

Terbit online pada laman web jurnal : <http://metal.ft.unand.ac.id>**METAL: Jurnal Sistem Mekanik dan Termal**

| ISSN (Print) 2598-1137 | ISSN (Online) 2597-4483 |



Artikel Penelitian

Rancang Bangun Generator HHO untuk Aplikasi pada Engine 1108 Cm³Rino Sukma^a, Nofriyandi R^{a,*}, Hanif^a, Dian Wahyu^a, Andriyanto^a^a Politeknik Negeri Padang, Limau Manis Pauh, Padang 25164, Indonesia

*Corresponding Author

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 03 September 2019

Revisi Akhir: 25 September 2019

Diterbitkan Online: 04 Oktober 2019

KATA KUNCI

HHO

Cell

Neutral plate

KOH

KORESPONDENSI

E-mail: Rino_Sukma@Politeknik Negeri Padang

A B S T R A C T

Electrolysis is a method used to describe the composition of air. Electrolysis converts air bonds (H₂O) into its constituent compounds flammable Hydrogen and Oksigen which help the combustion process. Water electrolytic devices are called HHO generators. HHO generators use pure water electrolysis, the results of the meeting between H₂ and O₂ will be used as alternative fuels in meeting renewable energy needs. This research uses a HHO generator. Testing the performance of the HHO generator is done experimentally on a laboratory scale. The first stage is making a dry type HHO generator using SS316L plate. The size of the plate is 70 mm x 70 mm, the center of the plate is punched Ø 12 mm, the top and the bottom of the plate are perforated Ø 10 mm. The HHO generator consists of 5 cells and 4 neutral plates for each cell by agreeing 5, 7 and 9 grams of KOH for 1 liter of distilled water. The results of the production of HHO gas produces a large amount of H₂ and O₂ which flows in units of minutes at a volume of 500 ml. HHO gas production parameters will depend on current, power and efficiency will increase from each of the above variables. Measurements use special measurement tools to distinguish which are quite significant

1. PENDAHULUAN

Penelitian rancang bangun generator HHO telah banyak dilakukan menggunakan beberapa model generator. Secara umum, generator HHO terdiri dari generator tipe basah dan kering. Berdasarkan teknik pemasangan elektrodanya, generator HHO tipe kering terdiri dari dua jenis yaitu generator terpasang vertikal dan terpasang horizontal. Pada generator terpasang vertikal, posisi elektoda disusun secara vertikal sedangkan pada generator terpasang horizontal, posisi elektoda disusun secara horizontal (sejajar dengan permukaan lantai). Dari hasil penelitian diperoleh bahwa tipe susunan elektode terpasang horizontal mempunyai

produksi hidrogen rata-rata lebih besar daripada tipe susunan elektode terpasang vertikal[1].

Secara teori, peningkatan luas permukaan elektode (A) dapat meningkatkan luas permukaan kontak antara elektoda dan elektrolit. Peningkatan luas permukaan kontak akan memperkecil hambatan listrik (R), sehingga dapat meningkatkan arus listrik (I) yang dihasilkan, dan pada akhirnya meningkatkan laju aliran hidrogen.

Generator tipe kering sangat sesuai digunakan pada kendaraan karena membutuhkan kapasitas ruang yang kecil. Hal ini disebabkan oleh hasil rancangannya lebih efektif serta efisien dalam penggunaannya. Pada penelitian rancang bangun

generator bahan bakar air untuk aplikasi engine diharapkan bisa dimanfaatkan langsung dalam penggunaan pada kendaraan engine 1108 CC dengan performance yang lebih bagus (meningkatkan performance) dan hemat konsumsi bahan bakar. Nilai energi yang terkandung pada bahan bakar hydrogen jauh lebih besar dibandingkan dengan bahan bakar minyak pada umumnya, seperti terlihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Perbandingan properties bahan bakar gasoline dengan *hydrogen*[2]

