

# STRATEGI PENINGKATAN PERFORMA DAN PERBAIKAN EMISI GAS BUANG MOTOR BENSIN DENGAN METODE INJEKSI HIDROGEN

**Muhamad As'adi**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik UPN "Veteran" Jakarta  
Jl. R.S. Fatmawati Pondok Labu Jakarta Selatan – 12450  
Telp. 021 7656971 Ext. 195 E-mail: [adi\\_shiddiq@yahoo.com](mailto:adi_shiddiq@yahoo.com)

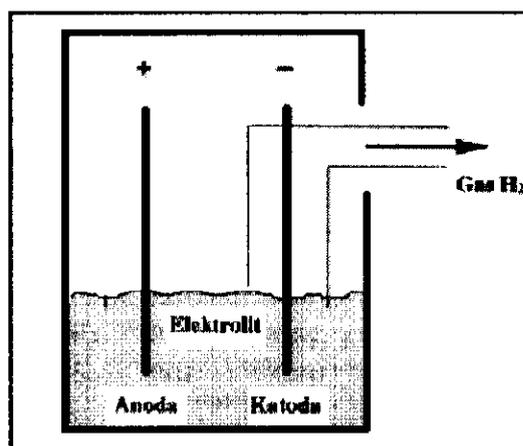
## Abstract

*In this paper presented a strategy to increase the power and improvement of exhaust emissions gasoline engine by using hydrogen gas injection into combustion chamber. The injection of Hydrogen (H) into combustion system by using a Hydrogen Booster. The testing machine is used in four – stroke single cylinder engine with a single overhead cam, capacity is 115 cc. The testing is conducted at PT. AHRS Racing Products. The results showed that the motor is using hydrogen booster could increase the torque and power by 0.98% and 3.07% if is compared with the motor in standard conditions and can be reduced fuel consumption by 13.35%, and the exhaust emissions that is produced by motor by using hydrogen booster is better if it's compared with the motor without using a hydrogen booster.*

**Key Words:** hydrogen, booster, engine, performance, emissions

## PENDAHULUAN

Hidrogen adalah unsur kimia pada tabel periodik yang memiliki simbol H dan nomor atom 1. Pada suhu dan tekanan standar, hidrogen tidak berwarna, tidak berbau, bersifat non logam, bervalensi tunggal, dan merupakan gas diatomik yang sangat mudah terbakar. Hidrogen adalah unsur teringan di dunia. Kebanyakan hidrogen berada dalam keadaan bersenyawa dengan unsur lain seperti hidrokarbon dan air. Salah satu cara untuk menghasilkan hidrogen adalah melalui proses elektrolisa dengan bantuan energi listrik. Skema dari prinsip elektrolisa ditunjukkan dalam gambar 1.



Gambar 1. Skema prinsip produksi hidrogen dengan elektrolisa

Hydrogen Booster adalah sebuah alat untuk memisahkan senyawa kimia antara gas hydrogen ( $H_2$ ) dan oksigen ( $O_2$ ) dari molekul air ( $H_2O$ ) dengan menggunakan arus listrik (elektrolisis). Gas hydrogen hasil dari pemisahan inilah yang dapat berfungsi sebagai booster (penambah tenaga) pada mesin kendaraan.

Alat ini hanya menggunakan media air aki atau aquades yang dimasukkan ke dalam tabung yang tersedia. Selain itu juga dipergunakan juga NaOH atau KOH sebagai bahan campuran dengan air aki tersebut. Didalam tabung tersebut terdapat material berbahan stainless steel sebagai penghantar arus (+) yang mampu menghasilkan  $O_2$  dan yang berfungsi juga sebagai penghantar arus (-) dan mampu menghasilkan  $H_2$ .

