



JURNAL RONA TEKNIK PERTANIAN

ISSN : 2085-2614

JOURNAL HOMEPAGE : <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/RTP>



Studi Penggunaan Plat Elektroda Netral *Stainless Steel* 316 dan Aluminium Terhadap Performa Generator HHO Dry Cell

Tasrif Arifin¹⁾, Bayu Rudiyanto¹⁾, Yuana Susmiati¹⁾

¹⁾ Teknik Energi Terbarukan, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember
Jl. Mastrip PO BOX 164, Jember
Email : bayu.poltek02@gmail.com

Abstrak

Generator HHO merupakan alat yang menggunakan prinsip elektrolisis air untuk memisahkan unsur-unsur kandungan air murni (H_2O) menjadi Gas HHO, dalam upaya peningkatan performanya tentu dibutuhkan bahan konduktor yang memiliki sifat kelistrikan baik. Penambahan plat elektroda netral ialah bertujuan untuk meningkatkan performa elektroliser dan mengatasi berbagai macam permasalahan yang terjadi pada saat proses elektrolisis air bekerja. Penelitian ini menunjukkan bahwa plat elektroda netral aluminium mampu meningkatkan nilai performanya sedangkan untuk plat SS 316 mampu meminimalisir persentase *losses energy*. Larutan AMDK murni terbukti mampu meningkatkan produktivitas gas dibandingkan dengan larutan aquades murni, tetapi kelemahan dari larutan AMDK yaitu mudahnya terbentuk *gel-gel*, sehingga menghambat pergerakan elektron dan laju aliran produksi. Karakteristik sifat bahan sangat berpengaruh terhadap pencapaian kinerja Generator HHO karena tidak semua jenis plat elektroda netral mampu meningkatkan performanya. Sifat-sifat kelistrikan bahan yang sangat berpengaruh ialah sifat keelektronegatifan atau potensial elektroda dan koefisien nilai muai dari suatu bahan konduktor.

Kata kunci : Elektron, Generator HHO, Performa, Plat Elektroda Netral, Proses Elektrolisis

Usage Study Neutral Electrode Plate *Stainless Steel* 316 and Aluminium of Performance Generator HHO Dry Cell Type

Tasrif Arifin¹⁾, Bayu Rudiyanto¹⁾, Yuana Susmiati¹⁾

¹⁾ Department of Renewable Energy Engineering, Jember Polytechnic
Jl. Mastrip PO BOX 164, Jember
Email : bayu.poltek02@gmail.com

Abstract

Generator is a tool that use principle of water electrolysis to separated the element of pure water conscience (H_2O) be HHO gas, in effort to increase the perform of HHO Generator is needed a conductor ingredients which has a good electricity character the direction of addition neutral electrode plate is to increase the electrolyzer perform and to overcome every problem that happen when the water electrolysis process is going. This research shows that neutral electrode aluminium plate can increase the performance value and the SS 316 plate can minimize the percentage of losses energy. The pure AMDK solution proofs that can increase the gas productivity than the pure aquadest solution, but the weakness of AMDK solution can to form gel easily, which cause the electrons movement and the flowrate production are blocked. The characteristic of water usage is influence to HHO Generator work maximum value, because for every type of netral electrode plate can't increase the performance of generator. The electricity characteristic of material that every influence is the electronegativity character or electrode potential and the expansion coefficient from the conductor materials.

Keywords : *Electrolysis Process, Elektron, HHO Generator, Netral Elektrode Plate, Performance*

PENDAHULUAN

Energi alternatif merupakan energi yang berasal dari elemen-elemen alam yang tersedia dalam jumlah besar misalnya angin, air, matahari, tumbuhan, dan panas bumi. Energi alternatif tersebut digunakan untuk mengatasi ketergantungan masyarakat terhadap konsumsi energi fosil yang saat ini ketersediaannya sangat terbatas. Namun pengembangan energi alternatif di Indonesia masih belum memadai karena kurangnya Sumber Daya Manusia (SDM) yang memiliki kemampuan (*skill*) dibidang tersebut, kemudian teknologi yang digunakan relatif mahal serta dukungan dari pemerintah yang belum sepenuhnya terhadap pengembangan energi alternatif meskipun pemerintah Indonesia telah mengeluarkan kebijakan pengembangan energi alternatif yaitu energi baru dan terbarukan yang bertujuan untuk menekan kebutuhan energi fosil dengan mengeluarkan UU No. 30/2007 tentang energi dengan memprioritaskan penyediaan dan pemanfaatan energi baru dan terbarukan. Selain itu, adanya isu *global warming* yang menuntut tingkat kualitas lingkungan hidup yang lebih baik dan bersih. Oleh karena itu energi baru terbarukan sangat penting selain untuk memenuhi kebutuhan energi juga untuk menjaga dan melestarikan lingkungan hidup.

