

# PENGARUH BESARNYA ARUS LISTRIK YANG DIGUNAKAN TERHADAP GAS HHO YANG DIHASILKAN PADA ALAT HYDRONIZER

Muhammad Ridwan, Chalillullah Rangkuti, Rudina Okvasari

Prodi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti

\*Corresponding author: [ridwan048@gmail.com](mailto:ridwan048@gmail.com)

**Abstrak.** Ketergantungan masyarakat dunia akan kebutuhan bahan bakar fosil mendorong banyak penelitian untuk terus melakukan penemuan dan inovasi terhadap bahan bakar alternatif. Sumber energi alternatif yang terus dikembangkan saat ini adalah yang ramah lingkungan dan mudah diperoleh dengan biaya produksi rendah. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan membuat alat *Hydronizer* sebagai sumber energi alternatif. *Hydronizer* adalah penghasil gas *oxyhydrogen* (HHO). Gas HHO yang diperoleh dari proses hidrolisis air menggunakan metode baterai tipe kering dapat digunakan sebagai alternatif bahan bakar karena sifatnya yang ramah lingkungan dan dapat dihasilkan dengan metode yang relatif sederhana. Gas hidrogen dihasilkan dengan memutus ikatan hidrogen pada molekul air sehingga dapat memisahkan hidrogen dengan oksigen menjadi  $H_2$  dan  $O_2$ . Besarnya volume gas HHO yang dihasilkan pada alat *hydronizer* ini bervariasi, bergantung pada pengaturan besarnya arus listrik yang dialirkan pada alat, jenis larutan elektrolit yang digunakan, serta variasi konsentrasi larutan elektrolit. Pada penelitian ini digunakan variasi arus listrik 10A, 20A, 30A, 40A dan 50A dengan tegangan arus listrik 12 volt. Larutan elektrolit yang digunakan pada penelitian ini adalah  $NaHCO_3$ . Pada penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa penggunaan konsentrasi  $NaHCO_3$  1M dapat menghasilkan gas HHO dengan laju optimum sebesar 3,15 L/m.

**Kata kunci:** *Hydronizer, Gas Oxyhydrogen, Arus Listrik, PWM/Power Supply DC.*

© 2019. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

## Pendahuluan

Kehidupan manusia tidak dapat dipisahkan dari penggunaan energi berbahan bakar fosil. Hingga saat ini energi berbahan bakar fosil masih tetap menjadi sumber energi utama dunia meskipun memiliki beberapa kelemahan seperti; membutuhkan waktu yang lama untuk dapat terbentuk, tidak dapat diperbaharui, biaya produksi yang mahal, serta efek negatif dengan menghasilkan gas rumah kaca [1].

Salah satu penggunaan bahan bakar fosil dalam kehidupan adalah gas LPG. Penggunaan gas LPG untuk kompor gas rumah tangga saat ini telah menjadi kebutuhan pokok masyarakat. Namun, upaya untuk mengganti maupun mencari alternatif pengganti gas LPG masih belum banyak dilakukan. Oleh sebab itu, pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap gas HHO sebagai salah satu alternatif pengganti gas LPG.

Penelitian terhadap potensi gas HHO dalam menggantikan fungsi gas LPG sebelumnya telah dilakukan dengan mencampur gas HHO dan gas

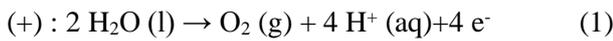
LPG. Pada penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa penggunaan gas HHO dapat menghemat konsumsi gas LPG dalam proses memasak. [2]

Pemanfaatan gas HHO sebagai pengganti gas LPG diharapkan dapat mengurangi ketergantungan akan energi fosil. Gas HHO merupakan energi yang ramah lingkungan dan mudah diproduksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi gas HHO sebagai pengganti gas LPG untuk keperluan rumah tangga. Penelitian ini dilakukan dengan menginjeksikan gas HHO pada kompor gas rumah tangga. Diharapkan gas HHO dapat membantu pemerintah untuk mendiversifikasi sumber energi yang relatif murah dan terjangkau.

