

STUDI POTENSI PENGGUNAAN LAPISAN SENDOK STAINLESS STEEL SEBAGAI ELEKTRODA PENGHANTAR ARUS PADA PROSES KONVERSI AIR MENJADI BAHAN BAKAR GAS HHO

Ambo Intang ⁽¹⁾

⁽¹⁾Staf Pengajar PS.Teknik Mesin-FT.Unitas Palembang,
Jl. Tamansiswa No. 261 Palembang ;Email: ambo.intang@gmail.com

Abstrak

Generator HHO (Hidrogen-Hidrogen-Oksigen) dengan konsentrasi larutan 20 gram NaOH dalam 1 liter air murni pada penelitian ini menggunakan prinsip elektrolisis yang mudah dan murah untuk dikerjakan secara perorangan dengan memanfaatkan lapisan sendok sebagai elektroda penghantar arusnya. Hasil dari penelitian penggunaan generator HHO ini adalah: efisiensi penggunaan bahan bakar meningkat untuk semua variabel putaran yang diukur, yaitu antara 3,8% (3000 rpm) hingga 20% (5000 rpm). Konsumsi bahan bakar spesifik menurun pada semua variabel pengujian, sehingga didapatkan efisiensi konsumsi bahan bakar spesifik terendah pada 9000 rpm sebesar 7,256 % (3,65 gr/HP.jam) dan tertinggi pada 9500 rpm sebesar 40,25 % (80,2 gr/HP.jam). Daya maksimum yang dihasilkan 0,7 % (0,1 HP) dan torsi maksimum juga meningkat 0,4 % (0,06 Nm). Sedangkan kadar CO turun hingga 80,85 % (pada 1500 rpm), kadar CO₂ turun hingga 25 % (pada 2000 rpm), kadar HC turun hingga 97,87 % (pada 4000 rpm) dan O₂ meningkat hingga 61,93 % (pada 2000 rpm). Penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan lapisan sendok sangat potensial sebagai elektroda penghantar arus pada generator HHO.

Kata kunci: generator HHO, elektrolisis, efisiensi bahan bakar, daya, emisi gas buang

1. PENDAHULUAN

Teknologi mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) berkembang sangat pesat. Hampir seluruh penduduk di dunia mendapatkan manfaat dari perkembangan teknologi ini. Dengan perkembangan teknologi, mesin pembakaran dalam dapat menghasilkan daya yang sangat besar yang bisa dimanfaatkan untuk menunjang berbagai kebutuhan, baik pada bidang industri, transportasi pribadi, transportasi massal, dan lain sebagainya. Akan tetapi dalam perkembangan teknologi tersebut, mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) masih menggunakan bahan bakar fosil sebagai bahan bakar utama yang didapatkan dari pengolahan minyak bumi.

Meningkatnya jumlah kendaraan juga membawa dampak terhadap konsumsi bahan bakar minyak bumi. Sebagai akibat dari meningkatnya konsumsi terhadap bahan bakar minyak, maka emisi dari gas buang hasil pembakaran akan menimbulkan masalah yang lain ,yang bisa dirasakan secara langsung maupun tak langsung, seperti: meningkatnya suhu di bumi, polusi udara, perubahan iklim yang tak menentu,

dan lain sebagainya. Reaksi Stoikiometri pembakaran adalah reaksi yang dianggap paling baik karena hanya menghasilkan gas CO₂ sebagai polutan. Hal ini dikarenakan reaksi Stoikiometri menggunakan oksigen dan nitrogen pada reaksi kimia sebagai unsur terbesar dalam udara dan mengabaikan komposisi penyusun udara yang lain, seperti: argon, kripton, xenon, karbon dioksida, neon, helium, dan hidrogen. Saat ini perkembangan teknologi hanya mampu mendekati hasil dari pembakaran / emisi gas buang kepada reaksi Stoikiometri pembakaran. Hal ini tentu saja tidak menjadikan lingkungan terbebas dari polusi karena reaksi pembakaran dengan teknologi terkini masih menghasilkan gas yang berbahaya, yaitu: CO, HC, CO₂, dan NO_x.

Untuk kendaraan bermotor tentu saja teknologi yang disebut ramah lingkungan dan efisien dalam penggunaan bahan bakar ini sangat mahal, karena merupakan hal yang baru dan kita hanya bisa mendapatkannya dengan memiliki kendaraan baru yang sudah dilengkapi dengan sistem injeksi dan komputerisasi. Salah satu cara yang menarik perhatian untuk meningkatkan efisiensi penggunaan

bahan bakar dan mengurangi emisi gas buang pada kendaraan yang belum dilengkapi dengan sistem injeksi dan komputerisasi adalah dengan menambahkan generator HHO pada sistem pemasukan udara dan bahan bakar.

Prinsip dasar generator HHO adalah proses elektrolisis yang menghasilkan gas hidrogen-hidrogen-oksigen (*Brown gas*). Generator HHO yang akan diaplikasikan pada sepeda motor Honda New Megapro tahun 2011 ini menggunakan bahan baku air murni dan katalis soda api (NaOH) serta plat *stainless steel* sebagai penghantar arus.

Pada penelitian ini akan di bahas bagaimana memperoleh gas HHO dari proses elektrolisis dengan cara mudah dan murah untuk dikerjakan secara perorangan seperti pemakaian plat *stainless steel berupa* sendok sebagai elektroda penghantar arus pada pembuatan generator HHO, potensi penggunaan sendok tersebut bisa dilihat dari pengaruh penambahan gas HHO hasil dari proses elektrolisis terhadap pemakaian bahan bakar utama sepeda motor, pengaruh penambahan gas HHO hasil dari proses elektrolisis terhadap kinerja mesin, dan pengaruh penggunaan generator HHO terhadap emisi gas buang yang dihasilkan, dengan batasan sebagai berikut :

1. Penelitian terhadap sepeda motor New Megapro tahun 2011 yang belum pernah dilakukan modifikasi mesin dan rangka dilakukan dalam 2 kondisi, yaitu: sebelum dipasang generator HHO dan sesudah dipasang generator HHO.
2. Bahan bakar utama sepeda motor adalah Premium produksi Pertamina.
3. Elektrolit yang digunakan hanya 1 jenis yang terdiri dari campuran air murni dan serbuk soda api (NaOH) dan tidak membahas pengaruh konsentrasi larutan terhadap hasil penelitian.
4. Elektroda penghantar arus yang digunakan pada generator HHO adalah *stainless steel* dalam bentuk sendok makan (ketebalan 0,8 mm) dengan alasan murah dan mudah didapatkan.
5. Arus searah (DC) yang dialirkan ke generator HHO diambil dari sistem pengisian, sehingga arus dan tegangan yang mengalir ke dalam generator HHO menyesuaikan sistem tersebut.
6. Data yang dihasilkan berdasarkan hasil tes putaran mesin idle dan beberapa variasi putaran tanpa dikendarai secara langsung pada kondisi jalan yang sesungguhnya.

