

## PENGARUH DIMENSI TERHADAP VOLUME GAS HHO DAN DAYA LISTRIK PADA PROSES ELEKTROLISIS

Dedy Pradigdo<sup>1</sup>, Sudjito Suparman<sup>2</sup>, Agung Sugeng Widodo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Poltekad, Jl. Kesatrian Arhanud - Pendem - Jun Rejo – Batu – Jatim

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya malang

JL. MT. Haryono 167 Malang 65145, Indonesia

Email : dedypradigdo@gmail.com

### Abstract

*The electrode area have an effect on HHO gas production volume, this phenomena influenced by electric power absorbed from the energy source to the electrode. It is necessary to examine how much the influences on process of the water electrolysis. In this research the effect of the electrode total area on the electrolysis process analyzed to determine the volume of HHO gas and electric power absorbed. The experimental method by testing the extent of several electrodes without the connection and calculating the entire surface on the electrode. The electric power is absorbed among other L1 = 6.413 mm<sup>2</sup> : 5,2 ml : 0,774 watt, L2 = 10.028 : 28 mm<sup>2</sup> : 7 ml : 0,9030 watt, L3 = 14.328 mm<sup>2</sup> : 15 ml : 2,451 watt and L4 = 14.3608 mm<sup>2</sup> : 20 ml : 6,192 watt. In this research, the highest result on the electrode having L4: 14.360,8 mm<sup>2</sup> = 6,192-watt area. This result influenced by the surface area reacting with water at the anode and cathode of the 12 Volt 70 AH battery and the capacity of the electrolysis generator.*

**Keywords:** *Electrode area, Electrolysis, HHO, electric power.*

### PENDAHULUAN

Sekitar dua pertiga (3.273.810 km<sup>2</sup>) luas wilayah Indonesia merupakan perairan yang keseluruhan luasnya yaitu 5.193.250 km<sup>2</sup>, hal tersebut sangat potensial dikembangkan untuk kesejahteraan penduduknya. Usaha ini salah satunya dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi tepat guna agar potensi perairan tersebut dapat memenuhi berbagai keperluan masyarakat sekitarnya dan juga agar tidak terjadi kesenjangan energi antar wilayah. Energi alternatif dapat digunakan dengan memanfaatkan air sebagai bahannya, karena didalam air terdapat gas HHO yang memiliki potensi yang luar biasa bila dimaksimalkan[1].

Penelitian tentang konversi energi pada gas HHO di Indonesia belum memanfaatkan secara maksimal, potensi yang sangat besar itu dapat diperoleh melalui proses elektrolisis air yang menghasilkan gas HHO. Gas ini termasuk energi yang ramah lingkungan, pemanfaatan gas HHO dapat bermacam-macam untuk pemenuhan kebutuhan hidup manusia. Selain itu energi alternatif ini cocok untuk daerah-daerah terpencil maupun wilayah perbatasan yang sulit dijangkau.

Masyarakat daerah pedalaman dan Prajurit TNI AD yang melaksanakan tugas patroli pengamanan di wilayah sekitar perbatasan belum bisa mengkonversi energi sesuai kebutuhannya. Oleh sebab itu perlu upaya membuat terobosan dengan energi alternatif untuk penggantinya. Misalnya pengganti BBM pada kapal nelayan maupun kapal patroli, energi pengelasan guna memperbaiki peralatan rumah tangga yang terbuat dari plat logam maupun aluminium yang rusak serta sebagai penunjang kehidupan sehari-hari baik kepentingan militer maupun bagi masyarakat sekitarnya[3]. Gas HHO bisa langsung digunakan, gas tersebut dapat diperoleh dari hasil elektrolisis yang terjadi pada generator yang mudah dibuat. Untuk menghasilkan gas ini dapat menggunakan energi listrik yang tidak terlalu besar. Cukup dari energi listrik berupa baterai, jika habis dapat di *charge* dengan solar cell sesuai kebutuhan. Berkaitan dengan hal tersebut maka perlu diteliti bagaimana menghasilkan energi yang maksimal dengan memanfaatkan baterai 12 Volt 70 AH, melalui proses elektrolisis untuk memproduksi gas HHO[2].

