

PENGUNAAN GENERATOR HHO TIPE *DRY CELL* UNTUK
MEMPRODUKSI BROWN'S GAS DENGAN KATALIS NaCl

Hadi Mutakkim

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Malang. Jl. Mayjen
Haryono 193 Malang 65144 Jawa Timur

Email : Muttakinaldi@gmail.com

Dosen Pembimbing : (1) Ir. H. Abdul Wahab, MT.

(2) Ena Marlina, ST, MT.

ABSTRAKSI

Menurunnya produksi minyak mentah di Indonesia menjadi beban bagi bangsa Indonesia. Oleh karena, itu dibutuhkan energi alternatif atau suatu inovasi baru yang bertujuan untuk penghemat pemakaian bahan bakar minyak pada kendaraan. Salah satu alternatif tersebut adalah penggunaan bahan bakar hidrogen (H_2). Untuk memperoleh gas hidrogen dapat dilakukan dengan cara memecah senyawa air (H_2O) menjadi gas hidrogen hidrogen oksigen (HHO) atau brown's gas yaitu melalui proses elektrolisis dengan bantuan arus listrik searah. Pada penelitian ini menggunakan generator HHO tipe *dry cell* dengan elektroda yang berupa plat *stainless steel* 304 dan menggunakan katalis NaCl (Natrium Klorida) dengan variasi prosentase 4; 5; dan 6 % yang masing – masing dilarutkan pada aquades sebanyak 500 ml. Karakteristik yang diketahui meliputi konsumsi daya yang digunakan oleh generator, laju produksi brown's gas, dan efisiensi generator HHO. Hasil penelitian dan pengujian generator tipe *dry cell* ini diperoleh generator terbaik dengan prosentase katalis 6 % diperoleh data hasil pengujian dengan daya yang digunakan sebesar 66 Watt, laju produksi brown's gas yang dihasilkan sebanyak 0,0034 l/s dan efisiensi generator HHO sebesar 33,59 %.

Kata kunci : Hidrogen (H_2), Elektrolisis air (H_2O), Generator HHO tipe *dry cell*, Variasi katalis NaCl (Natrium Klorida)

ABSTRACTION

The decline in crude oil production in Indonesia to be a burden for the nation of Indonesia. By because, that takes alternative energy or a new innovation is aiming to review the use of fuel oil saver on vehicle. One such alternative is the hydrogen fuel use (H_2). Gas to obtain a review of hydrogen gas can be carried with how to break the air compounds (H_2O) into hydrogen gas hydrogen oxygen (HHO) or brown namely through electrolysis process by an electric current in the same direction In this study, using a type of dry cell HHO generator to the electrodes in the form of stainless steel plate 304 and the catalyst NaCl (Natrium Chloride) with percentage variation 4; 5; and 6% respectively - each dissolved in 500 ml of distilled water. Characteristics that are known include the power used by the generator, brown's gas production rate and efficiency HHO generator. The results of the research and testing of generator types of dry cell generator is best obtained with a percentage of 6% catalyst obtained test data with the power used by 66 Watt, brown's gas production rate generated as much as 0.0034 l / s and efficiency HHO generator at 33.59 %.

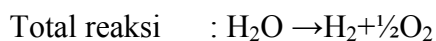
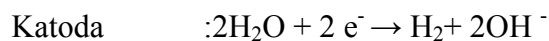
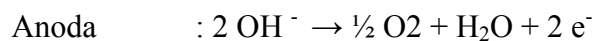
Keywords : *Hydrogen (H_2), electrolysis of water (H_2O), the type of dry cell HHO Generator, Variation catalyst NaCl (Natrium Chloride)*

PENDAHULUAN

Akibat turunnya produksi dan semakin mahalnya harga minyak mentah saat ini, sangat menjadi beban bagi masyarakat Indonesia. Untuk mengurangi beban tersebut upaya yang dilakukan adalah dengan mencari dan mengembangkan sumber energi lain sebagai energi alternatif (Imam Kholiq, 2015). Salah satu energi alternatif tersebut adalah penggunaan bahan bakar hidrogen yang bersifat ramah lingkungan dan dapat menghemat penggunaan bahan bakar pada kendaraan dan untuk mendapatkan gas hidrogen harus memisahkan terlebih dahulu gas hidrogen yang ada dalam air (Ubaidilah, 2016). Hidrogen Bukanlah sumber energi (*energy source*), dengan kata lain hidrogen berdeda dengan energi yang berasal dari fosil. Energi yang bersumber dari fosil sangatlah melimpah keberadaannya dialam dan dapat ditambang. Sedangkan hidrogen bersifat pembawa energi (*energy carrier*), dimana hidrogen tidak dapat ditambang seperti halnya energi yang bersumber dari fosil. Dan untuk mendapatkan gas hidrogen harus diproduksi

terlebih dahulu, salah satu cara memproduksinya adalah dengan metode elektrolisis (Muliawati, 2008).

