

UJI PEMASANGAN *BROWN GAS* TERHADAP PERFORMA MOTOR BENSIN EMPAT LANGKAH

Muhamad As'adi

Program Studi Teknik Mesin UPN "Veteran" Jakarta
Jl.RS Fatmawati Pondok Labu
Jakarta Selatan 12450 Telp. 021 7656971 ext.195 Fax.021 75904177
Email :adi_shiddiq@yahoo.com

Abstract

In this paper presented a strategy to increase power, decrease fuel consumption, exhaust emissions and improvement in gasoline engine by installing elektrolizer HHO (Brown Gas). The produced hydrogen gas was injected in front of and behind the carburator (intake manifold) on a test machine that is gasoline engine four-stroke, single cylinder, with a capacities of 110 cc. The test results showed that with Brown's Gas installing before the carburator would increase the average torque of 1,3 %, and average power of 0,81 % if be compared with standard conditions. If the Brown Gas installed after the carburator torque will be increase an average of 3,1 %, average power of 1,61 %. On the test engine is installed Carburator Before Brown Gas (BGBC) decrease fuel consumption by an average of 13.46 %, and installation of Brown Gas After Carburator (BGAC) will be reduce fuel consumption of 16.46 %. While the results of exhaust the gas composition has a good effect, because by installing Brown's Gas the content of CO and HC was reduced, but visually the installation of Brown's Gas will be raise of temperature of the combustion chamber, this will be shorten the life of engine components and lubricating oils

Keywords: *Brown Gas, torque, power, fuel consumption, exhaust emissions*

LATAR BELAKANG

Kebutuhan akan sumber energi alternatif sudah merupakan isu global sebagai upaya mengantisipasi meningkatnya kebutuhan bahan bakar minyak yang cadangannya cenderung semakin berkurang. Beberapa sumber energi yang sifatnya dapat diperbarui dan ramah lingkungan sudah banyak dikembangkan di berbagai belahan bumi, dalam rangka mengimplementasikan komitmen Protocol Kyoto yang mengusung CDM (Clean Development Mechanism) yang disahkan pada tanggal 16 Februari 2005, dan ini menjadi tonggak sejarah kepedulian umat di dunia untuk memerangi degradasi lingkungan yang diakibatkan pemanasan global, dengan cara menjaga laju penambahan konsentrasi emisi gas rumah kaca (GRK) pada batas tertentu yang dibolehkan. CDM juga berkaitan erat dengan sektor energi, pertanian dan kehutanan. Khusus sektor energi bahan bakar di Indonesia, Pemerintah DKI Jakarta menyikapinya dengan menerbitkan PERDA No. 2/2005 tentang Pengendalian Pencemaran Udara yang berlaku efektif sejak tanggal 16 Februari 2006 di Jakarta.

Salah satu energi alternatif yang sekarang banyak diteliti adalah pengembangan sumber energi yang berasal dari hasil elektrolisis air (Brown Gas karena ditemukan oleh Yull Brown), seorang warga negara Australia pada tahun 1974. Pada tahun 1980 sampai 1998, Stanley Meyer seorang Amerika yang berasal dari kota Ohio juga telah mengembangkan bahan bakar gas yang dihasilkan dari proses elektrolisis air yang digunakan untuk menggerakkan mesin kendaraan. Berdasarkan penelitian tersebut, ternyata didapatkan

beberapa keuntungan dari penggunaan brown gas terhadap kinerja mesin, antara lain dapat meningkatkan tenaga, mengurangi pemakaian abahan bakar, serta memperbaiki kualitas emisi gas buang. Hal ini sesuai dengan langkah pemerintah yang sejak tahun 2005 telah mencanangkan gerakan hemat energi melalui Inpres Nomor 10 Tahun 2005 tentang Penghematan Energi. Pada paper ini akan dianalisis fenomena injeksi hidrogen pada motor bensin yang dipasang sebelum karburator dan sesudah karburator terhadap kinerja dan emisi gas buangnya

