

PENGARUH VARIASI LUAS PERMUKAAN PLAT ELEKTRODA DAN KONSENTRASI LARUTAN ELEKTROLIT KOH TERHADAP DEBIT GAS HASIL ELEKTROLISIS AIR

¹⁾Agustinus Susanto, ¹⁾Gatut Rubiono, ²⁾Bunawi

¹⁾ Universitas PGRI Banyuwangi, Jl. Ikan Tongkol 22 Banyuwangi ²⁾ SMKN 1 Glagah Banyuwangi
Email: rubionov@yahoo.com

ABSTRACT

This research is aimed to get the effect of electrode surface area and electrolyte concentration due to gas volume flow rate of water electrolysis. The surface area is varied as 19.264 mm², 38.528 mm² and 57.792 mm². The KOH electrolyte concentration is varied as 5 gram, 10 gram, 15 gram, 20 gram, and 25 gram in a litre aquades. The experiment is conduct in an electrolyzer. HHO gas is flowed pass trough an orifice for volume flow rate measurement. The research shows that the increase surface area and electrolyte concentration tend to increase gas volume flow rate. The maximum gas volume flow rate happened at 57792 mm² surface area and 25 gram KOH electrolyte concentration which is 0,00123 m³/det. The minimum gas volume flow rate happened at 19264 mm² surface area and 5 gram KOH electrolyte concentration 0,00045 m³/det.

Keywords: electrode surface area, electrolyte concentration, HHO, gas flow rate

I. PENDAHULUAN

Energi menjadi komponen penting bagi kelangsungan hidup manusia karena hampir semua aktivitas kehidupan manusia sangat tergantung pada ketersediaan energi. Dewasa ini dan beberapa tahun ke depan, manusia masih akan tergantung pada sumber energi fosil karena sumber energi ini mampu memenuhi kebutuhan energi dalam skala besar. Sedangkan sumber energi alternatif/terbarukan belum dapat memenuhi kebutuhan skala besar karena fluktuasi potensi dan perekonomian yang belum bisa bersaing dengan energi konvensional.

Dunia dihadapkan pada menipisnya cadangan sumber energi fosil dan meningkatnya kerusakan lingkungan akibat penggunaan energi fosil. Untuk itu sangat diperlukan penelitian yang intensif untuk mencari, mengoptimalkan dan menggunakan sumber energi alternatif. Hasil penelitian tersebut diharapkan mampu mengatasi beberapa permasalahan yang berkaitan dengan penggunaan energi fosil.

Salah satu bentuk energi terbarukan yang dewasa ini menjadi perhatian besar pada banyak negara, terutama di negara maju adalah hidrogen. 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.

Peralatan untuk menghasilkan hidrogen salah satunya adalah elektrolizer.

Peralatan ini termasuk mudah dibuat dan dioperasikan. Bahan utama yang digunakan adalah air sehingga mudah didapat. Penelitian mengenai elektrolizer telah banyak dilakukan, namun masih terus perlu untuk dikembangkan. Pengembangan tersebut salah satunya adalah bagaimana membuat elektrolizer yang dapat menghasilkan debit gas hidrogen dalam jumlah besar dengan menggunakan alat yang sederhana sehingga diharapkan dapat lebih menghemat biaya dalam membuat elektrolizer.

Putra A.M, 2010 melakukan penelitian berjudul analisis produktifitas gas hidrogen dan gas oksigen pada elektrolisis larutan KOH. Alat dan bahan yang digunakan adalah tabung elektrolizer terbuat dari mika plastik berukuran 20x8x10 cm dengan terdapat sekat di dalam tabung sehingga membentuk 10 ruangan yang masing-masing ruang berukuran 4x4x8,5 cm. Kemudian katoda yang digunakan terbuat dari bahan stainless sebanyak 10 buah disusun saling bersilangan antara kutub positif dan negatif pada setiap ruang dalam tabung.