Elektrolisis terjadi ketika aliran arus listrik melalui senyawa ionik dan senyawa tersebut mengalami reaksi kimia. Hantaran listrik melalui larutan elektrolit menghasilkan sumber arus searah dan memberi muatan yang berbeda pada kedua elektroda. Katoda atau elektroda yang dihubungkan dengan kutub negatif (bermuatan negatif), sedangkan Anoda atau elektroda yang dihubungkan dengan kutub positif (bermuatan positif). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut: (Marlina dkk, 2013)



Pada proses elektrolisis air (H_2O), larutan yang digunakan adalah campuran antara elektrolit yang berupa aquades dan katalis. Katalis merupakan suatu zat yang dapat mempercepat laju reaksi kimia tanpa ikut serta dalam reaksi tersebut dan katalis yang digunakan adalah NaCl (Natrium Klorida). Natrium klorida adalah nama lain dari garam dapur atau halit, natrium disimbolkan dengan Na yang memiliki nomor atom 11. Natrium klorida adalah senyawa yang termaksud dalam kelompok garam dan termaksud dalam golongan elektrolit kuat, apabila dilarutkan natrium klorida mempunyai daya hantar listrik yang kuat.

Dalam proses elektrolisis juga dibutuhkan elektroda yang berfungsi sebagai media penghantar arus listrik yang berasal dari sumber energi (accu) menuju larutan elektrolit. Elektroda terdiri dari dua kutub, yaitu kutub positif (Anoda) dan kutub negatif (Katoda) yang tersusun pada rangkaian generator HHO dalam proses elektrolisis.

Dalam pengoperasian generator HHO ada beberapa parameter – parameter yang perlu diperhatikan, antara lain :

1. Daya yang dibutuhkan generator HHO (P_{HHO}) [Watt]

Energi listrik (daya) yang diperlukan pada proses elektrolisis air (H_2O) dapat diketahui berapa besar yang dibutuhkan oleh generator HHO, yaitu dengan perumusan sebagai berikut :

$$P = V \times I \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

P = Daya yang dibutuhkan generator HHO (watt)

V = Beda potensial / voltase (volt)

I = Kuat arus (Ampere)

2. Laju Produksi / Flowrate Gas HHO (Q_{HHO}) [ml/s]

Untuk menghitung flowrate gas HHO dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$Q_{gasHHO} = \frac{V_{gasHHO}}{t} \text{ (ml/s)} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

Q_{gasHHO} = Laju Produksi Gas HHO / *Brown's Gas* (ml/s)

V_{gasHHO} = Volume Gas HHO / *Brown's Gas* (ml)

t = Waktu yang dihasilkan untuk menghasilkan Gas HHO / *Brown's Gas* (s)

3. Efisiensi Generator HHO (η_{HHO}) [%]

Efisiensi adalah perbandingan antara energi yang diperlukan pada proses elektrolisis dengan energi yang dihasilkan Efisiensi dari generator HHO dapat diketahui dengan persamaan berikut :

$$\eta_{HHO} = \frac{V_{HHO} \times \rho_{HHO} \times LHV_{HHO}}{P_{HHO}} \times 100 \% \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

η_{HHO} = Efisiensi Generator HHO (%)

V_{HHO}	= Volume Gas HHO atau <i>Brown's Gas</i> (ml)
ρ_{HHO}	= Massa Jenis Gas HHO atau <i>Brown's Gas</i> (gram/ltr)
LHV_{HHO}	= <i>Lower Heating Value</i> atau nilai pembakaran terendah (kJ/gram)
P_{HHO}	= Daya Generator HHO (Watt)