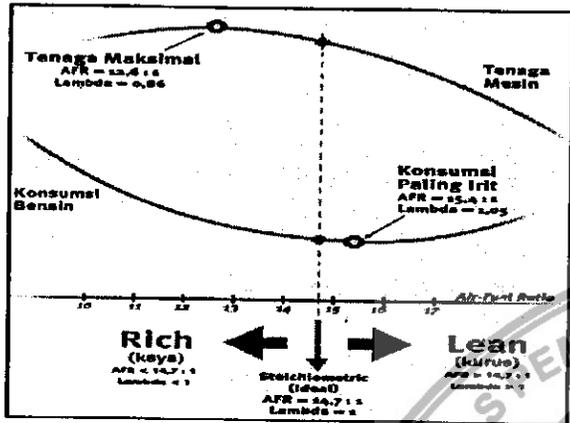
TINJAUAN PUSTAKA

Bahan bakar

Bahan bakar bensin merupakan persenyawaan hidro – karbon yang diolah dari minyak bumi. Untuk mesin otto dipakai bensin dan mesin diesel disebut minyak diesel. Premium adalah bensin dengan mutu yang diperbaiki. Bahan bakar yang umum digunakan pada sepeda motor adalah bensin. Unsur utama bensin adalah carbon (C) dan hidrogen (H). Bensin terdiri dari octane C_8H_{18} dan neptane C_7H_{16} . Pemilihan bensin sebagai bahan bakar berdasarkan pertimbangan dua kualitas : yaitu nilai kalor (*calorific value*) yang merupakan sejumlah energi panas yang bisa digunakan untuk menghasilkan kerja / usaha dan *volatility* yang mengukur seberapa mudah bensin akan menguap pada suhu rendah. Dua hal tadi perlu dipertimbangkan karena semakin naik nilai kalor, *volatility* – nya akan turun, padahal *volatility* yang rendah dapat menyebabkan bensin susah terbakar.

Perbandingan campuran bensin dan udara harus ditentukan sedemikian rupa agar bisa diperoleh efisiensi dan pembakaran yang sempurna. Secara tepat

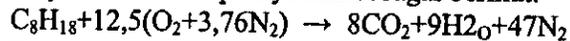
perbandingan campuran bensin dan udara yang ideal (perbandingan stoichiometric) untuk proses pembakaran yang sempurna pada mesin adalah 1 : 14,7. Namun pada prakteknya, perbandingan campuran optimum tersebut tidak bisa diterapkan terus menerus pada setiap keadaan operasional, contohnya : saat putaran idle (lambat) dan beban penuh kendaraan mengkonsumsi campuran udara bensin yang gemuk, sedangkan dalam keadaan lain pemakaian campuran udara bensin bisa mendekati yang ideal. Dikatakan campuran kurus / miskin, jika di dalam campuran bensin dan udara tersebut terdapat lebih dari 14,7 persentase udara, sedangkan jika kurang dari angka tersebut disebut campuran kaya / gemuk.



Gambar 1. Pengaruh air – fuel ratio terhadap konsumsi dan tenaga mesin

Pembakaran

Pembakaran adalah reaksi kimia antara unsur bahan bakar dengan oksigen. Oksigen didapat dari udara luar yang merupakan campuran dari beberapa senyawa kimia antara lain oksigen (O), nitrogen (N), argon (Ar), karbondioksida (CO₂) dan beberapa gas lainnya. Dalam proses pembakaran maka tiap macam bahan bakar selalu membutuhkan sejumlah udara tertentu agar bahan bakar dapat dibakar secara sempurna. Bahan bakar bensin, untuk dapat terbakar sempurna membutuhkan udara kurang lebih 15 kali berat bahan bakarnya. Rumus kimia bahan bakar adalah C_nH_m. Adapun reaksi kimia pembakaran bahan bakar hidrokarbon secara umum dapat dinyatakan dalam pernyataan sebagai berikut:



Persamaan reaksi kimia pembakaran di atas menunjukkan proses pembakaran yang sempurna dari 1 mol bahan bakar. Selama proses pembakaran, senyawa hidrokarbon terurai terjadi senyawa-senyawa hidrogen dan karbon yang masing-masing bereaksi dengan oksigen membentuk CO₂ dan H₂O. Dalam pembakaran dibutuhkan perbandingan udara bahan bakar dimana besarnya udara yang dibutuhkan dalam silinder untuk membakar bahan bakar. Perbandingan udara bahan bakar atau AFR (*air fuel ratio*). Pembakaran tidak sempurna pada motor bensin, dimana api yang ditimbulkan oleh busi mengakibatkan pembakaran

yang cepat di dekat busi. Bahan bakar yang telah terbakar suhunya naik dan karena ekspansinya maka sisa bahan bakar yang belum terbakar didesak olehnya dan suhunya naik tinggi sekali sehingga sisa bahan bakar terbakar dengan sendirinya maka akan terjadi kenaikan tekanan yang tiba-tiba sehingga akan menghasilkan suara knocking. Bila ini terjadi, banyak panas yang hilang sedang suhu torak dan katup buang menjadi naik dan suara knocking menjadi lebih keras. Akibat hasil menjadi berkurang dan kemungkinan piston akan mencair (meleleh). Knocking akan mempercepat keausan silinder dan cincin silinder.

Kompresi

Kompresi adalah langkah untuk menaikkan tekanan campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder yang kemudian pada akhir langkah kompresi ini terjadi penyalaan atau pembakaran oleh busi. Untuk menghitung ratio kompresi pada suatu ruang bakar digunakan rumus sebagai berikut:

$$r = \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_L + V_S}{V_S}$$

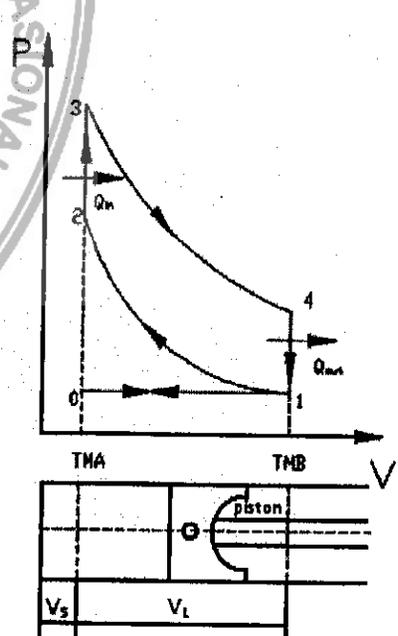
dimana :

r : perbandingan kompresi

V_L : volume langkah piston dari TMA (Titik Mati Atas) ke TMB (Titik Mati Bawah), cm³

V_S : volume ruang bakar, cm³

Untuk dapat memperjelas rumus di atas dapat dilihat gambar dibawah ini:



Gambar 2. Diagram P-V dari siklus volume konstan Emisi

Emisi gas buang pada motor konvensional merupakan sesuatu yang mendapatkan perhatian yang cukup serius dari berbagai kalangan di dunia. Hal ini disebabkan efek dari gas buang yang dapat merusak lingkungan hidup. Efek dari gas buang ini juga dapat menimbulkan efek rumah kaca yang tidak kita harapkan.

Pada motor bakar konvensional emisi gas buang yang dihasilkan berupa HC, CO, CO₂, O₂, NO_x dan partikulat lain. Berbagai penelitian dilakukan untuk menurunkan kandungan emisi gas buang motor bakar konvensional itu sendiri. Emisi gas buang dihasilkan dari proses tidak sempurnanya pembakaran di ruang bakar, dimana hanya sebagian bahan bakar bereaksi dengan oksigen terutama di dekat dinding silinder antara torak dan silinder, hal ini pada umumnya disebabkan karena lemahnya api dan rendahnya temperatur pembakaran. Jika suhu pembakaran rendah dan perambatan nyala api lemah serta luasan dinding ruang bakarnya yang bersuhu rendah agak besar, kondisi ini akan dijumpai pada saat motor baru dihidupkan atau pada putaran langsam (idle), secara alamiah motor akan banyak menghasilkan emisi gas buang yang dapat menyebabkan dampak negatif bagi kesehatan.

