

PENGARUH JARAK ANTAR ELEKTRODA PLAT STAINLESS STEEL TERHADAP PRODUKTIFITAS DAN EFISIENSI GENERATOR HHO MENGGUNAKAN METODE ELEKTROLISIS AIR SUMUR DENGAN KATALIS NaHCO_3

Khairul Sahwan¹⁾, Mastiadi Tamjidillah²⁾

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Jl. Akhmad Yani Km.35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

Email: khairul.netapps@gmail.com

Abstract

HHO gas is an alternative energy that can replace fossil energy sources. HHO gas can be produced in several ways including water electrolysis. In this study the researchers used the electrolysis method of well water using NaHCO_3 catalyst in this study. The researchers used variations in the distance between the wheels, namely 2mm, 4mm, and 6mm. From the research, it was concluded that the time needed to produce HHO gas in the first 50 was the fastest at a distance of 2 mm, which is 95 seconds. While at the latest at a distance of 6 mm, 123 seconds. HHO gas flow rate at a distance of 2 mm is greater than the flow rate at a distance of 4 mm and a distance of 6 mm. The smaller the distance between plates, the faster the HHO gas will be generated. Which is used during the electrolysis process, where the lower voltage is obtained with a distance of 6 mm which is 3.4 volts while the lowest current is obtained at a distance of 2 mm which is 4.25 amperes. The lowest electrical energy is obtained at a distance of 2 mm ie 50 ml starting using energy of 1266.35 joules From several factors that affect the efficiency of the HHO generator, the highest efficiency is found at a distance of 2 mm, which is an average of 37.90% and the lowest efficiency at a distance of 6 mm, which is 20.58%, so that the efficiency is obtained plate 2 mm.

Keywords: HHO, Electrolysis, Efficiency Gas

Abstrak

Gas HHO merupakan energi alternatif yang dapat menggantikan sumber energi fosil. Gas HHO dapat diproduksi dengan beberapa cara termasuk elektrolisis air. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan metode elektrolisis air sumur menggunakan katalis NaHCO_3 dalam penelitian ini. Peneliti menggunakan variasi jarak antar roda yaitu 2mm, 4mm, dan 6mm. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi gas HHO pada 50 pertama adalah yang tercepat pada jarak 2 mm yaitu 95 detik. Sedangkan paling lambat di jarak 6 mm, 123 detik. Laju aliran gas HHO pada jarak 2 mm lebih besar dari pada laju alir pada jarak 4 mm dan jarak 6 mm. Semakin kecil jarak antar pelat maka semakin cepat pula gas HHO yang dihasilkan. Pada saat proses elektrolisis, didapatkan tegangan yang lebih rendah dengan jarak 6 mm yaitu 3,4 volt sedangkan arus terendah diperoleh pada jarak 2 mm yaitu 4,25 ampere. Energi listrik terendah diperoleh pada jarak 2 mm yaitu 50 ml start menggunakan energi 1266,35 joule. Dari beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi generator HHO

didapatkan efisiensi tertinggi pada jarak 2 mm yaitu rata-rata 37,90% dan efisiensi terendah pada jarak 6 mm yaitu 20,58%, sehingga diperoleh efisiensi pelat 2 mm.

Kata Kunci: HHO, Elektrolisis, Efisiensi Gas

PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan pokok manusia dan konservasi energi terus dilakukan. Kayu, batubara hingga minyak bumi adalah sederetan sumber energi yang ketersediannya sudah mulai menipis. energi fosil khususnya minyak bumi dan batu bara adalah sumber energi utama dan sebagai sumber devisa negara. Salah satu penggunaannya adalah sebagai pembangkit listrik. Energi fosil merupakan energi yang tidak terbarukan (*non-renewable energy*) dan energi fosil saat ini semakin menipis karena penggunaannya yang terus menerus tanpa adanya suatu alternatif untuk melakukan penghematan energi fosil itu sendiri. Pada tahun 2016 cadangan minyak bumi di Indonesia dipertimbangkan berkisar 16,6 miliar barel, sedangkan cadangan batubara di Indonesia 32,26 miliar ton (Sumber: Dewan Energi Indonesia).

Elektrolisis adalah proses kimia yang mengubah listrik menjadi energi kimia. Komponen yang terpenting dalam elektrolisis adalah elektroda dan elektrolit, atau juga biasa diartikan energi yang digunakan untuk menghantarkan reaksi kimia. Contohnya seperti penyepuhan, pemurnian logam, penyetruman accu/aki. Baterai aki yang dapat diisi ulang merupakan salah satu contoh aplikasi sel elektrolisis dalam kehidupan sehari-hari. pada penelitian ini elektrolisis yang dilakukan yaitu menggunakan elektrolisi air sumur dengan katalis NaHCO_3 dengan elektroda plat satinless steel sebanyak 18 plat.