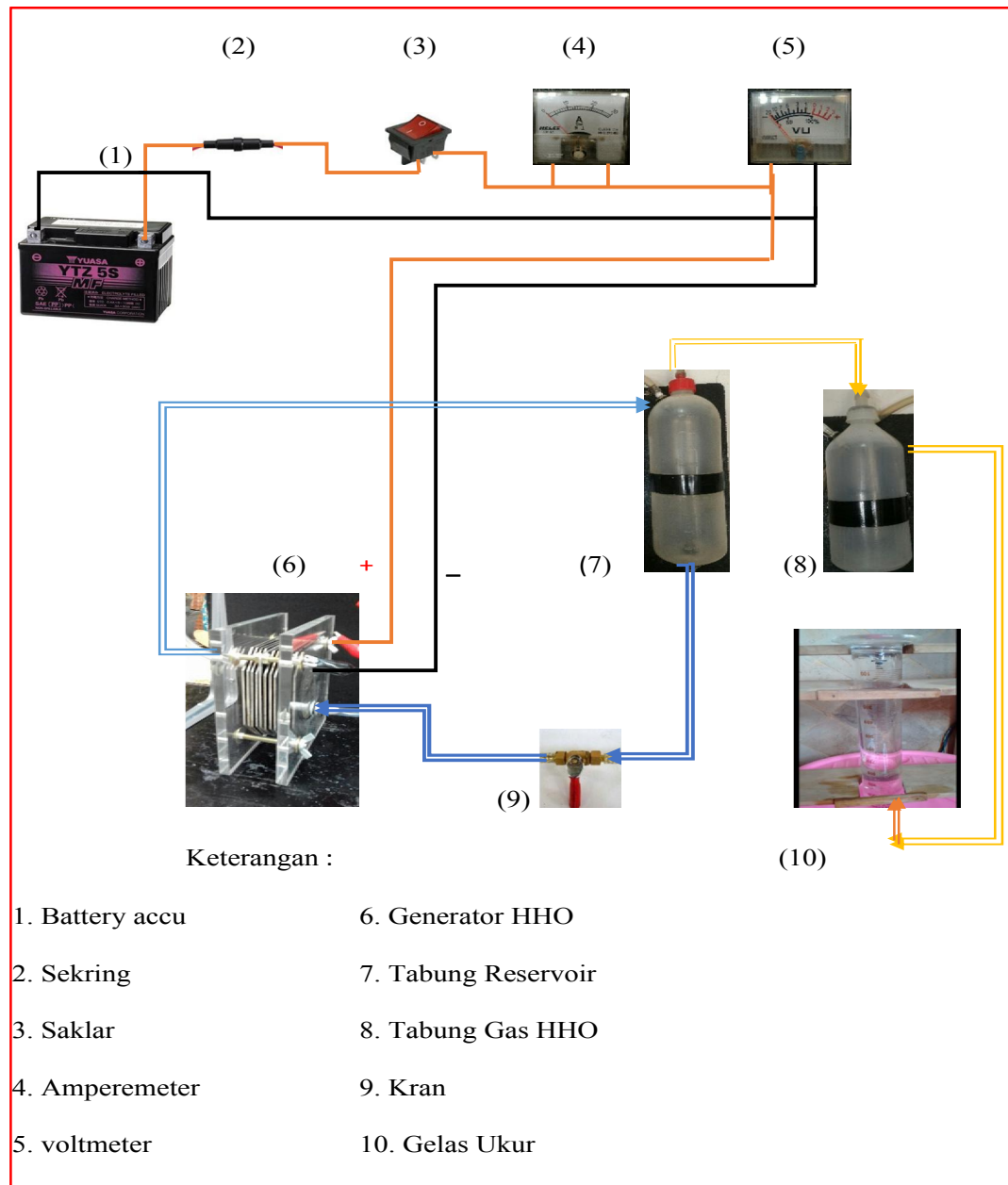
Tujuan yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari variasi prosentase katalis NaCl (Natrium Klorida) terhadap produksi gas HHO (*Brown's Gas*) yang dihasilkan oleh generator HHO tipe *dry cell* dan untuk mengetahui prosentase katalis NaCl (Natrium Klorida) yang terbaik untuk memproduksi *brown's gas*.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini metodologi yang digunakan adalah dengan menggunakan metodologi eksperimen nyata (*True Experimental*), dengan model analisis varian. Penggunaan model ini dikarenakan dalam penelitian melakukan variasi prosentase katalisator natrium klorida (NaCl) sebesar 4; 5; dan 6 %. Dengan metode ini diharapkan nantinya akan mengetahui prosentase katalis NaCl yang paling efektif untuk memproduksi *brown's gas*.