Beberapa parameter yang dapat ditimbulkan dari gas buang kendaraan bermotor adalah sebagai berikut:

Hidrokarbon (HC); a). Adalah gas buang yang diakibatkan karena bahan bakar yang tidak terbakar, b). Diukur dalam satuan part per milion (ppm) atau bagian persatu juta udara, c). Molekul ringan, tidak terlihat sehingga melayang di udara, d). Berbahaya bagi kesehatan, mengikat hemoglobin darah kita, e). Semakin kecil HC semakin bagus.

Karbon dioksida (CO₂); a). Mengindikasikan derajat termis pembakaran, b). Diukur dalam persentase, semakin tinggi semakin bagus (tertinggi 16%), b). Bersifat ringan, tidak terlihat dan tidak berbahaya tetapi dapat menjadi gas rumah kaca, c). Tumbuhan,

Biota laut dan lahan gambut memerlukan gas ini, d). Batas minimum 11%.

Karbon monoksida (CO); a). Adalah gas yang timbul sebagai reaksi dari pembakaran yang tidak sempurna, b). Bersifat ringan, tidak terlihat sehingga melayang di udara, c). Berbahaya bagi kesehatan, ISPA, Kanker, penurunan kecerdasan, d). Diukur dalam persentase, 0,5 – 3% adalah hasil yang ideal.

Oksigen (O₂); a). Menunjukkan kualitas pembakaran, karena salah satu unsur proses pembakaran adalah oksigen, b). Sebagai parameter dari jumlah oksigen yang tidak terbakar dan pendeteksi kebocoran exhaust manifold, c). Diukur dalam persentase, semakin kecil semakin bagus, d). Tidak berbahaya bagi kesehatan, e). Nilai ideal adalah kurang dari 2%.

NO_x; a). Adalah gas buang yang ditimbulkan oleh nitrogen yang teroksidasi karena tekanan dan panas kompresi, b). Diukur dalam persentase, tidak semua alat uji dilengkapi dengan fitur ini, c). Berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan karena gas ini adalah racun.

Partikulat

Mengendap dalam sel lapisan paru – paru sehingga fungsi fisiologis paru – paru terganggu dan menimbulkan warna hitam dalam paru – paru.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengurangi dampak negatif dari emisi gas buang adalah melalui sistim injeksi hidrogen ke dalam ruang bakar. Dalam keluaran atau output dari hasil kerja pembakaran melalui muffler yang dimana ketentuan nilai ambang batas minimum ditetapkan pemerintah adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Nilai ambang batas minimum pemerintah tahun 2009

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter		Metoda
		CO (%)	HC (ppm)	
Sepeda motor 2 langkah	< 2010	4,5	12000	Idle
Sepeda motor 4 langkah **)	< 2010	5,5	2400	Idle
Sepeda motor 2 & 4 langkah	> 2010	4,5	2000	Idle

***) Emisi CO & HC Sepeda motor 4 langkah tahun pembuatan sebelum 2010 tidak boleh lebih dari 5,5 % dan 2400 ppm dengan metode uji idle.

Konsumsi bahan bakar

Fuel Consumption (FC) merupakan parameter yang biasa digunakan pada sistem motor pembakaran dalam untuk menggambarkan pemakaian bahan bakar. Fuel Consumption didefinisikan sebagai jumlah yang dihasilkan konsumsi bahan bakar per satuan waktu (cc/menit). Nilai FC yang rendah mengindikasikan pemakaian bahan bakar yang irit, oleh sebab itu, nilai FC yang rendah sangat diinginkan untuk mencapai efisiensi bahan bakar.