7. Parameter prestasi mesin yang dibahas (baik sebelum / sesudah penggunaan generator HHO) adalah konsumsi bahan bakar, daya spesifik, torsi dan tenaga, konsumsi bahan bakar spesifik.
8. Data tentang kadar CO, CO₂, HC, dan O₂ yang disajikan hanya untuk memberikan perbandingan antara pengujian sebelum dan sesudah generator HHO terpasang pada kendaraan.

Berdasarkan hal tersebut diatas maka tujuan dan manfaat dari penelitian ini , untuk mengetahui pengaruh lapisan sendok *stainless steel* sebagai elektroda penghantar arus pada proses konversi air menjadi bahan bakar gas HHO terhadap efisiensi bahan bakar, prestasi mesin dan emisi gas buang sebelum dan sesudah pemakaian generator HHO tersebut pada sepeda motor New Megapro 149,2 cc, dapat dicapai dengan baik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Perkembangan Penelitian

Keterbatasan, kelangkaan dan berbagai masalah yang ditimbulkan dari bahan bakar fosil membuat para ilmuwan / peneliti berusaha untuk menemukan jenis bahan bakar yang sangat mudah untuk didapatkan, ramah lingkungan, dan bisa digunakan secara berkesinambungan tanpa harus khawatir akan ketersediaan cadangan bahan bakar tersebut. Banyak ilmuwan telah melakukan penelitian tentang bahan bakar dari air (gas HHO), baik itu yang dipublikasikan maupun tidak. Beberapa peneliti di bawah ini dianggap mewakili dari sekian banyak ilmuwan / peneliti yang melakukan penelitian dan mengaplikasikannya pada kendaraan.

Francois Isaac de Rivaz merancang mesin pembakaran dalam pertama pada tahun 1807, menggunakan campuran hidrogen dan oksigen untuk menghasilkan energi. Pada saat penelitian dilakukan, minyak bumi sebagai bahan bakar belum ditemukan. Yull Brown seorang penemu berkebangsaan Australia berusaha menjalankan kendaraan dengan menggunakan air sebagai bahan bakarnya. Dan iapun berhasil mewujudkan impiannya pada tahun 1974. Ia menggunakan proses elektrolisis untuk menghasilkan hidrogen yang dibutuhkan untuk pembakaran mesin. Setelah merasa berhasil, akhirnya iapun mematenkan gas penemuannya dengan

nama *Brown's Gas* (dalam Sudirman.U., 2008).

Ajat Sudrajat bersama timnya menggunakan sistem elektrolisis air pada alat *eco power booster* dalam menghasilkan gas HHO. Menurut Ajat (2012), “ Solusi penghematan untuk kendaraan bermotor dengan memanfaatkan air untuk menghasilkan HHO dengan energi listrik menggunakan *dry cell*. Alat tersebut diberi nama *eco power booster* yang bisa menghemat pemakaian bahan bakar 20-70 % ”. (dalam <http://ecopowerbooster.blogspot.com/2012/04/eco-power-booster-penghemat-bbm-hingga.html>)

Cahyo Pambudi Laksito Putro mengaplikasikan tabung tenaga yang menggunakan proses elektrolisa air pada kendaraan Honda CB 100. Hasil penelitian Cahyo Pambudi Laksito Putro (2009) menunjukkan bahwa: “ Daya yang dibutuhkan pada tabung tenaga pada putaran mesin terendah sebesar 5.46 watt dan daya yang dibutuhkan pada tabung tenaga pada putaran mesin tertinggi sebesar 26.9 watt. Dengan daya sebesar itu mampu mengefisiensi bahan bakar pada sepeda motor Honda CB 100 sebesar 13.7% pada pengujian efisiensi berdasarkan waktu dan 16.2% pada pengujian berdasarkan jarak tempuh “.

Amirul Muttaqien (2009) mengaplikasikan tabung tenaga pada sepeda motor Honda Supra 125 cc. “Dari hasil analisa tabung tenaga pada pengujian berhenti didapatkan efisiensi bahan bakar sebesar 1470 detik per 1 liter premium atau 10.43 % dari motor yang menggunakan tabung tenaga sedangkan untuk pengujian berjalan didapatkan efisiensi bahan bakar sebesar 14.77 km per 1 liter premium atau 13,94 % dari motor yang tidak menggunakan tabung tenaga dan tabung tenaga ini membutuhkan daya sebesar 8,1 watt pada putaran 1000 rpm dan 33,67 watt pada putaran 8000 rpm”.

Dily Yuniar Arianto (2009) melakukan penelitian tentang pengujian dan pemasangan tabung tenaga pada sepeda motor Suzuki Smash FD 110 cc. “Dari hasil pengujian tabung tenaga pada pengujian motor berhenti dengan 50 ml premium didapatkan hasil sebagai berikut : pada putaran motor 1500 rpm nilai efisiensi 8.98 liter (26.39 %), pada putaran motor 2000 rpm nilai efisiensi 2,865 liter (5,73 %), pada putaran motor 2500 rpm nilai efisiensi 8,98 liter (17,96 %) Pada pengujian motor berjalan pada kecepatan 50

km/jam nilai efisiensi 19.27 liter (38.54 %), pada kecepatan 40 km/jam nilai efisiensi 11,91 liter (23.82 %), pada kecepatan 30 km/jam nilai efisiensi 15,395 liter (30,79 liter (30.79 %) ”.

3. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Persiapan Penelitian

3.1.1. Peralatan, Bahan dan Fungsinya

Dalam melakukan sebuah percobaan /penelitian ini, penulis membutuhkan peralatan sebagai berikut:

a. Sepeda motor
Spesifikasi sepeda motor yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi standar *New Megapro 2011*

Mesin dan Transmisi	
Tipe	4 langkah SOHC
Diameter x langkah	57,3 mm x 57,8 mm
Kopling	Manual, kopling basah plat ganda
Transmisi	5 percepatan
Pola perpindahan gigi	1-N-2-3-4-5
Sistem pengapian	DC-CDI digital
Batere	MF 12 V – 3,5 Ah
Volume silinder	149,2 cc
Perbandingan kompresi	9,5 : 1
Susunan silinder	Satu-mendatar
Sistem starter	<i>Electric starter</i> dan <i>kick starter</i>
Torsi maksimum	12,85 N.m @ 6500 rpm
Daya maksimum	13,43 HP @ 8500 rpm

(Sumber: PT. *Astra Honda Motor*, 2011)

- b. Dinamometer
- c. *Automotive emission analyzer*
- d. Bensin premium
- e. *Stop watch*
- f. Gelas ukur
- g. Multitester
- h. Obeng
- i. Gunting / *cutter*
- j. Generator HHO

Untuk membuat generator HHO, bahan yang dibutuhkan seperti dalam tabel di bawah ini.

Tabel 2. Bahan yang dibutuhkan untuk membuat generator HHO

Bahan	Jumlah
Botol minuman transparan	2 buah
Sendok <i>stainless steel</i> 0,8 mm	8 buah
Selang Ø 6 mm	2 meter
Sambungan selang aquarium	6 buah
Kabel kawat tunggal Ø 1 mm	2 meter
Isolasi	1 buah
Lem / perekat	1 buah
Bola lampu 12 V-5 W	1 buah
Air hujan	2 liter
Soda api (NaOH)	100 gram
Botol bekas (transparan)	1 buah
Dudukan bola lampu	1 buah

3.1.2 Cara Pembuatan dan Desain Generator HHO

- Persiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan.
- Rangkailah sendok seperti terlihat pada gambar. Untuk membuat jarak 5 mm, gunakan potongan karet / selang di sela-sela plat / sendok *stainless steel*, lalu ikat menggunakan isolasi. Pada ujung sendok harus diikatkan kabel kawat yang nantinya akan dihubungkan ke terminal positif (+) dan negatif (-) batere, hingga susunannya menjadi 4 positif dan 4 negatif (+ - + - + - + -).



Gambar 1. Rangkaian sendok *stainless steel*

- Gabungkan ke 4 kabel positif menjadi 1 dan 4 kabel negatif menjadi 1, sehingga

hanya akan ada 2 kabel yang keluar dari tabung.

- Buatlah 4 lubang pada tutup tabung, masing-masing 2 untuk sambungan selang dan 2 untuk lubang kabel. Besar lubang harus menyesuaikan diameter dari kawat dan sambungan selang.



Gambar 2. Lubang kabel dan udara

- Keluarkan 2 kabel melalui bagian dalam tutup tabung, selanjutnya beri lem serbaguna untuk merapatkan lubang.
- Pasang 2 sambungan selang dan kemudian beri lem serbaguna.



Gambar 3. Memasang selang udara

- Dengan melihat gambar di atas, potong selang diameter 5 mm sepanjang tabung dan kemudian pasang selang pada sambungan selang yang lurus sehingga menyentuh bagian dasar tabung.
- Buatlah campuran elektrolit dengan katalis. Pada penelitian kali ini menggunakan campuran 1 liter air dan 20 gram soda api (natrium hidroksida) dan yang dimasukkan ke dalam tabung adalah 500 ml (menyesuaikan kapasitas tabung).

Adapun desain tabung generator HHO, sebagai berikut:



Gambar 4. Desain generator HHO



Gambar 6. Rangkaian bola lampu

3.1.3 Instalasi Generator HHO pada sepeda motor

Untuk melakukan instalasi ke obyek penelitian, kita memerlukan tabung pengaman dan juga bola lampu. Tabung pengaman berfungsi untuk pengaman agar gas yang dihasilkan tidak dengan mudah lepas ke udara luar. Rangkaian bola lampu berfungsi untuk mengetahui apakah arus listrik telah melalui generator atau tidak.

Dalam membuat tabung pengaman, kita hanya memerlukan botol plastik yang telah dilubangi sebanyak 2 lubang pada bagian tutupnya menyesuaikan ukuran sambungan selang. Setelah sambungan selang dipasang, maka lem artiko diberikan disekitar lubang untuk merekatkan sambungan selang pada lubang dan untuk mencegah udara luar masuk ke dalam tabung. Potongan selang sepanjang tabung dipasangkan pada sambungan selang bagian masukan (yang berhubungan dengan bagian keluaran / *output* generator) hingga menyentuh permukaan bawah tabung pengaman. Sebagai isi dari tabung ini adalah hanya air murni sebanyak sepertiga / setengah volume tabung.

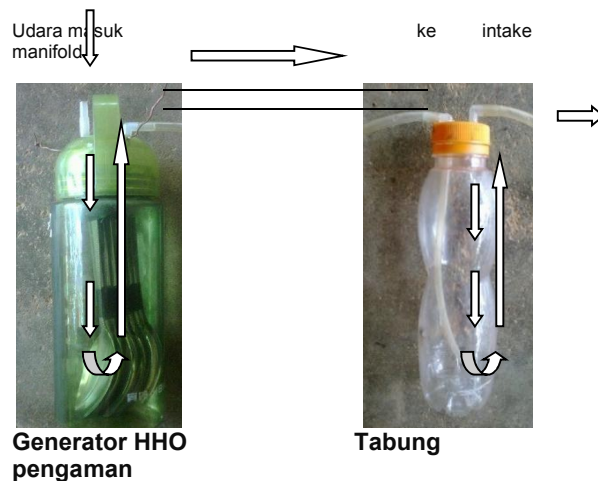


Gambar 5. Tabung pengaman

Rangkaian bola lampu dibuat dengan memasang bola lampu pada dudukan dan kemudian memasang 2 kabel pada dudukan tersebut (1 berfungsi mengalirkan arus *input* dan 1 lagi untuk mengalirkan arus ke terminal batere negatif).