Salah satu energi alternatif yang paling murah dan tersedia dimana saja adalah air, berbagai macam jenis pemanfaatan air sebagai energi alternatif diantaranya ialah Mikrohidro, PLTU, PLTA dan Generator HHO. Dari berbagai macam teknologi tersebut, Generator HHO merupakan teknologi yang paling murah dan mudah untuk diimplementasikan kepada masyarakat, dan teknologi Generator HHO merupakan teknologi yang ramah lingkungan.

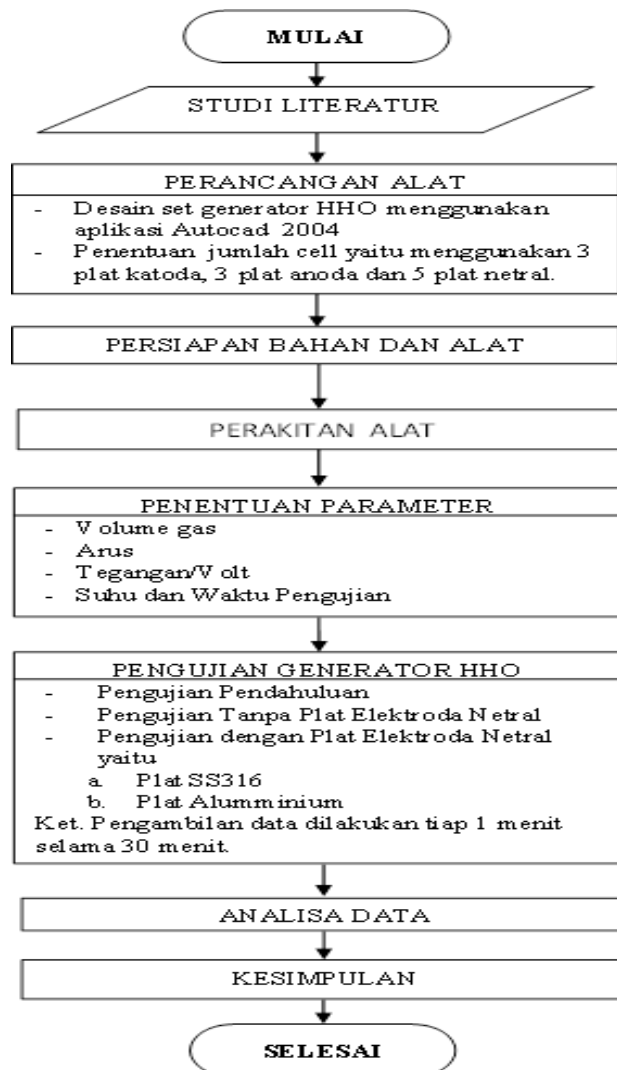
Generator HHO adalah alat yang menggunakan prinsip elektrolisis air untuk memisahkan unsur-unsur kandungan air murni (H_2O) menjadi Gas HHO, teknologi ini mudah dibuat dan bahan bakunya tersedia dimana saja yaitu air. Namun hingga saat ini teknologi Generator HHO masih memiliki banyak kekurangan, diantaranya konsumsi daya yang belum efisien, penggunaan gas HHO yang belum efektif, dan timbulnya panas yang berlebihan pada Generator HHO sehingga mengakibatkan terjadinya uap pada proses elektrolisis dan produksi gas yang dihasilkan akan tercampur dengan uap. Oleh sebab itu, perlu adanya pengembangan lanjutan dari penelitian terdahulu dengan penambahan plat elektroda netral khususnya pada generator HHO tipe *dry cell*, dimana tujuan dari plat elektroda netral ialah untuk meningkatkan performa generator HHO yang meliputi beberapa aspek seperti konsumsi energi, debit gas, efisiensi, efektivitas, dan kerugian energi pada generator HHO.