Fuel Consumption (FC) dapat di hitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$FC = \frac{V}{t}$$

Dimana : FC = Konsumsi bahan bakar (cc/menit)

V = Volume (cc)

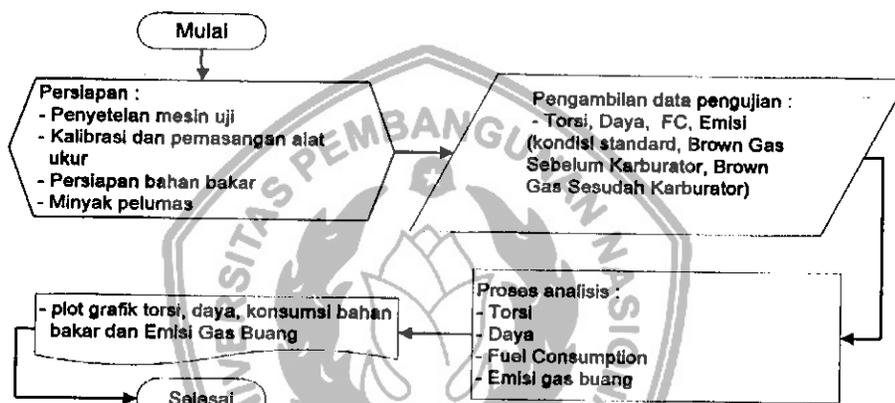
t = waktu (menit)

Hal-hal yang mempengaruhi besarnya konsumsi bahan bakar antara lain :

- a). Sistem bahan bakar rusak (bensin bocor, permukaan bensin di karburator terlalu tinggi, saringan udara kotor dan penyeterlan kecepatan rendah tidak baik),
- b). Sistem pengapian rusak (waktu penyalaan tidak tepat, busi meletup secara salah, titik kontak pemutus arus rusak),
- c). Tekanan kompresi mesin rendah,
- d). Sistem penggerak katup salah,
- e). Pipa saluran gas buang tersumbat,
- f). Kopling selip,
- g). Rem menahan,
- h). Penggunaan sepeda motor tidak benar.

METODE PENELITIAN

Mesin uji yang digunakan adalah motor bensin empat langkah, satu silinder, kapasitas 110 cc. Sedangkan untuk mengukur torsi dan daya menggunakan dynamometer, konsumsi bahan baker diukur menggunakan buret kapasitas 30 cc, dan alat uji emisi. Diagram alir pengujian seperti ditunjukkan pada gambar 3 di bawah ini:



Gambar 3. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

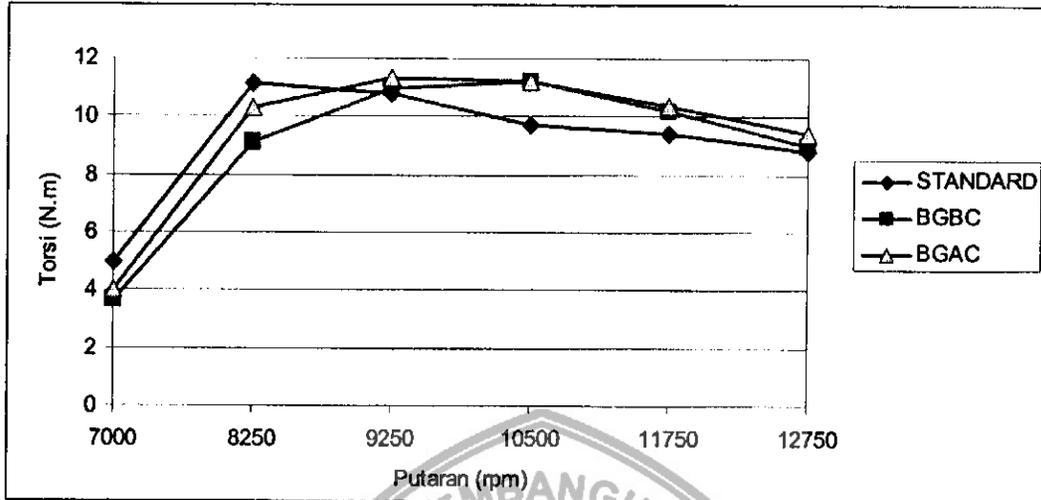
Data hasil pengujian torsi seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Pengujian Torsi