Penelitian sebelumnya tentang ini yaitu Sopandi (2015), menghasilkan produksi gas HHO oleh generator HHO tipe basah dengan metode elektrolisa H<sub>2</sub>O. Pada penelitian ini menggunakan variasi ketebalan elektroda jenis stainless steel 304 yaitu 0,8 mm, 1 mm dan 1,2 mm dengan katalis NaHCO<sub>3</sub> (Natrium Bikarbonat) pada larutan elektrolitnya. Karakteristik yang diketahui meliputi konsumsi daya listrik yang digunakan oleh generator, volume gas yang dihasilkan, laju produksi gas HHO yang dihasilkan dan efisiensi generator. Hasil penelitian dan pengujian generator HHO tipe basah ini didapatkan generator terbaik pada ketebalan elektroda 1 mm, diperoleh data hasil pengujian dengan daya HHO yang digunakan sebesar 59,11 Watt, laju produksi gas HHO yang dihasilkan sebanyak 0,00054 kg/s dan efisiensi generator HHO sebesar 9,42 %[13].

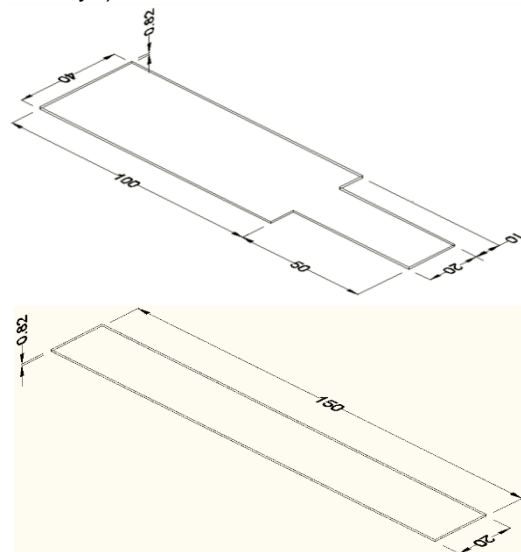
Syaiful (2015) membandingkan lapisan pelat-pelat *fuel cell* yang di variasikan jaraknya dan kuat arus listriknya pada proses elektrolisis menggunakan logam SS316 dan aluminium. Setelah diukur didapatkan kesimpulan yaitu: pemakaian logam SS316 untuk lapisan pelat *fuel cell* jauh lebih baik dari aluminium karena menghasilkan resistansi lebih rendah dan konstan, laju produksi HHO pada proses elektrolisis air dipengaruhi oleh variasi lapisan pelat sejajar pada *fuel cell*nya, nilai resistansi air yang digunakan pada pengukuran ini sebesar  $\rho = 4710 \Omega \cdot \text{cm}$ .

Wahyono (2016) pembuatan elektroliser sebagai alat ujinya hanya dengan 2 variasi luasannya hanya permukaan depan belakang saja, samping kanan, kiri, atas, diabaikan, sehingga kurang tajam akurasi, serta aliran arusnya tidak langsung, sehingga masih terjadinya hambatan arusnya apalagi hanya 10 Amper saja dan konsentrasi air dikataliskan dengan KOH, sehingga pengaruh luasan kurang akurat. Oleh sebab itu maka perlu sekali di teliti tentang bagaimana proses elektrolisis itu dapat menghasilkan hidrogen yang optimal dengan energi yang telah ditentukan, hal itu yang paling dominan diteliti yaitu tentang luasan elektroda yang langsung kontak dengan sistem elektrolisisnya yang

berpengaruhi terhadap produk hidrogen yang sesuai dengan energi yang dikeluarkannya.

**METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen untuk mengetahui hasil produksi gas HHO terhadap variasi luasan pada katoda-anodanya dengan bahan dari *stainless steel* menggunakan energi baterai 12 Volt 70 AH. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu variasi luasan katoda dan anoda yang terdiri dari 4 varian, volume air elektrolisis, arus listrik yang dialirkan serta volume air untuk pemurniannya yang di gunakan pada waktu pengambilan data saat terjadi proses elektrolisis. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil proses elektrolisis tersebut berupa gas HHO dan waktu yang dibutuhkan untuk elektrolisis (tergantung luasan katoda dan anodanya).



