

PEMBUATAN ALAT PRODUKSI GAS HIDROGEN DAN OKSIGEN TIPE WETT CELL DENGAN VARIASI LUAS PENAMPANG

Wahyono, Anies R

Jurusan Teknik Mesin Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Semarang
Jalan Prof. H. Soedarto, S.H. Tembalang, Semarang 50275, PO BOX 6199/SMS
Email: desienmar@gmail.com; gesit_pietra@yahoo.com

Abstrak

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah merancang dan membuat alat penghasil gas hidrogen dan oksigen yang juga bisa disebut sebagai elektroliser serta menguji dan menganalisa unjuk kerja alat untuk mendapatkan efektivitas alat yang maksimal sehingga diharapkan bisa meningkatkan efisiensi pembakaran. Prinsip kerja elektroliser adalah proses elektrolisis air menjadi gas hidrogen dan oksigen dengan bantuan elektroda yang dihubungkan dengan sumber listrik. Proses yang dilakukan meliputi perancangan alat, pembuatan serta pengujian kinerja elektroliser terhadap variasi luas penampang berdasarkan perhitungan daya yang dibutuhkan, volume gas yang dihasilkan serta efisiensi elektroliser. Metode yang digunakan adalah membuat dan menguji kinerja alat ini dengan variasi luas penampang. Untuk mengetahui kinerja terbaik dari alat ini terhadap efektivitas alat serta efisiensi yang dihasilkan. Dimulai dengan mendapatkan desain dan konstruksi alat, menguji performa alat dengan tegangan yang konstan yaitu 8,5 volt, variasi konsentrasi KOH dengan konsentrasi maksimum sebesar 0.5 M. Semakin besar konsentrasi KOH, maka semakin besar arus yang dihasilkan. Luas penampang elektroda juga sebanding dengan arus yang dihasilkan. Luas penampang I (9x11 cm) lebih efektif dibandingkan luas penampang II (9x14 cm) karena kebutuhan daya lebih rendah 42,5 watt, volume gas HHO lebih besar dan efisiensi lebih besar (95,76 mL dan 49,15 %).

Keyword: Gas HHO, Elektroliser, Luas Penampang, Konsentrasi

1. PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan pokok manusia dan konservasi energi terus dilakukan. Kayu, batubara hingga minyak bumi adalah sederetan sumber energi yang ketersediaannya sudah mulai menipis. Energi fosil khususnya minyak bumi dan batu bara adalah sumber energi utama dan sebagai sumber devisa negara. Salah satu penggunaannya adalah sebagai pembangkit listrik. Energi fosil merupakan energi yang tidak terbarukan (*non-renewable energy*) dan energi fosil saat ini semakin menipis karena penggunaannya yang terus menerus tanpa adanya suatu alternatif untuk melakukan penghematan energi fosil itu sendiri (Muliawati, 2008).

Padahal kebutuhan energi terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan penduduk. Pemakaian energi fosil akan menyebabkan pemanasan global akibat sisa pembakarannya yang berupa gas CO dan CO₂. Maka perlu adanya energi alternatif yang terbarukan (*renewable energy*) dan ramah lingkungan sebagai sumber energi baru. Beberapa energi yang terbarukan antara lain gas hidrogen yang merupakan salah satu energi pembangkit listrik. Dari sekian banyak energi terbarukan bahan bakar

hidrogen merupakan energi yang ramah lingkungan (Yanur & Djoko, 2013) dan menjadi perhatian besar pada banyak negara, terutama di negara maju. Hidrogen diproyeksikan oleh banyak negara akan menjadi bahan bakar masa depan yang lebih ramah lingkungan dan lebih efisien. Dimana suplai energi yang dihasilkan sangat bersih karena hanya menghasilkan uap air sebagai emisi selama berlangsungnya proses. Energi hidrogen terutama dalam bentuk sel bahan bakar hidrogen (*hydrogen fuel cells*) menjanjikan penggunaan bahan bakar yang tidak terbatas dan tidak polusi, sehingga menyebabkan ketertarikan banyak perusahaan energi terkemuka di dunia, industri otomotif maupun pemerintahan. Teknologi sel bahan bakar hidrogen ini dengan begitu banyak keuntungan yang dijanjikan menimbulkan gagasan "*hydrogen economy*" dimana hidrogen dijadikan sebagai bentuk energi utama yang dikembangkan (Muliawati, 2008).

