sebesar 69 ppm, pada rasio kompresi 10,2:1 sebesar 241 ppm mengalami peningkatan kadar emisi sebesar 65 ppm. Penggunaan bahan bakar pertamax plus menghasilkan emisi HC tertinggi pada rasio kompresi 9,1:1 hal ini dikarenakan pertamax plus mempunyai titik nyala rendah dan tidak mudah

terbakar pada kompresi rendah sehingga mengakibatkan pembakaran tidak sempurna. Penggunaan bahan bakar pertamax plus menghasilkan emisi HC terendah pada rasio kompresi 9,5:1 yang hanya berselisih 4 ppm dengan rasio kompresi 10,2:1 hal ini membuktikan pertamax plus pada 9,5:1 dan 10,2:1 sama – sama memiliki pembakaran yang sempurna.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Hasil pengukuran pada sepeda motor Suzuki Shogun FL 125 SP tahun 2007 menggunakan bahan bakar premium menghasilkan kadar emisi gas buang CO terendah pada rasio kompresi 9,1:1 yaitu 3,884% dan menghasilkan kadar emisi gas buang HC terendah pada rasio kompresi 9,1:1 yaitu 168 ppm.
2. Hasil pengukuran pada sepeda motor Suzuki Shogun FL 125 SP tahun 2007 menggunakan bahan bakar pertamax menghasilkan kadar emisi gas buang CO terendah pada rasio kompresi 9,5:1 yaitu 3,237% dan menghasilkan kadar emisi gas buang HC terendah pada rasio kompresi 9,5:1 yaitu 210 ppm.
3. Hasil pengukuran pada sepeda motor Suzuki Shogun FL 125 SP tahun 2007 menggunakan bahan bakar pertamax

plus menghasilkan kadar emisi gas buang CO terendah pada rasio kompresi 10,2:1 yaitu 2,639% dan menghasilkan kadar emisi gas buang HC terendah pada rasio kompresi 9,5:1 yaitu 237 ppm.

Saran

1. Bagi para pemilik sepeda motor khususnya Suzuki Shogun FL 125 SP 2007 dengan rasio kompresi 9,5:1 yang peduli lingkungan dengan menurunkan emisi gas buang kendaraan bermotornya dapat menggunakan bahan bakar pertamax atau pertamax plus.
2. Bagi para pemilik sepeda motor khususnya Suzuki Shogun FL 125 SP 2007 dengan rasio kompresi 9,5:1 yang menggunakan bahan bakar premium dan peduli lingkungan dengan menurunkan emisi gas buang kendaraan bermotornya dapat memodifikasi rasio kompresi menjadi 9,1:1.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. (1995). *Toyota New Step 1 Training Manual*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor

Arends, BPM dan Berenschot, H. *Motor Bensin*. Sukrisno, Umar. Jakarta: Erlangga

Arikunto, Suharsimi. (2009). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.

Arismunandar, W. (1988). *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Bandung: ITB

Badan Standardisasi Nasional. (2013). *Emisi gas buang - Sumber bergerak - Bagian 3: Cara uji kendaraan bermotor kategori L pada kondisi idle*. Diperoleh 19 Maret 2013 dari http://sisni.bsn.go.id/index.php?sni_main/sni/detail_sni/7128

Daryanto. (2011). *Prinsip Dasar Mesin Otomotif*. Bandung: Alfabeta.

Daryanto. (2010). *Teknik Konversi Energi*. Bandung: Satu Nusa.

Daryanto. (2002). *Teknik Otomotif*. Jakarta: Bumi Aksara.

Fardiaz Srikandi. (1992). *Polusi Air Dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.

Hidayat, W. (2012). *Motor Bensin Modern*. Jakarta: Rineka Cipta.

Jama, J. (2008). *Teknik Sepeda Motor Jilid 1 untuk SMK*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.

Kemenperin. (2013). *Berita Industri Pasar Motor Pulih 2013*. Diperoleh 01 September 2013, dari <http://www.kemenperin.go.id/artikel/4872/Pasar-Motor-Pulih-2013>

K Kitagishi and I Yamane. (1981). *Heavy Metal Pollution in Soils of Japan*. Eds. K Kitagishi and I Yamane. Tokyo: Japan Science Society Press.

- Nortop, RS. (1995). *Teknik Reparasi Sepeda Motor*. Bandung: Pustaka Grafika.
- Prastowo, A. (2011). *Memahami Metode-Metode Penelitian*. Jogjakarta: Ar-Ruzz Media.
- Sastrawijaya, A.T. (2009). *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sudjana. (1991). *Desain dan Analisis Eksperimen*. Bandung: Tarsito.
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Surakhmad, W. (1998). *Pengantar Penelitian Ilmiah*. Bandung: Tarsito.
- SuyantoWardan (1989). *Teori Motor Bensin*. Jakarta: Kemendikbud
- Wardhana, W.A. 1999. *DampakPencemaranLingkungan*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Widodo, E. (2011). *Otomotif Sepeda Motor*. Bandung: Yrama Widya.