Selain itu juga menggunakan kabel serta selang pengukur gas yang diisi air dihubungkan dengan lubang keluaran gas pada tabung, sehingga apabila gas itu muncul maka akan mendorong air yang terdapat pada selang tersebut. Hasil penelitian menunjukkan semakin besar konsentrasi larutan ketika proses elektrolisis maka semakin besar pula volume gas yang dihasilkan. Sehingga untuk menghasilkan H₂ dan O₂ dalam jumlah yang banyak hal yang

harus dilakukan adalah dengan memperbesar konsentrasi larutan.

Harus LG, et al, 2010 meneliti pengembangan elektroliser gas HHO dengan sistem pengendali laju produksi. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan dan pengujian karakteristik dari elektroliser gas HHO melalui model 6 ruang (*chamber*) tersusun seri dengan tegangan kerja tiap sel sebesar 2 volt dengan sistem pengendali laju produksi. Pengaturan arus dilakukan melalui *Pulse Width Modulation (PWM)* untuk memvariasikan produksi gas. Produksi gas dapat disetting mulai aktif pada putaran mesin di atas idle dan laju aliran gas dapat divariasikan berdasarkan putaran mesin.

Hubungan konsumsi daya dan laju produksi gas HHO diteliti dan efisiensi elektroliser dihitung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem elektroliser dengan konsumsi arus maksimum sebesar 7,8 A menghasilkan laju produksi gas 6,5 ml/s dan laju masa air yang terbawa aliran gas sebesar 26,5 mg/s. Efisiensi sistem elektrolisis yang dibuat mencapai 56%. Produksi gas dapat disetting mulai aktif pada putaran mesin di atas *idle*. Laju aliran gas dapat divariasikan berdasarkan putaran mesin.

Palupi B, et al, 2011 meneliti pengaruh variasi temperatur input elektrolizer terhadap efisiensi produksi hidrogen menggunakan *Molten Salt Reactor (MSR)* dengan *High Temperature Electrolysis Of Steam (HTES)*. Instalasi produksi hidrogen dirancang mampu menghasilkan hidrogen sebesar 5 kg/s menggunakan *Solid Oxide Electrolysis Cell (SOEC)* berbentuk planar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur input elektrolizer terhadap efisiensi produksi hidrogen. Variasi temperatur dilakukan dengan rentang 1173-1273 K pada tekanan 10 atm dan *recycling ratio* sebesar 0,3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur reaksi maka kebutuhan energi listrik semakin berkurang karena sebagian energi disuplai energi termal. Efisiensi elektrolizer semakin meningkat dengan kenaikan temperatur. Efisiensi elektrolizer tertinggi dicapai pada temperatur 1273K yaitu sebesar 90,664%. Kenaikan temperatur juga akan meningkatkan nilai efisiensi total

sistem. Efisiensi total sistem tertinggi dicapai pada temperatur 1273 K sebesar 53,651%.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi luas permukaan plat elektroda dan konsentrasi larutan elektrolit KOH terhadap debit gas hasil elektrolisis air.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Elektrolizer adalah tempat terjadinya proses elektrolisis yaitu proses pemecahan molekul air menjadi oksigen dan hidrogen. Kadang disebut pula dengan nama "*hydrogen generator*". Elektrolisis adalah proses penguraian molekul menjadi unsur-unsur asalnya dengan mengalirinya arus listrik. Sedangkan elektrolisis air adalah proses penguraian molekul air untuk menghasilkan gas HHO. Gas ini juga dinamakan gas Rhodes (Wibowo, B, 2008).

Prinsip kerja elektrolizer adalah menghasilkan gas dengan cara elektrolisa (memisahkan molekul cairan dengan menggunakan energi listrik). Elektrolizer menghasilkan HHO (2 part Hydrogen + 1 Oxygen) gas yang sangat mudah terbakar. Air aqua yang dihubungkan dengan elektroda agar unsur oksigen dan hidrogen dalam air tersebut terurai. Setelah itu, unsur hidrogennya yang mudah terbakar ditampung lalu diambil sebagai sumber tenaga. Ada tiga komponen utama penyusun elektrolizer, yaitu elektroda positif (anoda), elektroda negatif (katoda), dan elektrolit.