**Gambar 1.** Variasi elektroda dalam penelitian

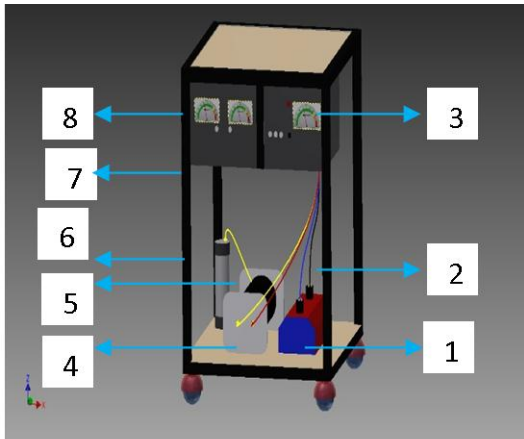
**Tabel 1.** Contoh tabel 1

Elektrod s	(mm)						Luasan (mm <sup>2</sup> )
	L1	L2	L3	T	P1	P2	
I	20	-	-		150	-	6262.4
II	40	10	20	0.82	100	50	10028.18
III	60	20	20		100	50	14328
IV	80	30	20		100	50	14360.8

Sumber energi yang digunakan berasal dari sebuah baterai dengan ukuran 12 volt 70 AH, sedangkan kapasitas air dalam elektrolisernya yaitu 1350 ml.

**Metode Pengumpulan Data**

Skematik instalasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2. di bawah.



**Gambar 2.** Skematik Instalasi Penelitian

Bagian-bagian alat :

1. Accu
2. Kabel
3. Indikator tegangan / Aliran Listrik.
4. Reaktor H
5. Selang Saluran Hasil HHO
6. Filter Tank
7. Pipa Saluran H
8. Indikator tekanan H

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *true eksperiment* / eksperimen nyata secara langsung pada alat elektrolisis ini.

Pada penelitian ini pengambilan datanya dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Proses pelaksanaan pengambilan data :
- a. Hubungkan kabel masing-masing panel ke baterai serta pada alat pengujian, dan pengukuran tegangan dan arus listrik.
  - b. Bisa dilihat besarnya tegangan DC yang terjadi dan arus yang mengalir dari baterai ke elektrodanya pada skala 12 Volt 70 AH.

- c. Hubungkan alat ukur tersebut diatas dengan baterai dimana kabel merah dengan kutub panel dan positif kabel hitam dengan dengan kutub positif baterai.
- d. Catat hasil pengukuran / rekam untuk masing-masing nilai pada alat ukur (waktu prosesnya, arus yang mengalir, dan tegangan yang terjadi serta volume gas HHO nya).

Beban daya listrik yang digunakan merupakan langkah awal dalam merancang sistem elektrolisis yang listriknya dari baterai dengan kapasitas 12 volt 70 AH. Berapa volume gas yang dihasilkan selama proses waktu tertentu, hal tersebut tergantung pada daya (P) yang diserap oleh luasan elektrodanya, dalam waktu (t). Untuk memenuhi kebutuhan daya tersebut maka diperlukan perhitungan terhadap besar energi beban yang akan disuplainya sebesar

$$P = V \times I \tag{1}$$

Dimana: P = Daya Listrik (Watt)  
 V = Beda tegangan (Volt)  
 I = Arus listrik (Amper)

Untuk memperoleh data yang akurat maka dapat disiasati dengan aliran listriknya ke elektrode dari baterai bisa secara langsung agar dapat mengurangi hambatan. Karena bila menggunakan sambungan maka akan menambah hambatan arus listriknya yang mengalir ke elektrode.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam pembahsan ini maka peneliti berharap mengetahui karakteristik rancang bangun elektrolisis berkaitan dengan proses konsumsi daya yang digunakan selama proses elektrolisis yang memvariasikan luasan elektrodanya.

