UJI KINERJA ELEKTROLIZER HHO MENGGUNAKAN SEL SURYA SEBAGAI SUMBER DAYA DC

Sapto Prayogo¹, Hartono Budi Santoso²

Jurusan Teknik Konversi Energi – Politeknik Negeri Bandung

Email : ¹saptoprajogo@gmail.com, ²hartono@esi-labs.com

Abstrak

Gas HHO atau disebut brown gas merupakan campuran gas hidrogen dan oksigen yang buat dengan proses elektrolisis larutan air. Secara umum, elektrolisis air menghasilkan gas hidrogen di katoda dan oksigen di anoda. Gas HHO ini merupakan "gas air" yang mana gas hidrogen dan gas oksigen tercampur.

Elektrolisis merupakan reaksi kimia yang terjadi karena adanya energi listrik yang dialirkan dalam larutan elektrolit. Sel surya dapat dimanfaatkan sebagai alternatif sumber energi listrik pada proses elektrolisis untuk dapat menghasilkan gas HHO.

Pada penelitian ini dilakukan kajian tentang uji kinerja elektroliser gas HHO menggunakan sel surya sebagai sumber daya DC terhadap produksi gas HHO. Hasil pengujian menunjukan rata-rata produksi gas HHO menggunakan solar panel 200Wp pada rata-rata fluk radiasi sebesar 478,86 W/m² dihasilkan 862,73ml dengan waktu yang dibutuhkan selama hampir 4 menit

Kata kunci: elektroliser, gas HHO, LPG, sel surya.

1. PENDAHULUAN

Gas HHO atau disebut *brown gas* merupakan campuran gas hidrogen dan oksigen yang buat dengan proses elektrolisis larutan air. Secara umum, elektrolisis air menghasilkan gas hidrogen di katoda dan oksigen di anoda. Gas HHO ini merupakan "gas air" yang mana gas hidrogen dan gas oksigen tercampur. Karakteristik dari gas HHO diantaranya adalah:

1. Memiliki kandungan energi yang tinggi dan mampu menghasilkan nyala api dingin (*cold flame*) dengan potensial energi yang tinggi apabila dibakar.
2. Mampu menyalurkan energi ke sebuah material dalam bentuk struktur atom.
3. Mudah dikendalikan, tidak berbau dan tidak berbahaya terhadap tubuh manusia bahkan apabila terhirup sekalipun.
4. Dapat berdifusi dengan udara dengan cepat

Elektrolisis merupakan reaksi kimia yang terjadi karena adanya energi listrik yang dialirkan dalam larutan elektrolit. Pada Proses elektrolisa, molekul air dipisahkan menjadi gas hidrogen dan oksigen dengan cara mengalirkan arus listrik ke elektroda pada larutan elektrolit. Tegangan yang dibutuhkan pada elektrolisis untuk dapat menghasilkan H₂ dan O₂, lebih besar dari 1,7 Volt. Beberapa

kajian terkait proses elektrolisis untuk menghasilkan gas HHO antara lain ;

- Kajian tentang pengaturan frekwensi sumber daya DC pada elektroliser menunjukan hasil yang menyatakan bahwa frekwensi untuk generator dengan efisiensi thermal terbaik adalah pada 10Hz sebesar 20,06%. Dengan daya generator 118,74 Watt, debit 13,13 L/jam [1].
- Bagaimana pengaruh variasi arus listrik terhadap produksi brown's gas pada elektroliser, menunjukan ada korelasi antara besarnya daya listrik yang digunakan terhadap produksi gas HHO yang dihasilkan [2].
- Studi tentang pengaruh Ketebalan Elektroda Pada Produksi Gas HHO (Hidrogen Hidrogen Oksigen) Oleh Generator Hho Tipe Basah Dengan Katalis NaHCO₃ (Natrium Bikarbonat) memberikan hasil kajian yang menunjukan bahwa terdapat pengaruh yang besar antara perbedaan ketebalan elektroda pada generator HHO terhadap parameter yang digunakan yaitu daya yang digunakan, volume gas yang dihasilkan, laju produksi dan efisien si generator yang dihasilkan oleh masing-masing generator berdasarkan perbedaan ketebalan elektrodanya[3].