Gas hidrogen ini sendiri bisa digunakan sebagai bahan bakar gas secara tunggal maupun dalam bentuk campuran gas, seperti *Brown's Gas*. Istilah *Brown's Gas* pertama kali ditemukan oleh Yull

Brown (1974). *Brown's Gas* atau disebut juga gas HHO (*oxyhydrogen*) adalah campuran gas antara monoatomik dan diatomik H₂ dengan O₂. *Brown's Gas* memiliki karakteristik yang lebih baik dari segi ekonomi, efisiensi energi, dan afinitas lingkungan dibandingkan dengan gas asetilena dan LPG (*Liquefied Petroleum Gas*). Ketika dibakar, *Brown's Gas* mengempis karena volumenya lebih besar dari campuran gas H₂ dan O₂ sebelum dilakukan proses pembakaran (Lee dkk., 2005). *Brown's Gas* tidak menunjukkan sifat dari monoatomik O maupun H, namun memang menghasilkan beberapa H₂ dan O₂ saat produksi, tapi tidak sepenuhnya berupa H₂ atau O₂. *Brown's Gas* juga dapat menyublim tungsten (Chris, 2008).

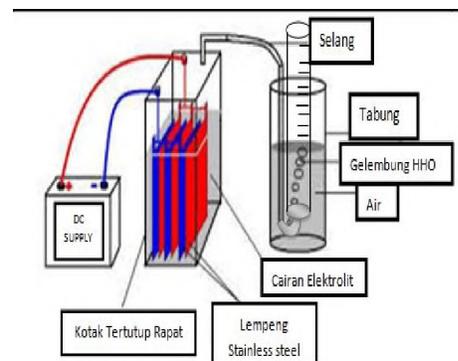
Ada beberapa proses atau cara untuk dapat memproduksi *Brown's Gas* itu sendiri yaitu dengan metode thermal, elektrokimia, *byproduct recovery*, dan biologi. Salah satu cara untuk menghasilkan *Brown's Gas* dengan menggunakan metode elektrokimia yaitu dengan elektrolisis. Elektrolisis air merupakan proses untuk menghasilkan gas H₂ dan O₂ murni dengan pemanfaatan energi listrik pada sistem. Elektrolisis air pada dasarnya dilakukan dengan mengalirkan arus listrik ke air melalui dua buah elektroda (Katoda dan Anoda). Agar proses elektrolisa dapat terjadi dengan cepat maka air tersebut dicampur dengan katalis. Salah satu katalis yang dapat digunakan untuk proses elektrolisis adalah KOH (Kalium Hidroksida). Senyawa ini termasuk kelompok garam dan telah digunakan sejak lama. Kalium hidroksida larut dalam air dan bersifat alkaloid (basa) (Holleman & Wiberg, 2001). Menurut Putra (2010) larutan KOH ini akan mempermudah pemutusan gas hidrogen dan gas oksigen dalam air dan membentuk HHO. Sehingga diperkirakan semakin banyaknya konsentrasi dari katalis KOH, akan memperbanyak produksi dari gas HHO. Demikian juga halnya dengan pengaruh arus yang berasal dari tegangan, kemungkinan dapat mempercepat produksi gas HHO dari hasil elektrolisis.

Produksi gas hidrogen dengan proses elektrolisis dapat dilakukan dengan 2 tipe, yaitu tipe *dry cell* dan tipe *wett cell*. Tipe *wett cell* memiliki tingkat kebocoran gas yang dihasilkan relatif lebih sedikit

dibandingkan tipe *dry cell* sehingga produksi gas yang dihasilkan akan relatif lebih banyak (Dody dkk., 2013). Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Dody dkk tahun 2013 sebelumnya mereka menggunakan variasi arus listrik, variasi tegangan pulsa (Yanur & Djoko, 2013), variasi fraksi massa (Satrio & Denny, 2013), penggunaan frekuensi listrik (Rizky & Djoko, 2013). Sedangkan pada penelitian ini, kami menggunakan variasi luas penampang dan variasi konsentrasi untuk memproduksi gas hidrogen dan oksigen. Sehingga diharapkan produksi gas yang dihasilkan akan relatif lebih banyak. Selain itu juga bertujuan agar kita bisa mengetahui efektivitas dari masing-masing alat dengan luas penampang dan konsentrasi yang berbeda terhadap effisiensinya dan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh luas penampang dan konsentrasi yang berbeda karena lebih mudah penerapannya dibandingkan dengan mengubah volume atau bahkan jumlah plat elektroda yang berada didalam.