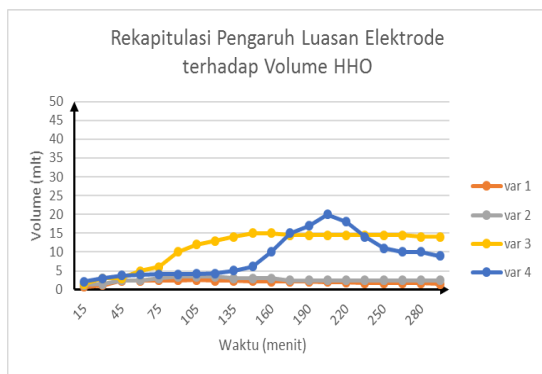
Dibawah ini merupakan hasil rekapitulasi data-data yang diperoleh dari hasil pengujian sesuai dengan klasifikasi luasan elektrodanya dengan mengambil sampel empat varian elektroda dengan lama prosesnya menggunakan waktu selama 295 menit dan

pelaksanaan pengambilan datannya tiap 15 menit sekali. Berikut hasil perhitungan daya listriknya yang telah digunakan selama proses elektrolisis yang dihimpun dalam tabel agar mudah dalam menganalisa data:

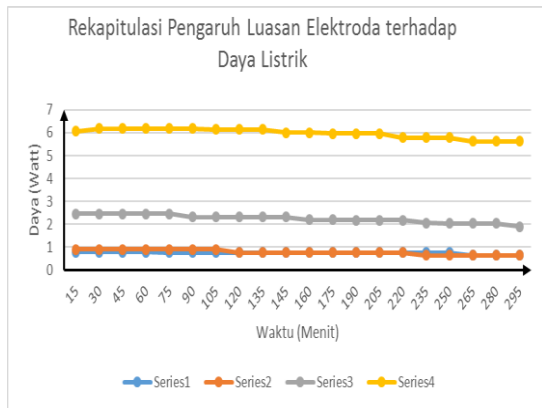
**Tabel 2. Data Pengujian**

No	Variasi Elektroda	Daya Listrik																		Ket	
		15	30	45	60	75	90	105	120	135	145	160	175	190	205	220	235	250	265		280
1	I	0,774	0,774	0,774	0,774	0,768	0,768	0,768	0,768	0,768	0,768	0,768	0,768	0,768	0,77	0,768	0,768	0,64	0,64	0,64	
2	II	0,903	0,903	0,903	0,903	0,896	0,896	0,896	0,768	0,768	0,768	0,768	0,768	0,768	0,77	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	
3	III	2,451	2,451	2,451	2,451	2,451	2,322	2,322	2,322	2,322	2,322	2,193	2,193	2,176	2,176	2,18	2,048	2,032	2,032	2,032	1,91
4	IV	6,063	6,192	6,192	6,192	6,192	6,192	6,144	6,144	6,144	6,016	6,016	5,969	5,969	5,969	5,8	5,796	5,796	5,625	5,625	5,63

hingga mencapai puncaknya / optimalnya yaitu menit ke 90 sebesar 5,2 ml, setelah itu terjadi fenomena penurunan volumenya karena energi di baterai mulai menurun juga. Mulai disalurkan arus listrik dari baterai ke elektroda dengan luasan L2 10.028,18 mm<sup>2</sup> setelah 30 menit menunjukan volume 5 ml yang



**Gambar 3. Rekapitulasi Pengaruh Luasan Elektrode terhadap Volume HHO**



**Gambar 4. Rekapitulasi Pengaruh Luasan Elektrode terhadap Daya Listrik**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah arus listriknya disalurkan dari sumber arus ke electrode, varian ke-1 yang luasannya yaitu L1 6.413,4 mm<sup>2</sup> 30 menit pertama kurang lebih 4,8 ml. Satu jam berikutnya volume meningkat dengan drastis dan meningkat terus

selanjutnya naik sedikit, setelah itu terjadi kenaikan yang signifikan antara menit ke 30 hingga 45. Kemudian dilanjutkan lagi pada menit ke 60 hingga mencapai puncaknya dan bertahan tidak lama volume sebesar 7 ml setelah itu menurun lagi sampai 5 ml hingga bertahan lama saat ini, baru menurun lagi.

Mulai disalurkan arus listrik dari baterai ke elektroda dengan luasan L3 14.328 mm<sup>2</sup> pada proses ini awalnya hanya 6 ml saja pada menit ke 30 setelah itu terjadi kenaikan tiap menitnya hingga pada menit ke 120 mencapai optimalnya yaitu sebesar 15 ml bertahan tidak lama setelah itu mengalami penurunan secara pelan-pelan karena terjadi penurunan daya yang ada dibaterainya.

Saat disalurkan arus listrik dari baterai ke elektroda dengan luasan L4 = 14.360,8 mm<sup>2</sup> pada proses ini awalnya kecil saja pada menit ke 160 setelah itu terjadi kenaikan tiap menitnya hingga pada menit ke 205 mencapai maksimalnya yaitu sebesar 20 ml bertahan tidak lama setelah itu mengalami penurunan secara signifikan karena terjadi penurunan energi yang ada dibaterainya.

Bila diakumulasi produksi HHOnya dari keempat variasi luasan elektrodanya maka yang paling optimal hasilnya terdapat pada variasi ke-3 karena dapat menghasilkan volume HHO cenderung lebih tinggi di banding variasi L1 dan L2 serta beda sedikit dengan L4 yang kenaikan volume maksimalnya memerlukan waktu sekitar 205 menit dan bertahan tidak lama, cenderung kurang optimal karena mengalami penurunan yang tajam setelah itu, sehingga bila diperhatikan maka yang menghasilkan HHO yang paling optimal

yaitu pada variasi L3 dikarenakan pengaruh terhadap luasan permukaan yang bersentuhan dengan air mempengaruhi terhadap produksi HHO nya.

### KESIMPULAN

Keempat variasi eksperimen diatas dengan variasi luasannya L1: 6.413 mm<sup>2</sup> diperoleh volume dan daya maksimalnya 5,2 ml dan 0,774 watt selama satu jam, L2: 10.028, 28 mm<sup>2</sup> = 7 ml dan 0,903 watt selama satu jam, L3: 14.328 mm<sup>2</sup> = 15 ml dan 2,451 watt, dan L4: . 14.3608 mm<sup>2</sup> = 20 ml selama 15 menit dan 6,192 watt. Pada penelitian ini di peroleh hasil yang paling efektif yaitu pada elektroda L3, karena L3 menghasilkan volume gas HHO maksimalnya bertahan lama dan mengalami penurunannya sedikit, serta daya listrik yang diserap tidak terlalu besar dibanding L4, sehingga bila dikalkulasi hasilnya paling optimalnya yaitu L3.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Mohon terima kasih kami sampaikan tak terhingga kepada keluargaku, Prof. Ir. Sudjito Suparman, Ph.D., Agung. Sugeng Widodo., ST., MT., Ph.D, Kajor Teknik Mesin Universitas Brawijaya, Kaprodi S2 Teknik Mesin Universitas Brawijaya, Para Dosen dan rekan-rekan S2 Teknik Mesin Universitas Brawijaya