Cara menghasilkan gas HHO menggunakan hydronizer adalah dengan memanfaatkan teori hidrolisis air, dimana molekul air ( $H_2O$ ) dipecah/diurai dengan bantuan arus listrik sehingga menjadi gas oksigen ( $O_2$ ) dan gas hidrogen ( $H_2$ ) dengan bantuan alat hydronizer yang dialirkan arus listrik. Pada alat hydronizer terdapat dua elektroda tempat terjadinya elektrolisis yaitu: anoda dan katoda [3].

Pada katoda terjadi reaksi elektrolisis air, dimana katoda menangkap dua elektron yang mereduksi gas H<sub>2</sub> dan ion hidroksida (OH<sup>-</sup>). Sedangkan pada anoda terjadi reaksi dimana dua molekul air lain terurai menjadi gas oksigen (O<sub>2</sub>), melepaskan 4 ion H<sup>+</sup> serta mengalirkan elektron ke katoda. Adapun proses reaksi elektrolisis yang terjadi pada alat hydronizer adalah sebagai berikut [3] :

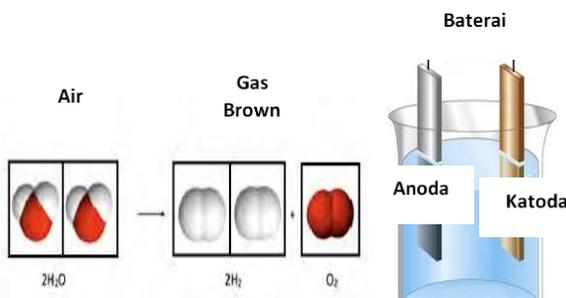
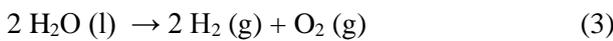
Reaksi oksidasi di anoda



Reaksi reduksi di katoda



Reaksi keseluruhan :



**Gambar 1** Pemecahan Molekul Air menjadi Gas HHO

Agar mempercepat proses elektrolisis di atas dapat ditambahkan penggunaan larutan elektrolit. Beberapa larutan yang dapat digunakan sebagai larutan elektrolit dalam hidrolisis air yaitu: KOH, NaOH, NaCl dan NaHCO<sub>3</sub>. Selain jenisnya, jumlah ataupun konsentrasi larutan elektrolit juga mempengaruhi laju produksi gas HHO. Semakin tinggi konsentrasi suatu larutan, semakin bagus daya hantar listriknya, sehingga mempercepat terjadinya elektrolisis pada alat hydronizer. [2,3,4].

**Daya Listrik yang Dibutuhkan Hydronizer HHO.** Proses elektrolisis membutuhkan energi listrik untuk memecah molekul air. Oleh sebab itu harus diketahui daya listrik yang dibutuhkan hydronizer HHO. Perumusan untuk mencari daya yang dibutuhkan adalah [5] :

$$P = V \times I \quad (4)$$

dimana:

P = Daya yang dibutuhkan hydronizer (Watt)

V = Beda potensial/voltase (Volt)

I = Arus listrik (Ampere)

**Laju Produksi Gas Hydronizer (massa gas HHO).** Untuk mengetahui seberapa banyak gas Hho yang dihasilkan oleh alat hydronizer dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini [6]:

$$\dot{m} = Q \times \rho \quad (5)$$

dimana :

$\dot{m}$  = Laju Produksi Gas HHO (kg/s)

Q = Debit Produksi gas HHO (m<sup>3</sup>/s)

$\rho$  = Massa Jenis HHO (kg/m<sup>3</sup>)

Dengan menghitung laju produksi gas HHO, dapat diketahui bagaimana kinerja dari alat hydronizer itu sendiri. Karena produk utama dari alat hydronizer ini adalah gas. Dari hasil perhitungan laju produksi gas HHO, debit gas HHO yang dihasilkan oleh alat hydronizer juga dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini. [5,7]:

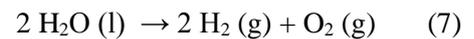
$$Q = V/t \quad (6)$$

dimana :

V = Volume gas Terukur (m<sup>3</sup>)

t = Waktu produksi gas HHO (s)

**Efisiensi Hydronizer ( $\eta_{\text{HHO}}$ ).** Pada hydronizer, hasil yang berguna adalah produk elektrolisis air berupa gas HHO yang diperoleh dari reaksi penguraian air (H<sub>2</sub>O). [3, 8]:



Reaksi endoterm yang menghasilkan energi entalpi yang bernilai positif (+). Energi entalpi yang dihasilkan adalah :

$$\Delta H = + 285,84 \times 10^3 \text{ kJ/mol} \quad (8)$$

Sedangkan energi ikatan yang dibutuhkan adalah melalui penurunan persamaan gas ideal pada kondisi suhu dan tekanan tertentu [8]:

$$p \times \tilde{V} = \dot{\eta} \times R \times T \quad (9)$$

dimana :

p = Tekanan Gas (atm)

$\tilde{V}$  = Volume gas terukur (L)

$\dot{\eta}$  = Molaritas senyawa (mol)

R = Konstanta Gas (L.atm/mol.K)

T = Temperatur, 298 °K.

Energi ikatan didefinisikan sebagai energi yang diperlukan untuk memutuskan 1 mol ikatan dari suatu molekul dalam wujud gas. Energi ikatan dinyatakan dalam kiloJoule per mol (kJ/mol). Untuk menghilangkan nilai per mol dari entalpi dan menyamakan nilai input dari daya dengan satuan watt (J/s), maka volume gas dan mol diberi satuan per waktu. Rumusan yang diperoleh setelah mengubah persamaan (9) adalah sebagai berikut [5,8]:

$$\dot{\eta} = \frac{p \times \tilde{V}}{R \times T} \quad (10)$$

dimana :

$\tilde{V}$  = Volume per detik (Liter/s)

$\dot{\eta}$  = Molaritas senyawa per waktu (mol/s)

$$\eta = \frac{\Delta H \times \dot{\eta}}{V \times I} \times 100\% \quad (11)$$

dimana:

- $\eta$  = efisiensi generator HHO (%)  
 $\Delta H$  = entalpi pemutusan ikatan H<sub>2</sub>O (kJ/mol)  
 $\dot{\eta}$  = Molaritas senyawa per waktu (mol/s)  
 $V$  = tegangan yang digunakan (volt)  
 $I$  = kuat arus yang digunakan (ampere)

untuk menghitung jumlah energi yang dilepaskan dan diterima dapat menggunakan persamaan Asas Black seperti berikut ini [2,11]:

$$\text{Energi Lepas (W)} = \text{Energi Terima (Q)} \quad (12)$$

$$P \times t = (m_a c_a + m_p c_p) \times \Delta T \quad (13)$$

dimana :

- $P$  = Daya (Watt)  
 $T$  = Waktu (s)  
 $m_a$  = Massa Air (gr)  
 $c_a$  = Kalor Jenis Air (kal/gr<sup>0</sup>C)  
 $m_p$  = Massa Panci (gr)  
 $c_p$  = Kalor Jenis Panci (kal/gr<sup>0</sup>C)  
 $\Delta T$  = Perbedaan Suhu (<sup>0</sup>C)

### Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan larutan NaHCO<sub>3</sub> sebagai larutan elektrolit. Berdasarkan studi literatur, larutan elektrolit NaHCO<sub>3</sub> merupakan jenis larutan dengan konsentrasi optimum untuk menghasilkan gas HHO dalam jumlah banyak. Larutan NaHCO<sub>3</sub> dibuat dalam beberapa variasi konsentrasi sebesar 0,25M, 0,5M, dan 1M. Penggunaan larutan elektrolit dengan konsentrasi yang bervariasi dimaksudkan agar diperoleh konsentrasi yang dapat menghasilkan gas HHO dengan debit optimum.

Selanjutnya pada penelitian ini dilakukan pengaturan terhadap besarnya arus listrik yang diberikan terhadap alat hydronizer. Variasi arus listrik tersebut adalah 10A, 20A, 30A, 40A, dan 50A. Pengaturan besar arus listrik yang masuk merupakan data awal yang dibutuhkan untuk menentukan seberapa besar kapasitas PWM/Power Supply DC yang akan digunakan pada saat pengujian. Berdasarkan variasi arus tersebut dapat diperoleh hubungan kenaikan arus dengan jumlah gas HHO yang dihasilkan.

