

Karakteristik Performa Generator *Oxyhydrogen* Tipe *Dry Cell* dengan Penambahan Katalis Kalium Hidroksida

Sulkan Efendi¹, Rif'ah Amalia², Radina Anggun Nurisma³

^{1,2,3} Prodi Sistem Pembangkit Energi, Departemen Mekanika dan Energi,
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

sulkanefendi05@gmail.com

Diterima (Agustus, 2019), direvisi (Agustus, 2019), diterbitkan (September, 2019)

Abstract

Abstract—The declining petroleum production in Indonesia requires the alternative of renewable energy and be more eco- friendly, so it needs more flexible alternative energy. One of them is the energy gained from oxyhydrogen gas (Brown Gas). Oxyhydrogen gas can be obtained by breaking down the water molecule (H_2O) with the help of electrical energy or commonly called an electrolysis process. In this study, used oxyhydrogen dry cell generators type with 316L stainless steel electrode material consisting of 6 cells with the variation of the KOH catalysts 50, 60, 70, 80, and 90 grams per 1 liter aquadest. The characteristics of the oxyhydrogen generator performance testing are obtained, power consumption, oxyhydrogen gas production rate, and oxyhydrogen generator efficiency. From the results of studies that have been conducted, it is possible to know that increasing the concentration of KOH catalysts leads to increased power consumption. The highest electrical energy consumption is 38,94 Watt at the concentration of the KOH catalyst 90 gr/l and the lowest electrical energy consumption is 21,25 Watt at the concentration of the KOH Catalyst 50 gr/l. Then the rate of oxyhydrogen gas production is increasing with increasingly high concentrations of KOH catalysts. The highest oxyhydrogen gas production is $9,045e^{-7}$ kg/s at the concentration of the 90 gr/l KOH catalyst and the lowest oxyhydrogen gas production is $4,522e^{-7}$ kg/s at the concentration of the KOH Catalyst 50 gr/L. So the highest oxyhydrogen generator efficiency is 54,76% at the 70 gr/l concentration of the KOH catalyst.

Keyword : *oxyhydrogen generator; dry cell; electric power; gas production; efficiency*

1. PENDAHULUAN

Berbagai inovasi telah dilakukan untuk menemukan bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan antara lain energi angin, energi air, panas bumi, dan lain-lain. Akan tetapi kendala topografi dan kendala teknologi selalu menjadi kendala utama dalam proses pengaplikasiannya. Gas *oxyhydrogen* adalah salah satu inovasi terbaru yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil maupun sebagai bahan bakar tambahan pada proses pembakaran.

Berbagai penelitian telah dilakukan mengenai penggunaan gas *oxyhydrogen* sebagai bahan bakar. Rif'ah dkk (2018) melakukan penambahan gas *oxyhydrogen* pada motor bakar 4 langkah 120 cc dengan variasi katalis Magnesium Hidroksida $Mg(OH)_2$. Penambahan tersebut mampu meningkatkan torsi, tekanan efektif rata-rata, daya efektif,

dan efisiensi termal [1]. Hendrik dkk (2018) telah melakukan penambahan generator HHO tipe wet cell dengan katalis Ba(OH)₂ pada motor bakar 4 langkah 120 cc untuk melihat performa dan emisi yang dihasilkan. Penambahan tersebut mengakibatkan peningkatan performa motor bakar dan penurunan emisi pada motor bakar [2]. Hendrik dkk (2019) melakukan penambahan katalis KOH dengan konsentrasi 1, 3, 5, 7, dan 9 gr/l pada generator HHO dan menyatakan bahwa konsumsi daya listrik tertinggi terjadi pada penambahan konsentrasi katalis KOH 7 gr/l. Sedangkan laju produksi gas oxyhydrogen tertinggi terjadi ketika penggunaan konsentrasi katalis KOH 9 gr/l [3]. Gas *oxyhydrogen* (brown gas) didefinisikan sebagai gas yang mudah terbakar yang terdiri dari hidrogen dan oksigen konvensional, dengan perbandingan stokiometri 2/3 (atau 66,66% volume) untuk hidrogen dan 1/3 (33,33% volume) untuk oksigen [4]. Dalam penelitian ini, digunakan generator *oxyhydrogen* tipe *dry cell* dengan jenis elektroda *stainless steel* 316 L dengan elektroda positif, negatif, dan netral. Untuk mengetahui konsentrasi massa KOH yang terbaik, maka dilakukan variasi massa konsentrasi KOH 50, 60, 70, 80, dan 90 gr/l. Dengan melakukan variasi massa konsentrasi katalis KOH, diharapkan dapat diketahui konsentrasi terbaik sehingga menghasilkan efisiensi generator *oxyhydrogen* tertinggi.