Penelitian ini menggunakan 2 (dua) jenis plat elektroda netral yaitu plat *Stainless Steel* 316 dan plat aluminium sedangkan untuk plat elektroda (katoda dan anoda) menggunakan plat *Stainless Steel* 316. Air yang digunakan adalah AMDK (Air Minum dalam Kemasan).

Dimana penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan performa generator HHO dan besarnya jumlah kerugian energi dengan penggunaan plat elektroda netral dan tanpa penggunaan plat elektroda netral. Selain itu, mengetahui perbandingan produktivitas gas dengan menggunakan larutan AMDK murni dengan larutan aquades.

METODE PENELITIAN

1. Diagram Alur Penelitian

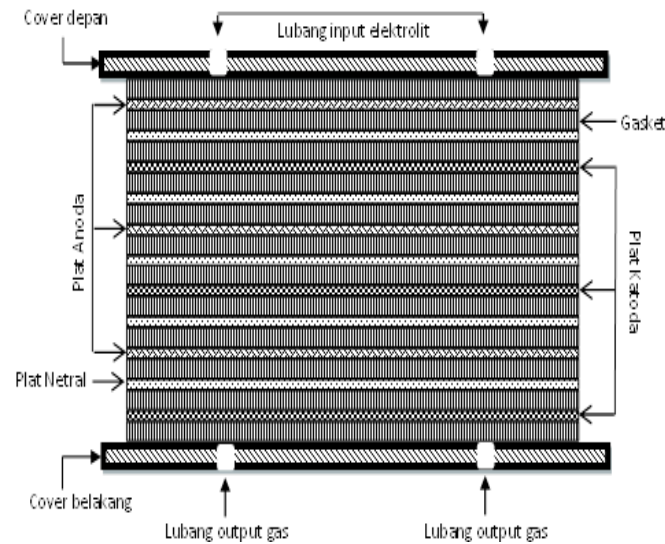


Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

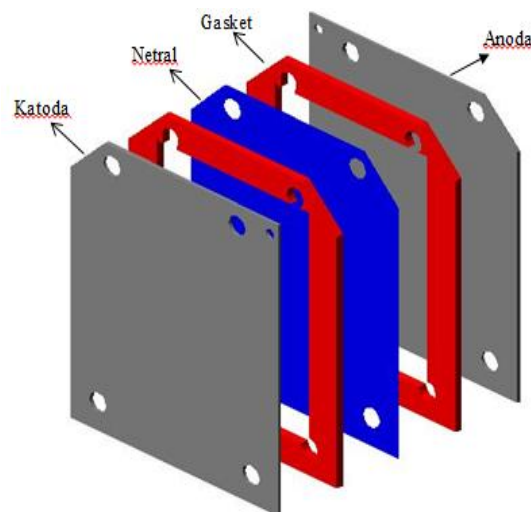
2. Perancangan Alat

Elektroliser memiliki beberapa komponen diantaranya elektroda (katoda, anoda, netral), gasket dan *cover* depan serta belakang. Untuk katoda dan anoda bahan yang digunakan adalah SS 316 sedangkan plat netral yang digunakan yaitu SS 316, dan aluminium dengan jumlah elektroda 6 lembar yang terdiri dari 3 anoda, 3 katoda, dan 5 plat netral. Tiap

elektroda tersusun secara berselang seling antara katoda netral dan anoda. Susunan plat tersebut berturut-turut dari lubang input elektrolit yaitu *P-Nu-N-Nu-P-Nu-N-Nu-P-Nu-N* dimana *P* sebagai elektroda positif (anoda), *N* sebagai elektroda negatif (katoda) dan *Nu* sebagai elektroda netral. Gambar 2 diperlihatkan konstruksi elektroliser dan susunan plat elektroliser. Gambar 3 diperlihatkan susunan plat elektroliser.