Alat hydronizer dapat melakukan hidrolisis air jika menggunakan elektroda yang sesuai. Elektroda yang digunakan harus bersifat inert, agar produksi gas HHO dapat dilakukan dengan optimal. Plat stainless steel adalah elektroda yang digunakan pada alat hydronizer, dimana luas penampang elektroda juga mempengaruhi laju aliran gas hydronizer. Semakin besar luas penampang elektroda yang berkontak dengan larutan elektrolit,

maka volume gas yang dihasilkan semakin meningkat. Oleh sebab itu, penelitian ini menggunakan plat stainless steel grade 316L ukuran 17 x 17 cm.

Seluruh komponen dirangkai menjadi alat hydronizer, kemudian dilakukan pengujian terhadap fungsi dari alat hydronizer. Adapun bahan yang digunakan adalah sebagai berikut ini :

**Tabel 1.** Tabel Bahan/Material yang Digunakan

No.	Bahan	
	Jenis	spesifikasi
1	Plat SS 316L	170 x 170 x 1 mm
2	Akrilik	180 x 180 x 8 mm
3	Seal Packing	160 x 160 x 2 mm
4	Mur Naut	6mm
5	Kabel	2 x 1,5mm
6	Tabung RO	2 liter
7	Selang	3/4, 5/8 inch
8	L-bow	5/8 inch
9	T-bow	5/8 inch
10	NaHCO <sub>3</sub>	2 kg
11	Plat Olympic	2 lebar
12	Besi Siku	70cm
13	Claim Pipa	3pcs
14	Shilen Kaca	1 botol
15	Lem Alteko	2 kotak

### Hasil dan Pembahasan

**Daya Hydronizer.** Konsumsi listrik yang digunakan oleh alat hydronizer dapat dihitung dengan persamaan (4) :

$$\begin{aligned}
 \text{Daya (P)} &= V \times I \\
 &= 12 \text{ V} \times 50 \text{ A} \\
 &= 600 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

**Laju Produksi Gas HHO.** Menggunakan rumus persamaan (5) dapat dihitung bagaimana laju produksi gas HHO yang dihasilkan oleh alat hydronizer.

**Laju produksi :**

$$\begin{aligned}
 (\dot{m}) &= Q \times \rho_{\text{HHO}} \\
 &= 3,15 \text{ L/m} \times 0,4911167 \text{ kg/m}^3 \\
 &= (3,15 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/60\text{s}) \times 0,4911167 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 5,25 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} \times 0,4911167 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 2,5786 \cdot 10^{-3} \text{ kg/s}
 \end{aligned}$$

**Efisiensi Alat hydronizer.** Menggunakan rumus persamaan (10) dapat dihitung bagaimana efisiensi dari alat hydronizer:

$$\dot{q} = \frac{p \times \tilde{V}}{R \times T}$$

$$\dot{q} = \frac{1 \text{ atm} \times 3,15 \text{ L}/100\text{s}}{0,08206 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \times 298^\circ \text{ K}}$$

$$\dot{q} = 1,29 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$$

banyaknya energi yang dibutuhkan alat hydronizer, dari perhitungan diatas dimasukan kedalam persamaan sebagai berikut:

$$\Delta H \times \dot{q} = 285,84 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1,29 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$= 368,734 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat dihitung seberapa besar efisiensi alat hydronizer menggunakan persamaan (11). Efisiensi alat hydronizer adalah sebagai berikut ini :

$$\eta = \frac{\Delta H \times \dot{q}}{V \times I} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{368,734 \text{ j/s}}{600 \text{ Watt}} \times 100\%$$

$$\eta = 61,456\%$$

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan hydronizer menggunakan sistem Baterai Tipe Kering untuk mendapatkan gas HHO. Produksi gas HHO dapat diatur dengan cara menghitung berapa luas penampang elektroda dan mengatur arus Listrik yang mengalir menggunakan alat *Pulse Width Modulation (PWM)* atau *power supply DC*. Pengaturan tersebut akan memudahkan kontrol terhadap penggunaan arus listrik sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan dan mencegah pemakaian arus listrik secara berlebihan.