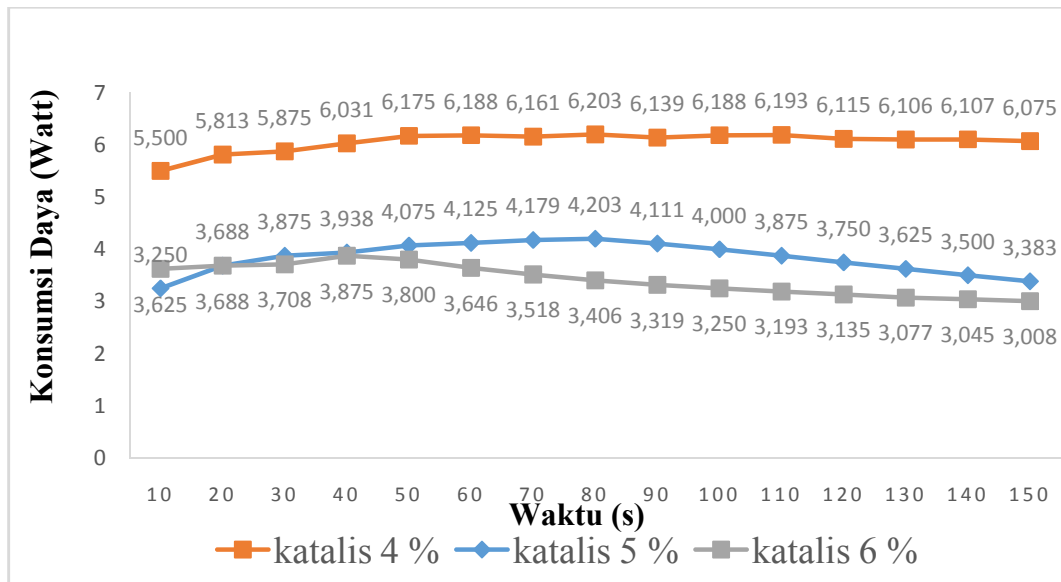
Variabel terkontrol yang digunakan adalah bahan elektroda plat *stainless steel* tipe 304 dengan panjang 10 cm, lebar 10 cm, dan tebal 2 mm berbentuk persegi delapan, bahan cover generator HHO terbuat dari kaca akrilik dengan panjang 15 cm, lebar 15 cm, dan tebal 1 cm berbentuk persegi empat dan tegangan listrik searah sebesar 12 volt serta volume air yang dielektrolisis sebanyak 500 ml.

Skema Instalasi Penelitian



Gambar 1,Skema Instalasi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN



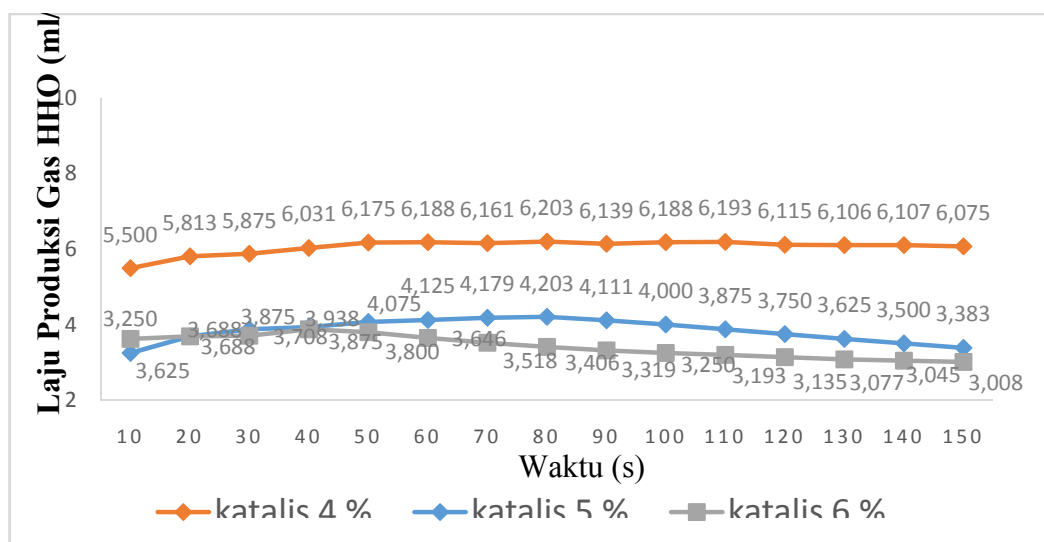
Gambar 2, Grafik Hubungan Antara Konsumsi Daya Oleh Generator HHO Terhadap Variasi Prosentase Katalis Per 10 Detik Waktu Pengujian