Putaran (rpm)	Standard (N.m)	Brown Gas Before Carburator (BGBC)-N.m	Brown Gas After Carburator (BGAC)- N.m
7000	5	3,67	4
8250	11,15	9,1	10,3
9250	10,8	11	11,35
10250	9,75	10,25	11,2
11750	9,4	10,2	10,4
12750	8,85	9	9,4
Total	54,95	54,22	56,65
Rerata	9,16	9,94	9,44

Torsi pada mesin uji standard tertinggi terjadi pada putaran 8250 rpm sebesar 11,5 N.m, hal ini menunjukkan bahwa pada putaran ini telah terjadi aliran energi benar-benar sesuai dengan diagram katup sehingga tekanan rata-rata yang diterima piston maksimum. Sedangkan untuk mesin uji yang dipasang Brown Gas dan diinjeksikan sebelum karburator (BGBC) torsi tertinggi pada putaran 10.250 rpm, dan torsi tertinggi pada mesin uji yang dipasang Brown Gas yang di injeksikan setelah

Karburator (BGAC) terjadi pada putaran 9250 rpm. Secara keseluruhan pemasangan *Brown gas* dan diinjeksikan sebelum karburator dapat menurunkan torsi rata-rata sebesar 1,3 %. Pemasangan Brown Gas dan diinjeksikan setelah Karburator dapat meningkatkan torsi rata-rata sebesar 3,1 %. Perbandingan torsi yang terjadi pada mesin uji yang menggunakan *Brown Gas* dan tanpa *Brown Gas* seperti ditunjukkan pada Gambar 4. di bawah ini,



Gambar 4. Grafik Torsi kondisi standard dan dipasang Brown Gas

Daya

Daya adalah kerja yang dihasilkan sistem per satuan waktu, dan data hasil pengujian terhadap daya yang terjadi pada mesin uji seperti ditunjukkan pada tabel 3 sebagai berikut:

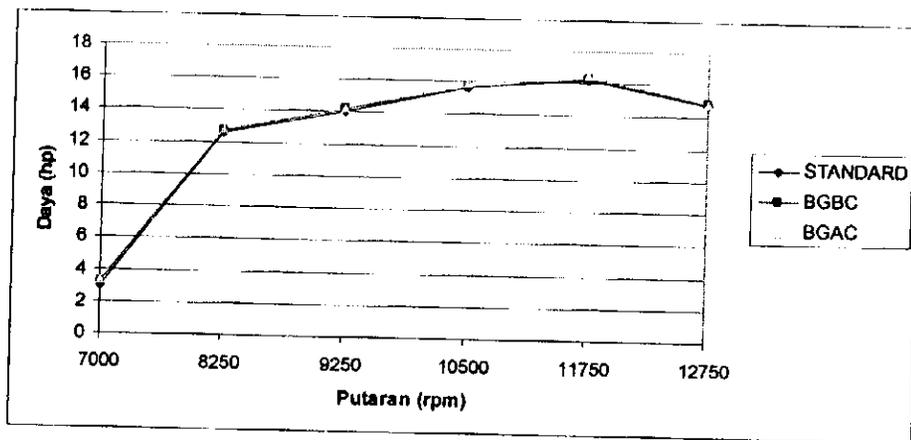
Tabel 3. Data Pengujian Daya

Putaran (rpm)	Standard (hp)	Brown Gas Before Carburator (BGBC) - hp	Brown Gas After Carburator (BGAC) - hp
7000	3	3,2	3,3
8250	12,6	12,7	12,8
9250	14	14,2	14,2
10250	15,7	15,7	15,9
11750	16,2	16,3	16,5
12750	14,8	14,82	14,83
Total	76,3	76,92	77,53
Rerata	12,72	12,82	12,92