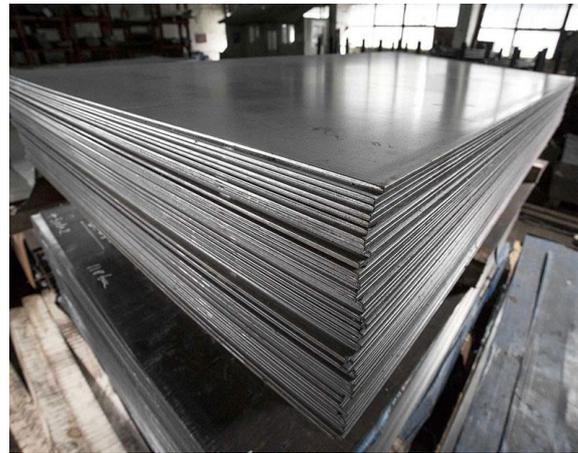


Gambar 2. Alat Hydronizer

Keterangan:

1. Hydronizer
2. Tabung Larutan Elektrolit
3. Tabung Penyimpanan Gas HHO
4. Rotameter
5. Sumber Arus Listrik
6. Sisi Outlet Larutan Elektrolit
7. Sisi Inlet Larutan Elektrolit ke hydronizer
8. Sisi Outlet Gas HHO dari hydronizer
9. Sisi Outlet Gas HHO dari Tabung Penyimpanan

Elektroda/plat yang digunakan adalah stainless stell tipe 316L. Material ini dipilih untuk mencegah terjadinya korosi, khususnya ketahanan yang lebih tinggi terhadap korosi pitting dan celah di lingkungan klorida. Grade 316L adalah versi rendah karbon dari 316 dan kebal terhadap sensitisasi (presipitasi batas karbida).



Gambar 3. Plat Stainless Steel Grade 316L

Data pengujian pada Tabel 2 adalah variasi arus listrik yang digunakan selama pengujian. Data tersebut menunjukkan pengaruh besarnya arus listrik terhadap laju aliran atau produksi dari gas HHO pada alat hydronizer.

Variasi arus listrik yang digunakan dimulai dari 10A, 20A, 30A, 40A dan 50A, hal ini bisa dilakukan dengan bantuan alat PWM/Power Supply DC. Alat ini adalah sebagai alat bantu untuk mengatur besar kecilnya arus yang akan digunakan, begitu juga untuk voltase. Karena semakin besar arus yang diberikan akan mempercepat proses elektrolisis pada alat hydronizer. Pengaturan besarnya arus listrik yang digunakan, memudahkan dalam proses pengamatan terhadap volume gas HHO yang dihasilkan secara berkala dan bagaimana perubahan volume gas pada setiap kenaikan arus listrik.

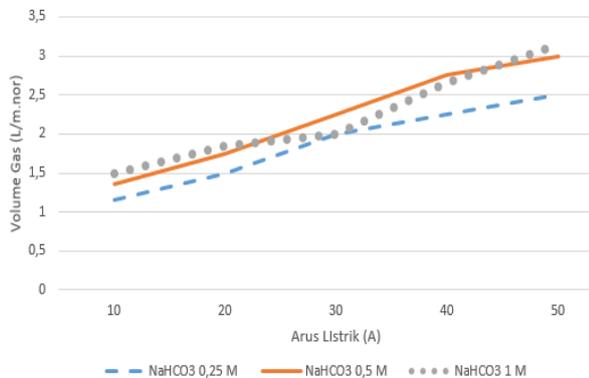
Selain mengatur arus listrik yang mengalir, variasi juga dilakukan terhadap kosentrasi larutan elektrolit. Penelitian ini menggunakan larutan

$\text{NaHCO}_3$  sebagai elektrolit dengan variasi konsentrasi sebesar 0,25M, 0,5M dan 1M.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Gas HHO yang Dihasilkan

Larutan Elektrolit	Konsentrasi (M)	Arus Listrik (A)	Volume Gas (L/menit)
$\text{NaHCO}_3$	0,25	10	1,15
		20	1,5
		30	2
		40	2,25
		50	2,5
	0,5	10	1,35
		20	1,75
		30	2,25
		40	2,75
		50	3
	1	10	1,5
		20	1,85
		30	2
		40	2,65
		50	3,15

Grafik Perbandingan Arus Listrik Terhadap Volume Gas HHO



**Gambar 4.** Grafik Perbandingan Arus Listrik Terhadap Volume Gas HHO

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa penggunaan larutan elektrolit  $\text{NaHCO}_3$ , volume gas HHO yang dihasilkan pada konsentrasi 1M adalah yang terbanyak dibandingkan dengan konsentrasi 0,25M dan 0,5M. Hal ini dapat menjelaskan bahwa semakin banyak molekul air yang terpecah menjadi gas HHO dalam proses tersebut akibat semakin banyaknya larutan elektrolit  $\text{NaHCO}_3$  dalam larutan.