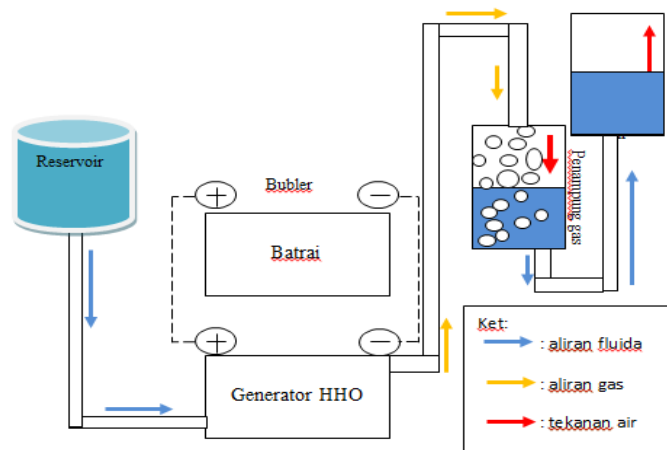
Gambar 2. Konstruksi Elektroliser Tanpa Atas



Gambar 3. Susunan Plat Elektroliser

3. Prinsip Kerja Generator HHO

Diagram alir proses generator HHO merupakan tahapan atau alur kerja dalam suatu proses pada sistem generator HHO, seperti diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Prinsip Kerja Generator HHO

4. Pengujian Generator HHO

Pengujian generator HHO dilakukan untuk mengetahui kondisi generator layak atau tidaknya alat tersebut digunakan. Pengujian generator terbagi menjadi dua pengujian, yaitu :

1) Uji Fungsional

Uji fungsional yang dilakukan adalah uji kebocoran pada generator HHO maupun pada selang. Uji kebocoran generator HHO dilakukan dengan memberi tekanan udara pada bagian dalam generator kemudian diberi air sabun di setiap bagian luar generator HHO yang berpotensi terjadi kebocoran, apabila terjadi kebocoran akan diketahui dengan munculnya gelembung sabun pada bagian yang diberi air sabun, begitu pula dengan selang-selang yang sudah terinstalasi dengan generator HHO.

2) Uji Kinerja

Pengujian kinerja generator HHO terbagi menjadi 3 tahap yang meliputi berikut ini:

a) Pengujian pendahuluan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan generator HHO dalam memproduksi gas serta bagaimana sirkulasi aliran kerja dari bangunan.

b) Pengujian tanpa plat elektroda netral

Pengujian tanpa menggunakan plat elektroda netral dilakukan sebagai kontrol untuk membandingkan performa kinerja generator HHO yang menggunakan plat elektroda netral dengan tanpa plat elektroda netral.

c) Pengujian dengan plat elektroda netral

Pengujian dengan plat elektroda netral yaitu plat SS 316 dan plat aluminium dilakukan untuk mengetahui performa terbaik diantara kedua plat tersebut, sehingga dapat

direkomendasikan penggunaan plat elektroda netral terbaik dan faktor apa saja yang berpengaruh terhadap performa generator HHO.

5. Parameter Penelitian

1) Daya

Besarnya daya yang digunakan generator HHO ditentukan oleh besarnya tegangan dan arus listrik dalam proses elektrolisis. Perhitungannya menggunakan Persamaan 1.

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

Dimana :

P = daya

I = Arus

V = tegangan

2) Debit Gas

Debit gas HHO ialah jumlah gas yang diproduksi generator HHO dengan tiap waktu tertentu, debit gas dapat diperoleh dari Persamaan 2.

$$Q = \frac{V}{t} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

Q = debit produksi gas HHO

t = waktu produksi gas HHO

V = volume gas terukur

3) Rasio Gas

Rasio gas ialah perbandingan debit gas dengan daya yang dibutuhkan pada generator HHO. Dimana rasio gas ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar performa dari generator HHO. Perhitungannya menggunakan Persamaan 3.

$$R = \frac{Q}{P} \quad \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

R = Rasio gas

Q = Debit gas

P = Daya

4) Perhitungan Efisiensi Generator

Perhitungan efisiensi generator menggunakan Persamaan 4.

$$\eta = \frac{Q \times \rho_{HHO} \times LHV \times t}{P \times t} \quad \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

Q = Debit gas HHO yang dihasilkan
 ρ_{HHO} = Massa jenis hydrogen dan oksigen
 LHV = Nilai Kalor Bawah
 P = Daya

5) Perhitungan Kerugian Energi

Perhitungan Kerugian Energi ialah untuk mengetahui seberapa besar energi yang terbuang dalam proses elektrolisa. Perhitungannya menggunakan Persamaan 5, 6, 7, dan 8.