Setelah generator HHO, tabung pengaman, dan rangkaian bola lampu selesai dikerjakan, maka kita perlu melakukan pemasangan pada kendaraan. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

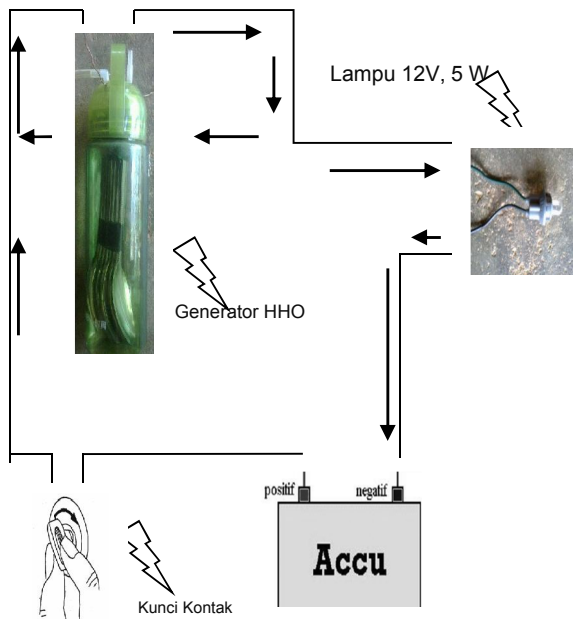
Untuk aliran udara



Gambar 7. Arah aliran udara

Kita harus menghubungkan sambungan selang (bentuk L) pada generator HHO ke sambungan selang pada tabung pengaman (terhubung dengan selang yang menyentuh air). Selanjutnya, sambungan selang yang lain pada tabung pengaman kita hubungkan ke *intake manifold* dengan selang yang telah disediakan. Terdapat 2 kabel pada tabung generator HHO. 1 kabel harus dihubungkan dengan kabel yang memiliki arus dari kunci kontak dan bukan dari batere langsung. Tujuannya adalah agar generator hanya bekerja jika mesin ingin dihidupkan. Dalam hal ini kita bisa memakai / menghubungkannya dengan kabel arus yang menuju klakson, karena klakson baru bisa dihidupkan setelah kunci kontak pada posisi ON. 1 kabel yang lain kita hubungkan ke rangkaian lampu. Selanjutnya kabel lampu yang lain kita hubungkan ke terminal negatif (-) batere.

Untuk aliran arus listrik



Gambar 8. Arah aliran arus listrik generator HHO

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian disusun untuk mempermudah dalam melakukan penelitian dan mengambil data yang dibutuhkan. Pada uji emisi gas buang, variabel tetap yang digunakan adalah waktu pengujian, sedangkan variabel bebasnya adalah putaran mesin dan penggunaan generator HHO.

Pada uji torsi dan daya mesin, variabel tetap yang digunakan adalah putaran mesin, sedangkan variabel bebasnya adalah penggunaan generator HHO dan tanpa generator HHO.

Pada uji konsumsi bahan bakar, variabel tetap yang digunakan adalah volume bahan bakar, sedangkan variabel bebasnya adalah putaran mesin dan waktu pemakaian bahan bakar.

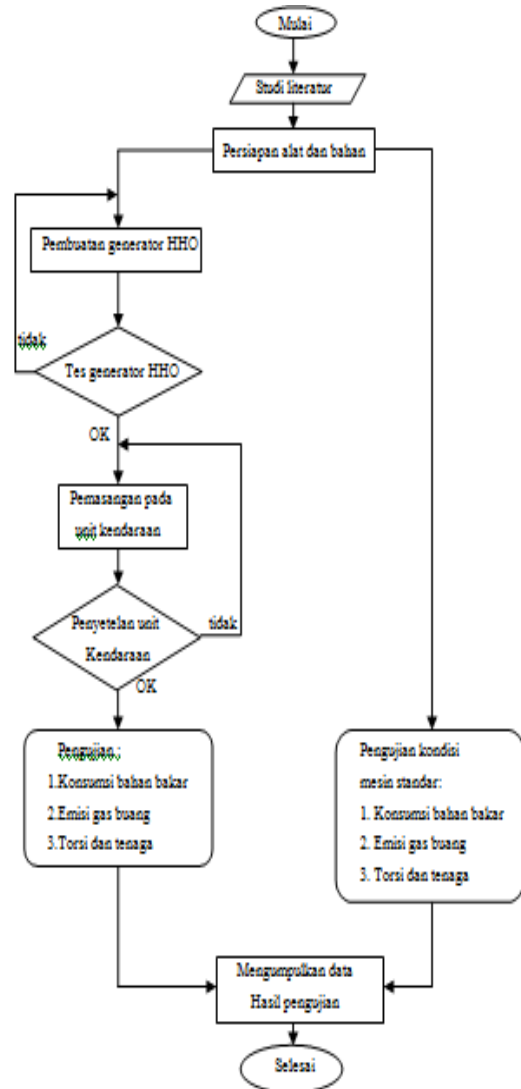
Pada Gambar 13 yang ditunjukkan adalah diagram alir prosedur penelitian.

3.3 Data dan Pengolahan Data

3.3.1. Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

1). Pelaksanan pengujian

- a. Mempersiapkan alat dan bahan uji konsumsi bahan bakar.
- b. Memanaskan mesin hingga mencapai suhu kerja mesin.
- c. Mempersiapkan bahan bakar untuk pengujian dengan memasang tabung bahan bakar pada sepeda motor.
- d. Menghidupkan sepeda motor pada putaran tertentu



Gambar 9. Diagram alir prosedur penelitian



Tempat menampung g BBM

Gambar 10. Mengatur putaran mesin pada pengujian konsumsi BBM

- e. Secara bersamaan saat mencapai putaran yang akan diukur pemakaian bahan bakarnya, catat waktu konsumsi bahan bakar sebanyak 5 ml, menggunakan *stopwatch*.



Gambar 15. Level bahan bakar yang harus diperhatikan saat pengujian

Saat mencatat waktu konsumsi BBM, kita harus memperhatikan level bahan bakar pada selang yang menghubungkan tempat penampungan bahan bakar ke karburator. Volume bahan bakar dari level A ke level B adalah 5 ml (diperoleh dengan menggunakan selang transparan diameter dalam 4 mm sepanjang 39,8 cm).

- f. Mengulangi pengukuran dengan variasi putaran mesin standar dan variasi putaran saat generator HHO terpasang.

2). Data hasil pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara menghitung waktu pemakaian bahan bakar sebanyak 5 ml dan berbagai variasi putaran dari putaran rendah hingga putaran tinggi dalam kondisi mesin standar dan menggunakan generator HHO (GHHO).