Penggunaan variasi arus listrik juga menunjukkan bahwa volume gas HHO yang dihasilkan mengalami peningkatan saat arus listrik yang diberikan semakin besar. Hal ini terlihat pada Gambar 4. dimana terjadi peningkatan volume gas

HHO yang dihasilkan saat besarnya arus listrik ditingkatkan. Kondisi optimum gas HHO yang dihasilkan pada variasi penggunaan arus listrik adalah ketika arus listrik yang diberikan sebesar 50 A dapat menghasilkan 3,15 L/m gas HHO. Data ini menjelaskan bahwa besarnya arus listrik akan mempengaruhi kecepatan laju reaksi sehingga molekul air lebih cepat terpecah membentuk gas HHO.

Menurut Teori Faraday, dalam suatu reaksi elektrolisis air, konsentrasi larutan elektrolit dan besarnya arus listrik yang digunakan merupakan aspek kuantitatif. Penjelasan Teori Faraday yang menyatakan bahwa massa produk (Gas HHO) yang terbentuk berbanding lurus dengan banyaknya katalis dan besarnya arus listrik yang digunakan selama reaksi dapat dibuktikan melalui penelitian ini [10].

Selain arus listrik dan konsentrasi larutan elektrolit, kemungkinan ada beberapa faktor lain yang mempengaruhi volume gas yang dihasilkan seperti, luas penampang elektroda, tebal plat yang digunakan, jenis cariran elektrolit dan berapa konsentrasi yang digunakan pada saat melakukan pengujian.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Besar kecilnya volume gas HHO yang dihasilkan dipengaruhi oleh arus listrik yang diberikan dan jumlah konsentrasi larutan elektrolit.
2. Semakin besar konsentrasi larutan elektrolit, semakin banyak volume gas HHO yang dihasilkan oleh alat hydronizer.
3. Semakin besar arus listrik yang diberikan, maka semakin besar pula gas HHO yang dihasilkan pada alat hydronizer.

## Referensi

- [1] <http://intisolar.com/news/dampak-pemakaian-energi-fosil> (diakses 7 Oktober 2018).
- [2] Taufiq, M., et al., Pengaruh Variasi Prosentase Katalis  $\text{NaHCO}_3$  Terhadap Produksi Brown's Gas Pada Proses Elektrolisis Air dengan Menggunakan Alat Tipe Dry Cell.
- [3] Helmenstine, Anne Marie, Chemistry Glossary Definition of Electrolysis, 2001.
- [4] T. Suzuki, Y. Sakurai, Effect of hydrogen rich gas and gasoline mixed combustion on spark ignition engine, SAE paper no. 01-3379 (2006).

- [5] Pudjanarsa, Astu dan Djati Nursuhud, Mesin Konversi Energi. Yogyakarta, 2006.
- [6] Riza, Mukhlissatur."Pengaruh Kuat Arus Terhadap Produksi gas Hidrogen Melalui Metode Elektrolisis pada Kompor Bahan Bakar Air". Thesis S2 Teknik Mesin UMM, Malang, .2009
- [7] Manubinuri, Sulis."Pengujian Elektrolisis Dengan Variasi Konsentrasi, Tegangan, Luasan Dan Temperatur Pada Sistem Brown Gas". Thesis S2 Teknik Mesin ITS, Surabaya, 2010.
- [8] Rasiawan. Rancang Bagun Elektronik Kontrol Sistem Elektroliser Brown Gas Pada Kendaraan, Thesis S2 Teknik Mesin FTI-ITS, Surabaya, 2009.
- [9] Giancoli Douglas C, Fisika edisi V, Erlangga, Jakarta, 2001.
- [10] Chang, R., Kimia Dasar: Konsep-Konsep Inti Jilid 2, 2008, Erlangga, Jakarta.