Properties	Unleaded gasoline	Hydrogen
Autoignition temperature (K)	533 – 733	858
Minimum ignition energy (mJ)	0.24	0.02
Flammability limits (volume % in air)	1.4 - 7.6	4 - 75
Stoichiometric air-fuel ratio on mass basis	14.6	34.3
Limits of flammability (equivalence ratio)	0.7 - 3.8	0.1 – 7.1
Density at 16°C and 1.01 bar (kg/m ³)	721 - 785	0.0838
Net heating value (MJ/kg)		
Flame velocity (cm/s)	43.9	119.93
Quenching gap in NTP air (cm)	37 – 43	265 – 325
Diffusivity in air (cm ² /s)	0.2	0.064

Research octane number	0.08	0.63
Motor octane number	92 – 98	130
Flashpoint	80 – 90	-
	Approximatel y –45 °F (–43 °C; 230 K)	< –423 °F (< –253 °C; 20 K)

2. METODOLOGI

Stainless steel dapat dibagi menjadi lima kelompok *austenitic stainless Steel*, *ferritic stainless steel*, *martensitic stainless steel*, *duplex stainless steel* (*austenitic-ferritic*), *precipitation hardening stainless steel*[3]. Setiap kelompok *stainless steel* terbagi menjadi beberapa tipe dengan persentase dan kandungan unsur paduan yang berbeda-beda. Masing-masing tipe *stainless steel* mempunyai karakteristik yang berbeda termasuk konduktifitas listrik dan ketahanannya terhadap korosi.

Tabel 2 memperlihatkan standar komposisi stainless steel. Dari Tabel 2 terlihat bahwa *stainless steel* Tipe 316 dan 316L memiliki kadar Cr yang dapat membentuk lapisan film oksidasi kromium sehingga dapat menghalangi proses oksidasi besi (Fe). Hasil ini menunjukkan bahwa *stainless steel* jenis ini sangat cocok digunakan sebagai elektroda pada proses elektrolisa.

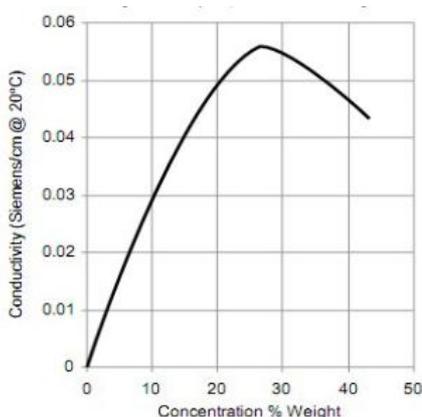
Tabel 2. Standar Komposisi *Stainless Steel* [4]

Designation	Type	Composition weight-%						Others
		Cr	Ni	Mo	C	Mn	Si	
AISI 300 Series:								
AISI 304	Austenitic	18–20	8–10.5	—	<0.08	2	1	—
AISI 304L	Austenitic	18–20	8–12	—	<0.03	2	1	—
AISI 321	Austenitic	18–20	8–10.5	—	<0.08	2	1	Ti = 5 × wt-% C
AISI 347	Austenitic	18–20	8–10.5	—	<0.08	2	1	Nb = 10 × wt-% C
AISI 316	Austenitic	16–18	10–14	2.0–3.0	<0.08	2	1	—
AISI 316L	Austenitic	16–18	10–14	2.0–3.0	<0.02	2	1	—
AISI 317	Austenitic	18–20	11–15	3.0–4.0	<0.08	2	1	—
AISI 317L	Austenitic	18–20	11–15	3.0–4.0	<0.03	2	1	—
AISI 310	Austenitic	24–26	19–22	—	<0.25	2	1.5	—
AISI 330	Austenitic	17–20	34–37	—	<0.08	2	1.5	—
AISI 200 Series:								
AISI 201	Austenitic	16–18	3.5–5.5	—	0.15	5.5–7.5	1	+ 0.25 N
AISI 202	Austenitic	17–19	4–6	—	0.15	7.5–10	1	+ 0.25 N
AISI 400 Series:								
AISI 409	Ferritic	10.5–11.7	<1	—	<0.08	1	1	—
AISI 430	Ferritic	16–18	<1	—	<0.08	1	1	—
AISI 434	Ferritic	16–18	<1	0.8–1.2	<0.08	1	1	—
AISI 410	Martensitic	11.5–13.5	<1	—	0.15	1	1	—
AISI 431	Martensitic	15–17	1.2–2.5	—	0.20	1	1	—
Duplex Steels:								
Steel 1	Duplex	25	6.0	3.0	<0.08	—	—	1.5 Cu + 0.25 N
Steel 2	Duplex	25	5.5	3.0	<0.08	—	—	—
Precipitation-Hardening Steels:								
Steel 1	Precipitation	16	4.2	—	0.04	0.5	0.5	3.5 Cu
Steel 2	Precipitation	15	4.5	—	0.04	0.3	0.4	3.5 Cu + Nb