Tabel 3. Waktu konsumsi bahan bakar

No.	Putaran Mesin (rpm)	Jumlah BBM (ml)	Waktu konsumsi (detik)	
			Kondisi standar	Menggunakan GHHO
1	1500	5	133,18	148,15
2	2000	5	91,76	98,5
3	2500	5	82,12	92,05
4	3000	5	67,8	70,32
5	3500	5	59,6	68,7
6	4000	5	52,2	62,68
7	4500	5	49,25	60,99
8	5000	5	43,4	54,28
9	5500	5	40,56	45,7
10	6000	5	35,53	42,12
11	6500	5	34,13	37,55
12	7000	5	30,85	34,78
13	7500	5	29,46	33,18
14	8000	5	25,34	29,16
15	8500	5	24,14	27
16	9000	5	20,76	22,56
17	9500	5	15,83	17,26

3.3.2 Pengujian Torsi dan Tenaga Mesin

1). Pelaksanaan pengujian

- Mempersiapkan alat dan bahan uji torsi dan daya mesin.
- Memanaskan mesin hingga mencapai suhu kerja mesin.
- Menyalakan dinamo tester.



Gambar 11. Dinamo tester

- Mempersiapkan sepeda motor pada dinamo tester. Sepeda motor harus dikondisikan agar hanya ban belakang yang berputar untuk meneruskan daya yang dihasilkan mesin ke alat dinamo tester. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara: ban depan diikat pada *stand* dinamo tester, posisi standar tengah, dan bagian belakang kendaraan (kanan dan kiri) diikat pada *stand* dinamo tester.



Gambar 12. Mempersiapkan sepeda motor pada dinamo tester

- Melakukan pengukuran dengan cara memasukkan gigi percepatan di posisi 5 kemudian memutar gas dari putaran mesin sedang (6000 rpm) ke putaran mesin maksimal.
- Mencetak hasil pengukuran.
- Mengulangi pengukuran dengan kondisi generator HHO terpasang pada sepeda motor.

2). Data hasil pengujian

Tabel 4. Torsi dan daya mesin

No.	Putaran mesin (rpm)	Kondisi Mesin Standar (tanpa GHHO)	
		Daya (HP)	Torsi (N.m)
1.	6250	10,2	11,59
2.	6500	11,3	12,40
3.	7000	13,0	13,20
4.	7048	13,1	13,26
5.	7500	13,1	12,43
6.	8000	13,8	12,26
7.	8240	14,0	12,05
8.	8500	13,6	11,39
9.	9000	13,0	10,23
10.	9500	4,3	3,24

No.	Putaran Mesin (rpm)	Kondisi menggunakan GHHO	
		Daya (HP)	Torsi (N.m)
1.	6250	11,2	12,64
2.	6429	12,0	13,32
3.	6500	12,0	13,09
4.	7000	12,6	12,75
5.	7500	13,4	12,67
6.	8000	13,6	12,06
7.	8500	13,2	11,05
8.	9000	12,9	10,17
9.	9156	14,1	10,93
10.	9500	6,6	4,93

3.3.3 Pengujian Emisi Gas Buang

1). Pelaksanaan pengujian

- Mempersiapkan alat dan bahan uji emisi.
- Memanaskan mesin hingga mencapai suhu kerja mesin.
- Menghidupkan *automotive gas analyzer* dengan menekan tombol ON sehingga dengan menekan tombol ON sehingga alat uji emisi tersebut akan melakukan kalibrasi secara otomatis dan alat uji siap digunakan.



Gambar 13. Automotive gas analyzer

- Memasang *probe* pengujian pada lubang knalpot sepeda motor.



Gambar 14. Pengukuran kadar emisi gas buang

- e. Melakukan pengukuran dalam waktu 10 menit / hingga hasil yang ditampilkan pada layar stabil.
- f. Cetak hasil pengukuran
- g. Melakukan pengukuran dengan pemasangan generator HHO pada sepeda motor.

2). Data hasil pengujian

Tabel 5. Kadar emisi gas buang

No.	Putaran mesin (rpm)	Kadar CO (%)	
		Mesin standar	Menggunakan GHHO
1	1500	0,47	0,09
2	2000	0,10	0,05
3	2500	0,08	0,04
4	3000	0,00	0,04
5	3500	0,00	0,04
6	4000	0,15	0,05

No.	Putaran mesin (rpm)	Kadar CO ₂ (%)	
		Mesin standar	Menggunakan GHHO
1	1500	5,2	5,6
2	2000	5,6	4,2
3	2500	4,0	3,9
4	3000	3,6	4,0
5	3500	3,9	3,8
6	4000	4,3	4,4

No.	Putaran mesin (rpm)	Kadar HC (ppm)	
		Mesin standar	Menggunakan GHHO
1	1500	150	95
2	2000	87	29
3	2500	74	24
4	3000	67	20
5	3500	54	16
6	4000	47	1

No.	Putaran mesin (rpm)	Kadar O ₂ (%)	
		Mesin standar	Menggunakan GHHO
1	1500	12,61	19,45
2	2000	12,61	20,42
3	2500	13,61	20,42
4	3000	13,61	20,42
5	3500	13,61	20,42
6	4000	13,94	20,42

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Prestasi Mesin

Berdasarkan data yang telah disampaikan pada bab sebelumnya, maka kita dapat menghitung parameter prestasi mesin, seperti: konsumsi bahan bakar, torsi dan tenaga mesin, daya spesifik, dan konsumsi bahan bakar spesifik.