Merujuk

Tabel 3 diatas maka pada putaran yang sama yaitu 11750 rpm mesin yang dpassang Brown Gas Before Carburator (BGBC) menghasilkan daya maksimum sebesar 16,2.hp, sedangkan mesin dipasang Brown Gas After Carburator (BGAC) menghasilkan daya maksimum 16,3 hp, sedangkan mesin uji strandar menghasilkan daya sebesar 16,2 hp. Terlihat bahwa mesin uji dengan BGBC pada putaran 11750 rpm akan

meningkatkan daya sebesar 0,1 hp (0,62 %), mesin uji dengan BGAC meningkatkan daya sebesar 0,3 hp (1,85v %) dan secara rerata terjadi peningkatan daya sebesar 0,81 % pada mesin uji dengan BGBC, dan terjadi peningkatan daya rerta sebesar 1,61 % pada mesin uji dengan BGAC. . Perbandingan daya yang terjadi pada mesin ujil yang dipasang *Brown Gas* dan tanpa *tBrown Gas* seperti ditunjukkan pada Gambar 5. di bawah ini.



Gambar 5. Grafik Daya kondisi standard dan dipasang Brown Gas

Konsumsi bahan bakar

Data hasil pengukuran konsumsi bahan bakar pengukuran konsumsi bahan bakar pada penelitian ini dilakukan berdasarkan waktu yang diperlukan untuk menghabiskan bahan bakar sebanyak 50 cc. Pengukuran dengan menggunakan *stop watch* dan *burret*. Pengujian

didasarkan pada putaran mesin. Putaran mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah (1000, 2000, 3000, dan 4000) rpm.

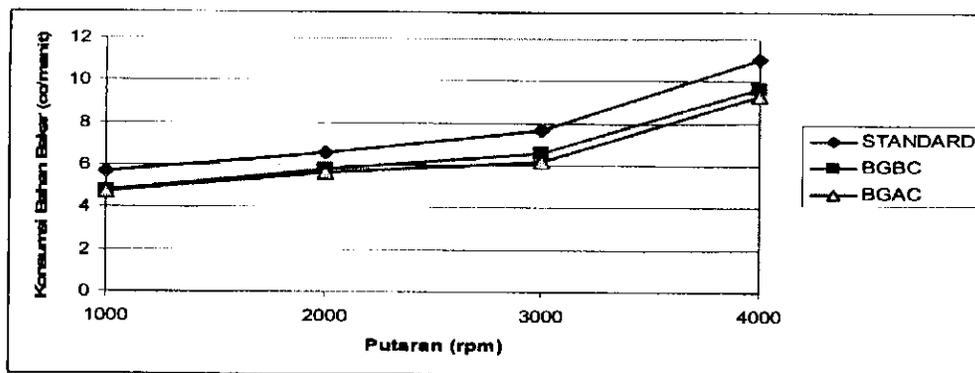
Data hasil pengujian konsumsi bahan bakar adalah sebagai berikut seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Konsumsi bahan bakar

NO	DESKRIPSI	Putaran mesin (rpm)	Konsumsi Bahan Bakar			
			(cc/menit)	(cc/menit)	(cc/menit)	Rerata (cc/menit)
1.	Kondisi standar (tanpa Brown Gas)	1000	5,8	5,8	5,5	5,7
		2000	6,6	6,9	6,23	6,58
		3000	7,9	7,01	8,1	7,63
		4000	11,7	9,9	11,5	11,03
	Rata-rata					7,74
2.	Brown Gas Before Carburator (BGBC)	1000	5,28	4,56	4,56	4,8
		2000	5,8	5,8	5,8	5,8
		3000	6,6	6,9	6,23	6,58
		4000	8,1	9,9	10,9	9,63
	Rata-rata					7,74
3.	Brown Gas After Carburator (BGAC)	1000	5,2	4,5	4,45	12
		2000	5,6	5,65	5,7	5,8
		3000	6,2	6,15	6,2	6,58
		4000	7,9	9,7	10,4	9,63
	Rata-rata					6,70

