

# ANALISIS KOMPOSISI GAS HHO MENGGUNAKAN GENERATOR HHO DENGAN VARIASI BESARAN ARUS

Ajat Sudrajat

\*) Program Studi Teknik Fisika, FTS Universitas Nasional Jakarta  
Jl. Sawo Manila Pejaten, Pasar Minggu  
Telp. 021 7656971

---

## Abstract

*This paper focuses on the production of hydrogen gas that can be economically beneficial to the welfare of the society. The choice of this topic is due to the following facts such as: the price of fuel--oil and gas--soars almost every year, the use of fuel derived from fossil energy rises, and the increasing raw material of diminishing fossil energy. To seriously overcome this problem, one of the implications and efforts—among others--is to provide the alternative energy that is hydrogen. To obtain the hydrogen gas is through elektrosis process which is more advantageous because of the availability of the raw materials. The thermal efficiency of the electrolysis process at this time can be optimized by making the process of perfecting the HHO generato, so that it can lower and stabilize the working temperature of HHO that is below 50°C. The stable temperature of the HHO generator can produce the hydrogen gas much better. Hydrogen gas obtained in this study, is used as a fuel-saving motor vehicles, household stoves and burners in industry and welding methods.*

**Key Words:** *electrolysis, hydrogen, efficiency, energy*

---

## PENDAHULUAN

Dengan meningkatnya perkembangan teknologi transportasi yang demikian pesat, maka kebutuhan bahan bakar minyak dan atau gas menjadi suatu kebutuhan yang harus dipenuhi oleh pemerintah dalam rangka stabilitas yang berkaitan dengan perekonomian masyarakat. Energi baru dan terbarukan terus diupayakan oleh Pemerintah guna mengatasi kebutuhan diatas dengan mensosialisasikan penggunaan energi yang hemat dan ramah lingkungan. Penggunaan energi akan lebih efisien dan efektif adalah dalam bentuk energi listrik, yang mana sampai saat ini energi listrik dihasilkan melalui turbin air, turbin uap, kincir angin, *solar cell*, biomasa dengan biogasnya dan lain sebagainya. Memang yang terbaik adalah mendapatkan energi listrik langsung seperti *solar cell* atau *hydrocell*, akan tetapi masih ada kesulitan dalam penyimpanan energi listrik tersebut apabila tidak ada matahari (malam hari), sedangkan *hydrocell* adalah energi baru yang sekarang digunakan untuk kendaraan bermotor dengan tenaga listrik, tetapi disinipun masih banyak masalah yang harus disempurnakan.

Pemerintah dalam mengembangkan energi alternatif semakin gencar dilakukan mengingat keterbatasan energi dari bahan tambang yang

tersedia saat ini semakin menipis. Hal tersebut dapat kita ketahui dengan lahirnya Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi (Ditjen EBTKE) pada Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) merupakan langkah penting bagi bangsa dalam upaya percepatan pengembangan energi baru, terbarukan dan konservasi energi di Indonesia.

Posisi Ditjen EBTKE memiliki peranan strategis karena mengemban misi mengembangkan energi baru terbarukan (*renewable energy*) sebagai penyokong energi fosil yang cadangannya semakin menipis. Sektor energi merupakan penyokong sektor industri, pertumbuhan wilayah, menyerap tenaga kerja serta pendukung ekonomi makro, selain itu juga sektor energi dan sumber daya mineral menduduki posisi kedua setelah pajak sebagai penyumbang pendapatan untuk negara.

Guna mengimplementasikan percepatan terciptanya energi alternatif di Indonesia, Pertamina sebagai perusahaan Negara yang menangani tambang minyak dan gas berkehendak menjadi perintis dalam pengembangan lima jenis energi baru dan terbarukan (EBT) agar dapat memenuhi pencapaian visi 25 persen penggunaan EBT di Indonesia pada tahun 2025. "Pertamina menjadi

ujung tombak dalam mengembangkan lima energi baru dan terbarukan (EBT) di Indonesia sebagai alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi domestik di masa mendatang. Kelima EBT tersebut adalah energi panas bumi (*geothermal*), *coal bed methane* (CBM), *shale gas*, *algae*, dan energi angin (*wind energy*).

CBM adalah bentuk energi dari gas metan batubara yang dalam beberapa dekade terakhir telah menjadi sumber energi penting di sejumlah negara seperti Amerika Serikat dan Kanada. Sedangkan shale gas adalah gas alam yang terdapat di lapisan batuan sedimen klastik yang antara lain terdiri atas campuran "*clay minerals*" dan fragmen kecil atau partikel mineral lain, seperti *quartz* dan *calcite*. "Dua dari kelima energi tersebut, yaitu *geothermal* dan CBM, sudah dikembangkan Pertamina, namun tiga yang lainnya, yakni *shale gas*, *algae*, dan angin, merupakan tantangan baru bagi Pertamina untuk dikaji sejauh mana tingkat keekonomiannya. Kategori yang termasuk energi alternative atau energi baru antara lain Nuklir, Hidrogen, Coal Bed Methane, Liquefied Coal, Gasified Coal dan Energi Baru Terbarukan meliputi Panas Bumi, Angin, Bioenergi, Sinar Matahari, Aliran dan Terjunan Air, Arus Laut.