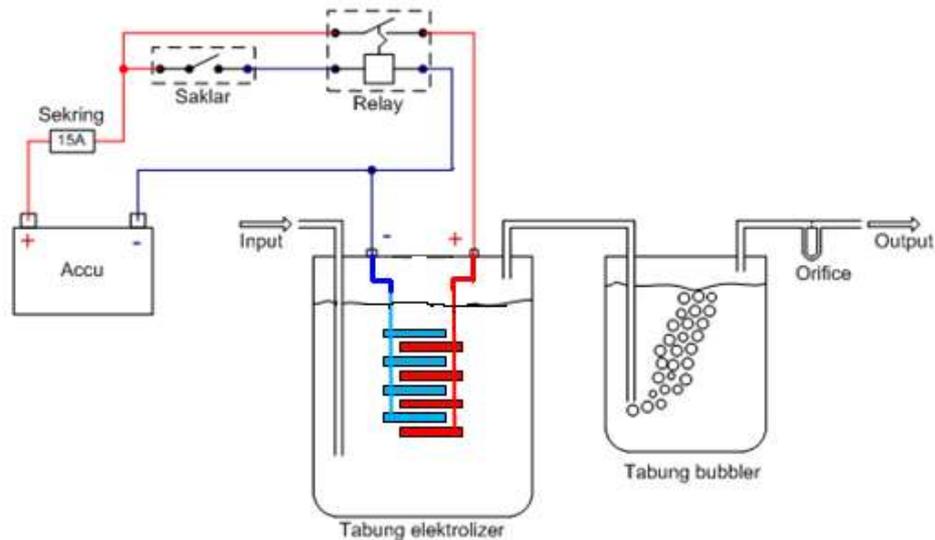
Alat elektrolisis terdiri atas sel elektrolisis yang berisi elektrolit (larutan atau leburan). Pada elektrolisis biasa kita selalu menggunakan elektroda yang sama dimasukkan dalam larutan. Pada elektrolisis yang menghasilkan H₂ dan O₂ ternyata timbulnya kedua gas ini baru mulai setelah E lebih besar dari 1,7 Volt.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Variabel bebas:

- Luas permukaan plat elektroda stainless steel dengan luas permukaan 19264 mm², 38528 mm², dan 57792 mm²
- Konsentrasi larutan KOH 5 gram, 10 gram, 15 gram, 20 gram dan 25 gram dalam setiap 1 liter air murni.

Variabel terikatnya adalah debit gas HHO yang dihasilkan proses elektrolisis air.



Gambar 1: Skema Peralatan Penelitian

IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data Hasil Penelitian

Konsentrasi Larutan KOH (gram)	Luas Permukaan Plat Elektroda (mm ²)	Beda Tinggi Manometer (mm)
5	19264	0,50
10		1,00
15		1,50
20		2,00
25		2,25
5	38528	1,00
10		1,50
15		2,00
20		2,50
25		3,00
5	57792	2,00
10		2,50
15		3,00
20		3,50
25		3,75

Perhitungan dilakukan dalam satuan meter sehingga data beda tinggi manometer di atas yang memiliki satuan milimeter dirubah menjadi satuan meter. Selanjutnya dilakukan perhitungan sebagai berikut :

1. Perhitungan Kecepatan Aliran Gas.

Misal untuk data konsentrasi larutan KOH 5 gram dan luas permukaan elektroda 19264 mm², perhitungan menggunakan persamaan :

$$V = \sqrt{\frac{2gh}{(1-\beta^4)}}$$

Dimana :

g = konstanta gravitasi = 9,81 m/dt²
 h = beda tinggi manometer = 0,50 mm

β = perbandingan diameter orifice = d_i/d_o

Dengan :

d_i = diameter dalam = 3 mm
 d_o = diameter luar = 5,5 mm

Maka :

$$\beta = 0,0885$$

Sehingga :

$$V = \sqrt{\frac{2 \times 9,81 \times 0,005}{1 - 0,0885^4}} = 0,10 \text{ m/det}$$