Rumus:

$$\text{a). } E = V \times I \times t \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{b). } \Delta T = T_f - T_s \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{c). } Q_{\text{loss}} = m \times C_p \times \Delta T \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$\text{d). } \%_{\text{loss}} = \frac{Q_{\text{loss}}}{E} \times 100 \quad \dots\dots\dots (8)$$

Dimana:

E = Energi yang digunakan
 V = Tegangan
 I = Arus
 ΔT = Suhu
 $\%_{\text{loss}}$ = Persentase energi yang terbuang
 C_p = Kalor Jenis (4,2 Kj/Kg.⁰C)
 T_f = Suhu akhir
 T_s = Suhu awal
 Q_{loss} = Energi terbuang
 t = Waktu
 m = Massa

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Perhitungan dan Analisa Performa Generator HHO

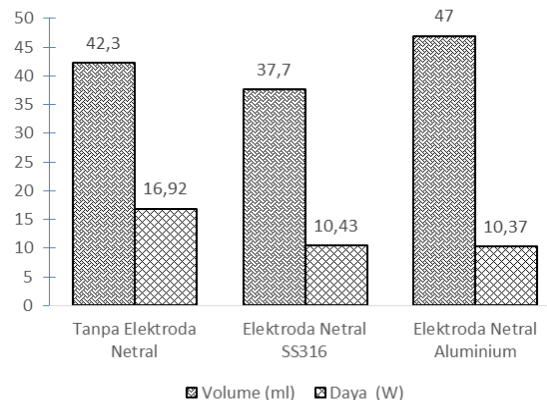
Performa merupakan unjuk kerja dari suatu alat dengan mengetahui efektivitas dan efisiensi dari kinerja alat tersebut. Parameter untuk mengetahui performa alat yaitu mengetahui besarnya produktivitas gas dengan perbandingan energi yang digunakan. Pada Tabel 1 diperlihatkan hasil perhitungan yang menunjukkan performa generator HHO.

Tabel. 1 Hasil Perhitungan performa generator HHO

No.	Pengujian	Daya (Watt)	Debit Gas (L/s)	Efisiensi (%)	Rasio Gas (L/Joule)
1.	Tanpa Elektroda Netral	16,92	0,000027	4,92	0,000025
2.	Elektroda Netral SS 316	10,43	0,000026	8,44	0,000042
3.	Elektroda Netral Aluminium	10,37	0,000029	9,23	0,000049

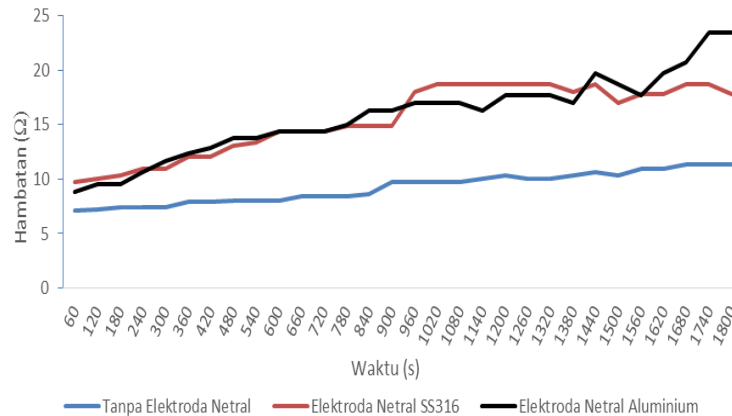
Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa penggunaan plat elektroda netral pada generator HHO sangat berpengaruh terhadap performansi dari alat, baik itu dari daya yang dikonsumsi, debit gas yang dihasilkan, dan efisiensi serta rasio gas yang menunjukkan efektivitas dari kinerja alat.

Analisa performa generator HHO bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh plat elektroda netral yang digunakan dan faktor apa saja yang mempengaruhi performansi generator HHO tersebut. Hal ini ditunjukkan pada diagram pada Gambar 5.



Gambar 5. Daya yang Dibutuhkan dan Produksi Gas HHO tiap Pengujian

Penambahan plat elektroda netral akan meningkatkan nilai hambatan jenisnya, oleh sebab itu daya yang digunakan menjadi kecil. Sedangkan pada pengujian plat elektroda netral aluminium dibandingkan dengan penggunaan plat SS 316 konsumsi daya lebih kecil karena adanya pengaruh dari kenaikan suhu terhadap hambatan listrik bahan ini disebabkan oleh pengaruh suhu terhadap susunan atom-atom bahan. Susunan atom-atom ini akan terganggu jika bahan dipanaskan. Semakin tinggi suhu bahan konduktor maka susunan atom-atomnya semakin teratur, sehingga hambatan bahan menjadi semakin besar. Gambar 6 diperlihatkan grafik yang menunjukkan kenaikan selama proses elektrolisis air.