Sementara itu harga minyak bumi dunia yang terus meningkat dan diikuti dengan meningkatnya kebutuhan bahan bakar fosil serta isu lingkungan global yang menuntut tingkat kualitas lingkungan yang lebih baik, mendorong berbagai pakar energi untuk mengembangkan energi yang lebih ramah lingkungan dan mendukung keamanan pasokan berkesinambungan. Para pakar energi di negara-negara maju seperti Amerika, Jepang dan Eropa sepakat bahwa hidrogen sangat dimungkinkan menjadi alternatif bahan bakar masa depan. Litbang hydrogen terus dikembangkan dengan sangat intensif untuk menyongsong era energi berbasis hidrogen yang diramalkan tercapai pada dasawarsa 2050. Oleh karena itu, Litbang energi di negara-negara maju sepakat bahwa energi masa depan harus mempunyai karakteristik sebagai berikut: (1) teknologi energi masa depan harus bersifat dapat dikembangkan, karena kebutuhan energi terus meningkat, (2) sumber energi masa depan harus ramah lingkungan, (3) sistem distribusi yang efektif harus mampu diciptakan, sehingga energi benar-benar dapat terjangkau secara luas dan memperbaiki taraf hidup manusia, (4) harus aman baik dari sisi produksi, transportasi, penyimpanan, maupun penggunaannya, (5)

teknologi energi harus ekonomis, dan (6) sebagai *energy carrier*, hidrogen cukup menjanjikan dan memenuhi karakteristik energi masa depan.

Guna mengatasi hal diatas, salah satu solusinya yaitu memanfaatkan adanya energi listrik yang tersimpan didalam H<sub>2</sub> yang juga berasal dari air (H<sub>2</sub>O) yang kini dapat digunakan energinya melalui proses Elektrolisa Air. Proses tersebut menjadikan Air (H<sub>2</sub>O) dapat terpisahkan menjadi H<sub>2</sub> (*Hydrogen*) dan O<sub>2</sub> (*Oxygen*). Perlu diketahui bahwa proses seperti ini adalah proses secara konvensional dan pernah dikomersialkan 80 tahun lalu, jadi bukan merupakan proses baru lagi, tetapi sekarang pengembangannya lebih bervariasi mulai dari bahan, proses, design untuk alat tertentu dan modifikasi-modifikasi teknis untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal, maka hal ini dapat dilakukan lebih nyata melalui perolehan data akurat hasil penelitian teknis.

Hidrogen yang tergolong kepada energi baru juga merupakan kandidat bahan bakar transportasi yang paling menjanjikan dimasa yang datang. Berbagai ujicoba kendaraan *fuel cell* (yang bersumber dari hidrogen) oleh industri-industri otomotif terkemuka dunia sejak lebih dari 50 tahun terakhir mulai menunjukkan titik terang dalam pemanfaatan *fuel cell* berbasis hidrogen sebagai bahan bakar kendaraan. Jika hasil ujicoba ini memberikan hasil yang positif diperkirakan pada akhir dasawarsa ini menjadi awal era mobil *fuel cell* di dunia. Pada saat itulah terjadi lonjakan permintaan hidrogen dalam jumlah sangat besar.

Dalam makalah ini dibahas proses produksi hidrogen dengan memanfaatkan air sebagai media dalam proses elektrolisis. Tujuan studi adalah untuk mendapatkan hasil yang optimal penghematan bahan bakar bagi kendaraan bermotor, generator set serta produksi api yang dapat dipergunakan bagi kebutuhan kompor rumah tangga, burner pada industri dan metode proses pengelasan dan pemotongan besi dan lain-lainnya dengan memperhatikan tingkat efisiensi dari penggunaan alat-alat tersebut. Hal ini dipertimbangkan bahwa energi baru berupa gas hydrogen sangat memberikan peluang untuk dikembangkan di Indonesia guna memberikan nilai keekonomian yang lebih baik bagi kesejahteraan masyarakat dalam mendapatkan energi yang efisien dan ramah lingkungan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi gas Hidrogen melalui proses elektrolisa air dengan menggunakan metoda

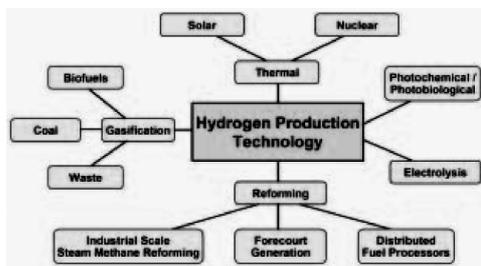
elektroda alkalis guna mencari solusi penghematan bahan bakar dan performan mesin.

