

## PERFORMA MESIN DAN EMISI GAS BUANG MOTOR BENSIN BERBAHAN BAHAN BAKAR LPG DENGAN PENAMBAHAN GAS HHO

Nu'man

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
E-mail: [driftship@gmail.com](mailto:driftship@gmail.com)

Indra Herlamba Siregar

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
E-mail: [Indra\\_adsite2006@yahoo.com](mailto:Indra_adsite2006@yahoo.com)

### Abstract

Konsumsi bahan bakar minyak dari tahun ke tahun selalu mengalami peningkatan. Sementara cadangan minyak bumi Indonesia dari tahun ke tahun selalu mengalami penurunan. Penggunaan bahan bakar pengganti bahan bakar minyak (BBM) dalam hal ini LPG (*Liquified Petroleum Gas*) diharapkan mampu menjaga ketahanan energi nasional serta menurunkan emisi gas buang motor bensin. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan bakar LPG dengan penambahan gas HHO pada motor bensin 1 silinder 4 langkah terhadap performa mesin dan emisi gas buang. Standar pengujian performa mesin yang digunakan ialah SAE J1349 dengan katup terbuka penuh, sementara untuk standar pengujian emisi gas buang digunakan standar SNI 19 – 71118. 3 – 2005 dengan putaran mesin yang divariasikan. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pada penggunaan LPG maupun LPG dengan penambahan gas HHO, terjadi penurunan pada performa mesin, konsumsi bahan bakar, dan menurunkan emisi CO dan HC yang dihasilkan.

Kata kunci: Motor Bensin 4 Langkah, LPG, Elektrolizer, Performa Mesin, Emisi Gas Buang.

### Abstract

**Abstract:** The fuel consumption from year to year is always increasing. Meanwhile, Indonesia's oil reserves from year to year is always decreasing. The use of substitute fuel oil fuel in this case the LPG (*Liquified Petroleum Gas*) is expected to maintain national energy security and lower emissions motor gasoline. The purpose of this study was to determine the effect of the use of LPG fuel with the addition of HHO gas in one cylinder gasoline engine 4 stroke on engine performance and exhaust emissions. Standards testing Engine performance as used SAE J1349 with fully open throttle valve, while for emissions standards testing as used standard SNI 19-71118. 3-2005 with engine speed in varied. Based on the results of this study concluded that the use of LPG and LPG with the addition of HHO gas, a decrease in engine performance, fuel consumption, and lower emissions of CO and HC.

Keywords: 4 Stroke SI engine, LPG, Elektrolyzer, Engines Performance, Exhaust Emission.

### PENDAHULUAN

Minyak bumi merupakan energi fosil yang mudah untuk dikonversi menjadi bentuk energi lain dibandingkan dengan beberapa produk bahan bakar fosil lain. Oleh karena itu, konsumsi bahan bakar fosil berupa minyak bumi, yang biasa disebut Bahan Bakar Minyak (BBM) secara global maupun nasional mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Terdapat dua jenis bahan bakar gas yang digunakan pada kendaraan, yaitu CNG (*Compressed Natural Gas*) yang juga dikenal dengan nama LGV (*Liquified Gas for Vehicle*). Penggunaan bahan bakar kendaraan bermotor dengan menggunakan bahan bakar gas memiliki beberapa kelebihan dibanding menggunakan bahan bakar minyak diantaranya; emisi gas buang yang dihasilkan lebih rendah, penggunaan bahan bakar yang lebih ekonomis, mengurangi biaya pemeliharaan mesin, dan harga bahan bakar gas yang murah dibanding BBM.

Sementara itu, banyak sekali penghematan BBM menggunakan air terutama pada kendaraan yang berbahan premium dan solar. Namun semenjak maraknya

penggunaan LPG sebagai alternatif BBM, banyak kalangan yang ingin mengetahui pengaruhnya pada kendaraan yang berbahan bakar LPG.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Aryadi (2010), dengan menggunakan bahan bakar LPG yang dikombinasikan dengan bensin (*dual fuel*), diperoleh penurunan konsumsi bahan bakar pada putaran *idle* sebesar 20 %. Sedangkan pada pengujian emisi gas buang didapatkan persentase penurunan CO dan HC, masing-masing sebesar 7,5 % dan 9,5 %.

Merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Fitriah (2009), menggunakan elektrolisa air yang ditambahkan  $\text{NaHCO}_3$ , pada elektroda dan volume elektrolit yang divariasikan, diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa *elektrolizer* HHO dengan kombinasi bentuk elektroda plat dan volume elektrolit 270 ml mampu menurunkan konsumsi bahan bakar sebesar 19,2 %, emisi CO sebesar 80,18% dan emisi sebesar HC 47,72 %. Penelitian ini dilakukan untuk meneliti sistem bahan

bakar *dual fuel*, dengan menggunakan bahan bakar gas (LPG) yang dikombinasikan dengan gas HHO. Karena selama ini penelitian terhadap sistem *dual fuel*, umumnya dilakukan pada bahan bakar minyak.

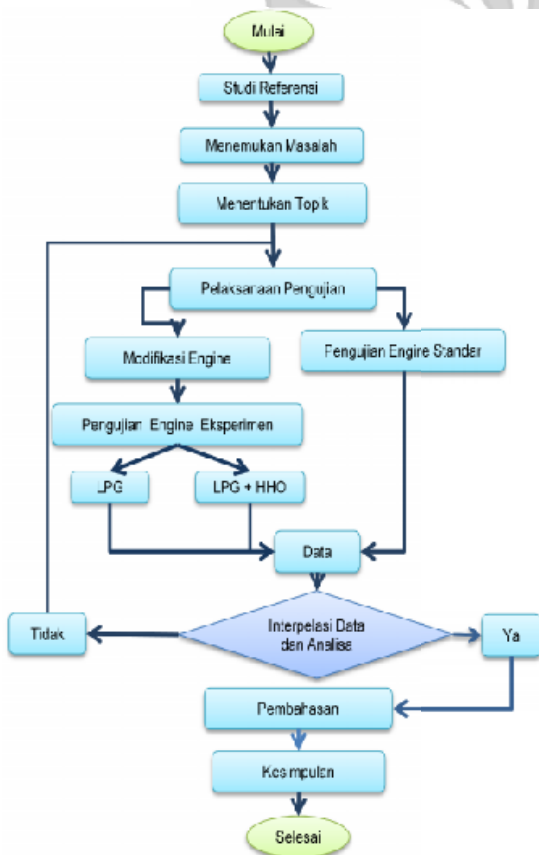
Penelitian ini melakukan pengujian terhadap kendaraan yang menggunakan bahan bakar minyak (pertamax), bahan bakar LPG serta pada LPG yang dikombinasikan dengan gas HHO.

Pada Penelitian ini pengujian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui performa dan emisi gas buang dengan menggunakan bahan bakar LPG serta pada penggunaan bahan bakar LPG dengan penambahan gas HHO.

Manfaat dari hasil penelitian yaitu sebagai referensi bagi para akademisi dalam mengembangkan bahan bakar pengganti premium untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak jenis fosil dan ditemukannya solusi tentang polusi udara, khususnya yang berasal dari gas buang kendaraan bermotor di Indonesia. Serta Sebagai penambah wawasan dalam pembuatan *electrolyzer* gas HHO dan pemanfaatannya dengan bahan bakar LPG pada motor bakar torak.

**METODE**

**Rancangan Penelitian**



**Gambar 1.** Rancangan Penelitian

**Jenis Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Penelitian dilakukan dengan tiga pengujian, yaitu pengujian standar, pengujian dengan LPG murni, dan pengujian LPG dengan penambahan gas HHO.

**Variabel Penelitian**

Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu performa mesin dan emisi gas buang. Untuk performa mesin mencakup torsi, daya dan konsumsi bahan bakar (*fc*). Sementara parameter emisi gas buang meliputi karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), oksigen (O<sub>2</sub>) dan hidrokarbon (HC).

Untuk variabel bebas yaitu penambahan gas HHO. Sedangkan variabel kontrol meliputi; putaran mesin, reaktor HHO 5 sell dengan 12 V DC dan arus 12 Ampere.

**Instrumen Penelitian**

Adapun objek penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin Yamaha Xeon 125 cc tahun 2012.