2. MATERI DAN METODE

A. Elektrolisis

Elektrolisis adalah suatu proses untuk memisahkan senyawa kimia menjadi unsur-unsurnya atau memproduksi suatu molekul baru dengan sumber arus listrik [5]. Pada penelitian ini digunakan katalis kalium hidroksida (KOH) yang mana tergolong kedalam elektrolit basa. Sehingga reaksi elektrolisis yang terjadi adalah sebagai berikut:

Reaksi reduksi di katoda (-) : $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$

Reaksi oksidasi di anoda (+) : $4\text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 4\text{e}^-$

Reaksi keseluruhan : $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$

B. Parameter Unjuk Kerja Generator *Oxyhydrogen*

Parameter unjuk kerja generator *oxyhydrogen* adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan Daya Listrik Generator *Oxyhydrogen*

Untuk menghasilkan gas *oxyhydrogen*, generator *oxyhydrogen* memerlukan energi listrik untuk proses elektrolisis. Perumusan untuk mengetahui penggunaan daya listrik adalah sebagai berikut:

$$P = V \cdot I \quad 2.1$$

Dimana :

P : Daya listrik yang dibutuhkan generator *oxyhydrogen* (Watt)

V : Tegangan listrik (Volt)

I : Arus listrik (Ampere)

2. Laju Produksi Gas *Oxyhydrogen*

Banyaknya produksi gas *oxyhydrogen* yang diproduksi setiap waktu dapat dirumuskan sebagai berikut:

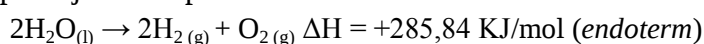
$$\dot{m} = Q \cdot \rho \quad 2.2$$

Dimana :

$\dot{m}$: Laju produksi gas *oxyhydrogen* (kg/s)
 Q : Debit produksi gas *oxyhydrogen* (m³/s)
 ρ : Massa jenis gas *oxyhydrogen* (kg/m³)

3. Efisiensi Generator *Oxyhydrogen*

Efisiensi merupakan perbandingan antara output yang dihasilkan dengan input yang diberikan pada suatu proses. Daya yang dihasilkan oleh generator *oxyhydrogen* berupa hasil dari proses elektrolisis air (H₂O) menjadi gas H₂ dan O₂ yang dapat dijelaskan pada reaksi berikut :



Sedangkan energi ikatan yang dibutuhkan adalah melalui penurunan persamaan gas ideal pada kondisi STP [6]:

$$p V = n R T \quad 2.3$$

Dimana :

p = Tekanan gas ideal (atm)
 V = Volume gas terukur (L)
 n = Molaritas senyawa (mol)
 R = Konstanta gas ideal (L.atm/mol.K)
 T = Temperatur 298 °K (*room temp.*)

Dari persamaan diatas didapatkan nilai molaritas senyawa persatuan waktu ($\dot{n}$) dari nilai volume gas terukur persatuan waktu ($\dot{V}$). Sehingga untuk rumus pencarian daya yang dihasilkan oleh generator *oxyhydrogen* adalah :

$$P_{dibutuhkan} = \dot{n} \times \Delta h_f$$

Sehingga :

$$\eta = \frac{\text{Energi Teoritis untuk Elektrolisis}}{\text{Energi Aktual yang Diberikan Generator}} \times 100\% \quad 2.4$$