Dari gambar 4.1, terlihat bahwa grafik hubungan antara konsumsi daya pada generator HHO terhadap waktu pengujian 15 kali per 10 detik dengan variasi prosentase katalis NaCl (Natrium Klorida) 4 %; 5 %; dan 6 % menunjukkan bahwa pada awal pengujian yaitu pada katalis 4 % terjadi kenaikan daya seiring bertambahnya waktu pengujian, akan tetapi pada waktu yang berbeda konsumsi daya menjadi turun. Dan begitu juga pada prosentase 5 dan 6 % cenderung mengalami penurunan konsumsi daya dikarenakan semakin banyaknya prosentase katalis dan juga seiring bertambahnya waktu akan mempengaruhi kekentalan cairan elektrolit menjadi semakin naik.

Semakin turunnya daya hantar listrik pada larutan elektrolit mengakibatkan hambatan dari rangkaian elektrolisis semakin besar, jika semakin kecil nilai hambatannya maka semakin besar daya yang mengalir (Sopandi Ihsan, dkk, 2015). Berdasarkan hukum Ohm dengan tegangan yang sama maka arus

listrik yang dapat mengalir juga akan semakin kecil (Suprastowo, 2009). Hal tersebut terjadi pada cairan elektrolit dengan katalis 5 dan 6 % karena pada cairan elektrolit tersebut cenderung kental dan semakin bertambahnya waktu larutan tersebut akan mengalami kejenuhan yang mengakibatkan anion dan kation pada cairan elektrolit saat proses elektrolisis menjadi lambat pergerakannya dan dapat berpengaruh juga terhadap penurunan laju produksi gas HHO. Terbukti bahwa hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi daya maka akan semakin tinggi juga laju produksi gas HHO yang dihasilkan dan sebaliknya, jika semakin menurun daya maka akan menurun juga laju produksi gas HHO yang dihasilkan dari proses elektrolisis.

Hubungan antara laju produksi brown's gas terhadap waktu pada setiap variasi katalis NaCl ditunjukkan pada gambar 3.



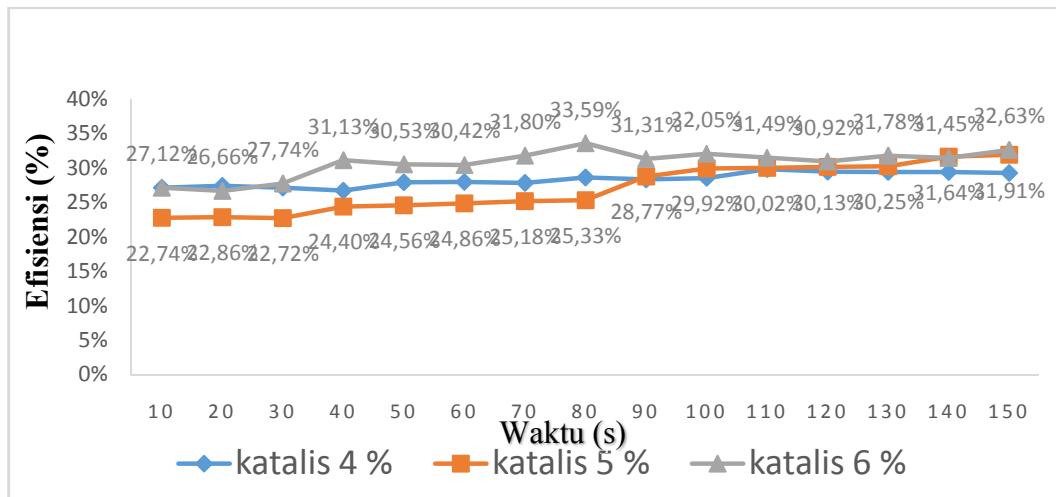
Gambar 3, Grafik Laju Produksi Gas HHO Terhadap Waktu Pengujian