**Tabel 1.** Spesifikasi Yamaha Xeon

No.		Standart
1	Tipe Mesin	4 Tak, 2 katup
2	Jumlah Silinder	SOHC,
3	Volume Silinder	Tunggal
4	Diameter x Langkah	156,7 cc
4	Perbandingan	52,2 x 57,9 mm
5	Kompresi	10,9 : 1
6	Daya Max.	8,05 kW/8500 rpm
7	Torsi Max.	10,10 N.m/7000 rpm
8	Tipe Transmisi	V-Belt Otomatis

Reaktor atau *electrolyzer* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan model *drycell*. Reaktor merupakan rancangan dasar dari *common-duct series-cell electrolyzer*, yang awalnya dikembangkan dan dipatenkan oleh William Rhodes, Ernest Spirig, Yull Brown dan kemudian disempurnakan oleh Bob Boyce, George Wiseman, dan anggota lain. Yang menggunakan elektrolit (NaOH, KOH) dan air.

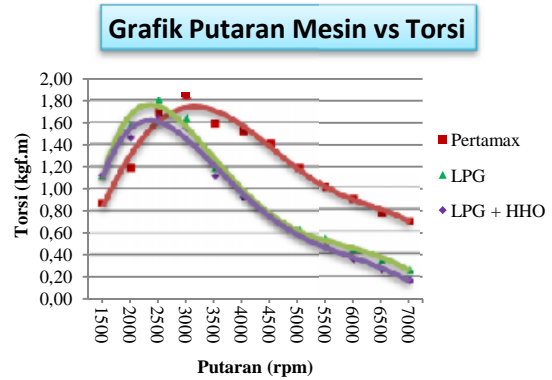
Elektroda Menggunakan plat *stainless steel* 430 (ketebalan 0,5 mm) sebagai elektroda. Elektroda memiliki bentuk persegi dengan ukuran 16 mm x 16 mm dan jarak antar elektroda 2 mm. Sumber listrik yang digunakan berasal dari accu (± 12 V DC).

**Standar Pengujian**

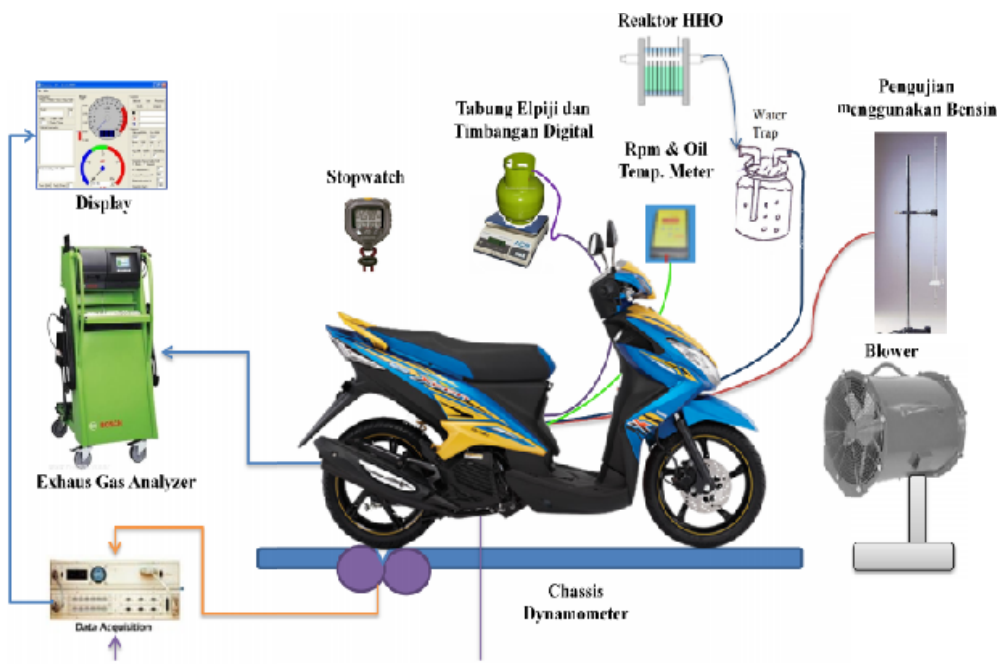
Untuk pengujian performa mesin digunakan *Chasis dinamometer* Rextor Pro-dyno. Metode pengujian performa mesin berdasarkan SAE J1349 yaitu "*Engine Power Test Code-Spark Ignition and Compression*

*Ignition-Net Power Rating* ". Pengujian ini dilakukan pada kondisi bukaan *throttle* kontinu mulai dari *idle* sampai bukaan *throttle* maksimum (akselerasi). Data sensor putaran *roller* dengan pembebanan inersia dan putaran mesin secara otomatis akan terbaca *data acquisition* dan dikalkulasi oleh program komputer. Setelah itu hasil kalkulasi torsi, daya, kecepatan, waktu, dan jarak tempuh ditunjukkan melalui monitor.

Sementara untuk pengujian emisi gas buang digunakan *Exhaust Gas Analyzer Bosch* (BE A 350 EV). Metode pengujian emisi gas buang yang dilakukan pada putaran *idle* berdasarkan SNI 19 – 71118. 3 – 2005. Namun untuk melihat trend emisi gas buang di



Gambar 3. Putaran mesin vs Torsi



Gambar 2. Skema Instrumen Penelitian

setiap putaran mesin juga dilakukan pada pengujian pada kecepatan bervariasi.

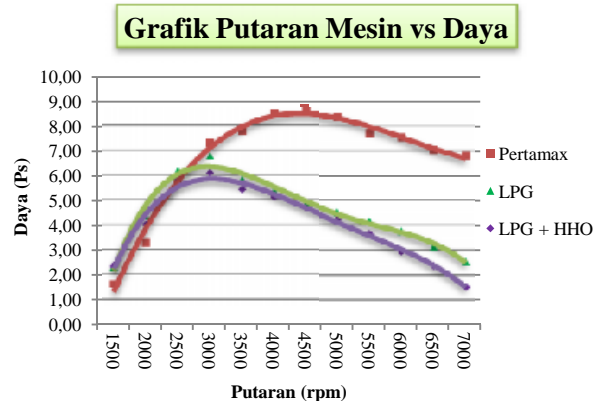
Pada pengujian konsumsi bahan bakar minyak digunakan gelas ukur dan *stopwatch*. sedangkan untuk konsumsi bahan bakar gas digunakan timbangan digital dan *stopwatch*.

Data yang didapat dari ketiga pengujian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian dibahas dan dianalisa pada bagian hasil dan analisa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Performa Mesin

Dari data torsi (gambar 2) terlihat bahwa untuk penggunaan bahan bakar LPG maupun penggunaan LPG yang ditambahkan HHO, Torsi cenderung menurun dibandingkan yang menggunakan bahan bakar pertamax.

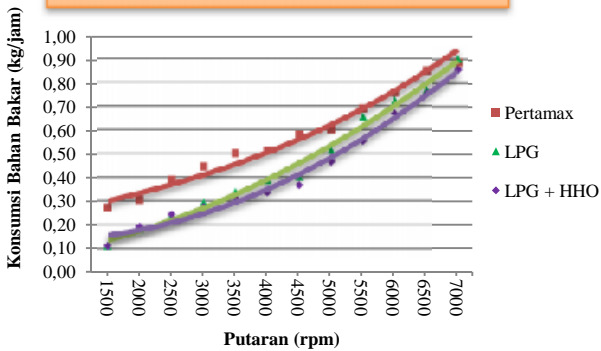


Gambar 4. Putaran mesin vs Daya

Pada pemakaian pertamax, torsi terendah sebesar 0,69 kgf.m didapat pada 7000 rpm dan torsi tertinggi sebesar 1,84 kgf.m didapat pada 3000 rpm. Pada penggunaan LPG, torsi terendah sebesar torsi terendah

sebesar 0,26 kgf.m pada 7000 rpm dan torsi tertinggi sebesar 1,8 kgf.m pada 2500 rpm. Sementara untuk penggunaan bahan bakar LPG yang ditambahkan HHO, torsi terendah sebesar 0,16 kgf.m 7000 rpm dan torsi tertinggi sebesar 1,64 kgf.m pada putaran 2000 rpm. Hal ini disebabkan waktu pengapian (*timing*) yang ideal untuk LPG dan HHO yang berbeda.

**Grafik Putaran Mesin vs Konsumsi Bahan Bakar**



**Gambar 5.** Putaran mesin vs konsumsi bahan bakar

Pada LPG yang diaplikasikan pada motor penyalan busi, diperlukan pemajuan waktu pengapian (*advance*), sedangkan untuk HHO diperlukan pengapian (*retard*) yang hampir mendekati titik mati atas (TMA). Sehingga penambahan HHO pada motor bensin justru dapat menimbulkan kerugian yang mungkin terjadi, seperti *backfire* dan *pre-ignition* yang mengakibatkan penurunan performa mesin.

Sedangkan pada data daya (gambar 3) Secara umum pada penggunaan bahan bakar LPG dan serta penggunaan LPG yang ditambahkan HHO terjadi penurunan Torsi mesin, jika dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar pertamax. Pada penggunaan pertamax, daya terendah sebesar 1,62 Ps didapat pada 1500 rpm dan daya tertinggi pada sebesar 8, 72 Ps didapat pada 4500 rpm. Untuk kelompok eksperimen yang menggunakan LPG, daya terendah sebesar 2,28 Ps pada 1500 rpm dan daya tertinggi sebesar 6,79 Ps pada 3000 rpm. Sementara untuk penggunaan bahan bakar LPG yang ditambahkan HHO, daya terendah sebesar 1,52 Ps pada putaran 7000 rpm dan daya tertinggi sebesar 6,08 Ps pada putaran 3000 rpm. Hal ini dikarenakan adanya penurunan efisiensi volumetrik yang disebabkan penggunaan jenis bahan bakar (dalam hal ini bahan bakar gas).

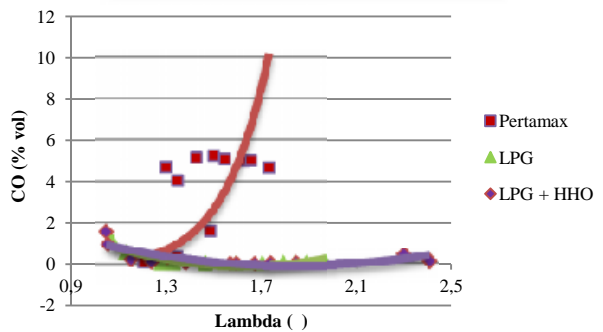
Sementara untuk data konsumsi bahan bakar (gambar 4) penggunaan bahan bakar LPG maupun penggunaan LPG yang ditambahkan HHO, konsumsi bahan bakar cenderung menurun dibandingkan kelompok standar yang menggunakan bahan bakar

pertamax. Pada kelompok standar, konsumsi bahan bakar terendah sebesar 0,27 kg/jam didapat pada 1500 rpm dan konsumsi tertinggi pada sebesar 0,89 kg/jam didapat pada 7000 rpm. Untuk kelompok eksperimen yang menggunakan LPG, konsumsi bahan bakar terendah sebesar 0,11 kg/jam pada 1500 rpm dan daya tertinggi sebesar 0,9 kg/jam pada 7000 rpm. Sementara untuk penggunaan bahan bakar LPG yang ditambahkan HHO, daya terendah sebesar 0,11 kg/jam pada putaran 1500 rpm dan daya tertinggi sebesar 0,86 kg/jam pada putaran 7000 rpm. Penurunan konsumsi bahan bakar pada penggunaan bahan LPG maupun dengan penambahan HHO, karena bahan bakar LPG yang bercampur dengan udara dalam fasa gas, sehingga volume bahan bakar yang bercampur dengan udara menjadi sedikit.

**Emisi Gas Buang**

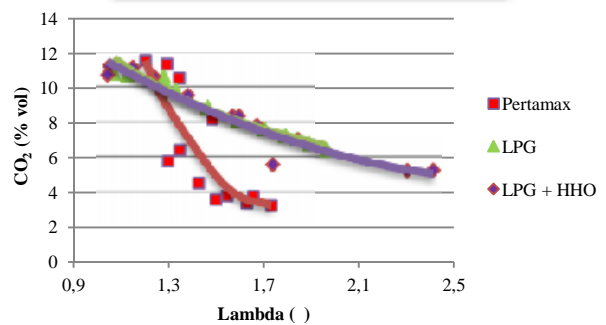
Dari data emisi CO (gambar 6) terjadi penurunan emisi pada LPG maupun LPG yang ditambahkan HHO, dibanding pada penggunaan bahan bakar pertamax. Penurunan CO pada LPG, dikarenakan bahan bakar LPG memiliki flamabilitas (kecepatan rambat api) yang lebih besar dibanding pertamax dan juga bahan bakar LPG dalam bentuk gas, sehingga proses pembakaran lebih baik.

**Grafik Emisi CO vs Lambda**



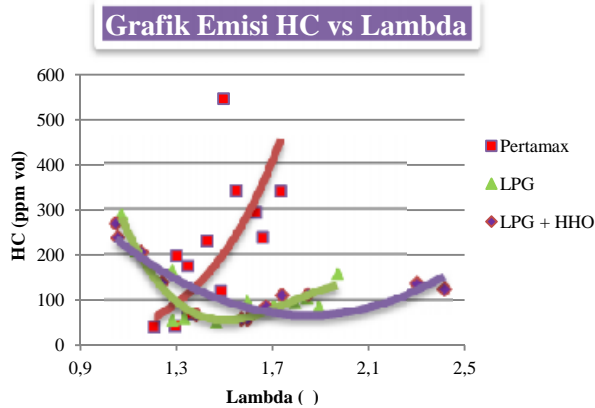
**Gambar 6.** Hubungan lambda vs Emisi CO

**Grafik Emisi CO<sub>2</sub> vs Lambda**

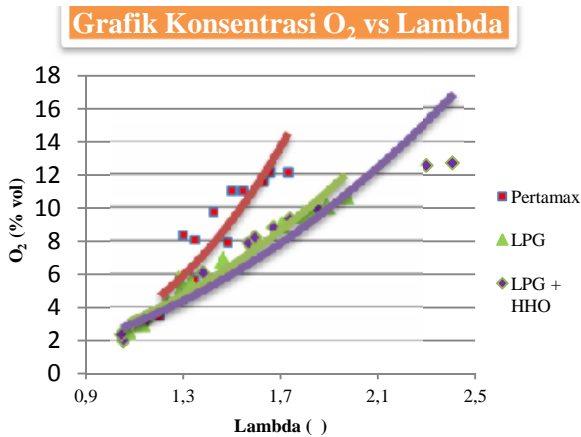


**Gambar 7.** Hubungan lambda vs Emisi CO<sub>2</sub>

Sementara Pada grafik emisi HC (gambar 7) terjadi penurunan emisi HC pada LPG maupun LPG yang ditambahkan HHO, dibanding pada penggunaan bahan bakar pertamax. Peningkatan konsentrasi HC pada LPG dan LPG dengan penambahan HHO dikarenakan LPG yang berupa gas, sehingga lebih mudah untuk terbakar. Oleh karenanya proses oksidasi bahan bakar menjadi sempurna.



Gambar 8. Hubungan lambda vs Emisi HC



Gambar 9. Hubungan lambda vs konsentrasi  $O_2$

Sementara Pada grafik konsentrasi  $O_2$  (gambar 6) terjadi peningkatan konsentrasi  $O_2$  pada LPG maupun LPG yang ditambahkan HHO, dibanding pada penggunaan bahan bakar pertamax. Penurunan konsentrasi  $O_2$  yang signifikan disebabkan pembakaran antara bahan bakar LPG dan HHO yang sempurna, sehingga konsentrasi  $O_2$  yang tersisa lebih kecil.

#### KUTIPAN DAN ACUAN

LPG (*Liquified Petroleum Gas*) merupakan campuran dari berbagai unsur hidrokarbon yang berasal dari gas alam. Komponennya didominasi propana ( $C_3H_8$ ) dan butana ( $C_4H_{10}$ ). LPG juga mengandung komponen hidrokarbon lain dalam jumlah kecil, misalnya etana ( $C_2H_6$ ) dan pentana ( $C_5H_{12}$ ). Dalam

kondisi atmosfer, LPG akan berbentuk gas. Volume LPG dalam bentuk cair lebih kecil dibandingkan dalam bentuk gas untuk berat yang sama.

Rasio antara volume gas bila menguap dengan gas dalam keadaan cair bervariasi tergantung komposisi, tekanan dan temperatur, tetapi biasanya sekitar 250:1. Tekanan di mana elpiji berbentuk cair, dinamakan tekanan uap, juga bervariasi tergantung komposisi dan temperatur; sebagai contoh, dibutuhkan tekanan sekitar 220 kPa (2.2 bar) bagi butana murni pada 20 °C (68 °F) agar mencair, dan sekitar 2.2 MPa (22 bar) bagi propana murni pada 55 °C (131 °F) (wikipedia).

Hidrogen adalah unsur teringan yang terdapat dalam tabel periodik dan merupakan unsur yang paling banyak terdapat di jagat raya dengan prosentase kadar hidrogen di jagat raya adalah 75% berat atau 93% mol. Hidrogen terdapat di bumi sampai diruang angkasa sebagai penyusun bintang. Hidrogen dalam bentuk unsurnya berupa gas *diatomic* ( $H_2$ ), gas  $H_2$  merupakan gas yang tidak berwarna, tidak berbau, dan gas ini bersifat mudah terbakar dengan adanya oksigen. Pada kondisi biasa hidrogen terdapat dalam gas diatomik  $H_2$  dimana gas ini bisa keluar dari atmosfer bumi disebabkan berat molekulnya yang ringan.

Hidrogen mempunyai titik didih – 252,6°C dan titik lebur – 259,2°C Hidrogen mempunyai temperatur penyalan yang paling tinggi di antara kedua unsur dapat terbakar (oksigen dan belerang) yang terkandung didalam bahan bakar fosil tersebut (582°C atau 1080°F), tetapi karena ia berupa gas, kinetika perubahan hidrogen berlangsung sangat cepat. Akibatnya, bila terdapat udara yang cukup, hidrogen akan terbakar sempurna menjadi air, barangkali sebelum karbon teroksidasi menjadi karbon monoksida (Acrhie, 1984:103).

Elektrolisa air merupakan reaksi elektrokimia yang menggunakan listrik untuk menguraikan suatu zat tertentu. Air dapat diuraikan menjadi hidrogen dan oksigen. Dalam elektrolit terpasang dua elektroda, yaitu elektroda positif atau anoda dan elektroda negatif atau katoda. Anoda dihubungkan dengan sisi positif listrik arus searah (DC), katoda pada sisi negatif. Jika arus searah mengalir, terjadilah elektrolisa, sehingga atom hidrogen kehilangan elektronnya, sedangkan atom oksigen mendapat tambahan elektron (Rilley, 2000:173). Dengan demikian atom – atom oksigen menjadi sebuah ion bermuatan negatif ( $O^-$ ) anion dan atom hidrogen menjadi sebuah ion yang bermuatan positif ( $H^+$ ) kation. Ion-ion tersebut bergerak bebas ketika arus mengalir (Kadir, 1982 : 331).

## PENUTUP

### Simpulan

- Pada penggunaan bahan bakar LPG, maupun penggunaan LPG yang ditambahkan gas HHO terjadi penurunan daya dan torsi yang dihasilkan, oleh karena bahan LPG memiliki kerapatan energi yang rendah dibanding pertamax.
- Terjadi penurunan konsumsi bahan bakar pada kelompok eksperimen oleh karena penurunan efisiensi volumetrik.
- Terjadi penurunan emisi karbon dioksida (CO) dan hidrokarbon (HC) oleh karena pembakaran LPG lebih baik dibanding pertamax

### Saran

Disarankan bagi penelitian lanjutan untuk memperbaiki performa mesin dan emisi gas buang. Yang diantaranya:

- meneliti lebih lanjut mengenai campuran udara-bahan bakar LPG yang terbaik di setiap putaran mesin.
- meneliti laju aliran gas HHO yang efektif
- memvariasikan *timing* pengapian yang tepat pada penggunaan bahan bakar LPG maupun bahan bakar LPG yang ditambahkan HHO
- mempertimbangkan aspek keselamatan pada instalasi konverter kit dan reaktor HHO

### DAFTAR PUSTAKA

Fitriah, Diana. 2009. Pemanfaatan Air dan  $\text{NaHCO}_3$  dengan Menggunakan Metoda Elektrolisis untuk Efisiensi Bahan Bakar Bensin dan Peningkatan Kualitas Gas Buang Kendaraan Bermotor. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Aryadi, Riki. 2010. *Modification of Four Stroke Gasoline Engine Type 5K 1486 cc Become Dual Fuel Gasoline and LPG*. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Rilley Peter. 2000. *Mesting Chemistry..* London. Macmillan.

Culp Archie.1984. *Prinsip – Prinsip Konversi Energi*. Jakarta. Erlangga

Turns, S. R. 2000. *An Introduction To Combusion: Concepts And Applications*. Boston. McGraw-Hill.