4.1.1 Konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*)

Dapat dirumuskan dengan:

$$BFC = \frac{Vf}{t}$$

Dimana:

BFC = konsumsi bahan bakar (ml / detik)

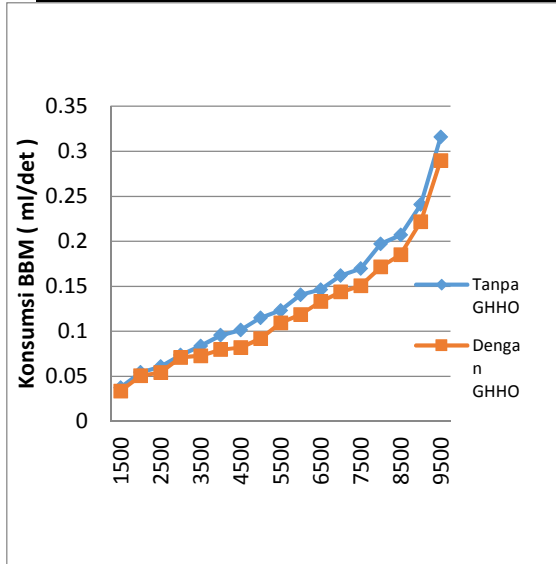
Vf = konsumsi bahan bakar selama t detik (ml)

t = waktu konsumsi bahan bakar (detik)

Tabel 6. Konsumsi bahan bakar

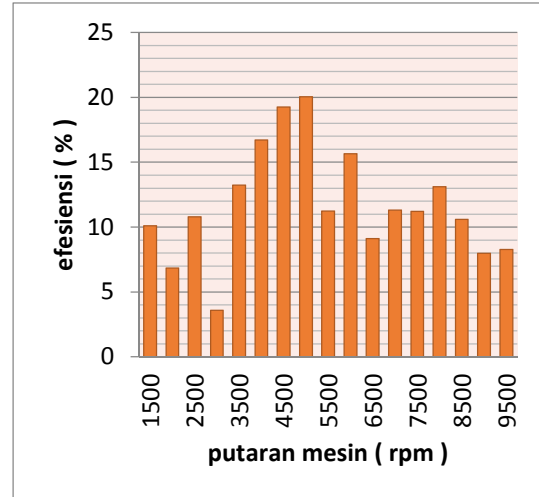
No.	Putaran Mesin (rpm)	Konsumsi BBM (ml / detik)	
		Tanpa GHHO	Dengan GHHO
1	1500	0,03754	0,03375
2	2000	0,05449	0,05076
3	2500	0,06089	0,05432
4	3000	0,07375	0,0711
5	3500	0,08389	0,07278
6	4000	0,09579	0,07977
7	4500	0,10152	0,08198
8	5000	0,11521	0,09211
9	5500	0,12327	0,10941
10	6000	0,14073	0,11871
11	6500	0,1465	0,13316
12	7000	0,16207	0,14376
13	7500	0,16972	0,15069

14	8000	0,19732	0,17147
15	8500	0,20713	0,18519
16	9000	0,24085	0,22163
17	9500	0,31586	0,28969



Gambar 15. Grafik konsumsi bahan bakar

Pada grafik di atas dapat kita lihat bahwa semakin tinggi putaran mesin, maka akan semakin tinggi pula konsumsi bahan bakarnya. Penyebab dari fenomena ini adalah karena frekuensi pembakaran akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya putaran mesin. Efisiensi konsumsi bahan bakar paling tinggi setelah penggunaan GHHO adalah pada putaran sedang, yaitu 5000 rpm sebesar 20 % . Sedangkan efisiensi paling rendah pada 3000 rpm, yaitu 3,8 %. Hal ini sangat bermanfaat mengingat seringnya pemakaian kendaraan adalah pada putaran sedang antara 4000- 6000 rpm.



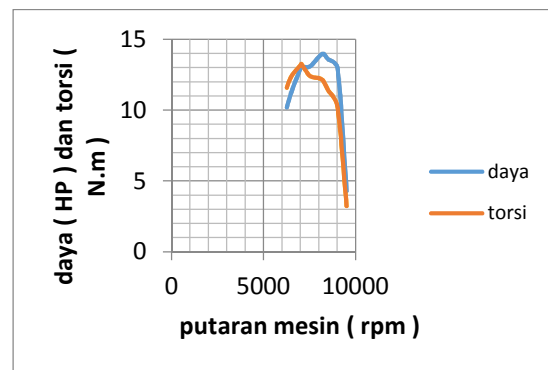
Gambar 16. Efisiensi konsumsi bahan bakar

4.1.2 Torsi dan daya mesin

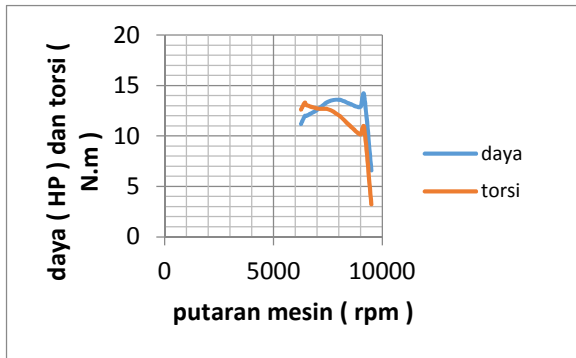
Torsi, daya, dan putaran mesin sangat berkaitan erat. Hal ini bisa dibuktikan dengan adanya rumus yang terdapat dalam e-jurnal Ahmad Fauzien tahun 2008, yaitu:

$$P = \frac{\text{torsi} \left(\frac{ft}{lbs} \right) \times \text{putaran mesin} (rpm)}{5252}$$

Berdasarkan pengujian, torsi dan daya mesin meningkat setelah penggunaan GHHO. Meskipun peningkatan daya dan torsi maksimum tidak terlalu besar, akan tetapi setelah penambahan GHHO, daya pada putaran tinggi semakin meningkat. Tentu saja peningkatan daya pada putaran tinggi akan membawa dampak yang positif untuk peningkatan *top speed* kendaraan.



Gambar 17. Daya dan torsi sebelum penggunaan GHHO



Gambar 18. Daya dan torsi setelah penggunaan GHHO

4.1.3 Daya spesifik

Daya spesifik adalah daya motor yang diperoleh dari daya maksimum per volume langkah motor tersebut. Berdasarkan data pengujian, terdapat selisih 0,7 HP/liter

4.1.4 Konsumsi bahan bakar spesifik (*Specific fuel consumption*)

Konsumsi bahan bakar spesifik dihitung dengan mendapatkan daya motor terlebih dahulu. Berdasarkan hasil pengujian, hanya putaran mesin lebih dari 6000 yang bisa terlihat. Hal ini disebabkan oleh kemampuan karburator untuk menghasilkan tenaga spontan hanya pada putaran tersebut.

$$BSFC = \frac{BFC \cdot \rho f}{P}$$

Dimana:

BSFC = konsumsi bahan bakar spesifik (gr / Hp. Jam)

BFC = konsumsi bahan bakar (liter / jam)