Note: All steels: %P < 0.04%, %S < 0.03%.

2.1. Pemilihan katalisator

Katalisator KOH, H₂SO₄ dan lain-lain mampu mempermudah proses penguraian air menjadi hidrogen dan oksigen karena ion-ion katalisator mampu mempengaruhi kestabilan molekul air menjadi ion H dan OH yang lebih mudah di elektrolisis. Dengan kata lain energi untuk menguraikan air menjadi lebih rendah. Pada Gambar 1 diperlihatkan hubungan antara konsentrasi katalis KOH terhadap konduktifitas listrik. Dari Gambar 1 terlihat bahwa konduktifitas listrik tertinggi diperoleh pada konsentrasi katalis 27 %.



Gambar 1. Hubungan konsentrasi katalis KOH dan konduktifitas Listrik[6]

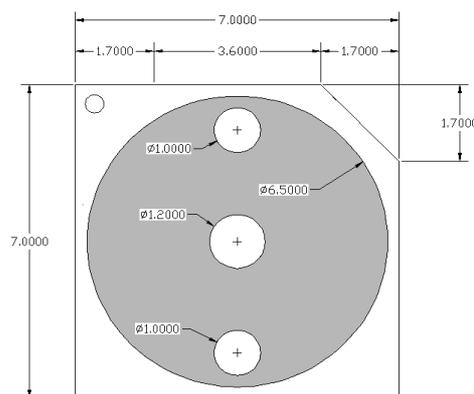
2.2. Proses Pemasangan atau Perangkaian Generator HHO tipe dry.

2.2.1. Persiapan alat dan bahan

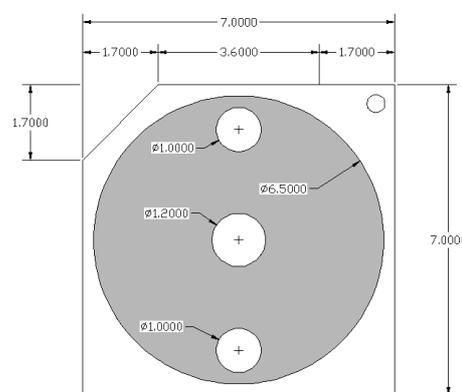
Pada Tabel 3 diperlihatkan alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan generator HHO tipe kering. Dimensi dari pelat anoda, aktoda dan netral diperlihatkan pada Gambar 2, 3 dan 4.

Tabel 3. Alat dan bahan generator HHO tipe kering

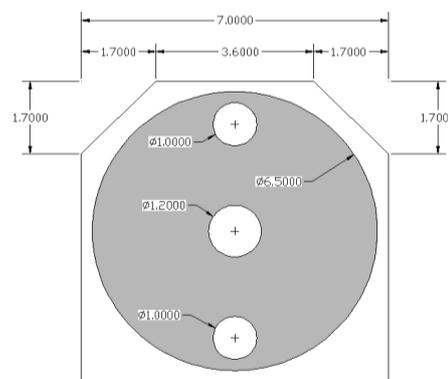
Alat		Bahan	
Jenis	Ukuran (mm)	Jenis	Ukuran (mm)
• Kunci ring pas	• 8, 10, 12	• Plat stainless steel anoda, katoda dan netral tipe 316 L	-
• Obeng Minus	14	• Akrilik	• 100x10
• Palu karet	-	• Sheel (gasket)	• Ø tebal sheel
• Mistar baja	-	• Stuk	• Ø 63 dalam
		• Baut dan mur	• Ø 65 luar
			• Ø 6