Hidrogen (bahasa Latin: *hydrogenium*, dari bahasa Yunani: *hydro*: air, *genes*: membentuk) adalah unsur kimia pada Tabel periodik yang memiliki simbol H dan nomor atom 1. Pada suhu dan tekanan standar, hidrogen tidak berwarna, tidak berbau, bersifat non-logam, bervalensi tunggal, dan merupakan gas diatomik yang sangat mudah terbakar. Dengan massa atom 1,00794 amu, hidrogen adalah unsur teringan di dunia

METODE PENELITIAN

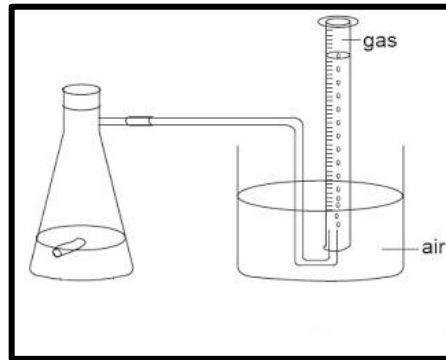
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Plat stainless steel 18 keping



Gambar 1. Plat Stainless Steel

2. Alat ukur volume gas



Gambar 2. Alat Ukur Volume Gas

3. DC adaptor bateray charger



Gambar 3. DC Adaptor

4. PH meter



Gambar 4. PH Meter

5. Multitester digital
6. Termometer
7. Timbangan digital
8. Stopwatch
9. Gelas Ukur

Adapun Alat yang di gunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Air

2. NaHCO_3

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan plat elektroda stainless steel
 - a. Siapkan plat besi berukuran 13 cm x 180 cm.
 - b. Memotong plat besi dengan ukuran 90 mm x 110 mm.
 - c. Melubangi bagian atas dan bawah plat dengan diameter 10 mm, untuk memasukkan baut isolator sebagai alat pengikat semua elektroda.
 - d. Memotong bagian sisi atas kanan dengan lebar 20 mm x 20 mm, sisi atas kiri dilubangi dengan diameter 7 mm.

2. Pembuatan plat penghubung HHO
 - a. Siapkan plat dengan panjang 180 mm dan lebar 20 mm.
 - b. Memotong plat menjadi dua bagian sehingga didapat panjang plat 90 mm.
 - c. Melubangi kedua ujung plat dengan diameter 7 mm.
 - d. Melekok plat dengan 3 lekukkan, dengan panjang 40 mm, 35 mm dan 15 mm.

3. Pegeboran dan pemasangan baut, dop ban tubeless dan temperatur di toples vakum
 - a. Melubangi toples dengan diameter 7 mm dengan jarak atas 25 mm dan jarak samping 60 mm, bor kedua sisi toples.
 - b. Untuk dop ban tubeless lubangi tutup toples vakum dengan diameter 8 mm dengan jarak samping kanan 70 mm dan jarak bawah 95 mm.
 - c. Untuk temperatur lubangi tutup toples vakum dengan diameter 6 mm dengan jarak samping kiri dan bawah 25 mm.
 - d. Masukkan dop ban tubeless ke lubang 8 mm tutup toples kemudian kencangkan murnya.
 - e. Masukkan termometer ke lubang 6 mm tutup toples hingga tercelup kedalam air kemudian lapisi dengan lem silikon agar tidak ada udara yang keluar.
 - f. Lapisi bagian luar baut dengan ring dan karet, kemudian masukkan baut ke lubang samping toples, pasang kembali karet, ring dan mur kemudian kencangkan mur, lakukan langkah sama untuk lubang samping toples satunya.

Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini adalah memvariasikan jarak antar elektroda yang akan dielektrolisis menggunakan larutan air sumur dengan katalis NaHCO_3 yang digunakan tetap pada konsentrasi dengan tegangan 6 volt dan 12 volt. Adapun variabel yang akan digunakan sebagai berikut:

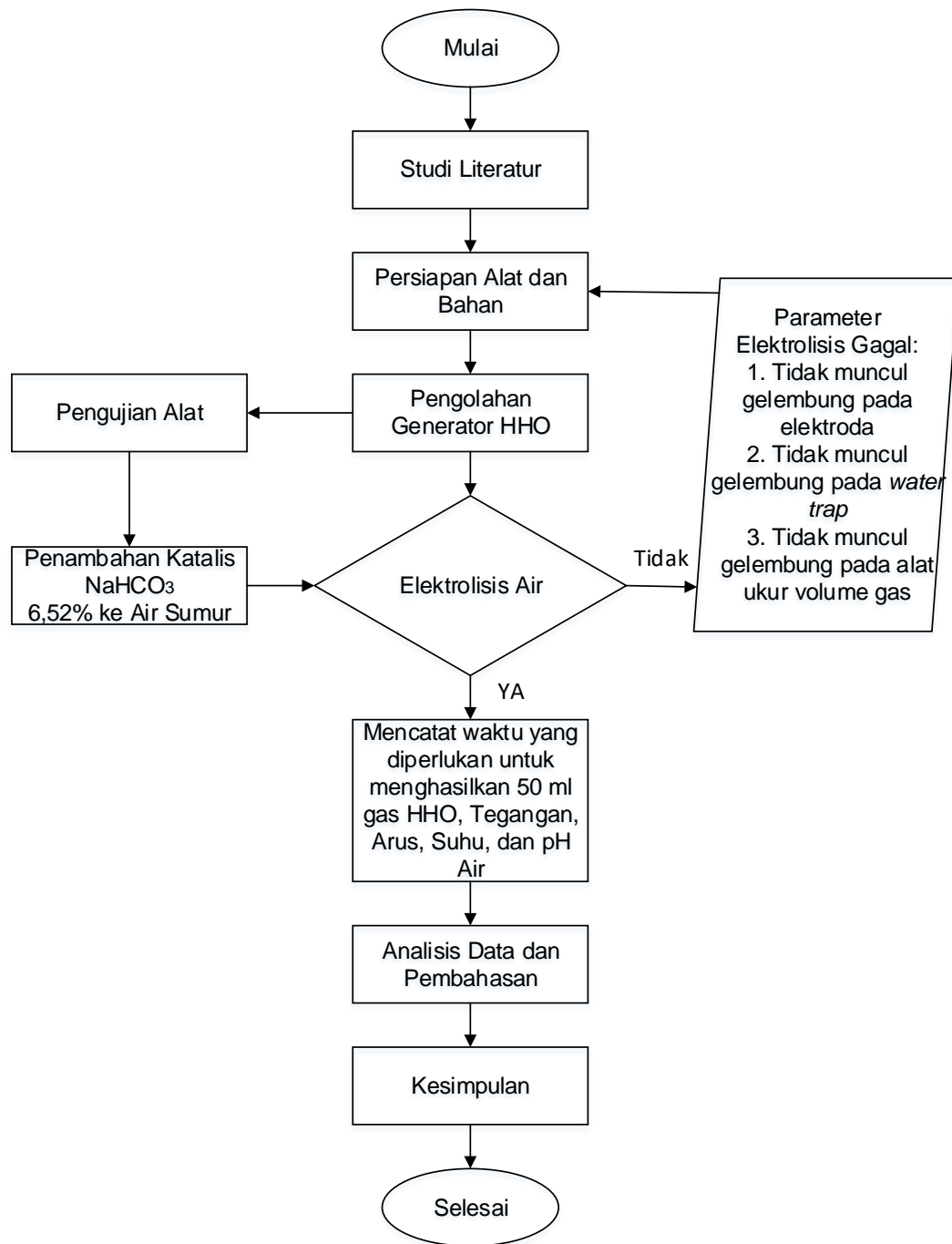
Variabel 1: Jarak plat 2 mm dengan tegangan 5 volt dan 8 volt.

Variabel 2: Jarak plat 4 mm dengan tegangan 5 volt dan 8 volt.

Variabel 3: Jarak plat 6 mm dengan tegangan 5 volt dan 8 volt.

Diagram Alir Penelitian

Diagram alir pada penelitian ini dapat di lihat dalam Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Elektrolisis air sumur dengan menggunakan katalah NaHCO_3 dapat dilihat pada Tabel 1.