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andewi, N.M.A.Y., Hadi, W., 2011, *Produksi gas hidrogen melalui proses elektrolisis air sebagai sumber energi*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- [2] Attila Gollei, P € eter G orbe, Attila Magyar., *Measurement based modeling and simulation of hydrogen generation cell in complex domestic renewable energy systems*, Department of Electrical Engineering and Information Systems, Faculty of Information Technology, University of Pannonia, Egyetem Street 10, Veszprem, H- 8200, Hungary.
- [3] A.Syaiful, dkk., 2015, *Pengaruh Variasi Lapisan Pelat Sejajar pada Laju Produksi HHO dari Generator Oxyhydrogen Berbasis Sel Elektrolis*, Jurnal fisika dan aplikasinya volume 11, nomor 1 Januari 2015. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Kampus ITS Sukulilo, Surabaya.
- [4] B.N. Lukyanov, D.V. Andreev, V.N. Parmon Boreskov, *Catalytic reactors with hydrogen membrane separation Institute of Catalysis*, Pr. Akad. Lavrentieva 5, Novosibirsk 630090, Russia.
- [5] E.V. Chatzidouros, V.J. Papazoglou, T.E. Tsiourva, D.I. Pantelis, *Hydrogen effect on fracture toughness of pipeline steel welds, with in situ hydrogen charging*, Shipbuilding Technology Laboratory, School of Naval Architecture and Marine Engineering, National Technical University of Athens, Greece. 4.
- [6] Sastrohamidjojo, H., 2005, *Kimia Dasar*, edisi ke-2, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [7] Jack R. Ambler dkk, 2011, *Evaluation of stainless steel cathodes and a bicarbonate bufferfor hydrogen production in microbial electrolysis cells using a new method for measuring gas production*. Department of Civil and Environmental Engineering, The Pennsylvania State University, University Park, PA 16802.
- [8] Marlina, E., dkk., 2013, *Produksi Brown's gas hasil elektrolisis H<sub>2</sub>O dengan katalis NaHCO<sub>3</sub>*, Jurnal Rekayasa Mesin, Universitas Brawijaya, Malang.
- [9] M. Reytier, S., dkk. 2015, *Stack performances in high temperature steam electrolysis and co-electrolysis*. CEA, LITEN, 17 rue des Martyrs, F-38054 Grenoble, France.
- [10] Natalia R. Kudinova, dkk. 2016 *Determining the bound energies of dissolved hydrogen on thebasis of a multichannel diffusion model in a solid*. Institute of Problems of Mechanical Engineering RAS, 61 Bolshoi Pr. V.O., St. Petersburg 199178, Russian Federationb Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University.

- [11] Selembo, P.A., dkk., 2009, *The use of stainless steel and nickel alloys as low-cost cathodes in microbial electrolysis cells*, Journal of Power Sources, volume 190, 271-278.
- [12] Perry's, R.H., Green, D.W., 1997, *Chemical Engineers Handbook edition 7*, McGraw-Hill.
- [13] Sopandi, I., dkk., 2015, *Studi Ketebalan Elektroda Pada Produksi Gas HHO (Hidrogen Hidrogen Oksigen) Oleh Generator HHO Tipe Basah Dengan Katalis NaHCO<sub>3</sub> (Natrium Bikarbonat)*, Jurnal Ilmiah dan Penerapan Keteknikan Pertanian, Unsyiah.
- [14] Rebecca L. King, Gerardine G. Botte , 2016, *Hydrogen production via urea electrolysis using a gel electrolyte*, Center for Electrochemical Engineering Research, Department of Chemical and Biomolecular Engineering, 165 Stocker Center, Ohio University, Athens, OH 45701, USA.
- [15] Tomohiko Imamura dkk, 2009, *Control of the ignition possibility of hydrogen by electrostatic discharge at a ventilation duct outlet*, Research Core for Explosion Safety, Research Institute of Science for Safety and Sustainability, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 16-1 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8569, Japan.
- [16] Tong-Le Liu, dkk., 2016, *Evaluation of polarization and hydrogen production efficiency of solid oxide electrolysis stack with La<sub>0.6</sub>Sr<sub>0.4</sub>Co<sub>0.2</sub>Fe<sub>0.8</sub>O<sub>3-δ</sub> Ce<sub>0.9</sub>Gd<sub>0.1</sub>O<sub>1.95</sub> oxygen electrode*, Institute of Nuclear and New Energy Technology, Tsinghua University, Beijing, 100084, China.
- [17] Wahyono, 2016. *Pembuatan alat produksi gas hidrogen dan oksigen tipe wett cell dengan variasi luas penampang*, Jurnal Polines.
- [18] Yimin Zhang, Matthew D. Merrill, Bruce E. Logan, *The use and optimization of stainless steel mesh cathodes in microbial electrolysis cells*, Department of Civil and Environmental Engineering, Penn State University, 212 Sackett Building, University Park, PA 16802, USA.
- [19] Yousif M. Hamad, dkk., 2014, *A design for hydrogen production and dispensing for northeastern United States, along with its infrastructural development timeline*, Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Missouri University of Science and Technology Rolla, MO, USA.