Dari grafik hubungan antara laju produksi gas HHO terhadap waktu percobaan terlihat laju produksi gas HHO terus naik dari titik awal pengujian sampai pada waktu maksimal pengujian. Kenaikan laju produksi gas HHO terjadi pada setiap prosentase katalis akan tetapi besar produksi gas HHO dari awal waktu pengujian sampai akhir pengujian pada prosentase 5 dan 6 % justru cenderung berkurang dibanding dengan pada prosentase katalis 4 %.

Grafik pada prosentase katalis NaCl (Natrium Klorida) 4 % menghasilkan laju produksi yang besar dan stabil dibanding pada prosentase katalis 5 dan 6 %, hal ini terjadi sebagaimana yang terjadi pada grafik konsumsi daya terhadap waktu pengujian (gambar 2) dimana daya juga naik seiring bertambahnya waktu pengujian karena hal ini sesuai dengan hukum kekekalan energi yang menyatakan bahwa energi yang masuk sama dengan energi yang keluar. Ketika produksi gas besar maka dibutuhkan daya yang besar pula. Laju produksi gas HHO terbesar pada katalis 4 % sebesar 6,203 ml/s, sedangkan pada prosentase katalis 5 dan 6 % sebesar 4,175 ml/s dan 3,875 ml/s.

Perbedaan laju produksi gas HHO tersebut dikarenakan cairan elektrolit dengan prosentase katalis 5 dan 6 % cenderung pekat dan menyebabkan cairan elektrolit menjadi jenuh. Kejenuhan cairan elektrolit berpengaruh terhadap pergerakan dari anion dan kation menjadi lambat pergerakannya dan menyebabkan elektroda – elektroda pada generator mengalami kenaikan temperatur / panas. Hal inilah yang menyebabkan pergerakan anion dan kation dalam larutan elektrolit juga semakin sulit bergerak saat menghantarkan arus listrik, dikarenakan jarak antara partikel terlalu dekat sehingga daya hantarnya rendah dan reaksi elektrolisis yang terjadi tidak akan optimal dan peningkatan laju produksi gas HHO cenderung menurun (Sopandi ihsan, dkk, 2015)

Gambar 4 menunjukkan hubungan antara Prosentase Katalis NaCl terhadap Efisiensi Generator HHO per 10 detik.



Gambar 4, Grafik Efisiensi Generator HHO Terhadap Waktu Pengujian pada Setiap Prosentase Katalis NaCl

Efisiensi merupakan perbandingan antara energi yang diperlukan pada proses elektrolisis dengan energi yang dihasilkan oleh generator HHO untuk memecah ion hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2) pada molekul air (H_2O).

Dari gambar 4 secara umum dapat dilihat bahwa efisiensi generator cenderung mengalami kenaikan pada prosentase katalis NaCl (Natrium Klorida) 5 dan 6 %, hal ini dapat terjadi karena seiring bertambahnya waktu dan semakin besar prosentase katalis. Efisiensi generator mencapai titik maksimum pada titik 33,59 % pada prosentase katalis 6 %.

Kenaikan efisiensi disebabkan oleh penurunan energi atau daya listrik yang digunakan pada proses elektrolisis karena besarnya daya sangat mempengaruhi peningkatan efisiensi pada generator HHO (Sopandi ihsan, dkk, 2015). Semakin tinggi daya yang digunakan oleh generator maka semakin menurun efisiensi generator, sebaliknya semakin turun daya yang digunakan oleh generator maka semakin naik efisiensi generator. Dapat dilihat pada grafik 2 penggunaan daya pada prosentase katalis 4 % cenderung mengalami kenaikan akan tetapi tingkat efisiensinya menurun, dikarenakan besarnya energi yang digunakan banyak yang berubah menjadi panas dan bukan digunakan untuk