Sehingga efisiensi generator *oxyhydrogen* adalah :

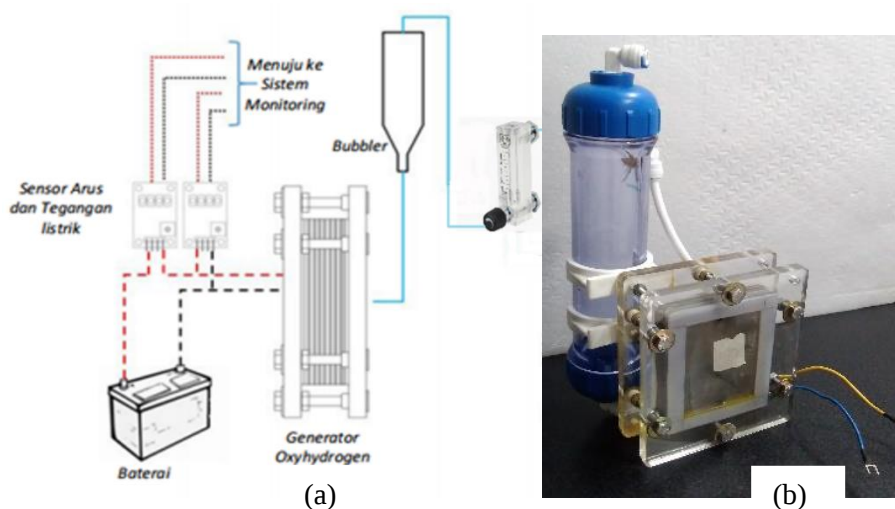
$$\eta = \frac{\dot{n} \times \Delta h_f}{v \times i} \times 100\% \quad 2.5$$

Dimana :

$\dot{n}$ = Molaritas per satuan waktu (mol/s)
 Δh_f = Energi untuk memecah molekul H₂O (285,84x10³ J/mol)
 v = Tegangan listrik (Volt)
 i = Arus Listrik (Ampere)

C. Metode Pengambilan Data

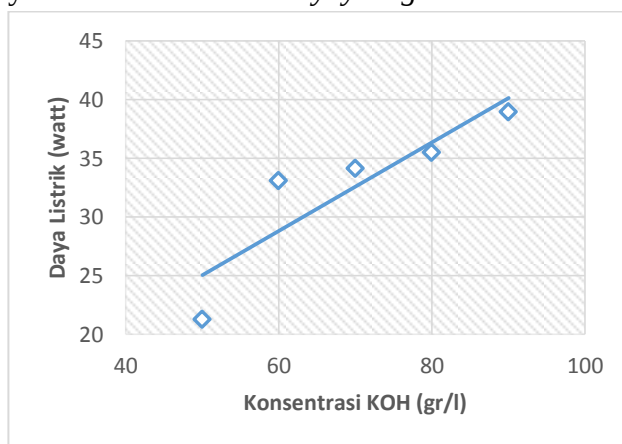
Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental untuk mengetahui pengaruh penambahan katalis Kalium Hidroksida (KOH) terhadap performa generator *oxyhydrogen*. Variasi katalis yang digunakan adalah 50, 60, 70, 80, dan 90 gr per 1 liter *aquadest*. Sumber listrik yang digunakan adalah baterai 12 V DC. Untuk mengetahui nilai arus dan tegangan listrik pada proses elektrolisa generator *oxyhydrogen*, digunakan sensor tegangan dan sensor arus listrik ACS712-5A yang terintegrasi dengan *controller* Arduino Uno R3. Sedangkan untuk mendeteksi laju produksi gas *oxyhydrogen* yang dihasilkan oleh generator *oxyhydrogen*, *flowmeter* tipe *ball*. Hasil pengukuran tersebut selanjutnya ditampilkan oleh LCD.