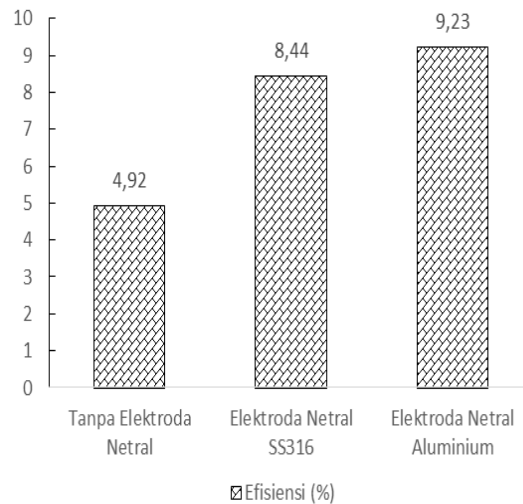


Gambar 6. Nilai Hambatan selama Proses Elektrolisi Air

Perbedaan kenaikan hambatan tersebut dipengaruhi oleh nilai konduktivitas termal bahan serta kemampuan dalam proses pemuaihan bahan yang diakibatkan oleh kenaikan suhu. Koefisien muai plat aluminium lebih besar dibandingkan dengan plat SS 316 yaitu 0,022 mm/m.K dan 0,013 mm/m.K, dengan besarnya nilai koefisien muai tersebut menyebabkan kenaikan hambatan menjadi lebih besar. Besarnya kenaikan nilai hambatan menyebabkan terjadinya drop daya atau penurunan konsumsi daya.

Penambahan plat elektroda netral menyebabkan jumlah luasan yang bereaksi semakin banyak sehingga gas yang dihasilkan meningkat. Berarti dengan penambahan plat elektroda netral selain menurunkan konsumsi dayanya juga meningkatkan efektivitas produksi gas, hal tersebut terjadi pada pengujian dengan plat elektroda netral aluminium sedangkan pada plat elektroda netral SS 316 peningkatan produksi gasnya kecil meskipun mampu menekan konsumsi daya. Perbedaan tersebut karena pengaruh nilai keelektronegatifan dari bahan. Semakin besar nilai keelektronegatifan dari suatu bahan maka akan mempermudah menarik elektron sehingga proses elektrolisis menjadi cepat.

Secara umum nilai efisiensi akan mengalami kenaikan seiring dengan besarnya debit gas yang dihasilkan oleh generator HHO dan kecilnya daya yang digunakan. Gambar 7 merupakan nilai efisiensi dari tiap-tiap pengujian.



Gambar 7. Efisiensi Tiap Pengujian

Peningkatan efisiensi generator HHO sangat dipengaruhi dengan penambahan plat elektroda netral, tetapi dibutuhkan spesifikasi sifat bahan yang dapat bekerja secara maksimal dalam menghantarkan arus listrik dan kemampuan bahan untuk mengurai H_2O , diantaranya yaitu sifat konduktivitas listrik bahan yang baik menyebabkan arus yang masuk tidak terhambat dan proses penyebaran elektron lebih merata, kemudian sifat resistensi bahan serta sifat keelektronegatifan bahan yang membantu aliran elektron. Pergerakan elektron yang merata keseluruh bagian permukaan elektroda akan lebih mudah mengurai ion-ion H_2O menjadi gas hidrogen dan gas oksigen, oleh sebab itu plat elektroda netral aluminium lebih efisiensi karena memiliki sifat konduktivitas listrik yang sangat baik dan kemampuan menarik elektron yang besar.

2. Perhitungan dan Analisa Kerugian Energi

Besarnya energi yang digunakan dalam suatu proses elektrolisa masih sering terjadi *losses* atau energi yang terbuang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh persentase energi yang hilang atau jumlah energi yang tidak berguna. Pada Tabel 2 diperlihatkan data hasil penelitian dan perhitungannya.