## PRODUKSI GAS HIDROGEN

Berawal dari penemuan seorang Ilmuwan Perancis bernama Jules Verne 1830 ketika meng-elektrolisa Air murni (*Aquades atau Air-destilasi*), ternyata menghasilkan gas  $H_2$  dan gas  $O_2$ . Gas  $H_2$  yang dihasilkan mempunyai sifat mirip dengan bahan bakar bensin, alkohol, solar (diesel) atau bahan bakar sejenisnya. Karakteristik  $H_2$  tersebut mudah terbakar (*flammable*) pada suhu ruangan (*room temperature*) dan tahan tekanan (*compressible*).

Di akhir tahun 1970 an, di Amerika diramaikan penggunaan  $H_2$  dicampurkan dengan bahan bakar pada kendaraan bermotor, yang menunjukkan hasilnya cukup baik dalam penghematan bahan bakar (*efficient*) dan menambah tenaga mesin (*engine power*) serta mengurangi emisi gas buang (*less emission*), saat itu masalah yang masih harus diatasi adalah hasil elektrolisa gas  $H_2$  belum maksimal.

Dari sisi produksi, selama ini produksi hidrogen lebih mengandalkan proses berbahan baku gas alam atau bahan bakar fosil lain. Diperkirakan 95% produksi hydrogen diperoleh melalui proses *steam reforming* gas alam dan bahan bakar fosil. Isu lingkungan global dan semakin menipisnya cadangan bahan bakar fosil mendorong berbagai litbang produksi hidrogen dengan bahan baku air. Produksi hidrogen berbahan baku air menguntungkan dari segi lingkungan dan ketersediaan bahan baku yang melimpah. Sampai saat ini, elektrolisis merupakan satu-satunya proses produksi hidrogen dari air yang sudah komersial (gambar 1).



Gambar 1. Proses Produksi Hidrogen

Hidrogen merupakan unsur paling melimpah di alam semesta, dan nomor tiga terbanyak di permukaan bumi. Tetapi gas hidrogen murni hampir tidak ada di permukaan bumi, karena gas hidrogen bereaksi dengan unsur lain membentuk

persenyawaan yang lebih stabil. Kelimpahan persenyawaan hidrogen dalam bentuk air dan bahan bakar fosil, relatif tak terbatas jumlahnya. Karena hidrogen murni hampir tidak ada, maka hidrogen tidak bisa disebut sebagai sumber energi, tetapi sebagai *energy carrier* seperti halnya dengan listrik. *Energy carrier* merupakan media yang praktis untuk menyimpan, mentransfer, maupun menggunakan energi. Sebagai *energy carrier*, hidrogen harus mudah disimpan, mudah digunakan, dan mudah dikonversi menjadi berbagai bentuk energi.

Hidrogen alam tidak ada di permukaan bumi, sehingga hidrogen harus dibuat. Pada prinsipnya, hidrogen bisa diperoleh dengan memecah senyawa yang paling banyak mengandung unsur hidrogen. Sampai saat ini, produksi hidrogen skala komersial yang paling maju adalah produksi hidrogen berbasis bahan bakar fosil dan air. Untuk produksi hidrogen dengan bahan baku bahan bakar fosil, *steam reforming* metana merupakan proses yang paling maju di dunia. Lebih dari 85% kebutuhan hidrogen dunia dipasok dengan sistem produksi *steam reforming* metana. Produksi hidrogen dengan bahan baku air yang sudah komersial adalah proses elektrolisis. Beberapa alasan menggunakan bahan baku air: (1) gas alam bukanlah bahan terbarukan sehingga ada batas keekonomian tertentu yang memungkinkan sebagai bahan baku, sementara air sebagai bahan baku relatif melimpah dan terbarukan, (2) harga gas alam sebagai komoditi energi juga terus meningkat, dan (3) tuntutan lingkungan, mengingat produksi berbasis bahan bakar fosil akan mengemisi  $CO_2$  dalam jumlah cukup besar.

## HIDROGEN DARI PROSES ELEKTROLISA

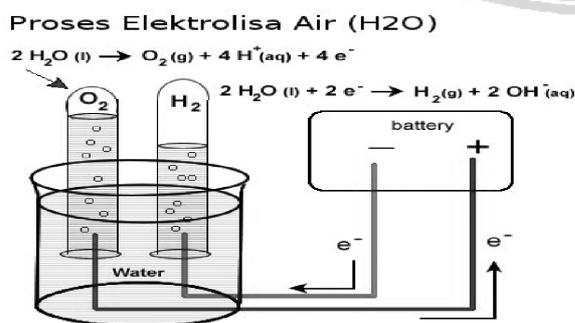
Proses elektrolisis telah digunakan secara luas, tapi pemanfaatannya masih terbatas untuk kapasitas kecil, mengingat efisiensi termalnya yang sangat rendah. Namun demikian pada saat ini telah banyak peneliti yang berhasil meningkatkan efisiensi termal proses elektrolisis. Sel elektrolisis yang bekerja pada suhu dan tekanan tinggi, mampu memisahkan hidrogen dan oksigen dengan tingkat efisiensi yang signifikan.