Gambar 1. (a) Skema pengujian generator *oxyhydrogen*, (b) Generator *oxyhydrogen*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penggunaan Daya Listrik Generator *Oxyhydrogen*

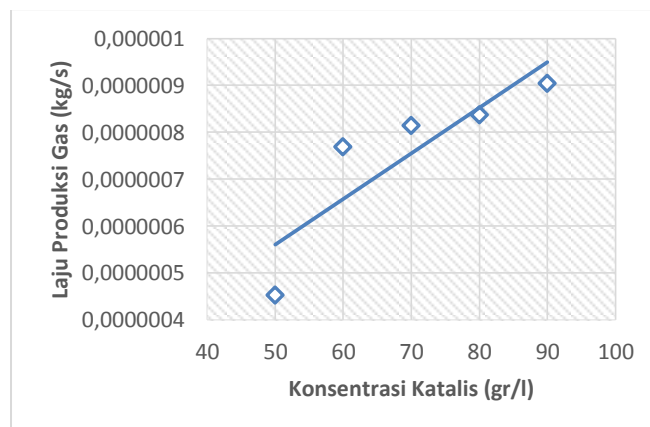


Gambar 2. Daya listrik terhadap fungsi waktu.

Konsumsi daya listrik yang digunakan untuk proses elektrolisis ditunjukkan pada gambar 3. Dari gambar diatas, dapat diketahui bahwa daya elektrolisis meningkat dengan semakin tingginya konsentrasi katalis KOH. Daya listrik tertinggi dengan nilai 38,94 watt terdapat pada konsentrasi katalis KOH 90 gr/l, sedangkan penggunaan daya listrik terendah dengan nilai 21,25 watt berada pada konsentrasi katalis KOH 50 gr/l. Menurut Arrhenius larutan elektrolit dalam air akan terdisosiasi kedalam partikel-partikel bermuatan listrik positif dan negatif yang disebut ion (ion positif dan ion negatif). Ion-ion inilah yang berfungsi sebagai penghantar listrik pada proses elektrolisis. Semakin tinggi konsentrasi katalis, maka jumlah ion-ion yang terlarut akan semakin banyak, sehingga jarak antar ion akan semakin pendek. Sehingga hambatan listrik semakin kecil yang berdampak pada besarnya arus listrik yang mengalir.

B. Laju Produksi Gas *Oxyhydrogen*

Laju produksi gas *oxyhydrogen* ditunjukkan oleh gambar 4.2. Dari gambar dibawah, dapat diketahui bahwa laju produksi gas berbanding lurus dengan konsentrasi katalis KOH. Laju produksi gas *oxyhydrogen* terendah terjadi ketika penggunaan konsentrasi katalis KOH 50 gr/l dengan nilai $4,522 \times 10^{-7}$ kg/s. Sedangkan laju produksi gas *oxyhydrogen* tertinggi terjadi ketika penggunaan konsentrasi katalis KOH 90 gr/l dengan laju produksi $9,045 \times 10^{-7}$ kg/s. Hal ini dikarenakan beda potensial yang dihasilkan oleh arus listrik antara anoda dan katoda akan mengionisasi molekul air menjadi ion positif dan ion negatif. Semakin tinggi konsentrasi katalis menyebabkan arus listrik yang mengalir pada elektrolit semakin besar sehingga proses ionisasi yang terjadi pada katoda (kutub negatif) dan anoda (kutub positif) akan semakin cepat sehingga gas *oxyhydrogen* yang dihasilkan semakin banyak.