Aplikasi gas HHO salah satunya sebagai alternatif bahan bakar untuk kegiatan masak memasak, khususnya untuk daerah yang tidak tersedia bahan bakar minyak maupun gas, bahkan listrik. Untuk dapat menghasilkan gas HHO pada daerah yang tidak ada listrik maka sebagai alternatif sumber energi listrik dapat memanfaatkan panel surya.

Pada penelitian ini dilakukan kajian tentang uji kinerja elektroliser gas HHO menggunakan sel surya sebagai sumber daya DC terhadap produksi gas HHO.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Generator HHO

Generator HHO adalah alat dalam memproduksi gas HHO. Terdiri dari tabung/bejana yang tahan terhadap tekanan dan temperature tinggi, elektroda sebagai penyalur arus listrik, lubang pernafasan, dan lubang transfer gas HHO.

Proses Elektrolisa Air (H₂O)

Gambar 1. Proses Elektrolisa

Tabung elektroda digunakan sebagai tempat menampung larutan elektrolit, sekaligus sebagai tempat terjadinya proses elektrolisis untuk menghasilkan gas HHO. Elektroda adalah kutub yang menjadi penghantar listrik. Elektroda yang baik adalah logam yang memiliki konduktifitas baik dan tahan korosi. Sedangkan elektrolit berfungsi memindahkan ion ion yang terlibat dalam reaksi reaksi reduksi dan oksidasi.

Ada dua jenis elektrolizer gas HHO yaitu *wet cell* dan *dry cell*. Pada tipe *wet cell* seluruh elektrodanya terendam air sementara pada tipe *dry cell* sebagian saja dari elektroda yang terendam air [4].

Gambar 2. elektrolizer *dry cell*

2.2. Suplay DC Elektrolisis

Produksi gas HHO berdasarkan kajian yang telah dilakukan dipengaruhi oleh daya listrik yang diberikan pada generator elektroliser. Beberapa perhitungan terkait besaran produksi gas HHO yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

- a. Daya yang dibutuhkan untuk proses produksi HHO

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

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

Dimana :

- P = Daya generator HHO (Watt)
- V = Beda potensial/tegangan (Volt)
- I = Arus listrik (Ampere)

- b. Laju produksi /flow rate gas HHO.

Laju produksi gas HHO ditentukan dengan Persamaan 2.

$$\dot{m} = Q \times \rho_{\text{HHO}} \quad \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- $\dot{m}$ = Laju produksi gas HHO (kg/s)
- Q = Debit Produksi gas HHO (lt/s)
- ρ = Massa jenis gas HHO (gram)

Dengan :

$$Q = v/t \quad \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- v = Volume gas terukur (lt)
- t = Waktu produksi gas (s)

$$\rho_{\text{HHO}} = 0,287 \text{ gr/L}$$

$$\rho_{\text{Hidrogen}} = 0,069 \text{ gr/L}$$

$$\rho_{\text{Oksigen}} = 0,219 \text{ gr/L}$$

c. Efisiensi Generator HHO.

Efisiensi generator HHO atau proses elektrolisis dihitung dengan Persamaan 4.

$$\eta_{HHO} = \frac{Q_{HHO} \times \rho_{HHO} \times LHV_{HHO}}{P_{HHO}} \times 100\% \dots (4)$$

Dimana:

- η_{HHO} = Efisiensi generator HHO (%)
- Q_{HHO} = Debit produksi gas HHO (lt/s)
- ρ_{HHO} = Massa Jenis gas HHO (g/lt)
- LHV_{HHO} = LHV gas HHO (119930 J/g)
- P_{HHO} = Daya generator HHO (Watt)