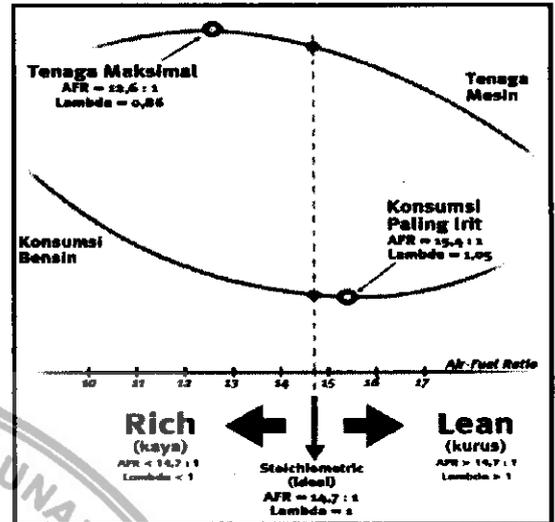
Setelah alat hydrogen booster dihubungkan dengan aki dan mengalami pengaliran aliran listrik pada elemen yang tersedia di dalamnya, otomatis akan menghasilkan gas hidrogen akibat dari adanya proses elektrolisis. Setelah gas tercipta, dipergunakan selang untuk menghubungkan antara tabung penghasil gas dengan intake manifold atau saluran udara dan selanjutnya terjadilah proses pembakaran.

### Bahan bakar

Bahan bakar bensin merupakan persenyawaan hidrokarbon 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 atau miskin, jika di dalam campuran bensin dan udara tersebut terdapat lebih dari 14,7 prosentase udara, sedangkan jika kurang dari angka tersebut disebut campuran kaya atau gemuk.

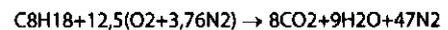


Gambar 2.

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 ( $CO_2$ ) 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  $C_n H_m$ . 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  $CO_2$  dan  $H_2O$ . 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

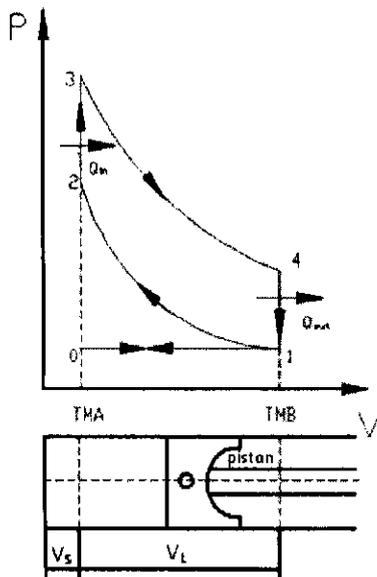
Kompresi adalah langkah untuk menaikkan tekanan campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder yang kemudian pada akhir langkah kompresi ini terjadi penyalaan atau pembakaran oleh busi. Untuk menghitung *ratio kompresi* pada suatu ruang bakar digunakan rumus sebagai berikut:

$$r = \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_L + V_S}{V_S} \dots\dots\dots 1)$$

dimana:

- r : perbandingan kompresi
- VL : volume langkah piston dari TMA (Titik Mati Atas) ke TMB (Titik Mati Bawah), cm<sup>3</sup>
- VS : volume ruang bakar, cm<sup>3</sup>

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



Gambar 3. 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, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> 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: (1) Hidrokarbon (HC) adalah gas buang yang diakibatkan karena bahan bakar yang tidak terbakar, diukur dalam satuan part per milion (ppm) atau bagian persatu juta udara, molekul ringan, tidak terlihat sehingga melayang di udara, berbahaya bagi kesehatan, mengikat hemoglobin darah kita, dan semakin kecil HC semakin bagus. (2) Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Mengindikasikan derajat termis pembakaran, diukur dalam prosentase, semakin tinggi semakin bagus (tertinggi 16%), bersifat ringan, tidak terlihat dan tidak berbahaya tetapi dapat menjadi gas rumah kaca, tumbuhan, biota laut dan lahan gambut memerlukan gas ini, dan batas minimum 11%. (3) Karbon monoksida (CO) adalah gas yang timbul sebagai reaksi dari pembakaran yang tidak sempurna, bersifat ringan, tidak terlihat sehingga melayang di udara, berbahaya bagi kesehatan, ISPA, kanker, penurunan kecerdasan, dan diukur dalam prosentase, 0,5 – 3% adalah hasil yang ideal. (4) Oksigen (O<sub>2</sub>). Menunjukkan kualitas pembakaran, karena salah satu unsur proses pembakaran adalah oksigen, sebagai parameter dari jumlah oksigen yang tidak terbakar dan pendeteksi kebocoran exhaust manifold, diukur dalam prosentase, semakin kecil semakin bagus, tidak berbahaya bagi kesehatan, dan memiliki nilai ideal adalah kurang

dari 2%. (5) Nox adalah gas buang yang ditimbulkan oleh nitrogen yang teroksidasi karena tekanan dan panas kompresi, diukur dalam prosentase, tidak semua alat uji dilengkapi dengan fitur ini, dan berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan karena gas ini adalah racun. (6) 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 sistem 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 :

$$FC = \frac{V}{t} \dots\dots 2)$$

Dimana :