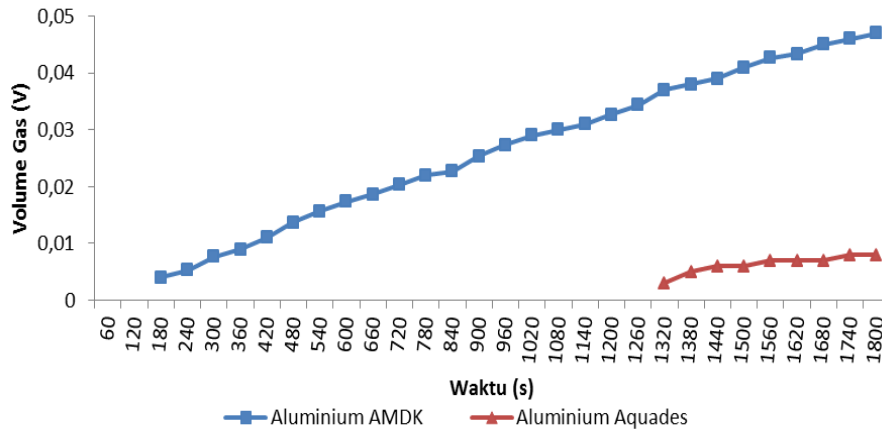
Tabel 2. Data Perhitungan Energi yang Keluar

No.	Pengujian	Suhu Lingkungan (°C)	Suhu Awal (°C)	Suhu Akhir (°C)	ΔT (°C)	Q_{loss} (Joule)	%loss %
1.	NPN	27,4	27,4	30,1	2,7	13.041	38,57
		29,1	28,9	30,9	2,2	10.626	
		29,8	29,3	31,7	2,4	11.592	
		Rata - rata					11.753
2.	SS316	29,9	29,2	31,1	1,9	9.177	46,4
		29,8	30,5	32,2	1,7	8.211	
		27,8	30,1	31,9	1,8	8.694	
		Rata - rata					8.694
3.	Aluminium	28,1	27,9	29,2	1,3	6.279	47,2
		30,7	29,6	31,8	2,2	10.626	
		31,2	30,3	32,3	2	9.660	
		Rata - rata					8.855

Pengujian tanpa plat elektroda netral dengan persentase kerugiannya lebih kecil yaitu 38,58% karena terjadinya pindah panas didalam generator yang hanya mengalir melalui plat elektroda sedangkan pada pengujian dengan plat elektroda netral yaitu plat SS 316 dan plat aluminium persentase kerugiannya lebih besar, hal ini karena adanya penambahan plat elektroda netral sehingga energi panas yang keluar lebih banyak karena jumlah plat yang terdapat pada elektroliser yaitu 11 plat yang terdiri dari 3 katoda, 3 anoda, dan 5 plat netral sedangkan pengujian tanpa plat elektroda hanya berjumlah 6 plat yaitu 3 katoda dan 3 anoda. Diantara kedua pengujian penggunaan plat elektroda netral tersebut, plat SS 316 memiliki persentase kerugian lebih kecil karena nilai konduktivitas termalnya hanya sebesar 15,9 W/mK sedangkan plat elektroda netral aluminium sebesar 247 W/mK sehingga laju aliran panas atau energi kalor lebih mudah keluar.

3. Analisa Penggunaan Larutan

Analisa hasil penelitian penggunaan AMDK murni pada proses elektrolisis air dalam uji performa generator HHO tipe *dry cell* ini untuk mengetahui tingkat keberhasilan serta faktor-faktor yang terjadi maka dibutuhkan data pembanding yaitu dengan melakukan pengujian penggunaan aquades murni. Dalam hal ini pengujian larutan aquades menggunakan plat elektroda netral aluminium karena kemampuan dalam uji kerja lebih baik dengan nilai efektivitas rasio gas dan efisiensinya. Gambar 8 diperlihatkan hasil uji performa generator HHO dari hasil volume gas yang diperoleh selama 30 menit.