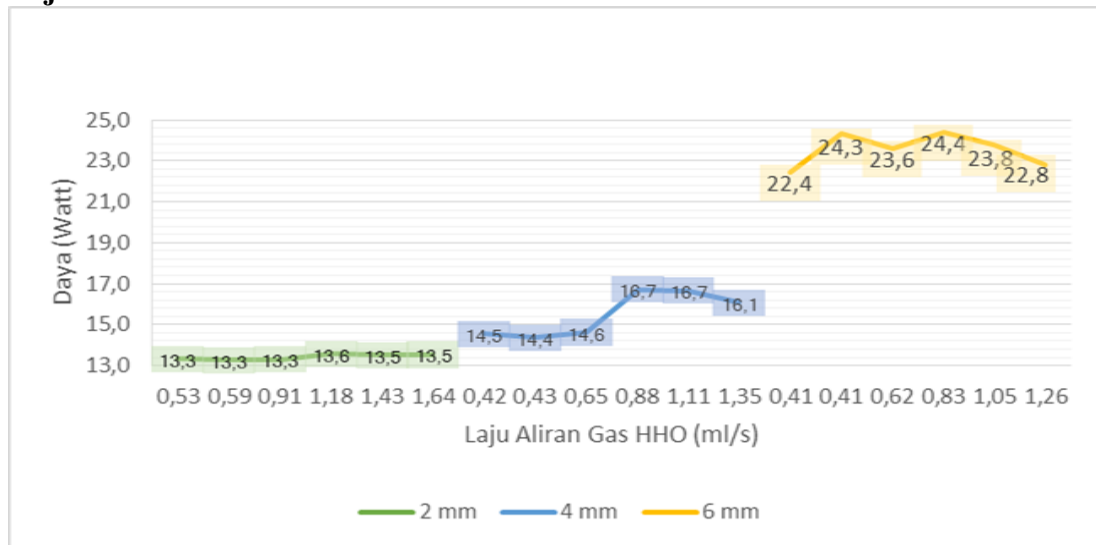
Tabel 1. Hasil elektrolisis air sumur dengan menggunakan katalis NaHCO_3

No	Jarak Plat	Ph		Tegangan	Arus	Waktu	Temperatur	Katalis (%)	Volume gas (ml)	
	(mm)	Air sumur	Sesudah diberi NaHCO_3	Sesudah elektrolisis	(Volt)	(Ampere)	(s)			$^{\circ}\text{C}$
1	2	5,1	8,1	8,5	3,10	4,30	95	31 ^o	150 gram: 2.300 ml (6,52%)	50
2					3,12	4,25	75	31 ^o		100
3					3,10	4,29	90	31 ^o		150
4					3,15	4,31	80	31 ^o		200
5					3,14	4,30	95	31 ^o		250
6					3,11	4,35	88	31 ^o		300
1	4	5,1	8,1	8,6	3,7	4,38	118	30 ^o	150 gram: 2.300 ml (6,52%)	50
2					3,7	4,30	116	30 ^o		100
3					3,8	4,39	115	30 ^o		150
4					3,7	4,99	113	30 ^o		200
5					3,8	5,16	112	30 ^o		250
6					3,6	4,93	110	30 ^o		300
1	6	5,1	8,1	8,7	3,4	6,60	123	32 ^o	150 gram: 2.300 ml (6,52%)	50
2					3,6	6,76	122	32 ^o		100
3					3,5	6,75	121	32 ^o		150
4					3,4	7,18	120	32 ^o		200
5					3,5	6,80	119	32 ^o		250
6					3,4	6,70	118	32 ^o		300

Tabel 2. Hasil pengukuran nilai daya gas HHO

Jarak Plat	Tegangan	Arus	Daya (watt)
(mm)	(Volt)	(Ampere)	
2	3,10	4,30	13,33
	3,12	4,25	13,26
	3,10	4,29	13,30
	3,15	4,31	13,58
	3,14	4,30	13,50
	3,11	4,35	13,53
4	3,7	4,38	14,54
	3,7	4,30	14,36
	3,8	4,39	14,62
	3,7	4,99	16,72
	3,8	5,16	16,67
	3,6	4,93	16,07
6	3,4	6,60	22,44
	3,6	6,76	24,34
	3,5	6,75	23,63
	3,4	7,18	24,41
	3,5	6,80	23,80
	3,4	6,70	22,78