2.3. Sel Surya

Sel surya adalah suatu perangkat dari bahan semikonduktor terdiri dari diode p-n junction yang mampu mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik. Energi foton akan mengeksitasi sebagian elektron pada suatu material ke pita energi yang lebih luar. Radiasi matahari akan mengeksitasi elektro dari ikatannya sehingga menjadi elektron bebas bergerak menuju potensial yang lebih tinggi. Ketika kedua ujung potensial dihubungkan dengan sebuah beban sehingga membentuk rangkaian tertutup maka akan terjadi aliran listrik. Hal ini yang terjadi ketika sel surya terkena radiasi matahari seperti dijelaskan pada gambar

Gambar 3. Prinsip kerja sel surya

Berdasarkan material yang digunakan untuk membuat sel surya maka ada beberapa tipe sel surya antara lain [5] :

- Mono kristal
- Poli kristal
- Copper Indium Diselenide (CIS)
- Cadmium Telluride (CdTe)
- Amorphous silicon

Perbandingan dari masing-masing tipe sel surya terhadap kemampuan daya yang dihasilkan persatuan luas seperti tampak pada tabel berikut.

Tabel 1. Perbandingan luasan sel surya terhadap daya yang dihasilkan

Cell material	Required PV area for 1kW _p	
Mono-crystalline	7m ² –9m ²	
High performance cells	6m ² –7m ²	
Polycrystalline	7.5m ² –10m ²	
Copper indium diselenide (CIS)	9m ² –11m ²	
Cadmium telluride (CdTe)	12m ² –17m ²	
Amorphous silicon	14m ² –20m ²	

Pada aplikasinya sel surya akan dirangkai secara serial dan paralel membentuk satu panel surya dengan daya keluaran yang bervariasi sesuai dengan spesifikasi dari panel surya. Daya keluaran yang tertera pada panel surya didasarkan pada standar pengujian pada suhu 25°C dan radiasi sebesar 1000W/m². Sehingga pada saat digunakan biasanya daya yang dihasilkan akan kurang dari spesifikasi yang tertulis pada panel karena radiasi yang diterima kurang dari 1000W/m².

Daya listrik yang dihasilkan oleh sel surya dapat dihitung berdasarkan pengukuran arus dan tegangan keluaran dari panel surya, seperti ditunjukkan pada persamaan 5. Daya total yang dihasilkan dari pemanfaatan beberapa panel surya yang dirangkai baik secara seri ataupun paralel dapat dihitung menggunakan persamaan 6.

$$P_{\text{panel}} = VI \dots \dots \dots (5)$$

dengan:

P_{panel} = Daya keluaran (Watt)

V = Tegangan keluaran (Volt)

I = Arus (Ampere)

$$P_{\text{total}} = P_{\text{panel}} \times N \dots \dots \dots (6)$$

dengan:

P_{total} = Daya total (Watt)

P_{panel} = Daya keluaran per Panel

N = jumlah panel

2.4. Metode Pengujian

Pada penelitian ini akan dilakukan pengukuran produksi gas HHO terhadap daya masukan DC. Sumber DC yang digunakan bersumber dari sel surya yang akan menghasilkan daya listrik sesuai dengan radiasi matahari.

Gambar 4. Skema pengujian Kompor LPG dengan penambahan gas HHO

Keterangan :

1. Sel surya	5. Amperemeter
2. Water tank	6. Gelas ukur
3. Elektroliser	7. Ember
4. Voltmeter	

Tabel 2. Data Produksi gas HHO terhadap konsentrasi KOH

m_{KOH} (g)	V (volt)	I (amps)	v (ml)		$\Delta v/v_{\text{HHO}}$ (ml)	t (s)	P (W)	$\bar{P}$ (W)	Q (ml/s)	$\bar{Q}$ (ml/s)
			awal	akhir						
5	9	6.8	290	370	80	15	61.2	63.9	5.33	5.67
5	9	7.3	285	375	90	15	65.7		6	
5	9	7.2	320	405	85	15	64.8		5.67	
10	8.9	8	315	405	90	15	71.2	71.82	6	6.38
10	8.9	8.3	315	415	100	15	73.87		6.67	
10	8.8	8	310	440	130	20	70.4		6.5	
15	8.2	9	395	510	115	14	73.8	79.8	8.21	6.87
15	9	9.3	255	340	85	14	83.7		6.07	
15	9	9.1	245	340	95	15	81.9		6.33	