Pada prinsipnya, hidrogen bisa diperoleh dengan memecah senyawa yang paling banyak mengandung unsur hidrogen. Sampai saat ini, produksi hidrogen skala komersial yang paling maju adalah produksi hidrogen berbasis bahan bakar fosil dan air. Untuk produksi hidrogen dengan

bahan baku bahan bakar fosil, *steam reforming* metana merupakan proses yang paling maju di dunia. Lebih dari 85% kebutuhan hidrogen dunia dipasok dengan sistem produksi *steam reforming* metana. Produksi hidrogen dengan bahan baku air yang sudah komersial adalah proses elektrolisis. Sayangnya, karena proses elektrolisis membutuhkan listrik dalam jumlah besar sebagai pemicu terjadinya reaksi, sehingga proses ini memberikan efisiensi termal total yang relatif rendah. Proses elektrolisis hanya bisa ekonomis jika tersedia listrik dalam jumlah besar dengan harga murah.

Dengan berjalannya waktu banyak penelitian dilakukan yang mengarah pada penyempurnaan, bahkan melebihi nilai standar dari perhitungan Faraday, sehingga menjadikan gas H<sub>2</sub> lebih bermanfaat bagi kebutuhan manusia dalam menggunakan energi, karena H<sub>2</sub> dapat diperoleh dari air dan air cukup banyak ada dimana-mana, sehingga dapat dikatakan bahwa H<sub>2</sub> adalah sumber energi masa depan yang berkelimpahan dan murah. Berdasarkan penelitian akhir-akhir ini dapat disimpulkan bahwa kegunaannya gas hydrogen bagi masyarakat luas dapat diterapkan untuk kompor rumah tangga, dan pemanas ruangan serta di industri pada burner, uap air panas (*steam*), metode pengelasan dan lain sebagainya.

Melalui berbagai penelitian, maka gas hydrogen dapat memenuhi kebutuhan energi nasional yang merupakan *energy* masa depan yang dapat digunakan oleh sebagian besar untuk moda transportasi yang diprediksi menyongsong era energi berbasis hidrogen yang diramalkan tercapai pada dasawarsa 2050.



**Gambar 2.** Prinsip Kerja Proses Elektrolisa

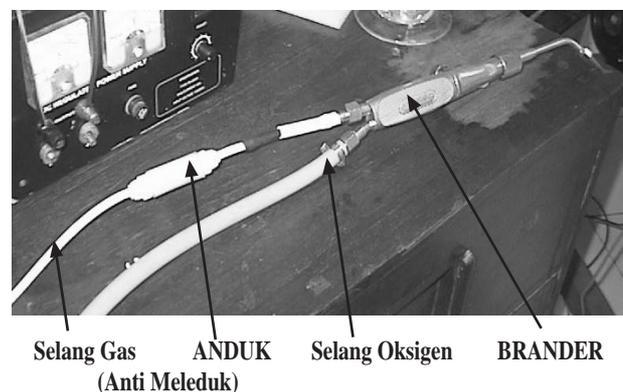
### Penggunaan gas HHO untuk Industri dan Masyarakat Umum

Api adalah kebutuhan kedua manusia sesudah Air, itu betapa pentingnya api bagi kelanjutan hidup manusia, yang mana energi dalam bentuk api, dari hari ke hari makin bertambah

mahal, sehingga perlu adanya cara alternatif untuk mendapatkan energi api yang lebih murah, gas HHO dalam hal ini dapat digunakan, setelah melalui penelitian yang lebih intensif dan pengamanan yang lebih baik dan pasti aman, maka api dari gas HHO dapat digunakan seperti lazimnya api dari bahan bakar lainnya.

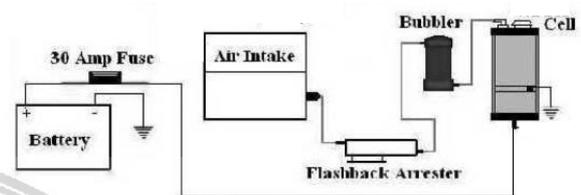
Memperhatikan kondisi dan situasi terhadap kebutuhan masyarakat terhadap gas, maka gas hydrogen yang telah diperoleh dari proses elektrolisa, selain dapat digunakan sebagai penghemat kendaraan berbahan bakar minyak, dapat menghasilkan nyala api yang dapat digunakan sebagai kompor rumah tangga, burner di industry atau metode pengelasan dan lain-lain. Hidrogen yang digunakan untuk keperluan diatas, diperoleh melalui proses elektrolisa. Pada proses elektrolisa air dengan menggunakan HHO Generator maka terjadilah gas HHO (yaitu gas H<sub>2</sub> dan gas O<sub>2</sub>) yang bersamaan keluar dari HHO Generator tersebut. Gas HHO merupakan bahan bakar alternatif termasuk energi baru masa depan maka sudah barang tentu dapat dibakar seperti layaknya bahan bakar gas lainnya.