Laju Aliran Gas HHO



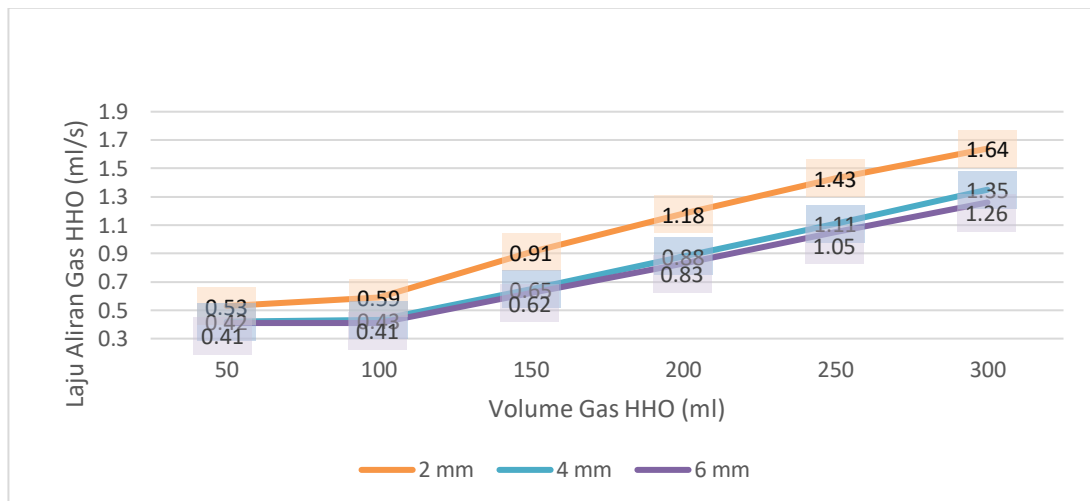
Gambar 7. Hubungan Daya dengan Laju Aliran Gas HHO

Dari Gambar 7 dapat dilihat hubungan daya dengan laju aliran gas HHO dengan variasi jarak antar elektroda 2 mm, 4 mm dan 6 mm menggunakan katalis NaHCO_3 (Natrium Bikarbonat). Di jarak 2 mm pada laju aliran gas HHO 0.53 ml/s menggunakan daya 13,3 watt, laju aliran gas HHO 0.59 ml/s menggunakan daya 13,33 watt, laju aliran gas HHO 0.91 ml/s menggunakan daya 13,32 watt, laju aliran gas HHO 1,18 ml/s menggunakan daya 13,6 watt, laju aliran gas HHO 1,43 ml/s menggunakan daya 13,5 watt, dan laju aliran gas HHO 1,64 ml/s menggunakan daya 13,6 watt. di jarak 4 mm pada laju aliran gas HHO 0,42 ml/s menggunakan daya 14,5 watt, laju aliran gas HHO 0,43 ml/s menggunakan daya 14,4 watt, laju aliran gas HHO 0,65 ml/s menggunakan daya 14,6 watt, laju aliran gas HHO 0,88 ml/s menggunakan daya 16,7 watt, laju aliran gas HHO 1,11 ml/s menggunakan daya 16,8 watt, dan laju aliran gas HHO 1,35 ml/s menggunakan daya 16,1 watt.

Di jarak 6 mm pada laju aliran gas HHO 0.41 ml/s menggunakan daya 22,44 watt, laju aliran gas HHO 0,41 ml/s menggunakan daya 24,3 watt, laju aliran gas HHO 0,62 ml/s menggunakan daya 23,6 watt, laju aliran gas HHO 0,83 ml/s menggunakan daya 24,4 watt, laju aliran gas HHO 1,05 ml/s menggunakan daya 23,8 watt, dan laju aliran gas HHO 1,26 ml/s menggunakan daya 22,8 watt.

Tabel 3. Hasil pengukuran nilai laju aliran gas HHO

No	Jarak Plat	Volume gas (ml)	Waktu (s)	QgasHHO (ml/s)
	(mm)			
1	2	50	95	0,53
2		100	170	0,59
3		150	165	0,91
4		200	170	1,18
5		250	175	1,43
6		300	183	1,64
1	4	50	118	0,42
2		100	234	0,43
3		150	231	0,65
4		200	228	0,88
5		250	225	1,11
6		300	222	1,35
1	6	50	123	0,41
2		100	245	0,41
3		150	243	0,62
4		200	241	0,83
5		250	239	1,05
6		300	238	1,26



Gambar 8. Hubungan Laju Aliran Gas HHO dengan Volume Gas HHO

Dari Gambar 8 dapat dilihat hubungan laju aliran gas HHO dengan volume gas HHO yang dihasilkan dari 50 ml sampai dengan 300 ml dengan variasi jarak antar elektroda menggunakan katalis NaHCO_3 (Natrium Bikarbonat) dengan jarak 2 mm, 4 mm dan 6 mm menunjukkan lajuran aliran gas yang didapatkan stabil di masing-masing jarak antar elektroda, terlihat bahwa di jarak elektroda 2 mm laju aliran gas HHO paling tinggi didapatkan laju aliran gas dengan volume 50 ml sebesar 0.53 ml/s, volume 100 ml sebesar 0.59 ml/s, volume 150 ml sebesar 0.91 ml/s, volume 200 ml sebesar 1,18 ml/s, volume 250 ml sebesar 1,43 ml/s, dan volume 300 ml sebesar 1,64 ml/s, terlihat terdapat penurunan laju aliran gas pada jarak plat 2 mm ini.