Gambar 2. Ukuran plat anoda [5]

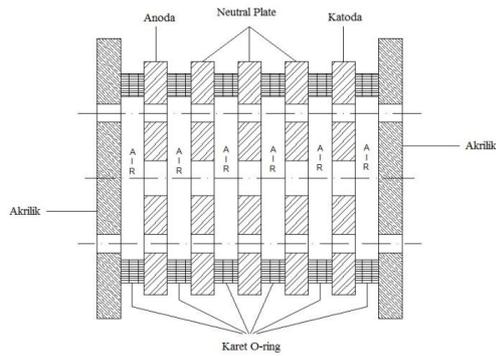


Gambar 3. Ukuran plat katoda [5]



Gambar 4. Ukuran plat netral [5]

Prosedur pembuatan generator adalah sebagai berikut : 1). Susun plat anoda pada akrilik, lubangi sisi bagian atas di pasang baut dan ikat menggunakan mur, pasang sheel dengan memosisikan di atas plat anoda 2). Pasang 4 plat netral, masing-masing plat dibatasi dengan sheel dan dilanjutkan pemasangan plat katoda dengan memasukan lubang baut pada sisi yang berlawanan dengan plat anoda. (terpasang 1 cell)



Gambar 5. Cara Pemasangan Generator HHO

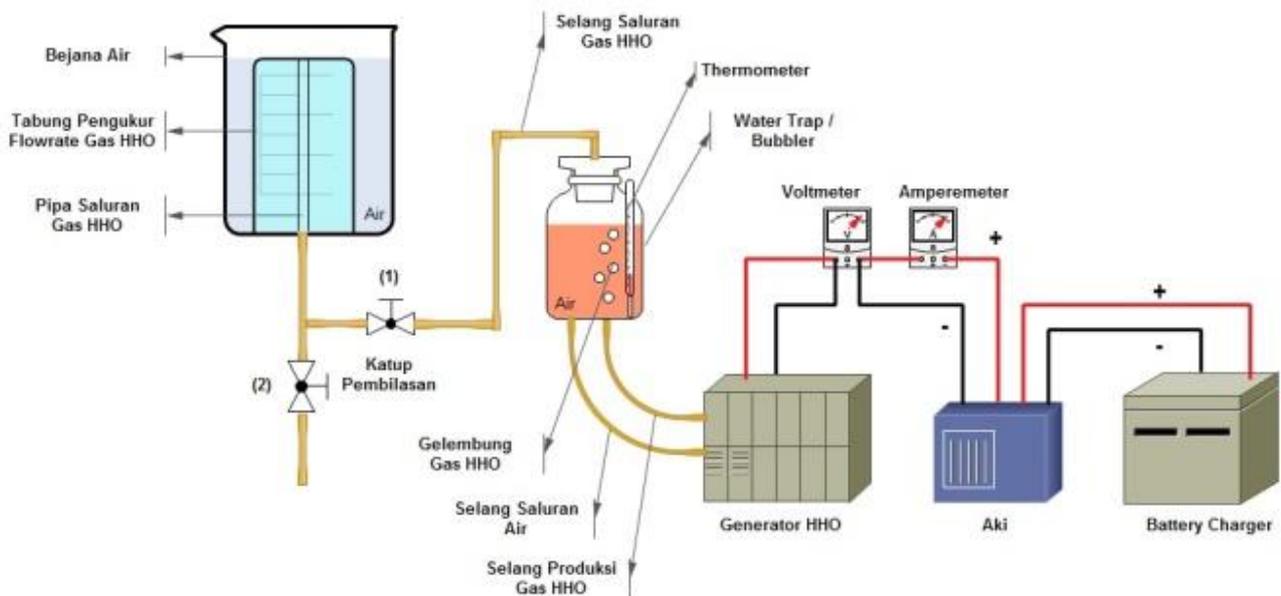
Untuk cell ke 2 sampai ke 5 lakukan hal yang sama seperti di atas. 3). Kencangkan mur 12 pada sisi luar akrilik. Ukur panjang generator agar tekanan pada generator rata. Pada Gambar 5 diperlihatkan cara pemasangan generator HHO.