2. METODE PENELITIAN

Eksperimen yang dilakukan pada pengujian ini menggunakan elektroliser dengan elektroda berjumlah 18 buah 9 buah sebagai anoda dan 9 buah lagi sebagai katoda. Elektroda ini berbahan dasar *stainless steel* 304 L. Dengan skemanya sebagai berikut.



Gambar 2.1 Rancangan Alat

Bentuk dari penelitian ini adalah pembuatan alat dan analisis alat untuk mengetahui produktifitas gas H₂ dan O₂ ketika proses elektrolisis. Sampel yang digunakan adalah larutan elektrolit yang terdiri dari katalis dan air. Katalis yang digunakan pada penelitian ini yaitu KOH (Kalium Hidroksida). Larutan KOH

merupakan salah satu larutan yang dapat menghantar arus listrik dan mengingat fungsinya bahwa KOH itu sebagai katalis yang berfungsi untuk mempercepat terjadinya reaksi elektrolisis.

Bak elektroliser ini digunakan untuk menampung cairan elektrolit yang didalamnya terdiri dari beberapa plat Stainless steel baik anoda maupun katoda yang nantinya akan dialiri arus listrik sehingga akan terjadi proses pembentukan senyawa gas dan gas tersebut akan mengalir melalui pipa yang akan diukur dengan menggunakan gelas ukur. Bak yang digunakan harus dapat tertutup rapat dan tidak bocor namun tetap harus diberi saluran untuk keluaran gas. Dengan demikian gas H_2 dan O_2 yang dihasilkan akan benar-benar secara maksimal. Untuk bak ini digunakan akrilik.

Pada penelitian ini digunakan power supply DC dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tegangan : 6-24 volt DC

Arus : 10 A

Daya : 240 Watt

Power Supply DC berfungsi sebagai sumber tegangan DC, terdapat pengatur tegangan dan pengatur arus. Tentunya sumber yang digunakan sesuai dengan kemampuan alat. Apabila melebihi kemampuan alat tersebut maka akan membahayakan bahkan bisa terjadi ledakan.

Sedangkan untuk mengukur banyaknya gas yang dihasilkan digunakan flowmeter. Flowmeter ini dihubungkan dengan pipa pengukur gas yang ditempel dengan meter pengukur atau indikator pengukuran selisih gas yang dihasilkan. Dengan pipa pengukur gas ini akan didapatkan seberapa banyak gas HHO yang dihasilkan dari proses elektrolisis.

Pada penelitian ini digunakan 2 luas penampang yang berbeda dan menggunakan variasi konsentrasi sebanyak 10 kali pengujian dan pada setiap konsentrasi dilakukan 3kali pengulangan agar didapatkan hasil yang maksimal. Luas penampang pertama yang digunakan yaitu 9×11 cm, sedangkan luas penampang yang

kedua yaitu 9×14 cm. Hal tersebut bertujuan agar mengetahui unjuk kerja paling baik dari luas penampang yang berbeda terhadap efisiensi dan efektifitas alat.



Gambar 2.2 Bak elektroliser

I

Spesifikasi sebagai berikut:

Arus : 10 A

Tegangan : 8,5 volt

Jumlah Plat : 18 buah

Volume Larutan Elektrolit : 1,5

liter

Ukuran bak : $18 \times 11,5 \times 0,6$ cm

Ukuran Plat : 9×11 cm



Gambar 2.3 Bak Elektroliser II

Spesifikasi sebagai berikut:

Arus : 10 A

Tegangan : 8,5 volt

Jumlah : 18 buah

Volume Larutan Elektrolit :

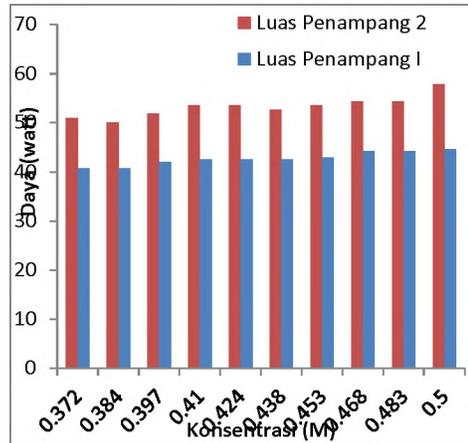
1,5 l

Ukuran bak : $18 \times 11,5 \times 0,6$ cm

Ukuran Plat : 9 x 14 cm

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hubungan antara Konsentrasi dengan daya untuk luas penampang yang berbeda.