Konsumsi bahan bakar mesin uji BGBC mampu menghasilkan penghematan bahan bakar sebesar 13,46 %, sedangkan mesin uji BGAC mampu menghemat bahan bakar sebesar 16,46 %, tetapi secara visual suhu yang terjadi lebih besar dibanding dengan mesin uji

standard, hal ini akan menyebabkan usia komponen dan minyak pelumas cenderung lebih pendek. Kecenderungan konsumsi bahan bakar seperti ditunjukkan pada gambar 6 sebagai berikut:



Gambar 6. Konsumsi bahan bakar kondisi standard dan dipasang Brown Gas

Analisis Data Pengujian Emisi Gas Buang

Data hasil pengujian emisi gas buang yang dilaksanakan dengan menggunakan alat uji emisi di dapatkan data seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Emisi gas buang

No	Deskripsi	Emisi gas buang					
		CO (%)	HC (ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	Lambda	AFR
1.	Mesin uji tanpa Brown Gas	10	3008	6,0	1,89	0,679	10,5
2.	Brown Gas Before Carburator (BGBC)	4,58	740	11,6	1,06	0,889	13,7
3.	Brown Gas After Carburator (BGAC)	4,52	735	11,6	1,06	0,889	13,7

Hasil pengujian mesin uji standar bila dibandingkan nilai ambang batas emisi yang ditetapkan oleh Pemerintah khususnya kandungan CO maksimum 5,5 % dan HC 2400 ppm, ternyata tidak lulus uji emisi, sedangkan pada mesin uji yang dipasang *Brown Gas* dinyatakan lulus uji emisi.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil pengujian dari pemasangan Brown Gas pada motor bensin 4 langkah satu silinder kapasitas 110 cc, maka dapat diambil kesimpulan bahwa pemasangan *Brown Gas Before Carburator* (BGBC) akan meningkatkan torsi sebesar 1,3 % dan daya 0,81 %, sedangkan pemasangan Brown Gas After Carburator (BGAC) meningkatkan torsi sebesar 3,1 % dan daya 1,61 %.

Dengan mengaplikasikan BGBC dapat mengurangi konsumsi bahan bakar sebesar 13,46 %, dan BGAC mengurangi konsumsi bahan bakar sebesar 16,46 %, sehingga lebih ekonomis dibandingkan dengan tidak dipasang Brown Gas (kondisi standar). Dengan pemasangan Brown Gas pada mesin dapat memperbaiki emisi gas buang yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Annuwar K, The WEffect of the Use of 12 V Dc 12 Power Supply a On Brown Gas Generator Use Steel Plate Electrode Pertamina To Type Pertamina 92 Fuel Consumption, <http://library.gunadarama.ac.id>, diakses tanggal 01 November 2011
- Anonim, Memaksimalkan Performa Mesin Dengan Hydrogen Booster, <http://www.solusimobil.com>, diakses tanggal 22 Agustus 2010.
- Arismunandar, Motor Bakar Torak, Gramedia, Jakarta, 1990
- Heywood John B, Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill Publishing Company, 1988
- Nurchayadi Tedy, Hydrogen Booster Terbukti Hemat BBM, <http://www.matanews.com>, diakses tanggal 25 Agustus 2010.
- Sigit, Analisa penggunaan water injection terhadap performansi motor bakar, UMS, 2009.
- Saftari Firmansyah, Utak-Atik Otomotif, Elek Media, Jakarta, 2006
- Salim. N, "Indonesia Menyongsong Protocol Kyoto", <http://www.pelangi.or.id>, diakses tanggal 30 April 2006