Laju aliran kedua didapatkan dari jarak 4 mm dengan volume 50 ml sebesar 0.42ml/s, volume 100 ml sebesar 0.43ml/s, volume 150 ml sebesar 0.65ml/s, volume

200 ml sebesar 0.88ml/s, volume 250 ml sebesar 1,11 ml/s, dan volume 300 ml sebesar 1,35 ml/s.

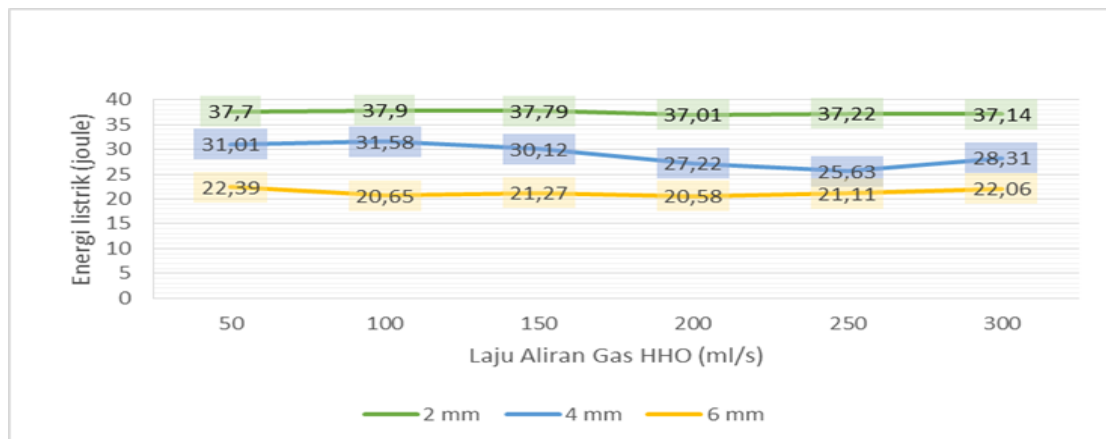
Laju aliran ketiga dengan laju aliran terendah didapatkan dari jarak 6 m dengan volume 50 ml sebesar 0.41ml/s, volume 100 ml sebesar 0.41 ml/s, volume 150 ml sebesar 0.62 ml/s, volume 200 ml sebesar 0.83ml/s, volume 250 ml sebesar 1,05 ml/s, dan volume 300 ml sebesar 1,26 ml/s.

Efisiensi Generator HHO

Hasil perhitungan efisiensi generator HHO dapat di lihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Efisiensi Generator HHO

No.	Jarak (mm)	Daya (Watt)	η Generator HHO (%)
1	2	13,33	37,70
2		13,26	37,90
3		13,30	37,79
4		13,58	37,01
5		13,50	37,22
6		13,53	37,14
1	4	16,21	31,01
2		15,91	31,58
3		16,68	30,12
4		18,46	27,22
5		19,61	25,63
6		17,75	28,31
1	6	22,44	22,39
2		24,34	20,65
3		23,63	21,27
4		24,41	20,58
5		23,80	21,11
6		22,78	22,06



Gambar 9. Hubungan Efisiensi Generator HHO dengan Volume Gas yang Dihasilkan

Dari Gambar 9 dapat dilihat efisiensi pada setiap volume gas berurutan yang dihasilkan dari 50 ml hingga 300 ml bahwa efisiensi generator HHO berubah-ubah pada setiap jarak dengan didaptnya efisiensi tertinggi pada jarak plat 2 mm dengan efisiensi di volume 100 ml sebesar 37,9 %, di volume 100 ml sebesar 20,65 %, di volume 150 ml sebesar 21,27 %, di volume 200 ml sebesar 20,58 %, di volume 250 ml sebesar 21,11 %, dan di volume 300 ml sebesar 22,06 %.

Di jarak plat 4 mm dengan efisiensi di volume 50 ml sebesar 31,01 %, di volume 100 ml sebesar 31,58 %, di volume 150 ml sebesar 30,12 %, di volume 200 ml

sebesar 27,22 %, di volume 250 ml sebesar 25,63%, dan di volume 300 ml sebesar 28,31%.