2.2.2. Instrumen eksperimen

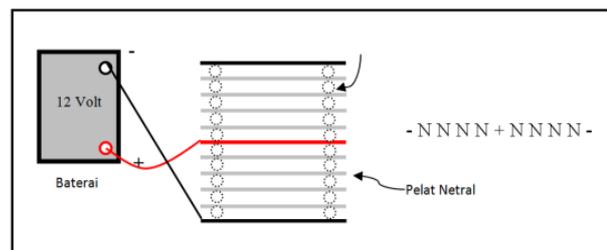
Data penelitian diambil pada laboratorium uji performance generator HHO. Data-data yang diperlukan dalam menentukan performance generator HHO adalah arus listrik yang dihasilkan dan flowrate gas HHO. Pada Gambar 6 diperlihatkan set-up instrument yang digunakan dalam pengukuran.

Berikut dijelaskan langkah-langkah yang dilakukan untuk pengujian laju produksi gas HHO:

- Siapkan peralatan yang dibutuhkan. Persiapkan dan pasang rangkaian peralatan seperti Gambar 6.



Gambar 6. Instrumen uji performance generator HHO



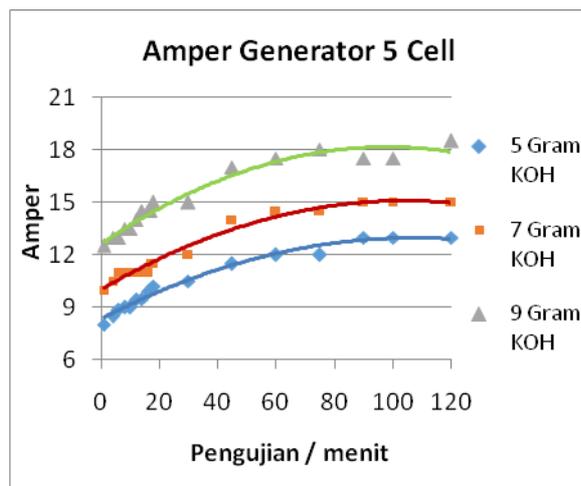
Gambar 7. Skema pemasangan kabel pada plat netral generator HHO

- Siapkan campuran KOH dengan aquades atau larutan elektrolit. Dalam bentuk 1 liter aquades yang dicampur dengan 5, 7 dan 9 gram KOH. Kemudian isikan ke dalam Generator gas HHO. Isikan air ke dalam bubler. Sambungkan Generator gas HHO dan bubler menggunakan selang gas HHO.
- Pastikan tidak ada sambungan yang bocor dan alat pengukur arus, tegangan, dan termometer bekerja dengan baik
- Sambungkan power supply dari baterai ke generator HHO melalui kabel-kabel seperti diperlihatkan pada Gambar 7. Pastikan sambungan terminal positif dan terminal negatifnya sudah tepat.
- Persiapkan Alat Ukur Flowrate Gas HHO. Masukkan tabung pengukur 500 cc gas HHO ke dalam bejana air. Isikan air ke dalam bejana sampai air sejajar dengan tanda batas tinggi air pada tabung pengukur flowrate gas HHO.
- Untuk mengeluarkan udara yang terperangkap di dalam tabung pengukur dan bubler, buka katup pembilasan udara yang berada dibawah tabung pengukur.
- Kemudian tutup katup pembilasan udara setelah tabung pengukur menyentuh ujung pipa saluran gas HHO. Sambungkan bubler dan alat ukur flowrate gas HHO menggunakan selang plastik melalui konektor. Kemudian pastikan tidak ada sambungan yang bocor. Untuk memastikan tidak ada udara yang terperangkap dalam sistem, maka dilakukan langkah pembilasan.
Langkah pembilasan dilakukan beberapa saat sebelum pengujian. Untuk memulainya dengan menghidupkan sistem produksi gas HHO, dengan menekan saklar ON. Tunggu beberapa menit sampai tabung pengukur gas HHO mencapai skala volume produksi 500 cc, kemudian matikan sistem dengan menekan saklar OFF.
- Buang campuran gas HHO dan udara dengan membuka katup pembilasan. Tutup kembali setelah ujung tabung pengukur menyentuh ujung pipa saluran gas HHO.
- Ulangi langkah di atas sebanyak 3 kali, untuk memastikan tidak ada udara yang terperangkap