Produksi gas HHO juga ditentukan oleh konsentrasi katalis yang digunakan, dalam percobaan ini digunakan KOH, sehingga akan dilakukan pengujian produksi gas HHO terhadap konsentrasi KOH.

Untuk mendapatkan gambaran antara besarnya produksi gas HHO terhadap daya listrik masukan, maka dilakukan juga pengujian dengan menggunakan suplai DC, hal ini dilakukan karena pengukuran menggunakan sel surya tidak dapat diperoleh kondisi yang pasti, dikarenakan radiasi matahari yang berubah-ubah setiap saat. Skema pengujian seperti tampak pada gambar 4.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian produksi Gas HHO terhadap konsentrasi KOH

Hasil pengujian seperti tampak pada tabel 2, semakin banyak massa KOH maka semakin besar pula produksi gas HHO. Produksi terbesar gas HHO ketika massa KOH 15 gram dan produksi gas HHO terkecil adalah ketika massa KOH 5 gram. Hal tersebut terjadi karena ketika KOH semakin banyak, yang artinya konsentrasi elektrolit semakin pekat, maka kemampuan daya hantar arus pun semakin besar sehingga daya input pun semakin besar. Ketika daya input elektroliser

semakin besar maka produksi gas HHO pun meningkat. Hal tersebut dapat dijelaskan dengan persamaan $V = I.R$, dengan $R = V/I$, maka diketahui daya hantar listrik adalah $1/R$, dengan nilai sebagai berikut:

Tabel 3. Pengaruh Massa KOH terhadap Resistansi dan Daya Hantar Listrik

Massa KOH (gram)	R (Ω)	$\bar{R}$ (Ω)	$\bar{L}$ (Ω)
5	1.32	1.27	0.79
5	1.23		
5	1.25		
10	1.11	1.09	0.91
10	1.07		
10	1.1		
15	0.91	0.96	1.05
15	0.97		
15	0.99		

Semakin besar nilai daya hantar listrik itu artinya daya yang dihantarkan oleh elektrolit semakin besar. Dapat dilihat bahwa semakin besar massa KOH maka semakin besar pula daya input elektroliser. Ketika massa KOH 5 gram, daya input elektroliser hanya 63,9 W dengan daya hantar listrik 0,78 Ω . Dan pada saat massa KOH 10 gram, daya inputnya naik menjadi 71,82 W dengan daya hantar listrik 0,91 Ω . puncaknya pada saat

massa KOH 15 gram, daya input naik menjadi 79,8 W dengan daya hantar listrik 1,046 Ω .

Pengujian produksi Gas HHO Dalam Sehari Menggunakan Sel Surya

Hasil pengujian produksi gas HHO menggunakan sel surya 200 Wp sebagai sumber listrik DC, dalam waktu 5038 detik elektroliser mampu menghasilkan 18980 ml HHO dengan fluks radiasi rata-rata 479 W/m^2 .

Seperti tampak pada grafik gambar 5. tampak produksi gas HHO meningkat ketika radiasi matahari tinggi, saat radiasi matahari turun gas yang dihasilkan berkurang dan waktu yang dibutuhkan juga semakin lama. Jika dirata-rata, hasil pengujian menunjukkan rata-rata produksi gas HHO menggunakan solar panel 200Wp pada rata-rata fluks radiasi sebesar 478,86 W/m^2 dihasilkan 862,73ml gas HHO dengan waktu yang dibutuhkan selama hampir 230 detik atau sekitar 4 menit kurang 10 detik.