Dari hasil penelitian memang tidak mudah untuk membuat api dari gas HHO, hal ini disebabkan sifat gas H<sub>2</sub> yang sangat mudah terbakar dan kecepatan rambatnya yang sangat cepat sekali (100 kali lebih cepat dari bensin), sehingga banyak peneliti mengatakan gas HHO ini sebagai gas yang liar dan tidak mudah untuk dikendalikan. Hal yang perlu sekali diperhatikan dan harus disiapkan sebelum mencoba untuk menyalakan api, yaitu keamanan agar api yang dinyalakan tidak akan menyerang sumber bahan bakarnya. Oleh sebab itu alat pengamanan tersebut adalah bagian dari peralatan menyalakan api yang tak terpisahkan, alat pengaman tersebut dinamakan "ANDUK" (Anti Meleduk) perhatikan gambar 3.



**Gambar 3.** Peralatan Pengaman anti meleduk (ANDUK)

Prinsip menyalakan api adalah gas HHO yang berasal dari HHO Generator disalurkan melalui slang ke kepala brander, untuk menjaga terjadi sesuatu maka pada slang kedua pada kepala brander disambungkan udara yang berasal dari kompressor atau erator yang berguna untuk memadamkn api dan mengatur panasnya api sesuai dengan kebutuhan api tersebut dengan jumlah gas HHO minimal 1 (satu) liter/menit. Sebelum menyalakan api perlu dicek seluruh saluran gas HHO, pengaman pada slang gas HHO yaitu "Anduk", dryier (filter pengering) dan slang udara tambahan. Tipe Anduk yang dimaksud adalah dibagian dalam Anduk diisikan bahan yang tahan api dan tidak bisa dilewati oleh Api. Pada saat Api akan dinyalakan udara tambahan di *test* terlebih dahulu apakah berfungsi, jika iya maka tombol udara kemudian ditutup dan tombol slang gas HHO dibuka, barulah api dapat dinyalakan, setelah api menyala maka api dapat dibesar kecilkan melalui tombol gas HHO, untuk mengatur panas api diatur melalui tombol udara, yaitu dengan menambah udara api dapat diatur panas apinya. Untuk mematikan api tombol udara dibuka dan tombol gas HHO di tutup dan HHO Generator dimatikan. Dengan diperolehnya api pada proses elektrolisa diatas, selanjutnya akan disiapkan untuk dimanfaatkan sebagai kompor rumah tangga, api industri, alat pengelasan dan lain-lain.



### METODE PENELITIAN

Terjadi proses elektrolisa sederhana dimana dua plat stainless yang diberi tegangan listrik pada bagian ujung-ujungnya maka pada masing-masing plat menghasilkan gas H<sub>2</sub> pada plat yg bermuatan listrik negatif dan gas O<sub>2</sub> pada plat yang bermuatan positif. Gas H<sub>2</sub> dan gas O<sub>2</sub> keluar bersamaan yang kemudian kita sebut dengan gas HHO, oleh karena sifat dari gas H<sub>2</sub> merupakan bahan bakar, maka dengan mudah dapat di bakar. Peran gas O<sub>2</sub> dalam hal ini merupakan bagian dari pembakaran yang diperlukan oleh sebuah motor bakar (*Combustion Engine*), sehingga dengan adanya gas O<sub>2</sub> maka secara otomatis O<sub>2</sub> dari udara luar tidak diperlukan lagi. Catu daya listrik diperlukan untuk memecah air menjadikan gas H<sub>2</sub> dan gas O<sub>2</sub> diperoleh dari baterai 12 -14 Volt yang merupakan arus searah (*Direct Curren*) atau dari jala-jala listrik alternating curren (AC) 220 Volt dengan menggunakan adaptor tegangan dapat diturunkan hingga menjadi arus searah (*Direct Curren*) 12 Volt, sedang arus listrik yang diperlukan untuk mengaktifkan proses

---



---



---

**Tabel 2.** Komposisi Gas dengan Arus 8 Ampere

No.	Komposisi	Satuan	Hasil	Metode
1.	Nitrogen	% Mol	4,8668	GPA 2261:2000
2.	Karbon-dioksida	% Mol	0,0218	
3.	Oksigen	% Mol	35,3366	GPA 2172:2009
4.	Hidrogen	% Mol	59,7748	
5.	Relatif Density		0,4735	
6.	Gross Heating Value (GHV)	(BTU FT <sup>3</sup> ) (kkal kg) (kkal m <sup>2</sup> )	193,7899 20.264,3237 1.724,5565	
7.	Net Heating Factor	(BTU FT <sup>3</sup> ) (kkal kg) (kkal m <sup>2</sup> )	163,7411 17.124,1539 1.457,1492	
8.	Compressibility Factor (Z)		0,9999	

No. Sampel : 136/9.2/C/IV/2013

Kode Sampel : Hidrogen (besar Arus 08 A)