di dalam sistem. Kemudian dilanjutkan ke tahap pengujian.

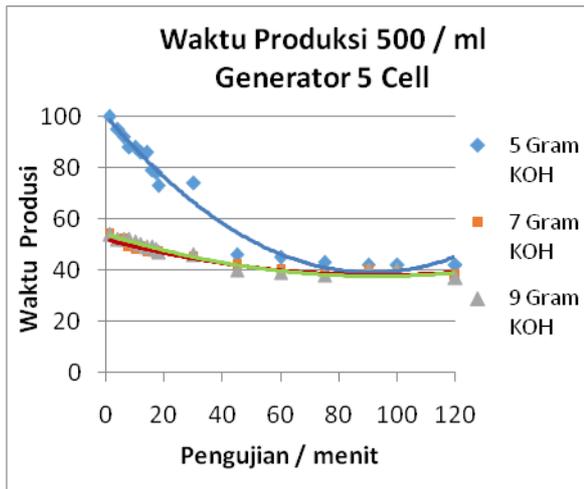
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 8 memperlihatkan pengaruh arus listrik yang diperoleh terhadap waktu dengan variasi jumlah dari KOH. Pada Gambar 8 terlihat adanya kenaikan jumlah amper terhadap lamanya waktu pengujian, dimana jumlah amper berbanding lurus dengan waktu yang dibutuhkan pada saat pengujian. Naiknya jumlah amper berbanding lurus dengan kecepatan proses elektrolisis. Kondisi ini disebabkan oleh penurunan hambatan antara cairan elektrolit dan elektroda. Penambahan elektrolit sebagai katalis pada proses elektrolisis akan menurunkan energi yang dibutuhkan, sehingga laju reaksi pemecahan molekul air menjadi lebih cepat.



Gambar 8. Grafik distribusi amper terhadap waktu pengujian

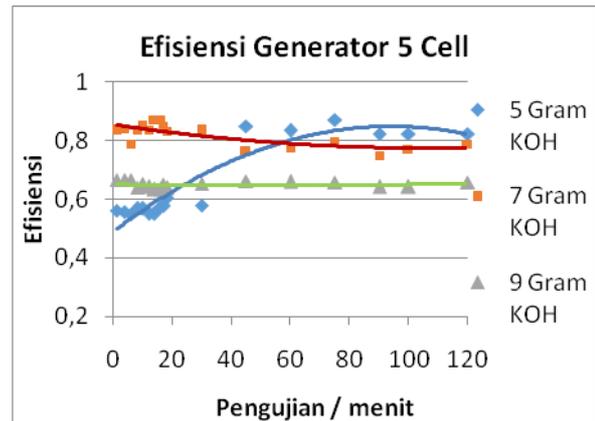
Hasil pengujian generator pada Gambar 8 di atas diambil selama 120 menit. Dari hasil tersebut terlihat adanya peningkatan nilai amper yang signifikan pada 60 menit pertama, peningkatan ini disebabkan adanya reaksi kimia terhadap energi yang dibutuhkan untuk terjadinya reaksi dan adanya peningkatan konduktivitas yang terjadi dari penambahan jumlah KOH[8].