- FC = Konsumsi bahan bakar (cc/menit)
- V = Volume (cc)
- t = waktu (menit)

Hal-hal yang mempengaruhi besarnya konsumsi bahan bakar antara lain: (1) sistem bahan bakar rusak (bensin bocor, permukaan bensin di karburator terlalu tinggi, saringan udara kotor dan penyetulan kecepatan rendah tidak baik), (2) sistem pengapian rusak (waktu penyalaan tidak tepat, busi meletup secara salah, titik kontak pemutus arus ru-

sak), (3) tekanan kompresi mesin rendah, (4) sistem penggerak katup salah, (5) pipa saluran gas buang tersumbat, (6) kopling selip, (7) rem menahan, dan (8) penggunaan sepeda motor tidak benar.

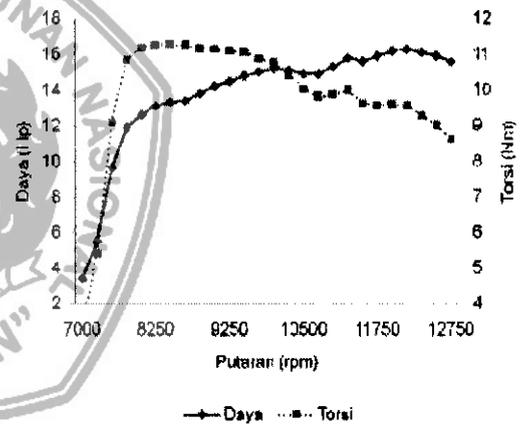
## PEMBAHASAN

### Analisis Data Percobaan Motor Bensin Tanpa Dipasang Hidrogen Booster (Kondisi Standar).

Dari hasil pengujian pada motor tanpa dipasang hidrogen booster (Kondisi Standard) menggunakan alat uji dynamometer (data diambil oleh Syahrir Ardiansyah P.P) didapat data yang mempengaruhi percobaan sebagai berikut:

- Temperatur ruangan : 33,0°C
- Humidity : 74%

Berdasarkan pengujian yang telah dilaksanakan, dapat dibuat grafik hubungan antara torsi terhadap putaran dan daya terhadap putaran sebagai berikut:



**Gambar 4.** Hubungan antara putaran dengan torsi dan daya tanpa dipasang hidrogen booster.

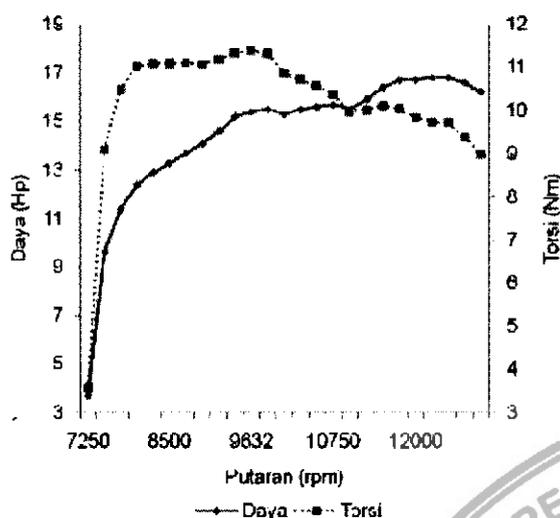
Berdasarkan data dan grafik di atas, dapat diketahui torsi puncak yang dihasilkan sepeda motor tanpa menggunakan hidrogen booster sebesar 11,28 Nm pada putaran 8418 rpm dan torsi minimal berada pada 5,42 Nm pada putaran 7250 rpm. Sedangkan daya maksimum yang dicapai sebesar 16,3 Hp pada putaran 12045 rpm dan daya minimum yang dihasilkan adalah 5,5 Hp pada putaran 7250 rpm.