2. Perhitungan Debit Aliran Gas.

Perhitungan untuk contoh data variasi yang sama dan dilakukan dengan menggunakan persamaan :

$$Q = A \cdot V \text{ (m}^3\text{/detik)}$$

Dimana:

$$A = \text{luas penampang saluran} = \frac{1}{4} \pi D^2$$

Dengan D = 0,0055 m

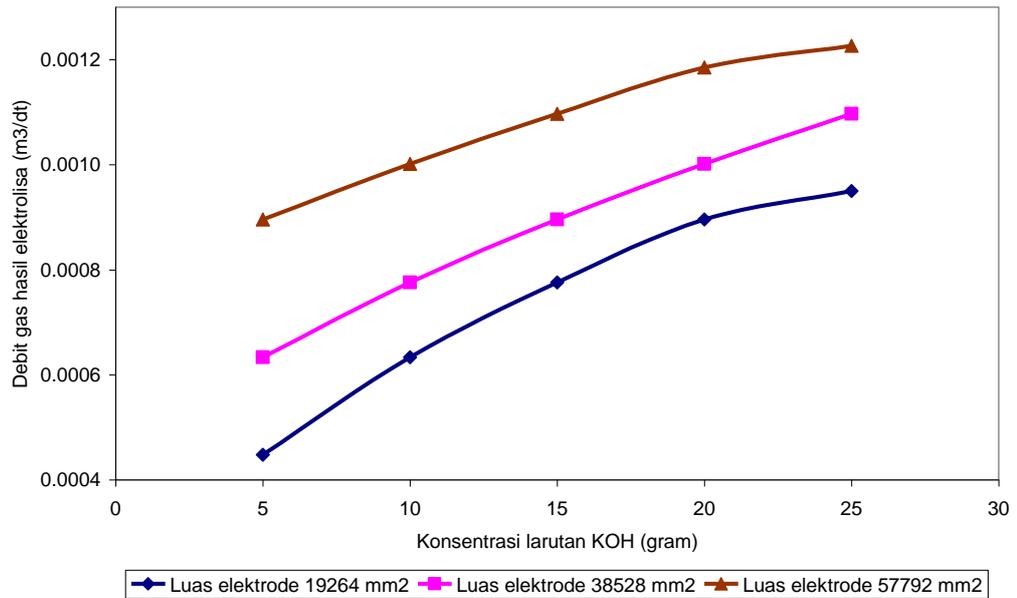
Maka :

$$A = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,0055^2 = 0,0043 \text{ m}^2$$

$$V = \text{kecepatan aliran fluida} = 0,10 \text{ m/detik}$$

Sehingga :