Gambar 9. Grafik distribusi waktu produksi terhadap waktu pengujian

Pada Gambar 9 diperlihatkan hubungan antara laju produksi gas HHO generator 5 cell terhadap waktu pengujian selama 120 menit. Produk utama dari hasil elektrolisis air pada generator gas HHO adalah gas hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2) atau gas HHO. Untuk mengetahui seberapa banyak gas HHO yang dihasilkan oleh generator gas HHO dapat dilihat dari laju produksi gas yang dihasilkan. Berdasarkan hasil tren grafik Gambar 9 terlihat adanya peningkatan kecepatan waktu produksi selama pengujian dilakukan. Semakin lama waktu yang dibutuhkan semakin cepat atau semakin banyak gas HHO yang dihasilkan, ini disebabkan adanya peningkatan proses elektrolisa.

Peningkatan proses elektrolisa akan berbanding lurus dengan besarnya amper yang dibutuhkan. Apabila amper semakin besar maka jumlah konduktivitas pada larutan air akan meningkat, peningkatan ini disebabkan oleh reaksi kimia dari larutan katalisator KOH[5].



Gambar 10 Grafik efisiensi generator terhadap waktu pengujian

Gambar 10 menunjukkan hubungan efisiensi terhadap waktu. Dari gambar 10 di atas terlihat perbedaan trendline antara masing-masing jumlah penambahan KOH. Penambahan 5 gram KOH menunjukkan peningkatan efisiensi terhadap waktu pengujian. Hal ini disebabkan pengaruh dari amper atau daya yang dihasilkan lebih sedikit, sehingga kerja elektrolisa akan semakin efisien dimana nilai losses kalor lebih sedikit[8].

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini :

1. Dari hasil penelitian uji performance generator HHO, generator HHO dapat diaplikasikan pada *engine* dengan kapasitas 1108 cm^3 .
2. Generator HHO dapat diaplikasikan pada *engine* 1108 cm^3 selama dua jam operasi, karena jumlah arus maksimum yang digunakan masih dibawah kapasitas jumlah amper yang ada pada baterai *engine*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S.H. Purnomo dan D.S. Kawano. "Komparasi penghasilan HHO pada generator tipe kering (dry) dengan susunan kerucut diameter lubang 7mm dan 10mm terpasang vertikal," in *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana XIV – ITS ISBN 978-602-96565-7-2 326*, 2014.

- [2] A.C. Yilmaz, E. Uludamar and K Aydin."Effect of hydroxyl (HHO) gas addition on performance and exhaust emissions in compression ignition engines," *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 35, No. 20, pp. 11366-11372.
- [3] H. M. Cobb, *Steel Product Manual: Stainless Steel*. Warrendale P.A: Iron & Steel Society, 1999.
- [4] Based on JANAF Thermochemical Tables, NSRDS-NBS-37 ; *Selected Value Note 270-3*, 1968 ; and *API Research Project 44*, Carnegie Press, 1953. Heating values calculated, 1971.
- [5] Nofriyandi. R, "Studi Eksperimen Pengaruh Penggunaan KOH Terhadap Performa Generator HHO Tipe Dry Cell dengan Dimensi Setiap Plat $3.046,59 \text{ mm}^2$," *Jurnal Sistem Mekanik dan Termal*, Vol. 01 No.01, pp. 2477 – 3085, 2017.
- [6] W. Pyle, J. Healy and R. Cortez, "Solar Hidrogen Production by Electrolysis," *Home Power* 39, 1994.
- [7] K.S. Gaikwad, "Development of a Solid Electrolyte for Hydrogen Production," *Thesis. Master of Science in Electrical Engineering Department of Electrical Engineering College of Engineering University of South Florida*, 2004.
- [8] R. Nofriyandi, "Studi Eksperimen Pengaruh Penggunaan KOH terhadap Performa Generator HHO tipe Cell Berdimensi 3.316 mm," in *Prosiding National Conference On Applied Sciences, Engineering, Busines and Information Technology*. ISSN 5241-111X, pp. 249-255, 2016.