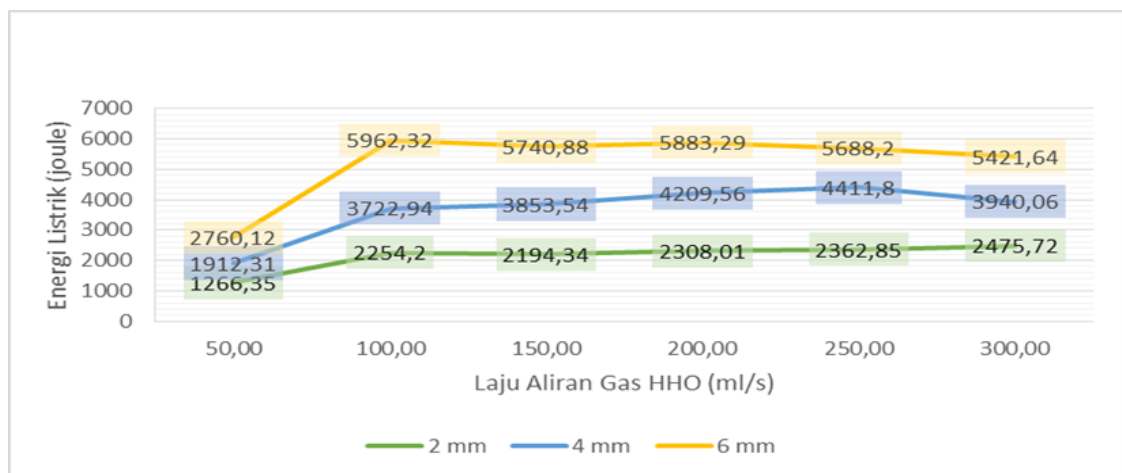
Di jarak plat 6 mm dengan efisiensi di volume 50 ml sebesar 37,7 %, di volume 100 ml sebesar 37,9 %, di volume 150 ml sebesar 37,79 %, di volume 200 ml sebesar 37,01 %, di volume 250 ml sebesar 37,22 %, dan di volume 300 ml sebesar 37,14 %.

Energi Listrik

Hasil perhitungan energi listrik dapat di lihat dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil perhitungan energi listrik

No.	Jarak (mm)	Daya (Watt)	Waktu (sekon)	Energi Listrik (Joule)
1	2	95	13,33	1266,35
2		170	13,26	2254,20
3		165	13,30	2194,34
4		170	13,58	2308,01
5		175	13,50	2362,85
6		183	13,53	2475,72
1	4	118	16,21	1912,31
2		234	15,91	3722,94
3		231	16,68	3853,54
4		228	18,46	4209,56
5		225	19,61	4411,80
6		222	17,75	3940,06
1	6	123	22,44	2760,12
2		245	24,34	5962,32
3		243	23,63	5740,88
4		241	24,41	5883,29
5		239	23,80	5688,20
6		238	22,78	5421,64



Gambar 10. Hubungan Energi Listrik dengan Volume Gas yang Dihasilkan

Dari Gambar 10 dapat dilihat hubungan energi listrik yang digunakan oleh generator HHO dengan volume gas yang dihasilkan dari 50 ml hingga 300 ml menggunakan alat ukur volume gas. Adapun energi listrik yang digunakan oleh generator HHO berbanding lurus dengan daya listrik yang diserap dan waktu yang diperlukan untuk menghasilkan gas HHO. Dapat dilihat dari jarak antar elektroda plat besi 2 mm untuk menghasilkan per 50 ml memakai energi dari Joule, 50 ml 1266,35 joule, 100 ml memakai energy 2254,2 Joule, 150 ml memakai energi 2194,34 Joule, 200 ml memakai energi 2308,85 Joule, 250 ml memakai energi 2362,85 Joule, dan 300 ml memakai energi 2475,72 Joule.

Di jarak antar elektroda plat besi 4 mm untuk menghasilkan per 50 ml memakai energi dari 1912,31 Joule, 50 ml selanjutnya atau 100 ml memakai energi 3722,94 Joule, 150 ml memakai energi 3853,54 Joule, 200 ml memakai energi 4209,56 Joule, 250 ml memakai energi 4411,8 Joule, dan 300 ml memakai energi 3940,06 Joule.