P = daya mesin (HP)

ρf = massa jenis bahan bakar (kg / m³), untuk bensin adalah 754,2 kg / m³.

antara motor yang belum dipasang GHHO dengan yang sudah dipasang GHHO. Berikut ini adalah perhitungannya.

$$Ps = \frac{P_{max}}{Vl}$$

Sehingga, untuk mesin standar pada pengujian ini adalah:

$$\begin{aligned} Ps &= \frac{14,0 \text{ HP}}{\frac{149,2 \text{ cc}}{14,0 \text{ HP}}} \\ &= \frac{14,0 \text{ HP}}{0,1492 \text{ l}} \\ &= 93,8 \text{ HP/l} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk mesin yang telah dipasang GHHO, adalah:

$$\begin{aligned} Ps &= \frac{14,0 \text{ HP}}{\frac{149,2 \text{ cc}}{14,1 \text{ HP}}} \\ &= \frac{14,1 \text{ HP}}{0,1492 \text{ l}} \\ &= 94,5 \text{ HP/l} \end{aligned}$$

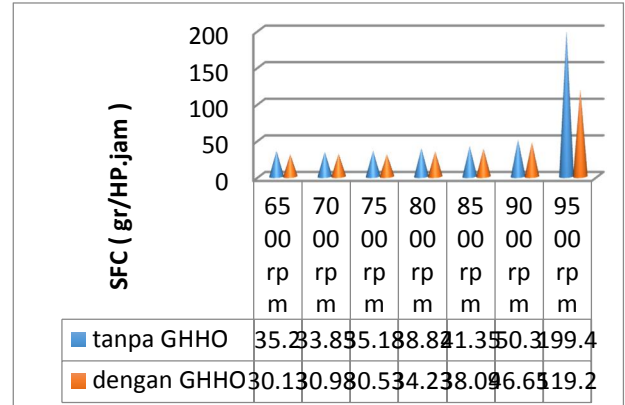
No.	Putaran mesin (rpm)	Tanpa GHHO			Dengan GHHO			Efisiensi (%)
		Konsumsi BBM (l/jam)	Daya mesin (HP)	BSFC (gr / Hp. Jam)	Konsumsi BBM (l/jam)	Daya mesin (HP)	BSFC (gr / Hp. Jam)	
1	6500	0,527	11,3	35,2	0,479	12	30,13	14,41
2	7000	0,583	13	33,85	0,518	12,6	30,98	8,484
3	7500	0,611	13,1	35,18	0,542	13,4	30,53	13,2
4	8000	0,71	13,8	38,82	0,617	13,6	34,23	11,82
5	8500	0,746	13,6	41,35	0,667	13,2	38,09	7,883
6	9000	0,867	13	50,3	0,798	12,9	46,65	7,256
7	9500	1,137	4,3	199,4	1,043	6,6	119,2	40,25

Tabel 7. Konsumsi bahan bakar spesifik

Konsumsi bahan bakar spesifik paling tinggi untuk pengujian sebelum GHHO

terpasang, terlihat pada putaran 9500 sebesar 199,4 gr/HP.jam. Sedangkan yang

paling rendah adalah pada 7000 rpm sebesar 33,85 gr/HP.jam. terdapat perbedaan yang signifikan setelah dilakukan pengujian dengan kondisi GHHO terpasang, sehingga didapatkan efisiensi tertinggi pada putaran 9500 sebesar 40,25 % dan yang terendah adalah pada 9000 rpm sebesar 7,256 % (Gbr 24)



Gambar 19. Grafik konsumsi bahan bakar spesifik

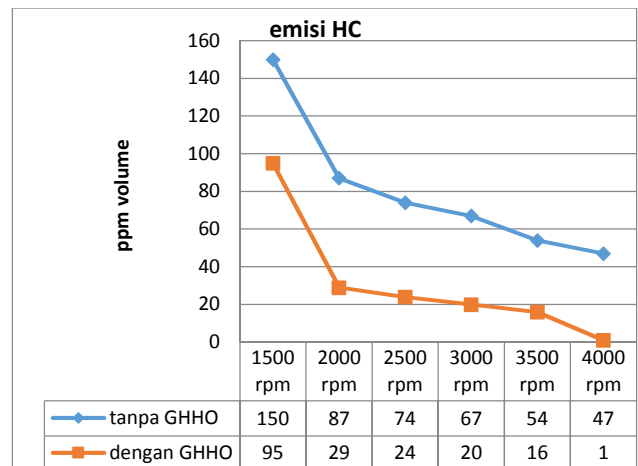
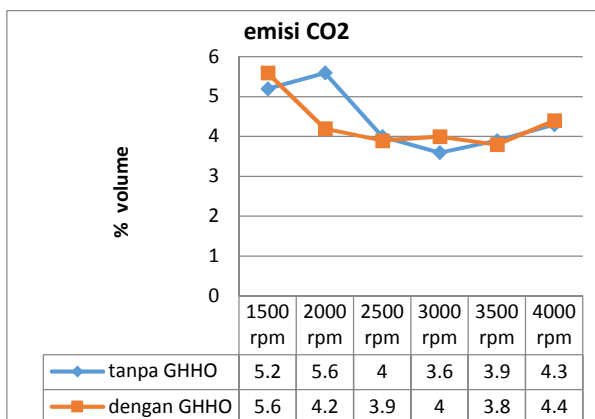
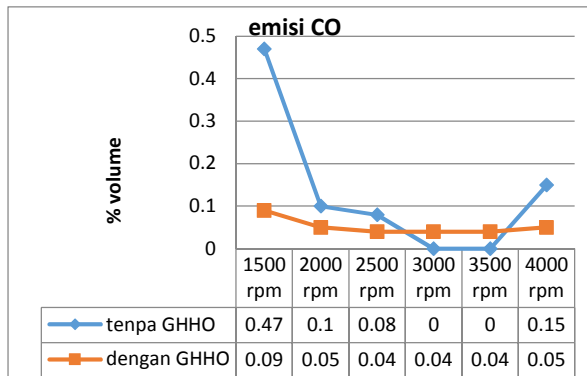
Sebagai akibat dari menurunnya konsumsi bahan bakar spesifik pada pengujian dengan GHHO, maka konsumsi bahan bakarpun akan menurun saat dipakai/dalam kondisi kendaraan dijalankan.