**Tabel 5.** Komposisi Gas dengan Arus 14 Ampere

No.	Komposisi	Satuan	Hasil	Metode
1.	Nitrogen	% Mol	2,5064	GPA 2261:2000
2.	Karbon-dioksida	% Mol	0,0000	
3.	Oksigen	% Mol	37,1022	GPA 2172:2009
4.	Hidrogen	% Mol	60,3914	
5.	Relatif Density		0,4762	
6.	Gross Heating Value (GHV)	(BTU FT <sup>3</sup> ) (kkal kg) (kkal m <sup>2</sup> )	195,7890 20.473,3632 1.724,3464	
7.	Net Heating Factor	(BTU FT <sup>3</sup> ) (kkal kg) (kkal m <sup>2</sup> )	165,4302 17.300,8005 1.472,1806	
8.	Compressibility Factor (Z)		0,9999	

No. Sampel : 136/9.2/C/IV/2013

Kode Sampel : Hidrogen (besar Arus 14 A)

**Tabel 3.** Komposisi Gas dengan Arus 10 Ampere

No.	Komposisi	Satuan	Hasil	Metode
1.	Nitrogen	% Mol	5,6104	GPA 2261:2000
2.	Karbon-dioksida	% Mol	0,0293	
3.	Oksigen	% Mol	33,7219	GPA 2172:2009
4.	Hidrogen	% Mol	60,6384	
5.	Relatif Density		0,4695	
6.	Gross Heating Value (GHV)	(BTU FT <sup>3</sup> ) (kkal kg) (kkal m <sup>2</sup> )	196,5897 20.557,0964 1.749,4724	
7.	Net Heating Factor	(BTU FT <sup>3</sup> ) (kkal kg) (kkal m <sup>2</sup> )	166,1068 17.371,5584 1.478,2016	
8.	Compressibility Factor (Z)		0,9999	

No. Sampel : 136/9.2/C/IV/2013

Kode Sampel : Hidrogen (besar Arus 10 A)

**Tabel 6.** Komposisi Gas dengan Arus 16 Ampere

No.	Komposisi	Satuan	Hasil	Metode
1.	Nitrogen	% Mol	2,0245	GPA 2261:2000
2.	Karbon-dioksida	% Mol	0,0000	
3.	Oksigen	% Mol	36,3151	GPA 2172:2009
4.	Hidrogen	% Mol	61,3605	
5.	Relatif Density		0,4668	
6.	Gross Heating Value (GHV)	(BTU FT <sup>3</sup> ) (kkal kg) (kkal m <sup>2</sup> )	198,9306 20.801,8762 1.770,3039	
7.	Net Heating Factor	(BTU FT <sup>3</sup> ) (kkal kg) (kkal m <sup>2</sup> )	168,0847 17.578,4069 1.495,8031	
8.	Compressibility Factor (Z)		0,9999	

No. Sampel : 136/9.2/C/IV/2013

Kode Sampel : Hidrogen (besar Arus 16 A)

**Tabel 4.** Komposisi Gas dengan Arus 12 Ampere

No.	Komposisi	Satuan	Hasil	Metode
1.	Nitrogen	% Mol	4,6754	GPA 2261:2000
2.	Karbon-dioksida	% Mol	0,0000	
3.	Oksigen	% Mol	36,3333	GPA 2172:2009
4.	Hidrogen	% Mol	58,9913	
5.	Relatif Density		0,4877	
6.	Gross Heating Value (GHV)	(BTU FT <sup>3</sup> ) (kkal kg) (kkal m <sup>2</sup> )	191,2496 19.998,6892 1.701,9502	
7.	Net Heating Factor	(BTU FT <sup>3</sup> ) (kkal kg) (kkal m <sup>2</sup> )	161,5947 16.899,6822 1.438,0482	
8.	Compressibility Factor (Z)		0,9999	

No. Sampel : 136/9.2/C/IV/2013

Kode Sampel : Hidrogen (besar Arus 12 A)

**Tabel 7.** Komposisi Gas dengan Arus 18 Ampere

No.	Komposisi	Satuan	Hasil	Metode
1.	Nitrogen	% Mol	1,4877	GPA 2261:2000
2.	Karbon-dioksida	% Mol	0,0000	
3.	Oksigen	% Mol	36,3403	GPA 2172:2009
4.	Hidrogen	% Mol	62,1719	
5.	Relatif Density		0,4591	
6.	Gross Heating Value (GHV)	(BTU FT <sup>3</sup> ) (kkal kg) (kkal m <sup>2</sup> )	201,5614 21.076,9796 1.793,7161	
7.	Net Heating Factor	(BTU FT <sup>3</sup> ) (kkal kg) (kkal m <sup>2</sup> )	170,3076 17.810,8802 1.515,5802	
8.	Compressibility Factor (Z)		0,9999	

No. Sampel : 136/9.2/C/IV/2013

Kode Sampel : Hidrogen (besar Arus 06 A)