Gambar 8. Perbandingan Volume Gas antara AMDK dengan Aquades

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan larutan AMDK menghasilkan laju produktivitas gas yang sangat tinggi dibandingkan dengan larutan aquades murni. Hal tersebut dipengaruhi oleh kinerja katalisator yang dimiliki oleh larutan AMDK murni sehingga menyebabkan pergerakan ion-ion dapat bergerak lebih cepat serta membantu daya hantar elektron. Untuk larutan aquades murni pergerakan ion menjadi sulit karena tidak ada unsur elektrolit sebagai zat aktivasi untuk menghantarkan elektron yang dapat mengurai molekul H_2O menjadi gas HHO. Pada dasarnya semakin tinggi konsentrasi zat elektrolit yang terkandung dalam larutan maka aktivasi daya hantar elektron akan meningkat dengan demikian performa generator HHO menjadi lebih baik.

Kondisi larutan AMDK murni pada saat proses elektrolisa, mengalami fenomena perubahan wujud yaitu dari air membentuk gel. Gel-gel tersebut mengendap diantara permukaan elektroda. Gel yang terbentuk merupakan unsur kandungan mineral yang saling mengikat hal ini disebabkan karena kandungan mineral tidak dapat terurai, berdasarkan teori proses elektrolisa bahwa reaksi kimia pembentuk gas terjadi karena adanya selektivitas H_2 dan O_2 yang mengurai molekul H_2O menjadi gas HHO. Selektivitas tersebut terjadi karena pengaruh elektroda yang saling menarik dan melepas elektron yang disebut sebagai reaksi redoks, dimana ion yang negatif akan menuju ke elektroda positif sedangkan ion positif menuju ke elektroda negatif. Pada Gambar 9 diperlihatkan proses terjadinya pembentukan gel-gel.



Gambar 9. Pembentukan Gel-gel saat Proses Elektrolisis Air

KESIMPULAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data serta pembahasan dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Pengujian dengan menggunakan plat elektroda netral alumunium terbukti dapat meningkatkan performa generator HHO dibandingkan dengan tanpa penggunaan plat elektroda netral, namun sebaliknya pada pengujian dengan penggunaan plat elektroda netral SS 316 performansi dari generator HHO menjadi menurun. Persentase kerugian energi yang terbaik terjadi pada penggunaan plat elektroda netral SS 316 dengan nilai persentase terendah dibandingkan dengan pengujian lainnya.
- 2) Penggunaan larutan AMDK murni mampu memproduksi gas HHO lebih besar dibandingkan dengan larutan aquades murni. Dengan demikian terbukti bahwa kandungan mineral dalam larutan AMDK mampu menjadi katalisator. Namun penggunaan larutan AMDK memiliki kelemahan dalam proses elektrolisa yaitu terjadinya perubahan kandungan mineral menjadi *gel* sehingga menghambat pergerakan elektron dan keluarnya gas yang diproduksi.

2. Saran

Performa generator HHO masih perlu ditingkatkan lebih lanjut oleh sebab itu, saran untuk penelitian selanjutnya ialah:

- 1) Adanya pengujian plat elektroda netral dengan menggunakan bahan plat lainnya berdasarkan sifat potensial elektroda yang dimiliki suatu bahan.
- 2) Perlu pengujian kandungan yang terdapat pada larutan AMDK dan menganalisa jenis kandungan mineral yang dapat berfungsi secara baik sebagai katalisator.

- 3) Untuk mengetahui laju produktivitas gas yang dihasilkan disarankan menggunakan *flowmeter* gas agar data yang diperoleh lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, J. 2014. Peningkat Laju Produksi Gas H₂ pada Generator HHO Tipe Kering dengan Katalis NaOH Sebagai Bahan Bakar Genset BBM Ganda. Politeknik Negeri Jember. Jember.
- Badan Standar Nasional Indonesia. 2006. SNI 3553 Air Minum dalam Kemasan. Jakarta.
- Departemen Teknik Kimia ITB. MODUL 1.08 Elektrolisis Air. Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Gunawan, E. dan Sungkono, K. 2012. Tinjauan produksi gas HHO dari 4 jenis elektroda stainless steel. Jurnal POMITS Vol 1.
- Pertiwi, F. D., dan Kawano, D. S. 2013. Pengaruh penambahan PWM (pulse with modulation) pada generator HHO type dry cell. Jurnal Teknik POMITS Vol 2.
- Silaen, C., dan Kawano, D. S. 2014. Optimalisasi generator gas HHO tipe wet cell dimensi 160x160 mm dan 120x120 mm dengan penambahan digital pulse width modulation dan netral plat. Jurnal Teknik POMITS Vol 1 No. 1.