4.2 Emisi Gas Buang

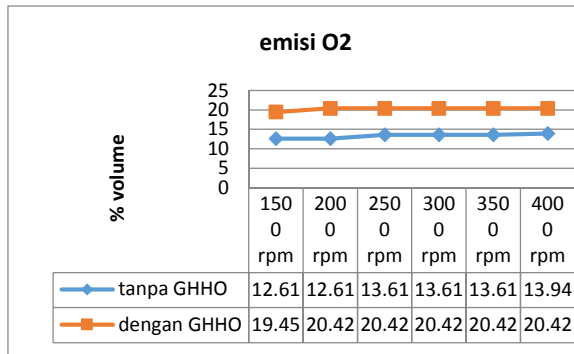
Secara umum, terjadi penurunan kadar CO setelah pemasangan GHHO. Pada grafik di bawah ini dapat dilihat kadar CO lebih stabil meskipun dengan perubahan / penambahan putaran mesin saat pengujian menggunakan generator HHO.

Sedangkan pada CO₂ perubahan tidak terjadi secara signifikan meskipun dengan bertambahnya putaran mesin, baik menggunakan generator HHO maupun yang tidak menggunakan generator HHO.

Kadar emisi HC akan turun sesuai dengan bertambahnya putaran mesin. Dengan penambahan gas HHO, dapat dilihat bahwa pada semua pengujian dari putaran rendah hingga sedang, kadar emisi HC menurun secara drastis.



Gambar 20. Grafik kadar emisi CO dan CO₂



Gambar 21. Grafik kadar emisi HC dan O₂

Hasil yang berbeda ditunjukkan pada grafik oksigen (O₂), yang hampir pada semua pengujian nilainya sama. Akan tetapi jika dibandingkan dengan pengujian sebelum dipasang GHHO, nilai O₂ akan lebih besar pengujian yang menggunakan GHHO.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian terhadap sepeda motor jenis Honda New Megapro 149,2 cc tahun 2011 baik tanpa menggunakan generator HHO maupun menggunakan generator HHO dengan lapisan sendok stainless steel sebagai elektroda penghantar arus, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Secara keseluruhan untuk pengujian menggunakan variabel bebas putaran mesin, didapatkan penurunan konsumsi bahan bakar.
2. Efisiensi penggunaan bahan bakar yang paling tinggi adalah pada putaran mesin sedang terutama 5000 rpm dengan penggunaan generator HHO sebesar 20 %, sedangkan paling rendah pada 3000 rpm yaitu sebesar 3,8%.
3. Setelah menggunakan generator HHO, daya maksimum dihasilkan pada putaran mesin 9156 rpm sebesar 14,1 HP dan torsi maksimum dihasilkan pada putaran mesin 6429 rpm sebesar 13,32 Nm.
4. Gas polutan yang berbahaya dapat diminimalkan dengan penggunaan generator HHO terutama gas CO dan HC.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang bisa diberikan adalah:

1. Untuk meningkatkan prestasi mesin dan menurunkan emisi gas buang dengan cara yang mudah dan mudah untuk dikerjakan secara perorangan bisa dilakukan dengan memasang generator HHO pada sepeda motor dengan memanfaatkan bahan dan alat dari lingkungan sekitar.
2. Pada penelitian yang akan datang, perlu dilakukan kajian tentang pengaruh berbagai variabel dalam generator HHO, seperti: jenis elektroda penghantar arus, konsentrasi larutan, jenis larutan elektrolit, dimensi plat elektroda, dan lain sebagainya untuk mendapatkan gas hidrogen secara optimum.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arifin, Zainal dan Sukoco, 2009. *Pengendalian Polusi Kendaraan*. Yogyakarta: Alfabetha.
2. Arianto, Dily Yuniar, 2009. *Pengujian Dan Pemasangan Tabung Tenaga Untuk Efisiensi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Jenis Suzuki Smash FD 110 cc*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang.
3. Firmansyah, Rachmat Harris, 2008. *Penelitian Kestabilan dan Panjang Nyala Api Premix Akibat Variasi Diameter Dalam Ring Menggunakan Gas Propana pada Bunsen Burner*. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
4. Kamil, Ahmad Fauzie Ilman, 2008. *Analisis Penggunaan Venturi Mixer 12 Lubang Menyilang Terhadap Perubahan Performa Dan Emisi pada Sepeda Motor 4 Langkah/125 cc Dengan Penambahan LPG (Propana 4,58% dan Butana 83,14%)*. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
5. Muttaqien, Amirul, 2009. *Pemasangan dan Pengujian Tabung Tenaga Untuk Mendapatkan Efisiensi Penggunaan Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Jenis Honda Supra 125 cc*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang.
6. Putra, Dhika Ramadhanny, 2009. *Kajian Eksperimental Pengaruh Penggunaan Gas Hasil Elektrolisis Terhadap Unjuk Kerja Motor Diesel*. Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, FTK, ITS.

7. Putro, Cahyo Pambudi Laksito, 2009. *Pengujian Dan Pemasangan Tabung Tenaga Pada Sepeda Motor Honda CB 100 Untuk Efisiensi Bahan Bakar*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang.
8. Sparingga.RA.,& Intang.A, 2012. *Analisa Perbedaan Kadar Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Merk Mio Soul Yang Menggunakan Bahan Bakar Premium Dan Pertamina*. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tamansiswa Palembang.
9. Sudirman, Urip, 2008. *Hemat BBM Dengan Air*. Jakarta, Kawan Pustaka.
10. <http://lontar.ui.ac.id> diakses pada 11 Mei 2013 pukul 01:41.
11. <http://www.mynorival.com/2013/03/afr-sebagai-kunci-utama-performayang.html> diakses pada 11 Mei 2013 pukul 02:00.
12. <http://ecopowerbooster.blogspot.com/2012/04/eco-power-booster-penghemat-bbm-hingga.html> diakses pada 28 Mei 2013 pukul 13:00.
13. <http://www.esdm.go.id> diakses pada 28 Mei 2013 pukul 15:48.
14. <http://skripsi.umm.ac.id> diakses pada 27 Mei 2013 pukul 10:55.
15. <http://id.wikipedia.org/wiki/Hidrogen>
16. <https://id.wikipedia.org/wiki/Oksigen>
17. <http://www.astra-honda.com/gallery-foto/corporate-social-responsibility-2013/>