Di jarak antar elektroda plat besi 6 mm untuk menghasilkan per 50 ml memakai energi dari 2760,12 Joule, 50 ml selanjutnya atau 100 ml memakai energy 5962,32 Joule, 150 ml memakai energi 5740,88 Joule, 200 ml memakai energi 5883,29 Joule, 250 ml memakai energi 5688,2 Joule, dan 300 ml memakai energy 5421,64 Joule.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat di ambil dari penelitian ini adalah dilihat dari laju aliran gas HHO maka didapatkan Waktu yang diperlukan untuk menghasilkan gas HHO pada 50 ml pertama paling cepat pada jarak 2 mm yaitu 95 detik. Sedangkan paling lambat pada jarak 6 mm yaitu 123 detik. Laju aliran gas HHO pada jarak 2 mm lebih besar dibandingkan dengan laju aliran pada jarak 4 mm dan jarak 6. Sedangkan tegangan yang lebih rendah didapat dengan jarak 6 mm yaitu 3,4 volt sedangkan arus terendah didapat pada jarak 2 mm yaitu 4,25 ampere Daya yang digunakan terendah oleh generator HHO pada jarak 2 mm yaitu 13,26 watt. Sedangkan energi listrik terendah di dapatkan pada jarak 2 mm yaitu 50 ml awal memakai energi sebesar 1266,35 joule dan pada 300 ml memakai energi sebesar 2475,72 joule. Dari bebrapa factor yang mempengaruhi efisiensi generator HHO maka didapatkan efisiensi tertinggi pada jarak 2 mm yaitu rata-rata sebesar 37,90% dan efisiensi terendah pada jarak 6 mm yaitu 20,58%, sehingga efisiensi di dapatkan yaitu pada jarak plat 2 mm.

REFERENSI

- Alimah, S. & Dewita, E. (2009). *Pemilihan Teknologi Produksi Hidrogen dengan Memanfaatkan Energi Nuklir*. PPEN. Jakarta.
- Brady, J. E. & Gerard E. Humiston. (1999). *General Chemistry Principle and Structure, 4th Edition*. John Willey & Sons, Inc. New York.
- Chris, E. (2008). *Plasma Orbital Expansion of the Electrons in Water*. Idaho Stac University.
- Fahrudin, A. (2015). *Pengaruh Jarak Antar Plat Pada Generator HHO Model Wet Cell Terhadap Debit dan Efisiensi*. Jurnal Saintek, Vol. 12, No. 2 Desember 2015: 37-41.
- Fahrudin, A. (2015). *Studi Eksperimen Karakteristik Generator HHO Model Wet Cell dengan Elektroda Pelat Berlubang*. jTE-U, Vol. 1, No. 1, Oktober 2015.
- Gamayel, A. dkk. (2016). *Pengaruh Jarak Antar Cell Elektroda Terhadap Performa Generator HHO Tipe Dry Cell*. Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer, Vol. 06, No. 23, Juli – September 2017.
- Gohar, G. A. & Hassan R. (2017). *Comparative Analysis of Performance Chacateristics of CI Engine with and without HHO gas (Brown Gas)*. Adv Automob Eng 2017, 6:4. Institute of Information Technology, Sahiwal. Pakistan.

- Lee, Young-Kyun, dkk. (2005). *Development of a Welding Machine System Using Brown Gas by Improved Water Electrolyzation*. Journal of Powder Electronics, Vol. 5 No. 4.
- Marlina, E. dkk (2016). *Pengaruh Variasi Larutan Elektrolit Terhadap Produksi Brown's Gas*. Info Teknik, Vol. 17, No. 2, Desember 2016: 187-196.
- Marlina, E. dkk. (2013). *Produksi Brown's Gas Hasil Elektrolisis H₂O dengan Katalis NaHCO₃*. Jurnal Rekayasa Mesin, Vol. 4, No. 1, Tahun 2013: 53-58.
- Muliawati, N. (2008). *Hidrogen Sebagai Sel Bahan Bakar Sumber Energi Masa Depan*. Universitas Lampung. Lampung.
- Mustofa, I. (2014). *Uji Eksperimental Penambahan Gas Hidrogen Hasil Elektrolisis dengan Variasi Elektroda Terhadap Performa Motor Bakar 4 Langkah*. Tugas Akhir Teknik Mesin. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Nugraha, S. (2016). *Outlook Energi Indonesia 2016*. Dewan Energi Nasional. Jakarta.
- Permana, T. A. & Imbiri, Y. L. O. (2010). *Pembentuk Gas Hidrogen (H₂) dengan Metode Elektrolisis*. UPN Veteran. Jawa Timur.
- Saputra, V. C. (2014). *Pemanfaatan Gas Hidrogen Hasil Elektrolisis dengan Variasi Air Terhadap Performa Motor Bensin 4 Langkah*. Tugas Akhir Teknik Mesin. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Siregar, Y. D. I. (2010). *Produksi Gas Hidrogen dari Limbah Aluminium*. UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Supiah, I. (2010). *Perilaku Sel Elektrolisis Air dengan Elektroda Stainless Steel*. Prosidin gSeminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia 2010. Yogyakarta.
- Wahyono & Anies R. (2016). *Pembuatan Alat Produksi Gas Hidrogen dan Oksigen Tipe Wett Cell dengan Variasi Luas Penampang*. Politeknik Negeri Semarang. Semarang.