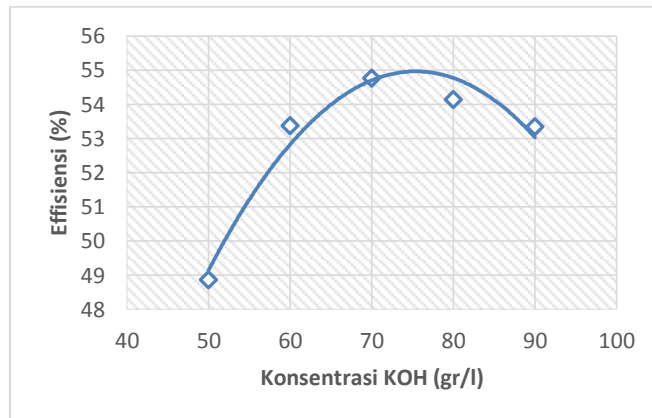


Gambar 3. *Flowrate* terhadap fungsi waktu.

C. Efisiensi Generator *Oxyhydrogen*

Untuk mengetahui derajat konversi energi listrik menjadi energi kimia pada gas *oxyhydrogen*, maka digunakan besaran efisiensi. Efisiensi generator *oxyhydrogen* ditunjukkan pada gambar 4. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa terjadi

peningkatan rata-rata efisiensi generator *oxyhydrogen* dengan semakin besarnya konsentrasi katalis KOH. Generator *oxyhydrogen* dengan variasi konsentrasi katalis KOH terendah (50 gr/l) memiliki rata-rata efisiensi terendah dengan nilai 48,86%. Kemudian terjadi peningkatan rata-rata efisiensi hingga 54,76% pada variasi konsentrasi KOH 70 gr/l. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi katalis KOH, energi aktivasi yang dibutuhkan semakin kecil. Sehingga pada konsentrasi katalis 70 gr/l hanya dengan 34,14 watt mampu menghasilkan laju produksi gas *oxyhydrogen* sebesar $8,14e^{-7}$ kg/s, sehingga nilai rata-rata derajat konversi energi yang dihasilkan sebesar 54,76%.



Gambar 4. Efisiensi terhadap konsentrasi katalis KOH.

4. KESIMPULAN

Dari pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa pada penggunaan konsentrasi katalis KOH 90 gr/l, terjadi konsumsi daya listrik tertinggi dengan nilai 38,94 watt dan didapatkan laju produksi gas *oxyhydrogen* tertinggi dengan nilai $9,045e^{-7}$ kg/s. Efisiensi tertinggi generator *oxyhydrogen* adalah sebesar 54,76 % pada variasi konsentrasi katalis KOH 70 gr/l.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amalia.R, J. Pratilastiarso, H. E. Gayuh Prasetya and M. Yanuar Risqi Fadhilah, "Performance and Exhaust Gas Analysis Of A Four Stroke Engine Using Oxy hydrogen Gas As Supplementary Fuel," *2018 International Electronics Symposium on Engineering Technology and Applications (IES-ETA)*, Bali, 2018, pp. 139-144.
- [2] Elvian G.P, Hendrik, J. Pratilastiarso, A. Ghani Prasetya, R. Amalia. H. Ubudiyah, 2018, "The experimental study of wet cell HHO generator type with $Ba(OH)_2$ catalyst on performance and exhaust gaseous emissions of 4 stroke engine 120 cc", *AIP Conference Proceedings*, 060014-1977-1.
- [3] Elvian G.P, Hendrik, J. Pratilastiarso, R. Amalia, Mardatillah Intan F. 2019. Studi Eksperimen Suplai Generator *Oxyhydrogen* Menggunakan Katalis KOH. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)* | Volume 5, Nomor 1.

- [4] Ruggero Maria Santilli, “A new gaseous and combustible form of water”.
Journal of Hydrogen Energy, 2005, 36: 419-423.
- [5] T.S Cheng. “Chemistry Book 3”, Second Edition.
EPB Publisher Pte. Singapura, 1992.
- [6] Raymond Chang, “Kimia Dasar”, Jilid 1, Edisi 3, Erlangga, Jakarta, 2004.