**Tabel 8.** Komposisi Gas dengan Arus 20 Ampere

No.	Komposisi	Satuan	Hasil	Metode
1.	Nitrogen	% Mol	0,4990	GPA 2172:2009
2.	Karbon dioksida	% Mol	0,0000	
3.	Oksigen	% Mol	36,4206	
4.	Hidrogen	% Mol	63,0804	
5.	Relatif Density		0,4511	
6.	Gross Heating Value (GHV)	(BTU FT <sup>3</sup> ) (kkal kg) (kkal m <sup>2</sup> )	204,5068 21.384,9672 1.819,9268	
7.	Net Heating Factor	(BTU FT <sup>3</sup> ) (kkal kg) (kkal m <sup>2</sup> )	172,7962 18.071,1418 1.537,7314	
8.	Compressibility Factor (Z)		0,9999	

No. Sampel : 136/9.2/C/IV/2013

Kode Sampel : Hidrogen (besar Arus 20 A)

## PEMBAHASAN

Molekul gas hidrogen merupakan bahan bakar alternatif yang termasuk dalam energi baru untuk masa depan dan ramah lingkungan. Melalui proses elektrolisa, molekul air (H<sub>2</sub>O) akan terpisah menjadi molekul gas hidrogen (H<sub>2</sub>) dan gas oksigen (O<sub>2</sub>). Gas H<sub>2</sub> yang dihasilkan mempunyai sifat mirip dengan bahan bakar bensin, alkohol, solar (*diesel*) atau bahan bakar sejenisnya. Karakteristik H<sub>2</sub> tersebut mudah terbakar (*flammable*) pada suhu ruangan dan tahan tekanan. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), bahwa gas hidrogen termasuk energi baru yang masuk dalam kelompok *Nuklir, Coal Bed Methane, Liquefied Coal dan Gasified Coal*. Gas H<sub>2</sub> lebih bermanfaat bagi kebutuhan manusia dalam menggunakan energi. Karena H<sub>2</sub> dapat diperoleh dari air dan air cukup banyak ada dimana-mana, sehingga dapat dikatakan bahwa H<sub>2</sub> adalah sumber energi baru masa depan yang berkelimpahan dan murah. Hidrogen yang diperoleh dari proses elektrolisa dapat digunakan sebagai penghemat bahan bakar kendaraan bermotor seperti; motor, mobil, kapal nelayan, generator set dan lain-lain.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh laboratorium Otomotif Fakultas Teknik dan Sains UNAS Jakarta, manfaat gas hidrogen bagi masyarakat luas tidak hanya untuk penghemat bahan bakar bagi kendaraan melainkan dapat digunakan untuk kompor rumah tangga, pemanas pada proses peleburan besi atau Burner, uap air panas (*steam*), alat pengelasan dan lain sebagainya. Alat penghemat kendaraan atau mesin berbahan bakar minyak yang telah kami temukan bernama *Eco Power Booster (EPB)*. Cara kerja alat tersebut

tidak mengubah standard mesin kendaraan. Dengan memasang EPB di ruang mesin, isi EPB dengan air destilasi, aliri dengan listrik DC, dan EPB akan memproduksi gas HHO (hidrogen+oksigen) untuk disuplai ke ruang bakar. Gas HHO disuplai ke ruang bakar melalui *intake manifold* atau filter udara. Arus listrik ke EPB hidup hanya setelah kunci kontak diputar ke posisi ON. Setelah kunci kontak OFF, maka EPB tidak bekerja. EPB disuplai dengan tegangan DC 12V, arus 8-10A, dan tidak mengganggu kinerja alternator secara berlebihan, pada kendaraan roda dua (motor), DC 12V, arus 2-5A.

Produksi HHO oleh EPB harus seimbang dengan besar isi langkah (CC) mesin. Sejauh yg dipraktekkan di workshop kami, satu unit EPB cukup untuk menyuplai HHO ke ruang bakar mesin ber-CC 2000. Suplai HHO stabil dari putaran rendah hingga tinggi maupun jarak tempuhnya. Respon EPB tidak membutuhkan waktu lama, begitu mesin start maka EPB langsung bekerja mensuplai HHO ke ruang bakar sesuai dengan putaran mesin atau kecepatan yang dibutuhkan.

Proses elektrolisa air dapat menjadikan; 1 liter air menghasilkan 1,750 liter gas HHO, sehingga dapat dikatakan bahwa bahan bakar berasal dari air merupakan bahan bakar gas yang diproduksi pada saat diperlukan (*HHO gas on demand*) tanpa harus menyimpannya pada tabung yang besar dan tidak harus ada kebocoran gas yang dapat memungkinkan terjadinya ledakan pada gas. Dalam penggunaan gas HHO pada kendaraan bermotor, memiliki dua macam bahan bakar (*dual fuel*) yang masuk keruang bakar secara bersamaan yaitu bensin atau diesel dengan gas HHO, sehingga penggunaan bahan bakar utama berkurang dari seharusnya (hemat bahan bakar) dengan atau tanpa mengurangi tenaga mesin, bahkan menambah tenaga mesin yang disebabkan oleh kecepatan bakar (*flame speed*) gas H<sub>2</sub> yang sangat besar (130 m/s), sehingga seluruh bahan bakar yang berada diruang bakar habis terbakar, oleh karena itu emisi gas buang juga menurun dan ramah lingkungan.