### Analisis Data Pengujian Motor Bensin Dengan Dipasang Hidrogen Booster.

Dari hasil pengujian pada motor bensin dengan dipasang hidrogen booster menggunakan alat uji dynamometer didapat data yang mempengaruhi percobaan sebagai berikut:

Temperatur ruangan : 33,0 °C  
 Humidity : 74%

Berdasarkan pengujian yang telah dilaksanakan, dapat dibuat grafik hubungan antara torsi terhadap putaran dan daya terhadap putaran sebagai berikut:



**Gambar 5.**  
 Hubungan antara putaran dengan torsi dan daya dengan dipasang hidrogen booster.

Berdasarkan data dan grafik di atas, dapat diketahui torsi puncak yang dihasilkan sepeda motor dengan menggunakan hidrogen booster sebesar 11,39 Nm pada putaran 9632 rpm dan torsi minimal berada pada 3,57 Nm pada putaran 7000 rpm. Sedangkan daya maksimum yang dicapai sebesar 16,8 Hp pada putaran 12223 rpm dan daya minimum yang dihasilkan adalah 3,7 Hp pada putaran 7250 rpm.

Berdasarkan kedua grafik tersebut, dapat dihitung bahwa kenaikan torsi pada motor bensin yang menggunakan hidrogen booster adalah 0,98 %, dan kenaikan dayanya sebesar 3,07 %.

### 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 dilaksanakan di lingkungan Fakultas Teknik UPN "Veteran" Jakarta 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 2.

**Tabel 2.** Konsumsi Bahan Bakar

No.	DESKRIPSI	PUTARAN MESIN (rpm)	KONSUMSI BAHAN BAKAR			Rata-rata (cc/ menit)
			1 (cc/ menit)	2 (cc/ menit)	3 (cc/ menit)	
1	Kondisi Standar (tanpa Hidrogen Booster)	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	Menggunakan Hidrogen Booster	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						6,70

Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan Hidrogen Booster dapat menghemat konsumsi bahan bakar sebesar 13,35 %.

### 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 3.

**Tabel 3.** Emisi Gas Buang

No.	DESKRIPSI	EMISI GAS BUANG					
		CO (%)	HC (ppm)	CO2 (%)	O2 (%)	Lambda	AFR
1	Mesin uji tanpa Hidrogen Booster	10	3008	6,0	1,89	0,679	10,5
2	Mesin uji dengan Hidrogen Booster	4,58	740	11,6	1,06	0,889	13,7

Hasil pengujian mesin uji tanpa Hidrogen Booster 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 kendaraan dengan menggunakan hidrogen booster dinyatakan lulus uji emisi.

### SIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil pengujian dari penggunaan *hidrogen booster* pada motor bensin 4 langkah satu silinder kapasitas 115 cc, maka dapat diambil kesimpulan bahwa: penambahan *Hidrogen booster* akan meningkatkan torsi sebesar 0,98% dan daya 3,07%, dengan mengaplikasikan *Hidrogen booster* dapat mengurangi konsumsi bahan bakar sebesar 13,35% sehingga lebih ekonomis

dibandingkan dengan tidak menggunakan *Hydrogen booster* (kondisi standar), dan dengan mengaplikasikan *Hydrogen booster* disuatu mesin dapat memperbaiki emisi gas buang yang dihasilkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2010, *Memaksimalkan Performa Mesin Dengan Hydrogen Booster*, [http : www.solusimobil.com](http://www.solusimobil.com), diakses tanggal 22 Agustus 2010.

Arismunandar, 1990, *Motor Bakar Torak*, Gramedia, Jakarta.

Heywood John B, 1988, *Internal Combustion Engine Fundamentals*, McGraw-Hill Publishing Company.

Nurchayadi Tedy, 2010, *Hydrogen Booster Terbukti Hemat BBM*, [http : www.matanews.com](http://www.matanews.com), diakses tanggal 25 Agustus 2010.

Sigit, 2009, *Analisa penggunaan water injection terhadap performansi motor bakar*, UMS.

Saftari Firmansyah, 2006, *Uiak-Atik Otomotif*, Elek Media, Jakarta.