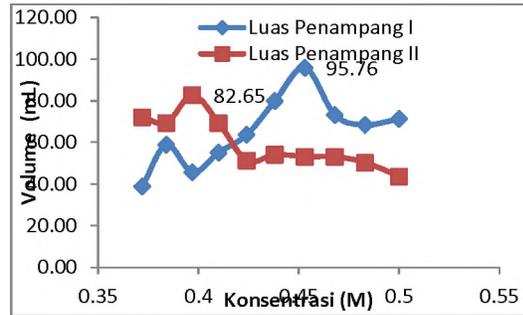


Gambar 3.1 Grafik Hubungan Antara Konsentrasi dengan daya untuk luas penampang yang berbeda

Dari gambar grafik 3.1 diatas Hubungan Antara Konsentrasi dengan Daya untuk luas penampang yang berbeda didapatkan grafik seperti diatas. Pada luas penampang I didapatkan daya yang terbesar yaitu 44,62 Watt pada konsentrasi 0,5 M. Pada luas penampang 2 didapatkan daya yang terbesar yaitu 57,8 Watt pada konsentrasi sebesar 0,5 M. Dari pengambilan data yang dilakukan terlihat bahwa dengan konsentrasi larutan elektrolit yang semakin besar maka reaktan lebih banyak sehingga muatan elektron yang ditransfer lebih banyak dan menyebabkan arus listrik semakin besar, sehingga daya yang dihasilkan lebih besar karena daya berbanding lurus dengan arus.

Pengaruh luas penampang terhadap daya yang dihasilkan berdasarkan grafik diatas yaitu semakin besar luas penampang maka semakin mudah transfer elektron yang terjadi saat proses elektrolisis sehingga menyebabkan muatan elektron yang bereaksi lebih banyak maka arus yang dihasilkan akan semakin besar, hal ini mengakibatkan daya yang dihasilkan ikut besar.

3.2 Hubungan antara Konsentrasi dengan volume untuk luas penampang yang berbeda

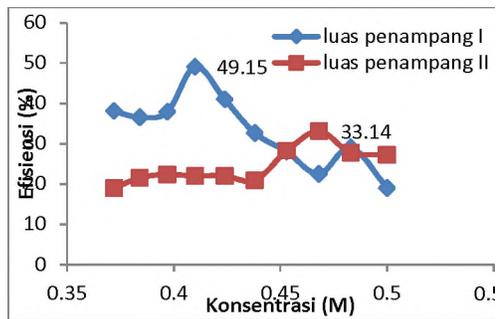


Gambar 3.2 Grafik Hubungan Antara Konsentrasi dengan volume untuk luas penampang yang berbeda

Dari gambar grafik diatas menunjukkan bahwa dengan konsentrasi yang lebih besar menyebabkan transfer elektron yang terjadi saat elektrolisis makin banyak sehingga laju produksi Gas HHO yang dihasilkan lebih besar, hal ini ditandai dengan besarnya arus yang semakin besar. Pada konsentrasi 0,41 M dengan volume 95,76 mL terjadi penurunan volume *brown gas* yang dihasilkan, hal ini terjadi akibat adanya batasan berupa tegangan input yang menyebabkan produksi gas menurun. Namun produksi gas dapat meningkat kembali dengan menaikkan tegangan inputnya. Hal ini sesuai dengan penelitian yg telah dilakukan oleh(Yanur&Djoko,2013).

Dengan perbedaan luas penampang menyebabkan volume Gas HHO optimum yang dihasilkan pada konsentrasi yang berbeda, terlihat pada grafik bahwa konsentrasi optimum pada luas penampang I lebih rendah hal tersebut dikarenakan luas penampang I lebih kecil sehingga transfer elektron lebih sedikit kebutuhan elektrolit yang bereaksi lebih sedikit maka konsentrasi optimum yang didapatkan pada luas penampang I lebih kecil daripada luas penampang II.

3.3 Hubungan antara Konsentrasi dengan efisiensi yang dihasilkan untuk luas penampang yang berbeda.



Gambar 3.3 Grafik Hubungan Antara Konsentrasi dengan efisiensi yang dihasilkan untuk luas penampang yang berbeda.

Dari grafik di atas, menunjukkan bahwa pada luas penampang I (9 x 11cm) kondisi optimum terjadi pada konsentrasi 0,41 M diperoleh efisiensi sebesar 49,15% sedangkan pada luas penampang II (9 x 14cm) kondisi optimum terjadi pada konsentrasi 0,468 M diperoleh efisiensi optimum sebesar 33,14%. efisiensi yang merupakan perbandingan antara energy panas yang dihasilkan dengan daya. Dari grafik 3.2 telah dijelaskan bahwa konsentrasi larutan elektrolit dan luas penampang berbanding lurus dengan daya yang dihasilkan, sedangkan efisiensi berbanding terbalik dengan daya. Ketika daya yang dihasilkan semakin besar maka efisiensi elektrolizer semakin kecil namun pada grafik ini tidak menunjukkan hal tersebut hal ini karena efisiensi tidak hanya dipengaruhi oleh daya tetapi juga dipengaruhi oleh energi panas yang dihasilkan yang berbanding lurus dengan laju Gas HHO.

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian, perhitungan data dan analisa grafik pada alat produksi gas hidrogen dan oksigen, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konsentrasi larutan elektrolit optimum pada luas penampang I sebesar 0.41 M menghasilkan volume gas HHO sebesar 95.8 mL sedangkan pada luas penampang II sebesar 0.468 M menghasilkan volume gas sebesar 82.6 mL
2. Luas penampang I lebih efektif dibandingkan luas penampang II,

karena pada luas penampang I daya yang dibutuhkan lebih kecil konsentrasi larutan elektrolitnya lebih rendah dan efisiensi yang diperoleh lebih tinggi.

4.2 Saran

Adapun saran-saran yang kami berikan adalah sebagai berikut:

1. Alat masih perlu disempurnakan untuk memperbaiki kinerja alat dan keakuratan dalam pengukuran.
2. Pembacaan alat ukur dilakukan seteliti mungkin untuk mendapatkan data yang akurat.
3. Untuk mendapatkan hasil gas HHO yang maksimal dibutuhkan konsentrasi larutan elektrolit yang lebih pekat dengan tegangan input yang lebih besar pula.

DAFTAR PUSTAKA

- American Nuclear Society. 2011. <http://www.ans.org/pi/matters/hydrogen/>. Juni 2012
- Batuara, Taher. 2012. Sistem Produksi Hidrogen menggunakan *Reaktor Glow Discharge Plasma Electrolysis* dalam Larutan KOH-Etanol. Depok: Universitas Indonesia.
- Chris Eckman. 2008. *Plasma Orbital Expansion of the Electrons in Water*. Idaho State University
- Dody Wiryawan; Denny Widhiyanuriyawan; Nurkholis Hamidi. 2013. Pengaruh Variasi Arus Listrik Terhadap Produksi *Brown's Gas* Pada Elektroliser. Malang: Universitas Brawijaya
- Holleman, A. F.; Wiberg, E. 2001. *Inorganic Chemistry*. Academic Press: San Diego. ISBN 0-12-352651-5.
- Lee, Yong-Kyun; Lee, Sang-yong, Jeong Byung-Hwan, Mok Hyung-Soo and Choe Gyu-Ha. (2005). *Development of a Welding Machine System Using Brown Gas by Improved Water Electrolyzation*. Journal of Power Electronics, Vol. 5, No. 4

- Muliawati, Neni. 2008. Hidrogen Sebagai Sel Bahan Bakar Sumber Energi Masa Depan. Lampung: Universitas Lampung.
- Hidayatullah, Poempida & Mustari, F. 2008. Rahasia Bahan Bakar Air. Jakarta: Ufuk Press.
- Putra, Arbie Marwan. 2010. *Analisis Produktivitas Gas Hidrogen dan Gas Oksigen Pada Elektrolisis Larutan KOH*. Jurnal Fisika Neutrino Vol. 2, No.2.
- Pratama, Rizky Akbar & Sungkono Kawano, Djoko. 2013. Canada. (2006, November). Renewable Fuel – Hydrogen, SD Business Case TM. Canada : Author.
- Sutomo, *et all*. 2011. *Pengaruh Elektroliser terhadap Kepekaan Bahan Bakar pada Mesin Diesel 1 Silinder 20 HP*. Jurnal Teknik Mesin, Gema Teknologi Vol. 16, No. 2.
- Yanur & Djoko. 2013. Studi Karakteristik Generator Gas HHO Tipe Dry Cell dan Wet Cell berdimensi 80 x 80 mm dengan Penambahan PWME-3 FF (1KHz). Surabaya: ITS.
- Pengaruh Penggunaan Frekuensi Listrik terhadap Performa Generator HHO dan Unjuk Kerja *Engine* Honda Kharisma 125CC. Surabaya: ITS
- Satrio & Denny. 2013. Pengaruh Variasi Fraksi Massa NaHCO_3 Terhadap Produksi Brown's Gas Pada Elektroliser. Malang: Universitas Brawijaya.
- Sustainable Development Technology