Standar produksi gas HHO yang dapat dijadikan acuan adalah berdasarkan hasil penelitian Faraday yaitu: 1 liter gas HHO per jam memerlukan catu daya sebesar 2,36 Watt atau 1/60 Liter per menit (16,6 CC), standar ini dijadikan 100% produktivitas gas HHO.

Luas permukaan plat elektrolisa yang dapat berproduksi dengan sempurna adalah: 1 cm<sup>2</sup> memerlukan 0,24 Ampere atau 1 Ampere = 4 cm<sup>2</sup>,

dari perhitungan ini dapat dirancang besarnya plat yang diperlukan sesuai dengan besarnya arus listrik yang dibebankan pada plat. Setiap sel elektrolisa yaitu 1 sel positif dan 1 sel negatif memerlukan tegangan 1,23 Volt dan ditambah dengan kehilangan efisiensi sehingga tegangan maksimal adalah 2 Volt, diatas 2 Volt terjadi panas.

Dari tabel 1-8 pengujian gas diperoleh hasil yang paling dominan jenis gas Hidrogen mencapai 63% pada arus sebesar 20 Ampere. Variasi kenaikan besaran arus yang diberikan berpengaruh terhadap volume gas hydrogen yang dihasilkan. Oleh karena itu, injeksi volume gas hidrogen pada *engine* harus sesuai dengan kapasitas *engine*, sehingga besarnya arus yang diberikan juga sebanding dengan volume gas hidrogen yang diperlukan *engine*.

## SIMPULAN

Gas hidrogen pada kendaraan bermotor dapat memberikan penghematan pada *engine* hingga kondisi maksimal jika diberikan jumlah arus listrik sesuai dengan kebutuhan *engine* terhadap hidrogen yang diperlukannya.

Sel elektrolisa yaitu 1 sel positif dan 1 sel negatif memerlukan tegangan 1,23 Volt dan ditambah dengan kehilangan efisiensi sehingga tegangan maksimal adalah 2 Volt, diatas 2 Volt terjadi panas.

Pengujian gas diperoleh hasil yang paling dominan adalah jenis gas hidrogen mencapai 63% pada arus sebesar 20 Ampere. Gas hidrogen menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna pada *engine* yang pada akhirnya memberikan performan pada *engine* dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

Crosbi e L.M., Chapin, D., 2003, *Hydrogen Production by Nuclear Heat, GENES4/ ANP2003*, Sep. 15-19, 2003, Kyoto, JAPAN.

Djati H. Salimy, Ida N. Finahari, *Perbandingan Produksi Hidrogen dengan Energi Nuklir Proses Elektrolisis dan Steam Reforming*. Pusat Pengembangan Energi Nuklir - BATAN.

Ferreira Aparicio, P 2005. *New Trends in Reforming Technologies: from Hydrogen Industrial Plants to Multifuel Microreformers*. *Catalysis Reviews* 47: 491-588.

Newton, David E., 1994. *The Chemical Elements*.

*New York, NY: Franklin Watts. ISBN 0-531-12501-7.*

Rigden, John S. 2002. *Hydrogen: The Essential Element*. Cambridge, MA: Harvard University Press. ISBN 0-531-12501-7.

Romm, Joseph, J., 2004. *The Hype about Hydrogen, Fact and Fiction in the Race to Save the Climate*. Island Press. ISBN 1-55963-703-X. Author interview at Global Public Media.

Stwertka, Albert, 2002. *A Guide to the Elements*. New York, NY: Oxford University Press. ISBN 0-19-515027-9.

Perbandingan Produksi Hidrogen dengan Energi, jurnal. [sttn-batan.ac.id/wp-content/.../12/14\\_Djatiulang175-182.pdf](http://sttn-batan.ac.id/wp-content/.../12/14_Djatiulang175-182.pdf)

Proses Elektrolisa Pada Prototipe Kompor Air, [repo.eepis-its.edu/.../Proses\\_Elektrolisa\\_Pada\\_Prototipe](http://repo.eepis-its.edu/.../Proses_Elektrolisa_Pada_Prototipe).

Mobil berbahan bakar air, Wikipedia bahasa Indonesia [id.wikipedia.org/wiki/Mobil\\_berbahan\\_bakar\\_air](http://id.wikipedia.org/wiki/Mobil_berbahan_bakar_air)

Hemat BBM dengan Elektrolisa-Kymco Community [www.kymco.or.id](http://www.kymco.or.id) > Seputar Masalah Teknis > Tuning dan Tips n Trik 24 Apr 2008.

Prinsip Merubah Air Menjadi Hidrogen Dengan Proses, [bbbmair.blogspot.com/.../prinsip-kerja-mengubah-air-menjadi.html](http://bbbmair.blogspot.com/.../prinsip-kerja-mengubah-air-menjadi.html).