melepaskan ikatan air (H_2O) sehingga banyak energi yang terbuang dan efisiensinya akan semakin menurun (Marlina, 2013).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisa terhadap pengaruh prosentase katalis NaCl (Natrium Klorida) terhadap produktifitas brown's gas yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin besar prosentase katalis NaCl (Natrium Klorida) menyebabkan penurunan konsumsi daya, arus, dan laju produksi brown's gas. Pada prosentase katalis 4 % cenderung lebih banyak menghasilkan brown's gas dari pada prosentase katalis 5 dan 6 %, karena pada prosentase katalis 5 dan 6 % larutan elektrolit cenderung pekat yang mengakibatkan larutan elektrolit menjadi jenuh dan pergerakan anion – kation menjadi sulit bergerak saat proses elektrolisis.
2. Pengujian terhadap variasi prosentase katalis menghasilkan volume gas terbesar pada prosentase katalis NaCl (Natrium Klorida) 4 % yaitu sebesar 911,25 ml pada detik ke 150.
3. Performa atau unjuk kerja generator HHO terbaik didapatkan pada prosentase katalis NaCl (Natrium Klorida) 4 %, yaitu daya yang dibutuhkan sebesar 135 watt, laju produksi gas HHO 0,0061 l/s dan efisiensi generator mencapai 29,29 %.

DAFTAR PUSTAKA

Damanik, Wawan Septiawan, Munawar SiregarAlfansury dan Khairul Umurani. 2015. *“Pengaruh Jarak Katoda dan Anoda Terhadap Tekanan Gas Hidrogen Dan Klorin Yang Dihasilkan Dalam Proses Elektrolisis Air Garam”*. Universitas Muhammadiyah, Sumatera Utara.

Hardianti, Anindita, dan Wahyono Hadi. *“Produksi Gas Oksigen Melalui Proses Elektrolisis Air laut Sebagai Sumber Energi Ramah Lingkungan”*. Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS, Surabaya.

Kholiq, Imam. 2015. "*Pemanfaatan Energi Alternatif Sebagai Energi Terbarukan Untuk Mendukung Substitusi BBM*". Fakultas Teknik Universitas Wijaya Putra, Surabaya: Jurnal IPTEK Vol. 19 No. 2, Desember 2015.

Marlina, Ena, Slamet Waahyudin dan Lilis Yulianti. 2013." *Produksi Brown's Gas Hasil Elektrolisis H_2O Dengan Katalis $NaHCO_3$* ". Mahasiswa Program Magister Teknik Mesin Universitas Brawijaya, Malang: Jurnal Rekayasa Mesin Vol.4, No.1 Tahun 2013 53-58.

Suprastowo, 2009. "*Pengujian Dan perbaikan Performa Generator HHO Dengan Variasi Konfigurasi Elektrolit Baking Soda Dalam Aquades*". ITS, Surabaya.

Sopandi, Ihsan, Yuli Hananto dan Bayu Rudianto. 2015. "*Studi Ketebalan Elektroda Pada Produksi Gas HHO (Hidrogen Hidrogen Oksigen) Oleh Generator HHO Tipe Basah Dengan Katalis $NaHCO_3$ (Natrium Bikarbonat)*". Program Studi Teknik Energi Terbarukan, Politeknik Jember.

Ubaidillah, Ayik. 2016. "*Pengaruh Konsentrasi KOH Terhadap Produksi HHO Dalam Proses Elektrolisis*". Universitas Nusantara PGRI, Kediri.

Sumarji, 2011." *Studi Perbandingan Ketahanan Korosi Stainless Steel Tipe SS 304 Dan SS 201 Menggunakan Metode U-Bend Test Secara Siklik Dengan Variasi Suhu Dan PH*". Universitas Jember: Jurnal ROTOR, Volume 4 nomer 1, Januari 2011.

Sinaga, Toni Albertus. 2013. "*Aplikasi Katalis Dalam Kehidupan Sehari – hari*". Universitas Riau, Pekanbaru: Tugas Mata Kuliah Kimia Dasar II.

Zaini, Ahmad. 2014. "*Pengaruh Sifat Katalis KOH Dan NaHCO₃ Terhadap Produksi Brown's Gas*". Universitas Islam Malang, Malang.

<http://anekailmu.blogspot.com/2009/04/pembuatan-gas-hidrogen-h2.html>. Diakses 8 Desember 2016.

<http://riana1926.blogspot.com/2011/10/elektrolisis.html>. Diakses 25 November 2016.