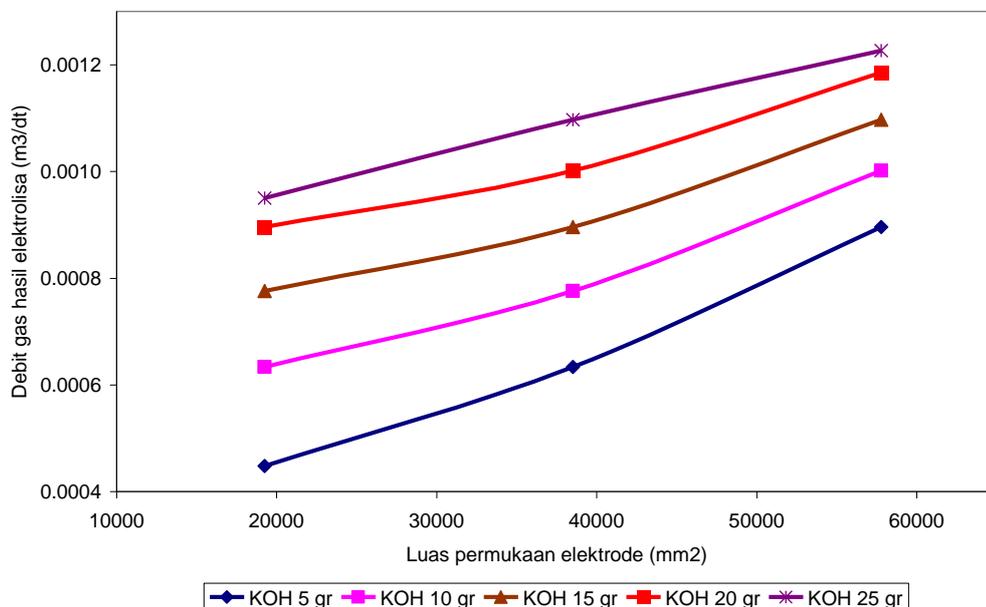
$$Q = 0,0043 \text{ m}^2 \cdot 0,10 \text{ m/det} = 0,00043 \text{ m}^3\text{/det}$$



Gambar 2. Grafik Konsentrasi Larutan KOH vs Debit Gas Hasil Elektrolisa

Grafik pada gambar 2 menunjukkan bahwa debit gas hasil elektrolisa semakin besar jika konsentrasi larutan KOH juga semakin besar. Selain itu grafik di atas juga menunjukkan bahwa debit gas hasil elektrolisa pada variasi luas elektrode 57792 mm² lebih besar dibanding variasi luas elektrode 38528 mm² dan variasi luas

elektrode 19264 mm². Debit gas hasil elektrolisa maksimum terjadi pada variasi konsentrasi larutan sebesar 25 gram dan luas 57792 mm² yaitu sebesar 0,00123 m³/det. Debit gas hasil elektrolisa minimum terjadi pada variasi kons 5 gram dan luas 19264 mm² yaitu sebesar 0,00045 m³/det.



Gambar 3. Grafik Luas permukaan Plat Elektroda vs Debit Gas Hasil Elektrolisa

Grafik pada gambar 3 menunjukkan bahwa debit gas hasil elektrolisa semakin besar jika Luas permukaan plat elektroda juga semakin besar. Selain itu grafik di atas juga menunjukkan bahwa debit gas hasil elektrolisa pada variasi Konsentrasi Larutan KOH sebesar 25 gram lebih besar dibanding variasi konsentrasi larutan KOH 20 gram, 15 gram, 10 gram dan variasi konsentrasi larutan KOH 5 gram. Debit gas hasil elektrolisa maksimum terjadi pada variasi kons 25 gram dan luas 57792 mm² yaitu sebesar 0,00123 m³/det. Debit gas hasil elektrolisa minimum terjadi pada variasi kons 5 gram dan luas 19264 mm² yaitu sebesar 0,00045 m³/det.

Grafik Konsentrasi Larutan KOH vs Debit Gas Hasil Elektrolisa di atas menunjukkan bahwa debit gas hasil elektrolisa semakin besar jika konsentrasi larutan KOH juga semakin besar. Larutan KOH dengan konsentrasi lebih banyak berarti kandungan atom hidrogennya juga semakin banyak. Hal ini menyebabkan semakin besar konsentrasi larutan elektrolit KOH maka akan semakin banyak atom hidrogen yang bereaksi ketika proses elektrolisis. Sehingga ketika semakin banyak atom Hidrogen yang bereaksi maka gas HHO yang dihasilkan juga akan semakin besar.

Konsentrasi larutan KOH yang lebih besar menunjukkan tingkat penghantaran listrik yang lebih besar karena sifat elektrolitnya. Pada proses pengambilan data, konsentrasi larutan KOH yang lebih besar menghasilkan gelembung-gelembung yang lebih banyak. Hal ini menyebabkan konsumsi daya listrik menjadi semakin besar pula. Hal ini sesuai dengan hukum Faraday tentang proses elektrolisa dimana massa yang dihasilkan dari proses elektrolisa sebanding dengan arus listrik yang digunakan.