Dengan demikian jika asumsi cahaya matahari menyinari bumi dengan keadaan fluks radiasi konstan adalah dari pukul 10.00-14.00. Hal tersebut berarti waktu selama fluks radiasi konstan adalah selama 5 jam atau 18000 detik.

Gambar 5. Produksi Gas HHO menggunakan sel surya sebagai sumber DC

Tabel 4. Percobaan Menggunakan Power Suplai

v0 (ml)	v1 (ml)	Δv (ml)	V (volt)	I (ampere)	t (s)	$\bar{Q}$ (ml/s)	v/hari (ml)
100	150	50	7,5	3,25	23	2,17	39060
200	250	50	7,5	3,25	23		
300	350	50	7,5	3,25	23		
150	200	50	7,1	3,15	26	1,94	35064
250	300	50	7,2	3,15	26		
350	400	50	7,2	3,15	25		
250	300	50	6,8	2,5	32	1,56	28125
350	400	50	6,8	2,5	33		
50	100	50	6,8	2,5	31		
150	200	50	6,5	2,4	32	1,5	27000
250	300	50	6,5	2,4	33		
350	400	50	6,5	2,4	35		

Maka, produksi gas HHO selama sehari adalah:

$$\text{Produksi HHO} = \frac{18000 \times 18980}{5038} = 67812,62 \text{ ml}$$

Jadi, produksi gas HHO dalam sehari ketika cuaca sedang cerah berawan dengan irradiasi rata-rata 479 W/m^2 adalah kurang lebih 67812,62 ml atau 67,81 L.

Pengujian Elektroliser Menggunakan Power Suplai

Pengujian pengukuran produksi gas HHO dengan operasi elektroliser menggunakan sumber daya DC dari power supply sehingga diperoleh daya keluaran yang relatif konstan untuk mengetahui hubungan arus dan tegangan terhadap laju produksi gas HHO. Hasil pengukuran seperti tampak pada tabel 4. Pengukuran dilakukan dengan mengambil volum produksi gas konstan yaitu sebesar 50 ml sementara tegangan dan arusnya berubah selanjutnya diukur waktu yang dibutuhkan sehingga akan didapat laju produksi gas. Tampak semakin besar daya yang diberikan maka laju produksi gas semakin cepat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- Produksi gas HHO semakin meningkat dengan semakin tingginya konsentrasi KOH
- Operasi elektroliser dapat menggunakan sumber DC menggunakan sel surya dimana produksi gas HHO akan ditentukan oleh kondisi radiasi matahari
- Pengujian menggunakan sumber DC dari power suplay tampak, semakin besar daya listrik yang diberikan maka semakin besar produksi gas HHO dihasilkan,

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rizky Akbar Pratama dan Djoko SungkonoKawano, "Pengaruh Penggunaan Frekuensi Listrik terhadap Performa Generator HHO dan Unjuk Kerja Engine Honda Kharisma 125CC", JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 2, No. 2, (2013) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)
- [2] Dody Wiryawan Denny Widhiyanuriyawan dan Nurkholis Hamidi, "Pengaruh Variasi Arus Listrik Terhadap Produksi Brown's Gas Pada

- Elektroliser*", Jurnal Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
- [3] Ihsan Sopandi, Yuli Hananto dan, Bayu Rudiyanto, "Studi Ketebalan Elektroda Pada Produksi Gas HHO (Hidrogen Hidrogen Oksigen) Oleh Generator Hho Tipe Basah Dengan Katalis NaHCO_3 (Natrium Bikarbonat)", Rona Teknik Pertanian, 8(2)Oktober 2015
- [4] Yanur Arzaqa Ghiffari, dan D joko Sungkono Kawano, "Studi Karakteristik Generator Gas HHO Tipe Dry Cell dan Wet Cell berdimensi 80 x 80 mm dengan Penambahan PWM E-3 FF (1 kHz)", JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 1, No. 1, (2013), hal. 1-6, ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)
- [5] Jackson, Frank. "Planning and Installing Photovoltaic Systems Second Edition". London : Earthscan, 2008.