Selain itu grafik juga menunjukkan bahwa debit gas hasil elektrolisa pada variasi luas elektrode 57792 mm² lebih besar dibanding variasi luas elektrode 38528 mm² dan variasi luas elektrode 19264 mm². Hal ini disebabkan karena semakin luas permukaan plat elektroda maka pengikatan electron dan H⁺ akan semakin banyak. Proses ini selanjutnya menyebabkan pembentukan gas H² semakin banyak.

Permukaan pelat elektrode yang semakin luas berarti bahwa luasan pelat penghantar yang berfungsi untuk mengalirkan arus listrik juga semakin besar pula. Dengan demikian, sesuai lagi dengan hukum Faraday maka arus listrik yang dihantarkan

akan semakin besar pula. Besarnya arus listrik ini selanjutnya akan mempengaruhi proses elektrolisa atau dalam hal ini gas HHO yang dihasilkan dari proses elektrolisa tersebut. Hasil penelitian secara umum telah sesuai dengan hukum-hukum Faraday tentang proses elektrolisa. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian yang dilakukan telah sesuai dengan teori-teori yang ada. Hal ini dapat dilihat dari data hasil penelitian, pengolahan data atau grafik hasil penelitian maupun dari pembahasan yang dilakukan di atas.

Dari pembahasan di atas maka dapat diambil suatu kesimpulan bahwa terdapat pengaruh dari variasi luas permukaan plat elektroda dan konsentrasi larutan KOH terhadap debit gas hasil elektrolisis air. Pengaruhnya adalah semakin besar luas permukaan plat elektroda dan semakin besar konsentrasi larutan KOH maka semakin besar debit gas hasil elektrolisis yang dihasilkan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Luas permukaan plat elektroda dan konsentrasi larutan KOH berpengaruh terhadap debit gas hasil elektrolisis air.
2. Pengaruhnya adalah semakin besar luas permukaan plat elektroda dan semakin besar konsentrasi larutan KOH maka semakin besar pula debit gas hasil elektrolisis yang dihasilkan.
3. Debit gas hasil elektrolisa maksimum terjadi pada luas permukaan plat elektroda 57792 mm² dan Konsentrasi Larutan KOH 25 gram yaitu sebesar 0,00123 m³/det.
4. Debit gas hasil elektrolisa minimum terjadi pada Luas permukaan plat elektroda 19264 mm² dan konsentrasi larutan KOH 5 gram yaitu sebesar 0,00045 m³/det.

Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan cara:

1. Mencoba katalis jenis lain misalnya dari jenis asam HCl, H₂SO₄, atau dari jenis garam.
2. Membuat *orifice flow meter* lebih baik lagi agar hasil pengukuran debit gas lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Harus LG, Rasiawan, Sampurno B, Sutantra IN, 2010, *Pengembangan Elektroliser Gas Hho Dengan Sistem Pengendali Laju Produksi*, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, ITS

- Putra A.M, 2010, *Analisis Produktifitas Gas Hidrogen Dan Gas Oksigen Pada Elektrolisis Larutan KOH*, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim, Malang
- Palupi B, 2011, *Pengaruh Variasi Temperatur Input Elektrolizer Terhadap Efisiensi Produksi Hidrogen Menggunakan Molten Salt Reactor (MSR) Dengan High Temperature Electrolysis Of Steam (HTES)*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Saripudin A, 2009, *Praktis Belajar Fisika 2*. Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta
- Vebrina AD, 2009, *Pengaruh Luas Permukaan Elektroda Berupa Lempeng Stainless Steel Terhadap Volume Hasil Elektrolisis H₂O Dengan Katalisator KCl 10%*, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung.