

KARAKTERISTIK PRODUKSI *BROWNS GAS* DENGAN MENGGUNAKAN TENAGA MATAHARI

Denny Widhiyanuriyawan¹⁾, Nurkholis Hamidi¹⁾, Wijono²⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Mesin, Universitas Brawijaya Malang.

²⁾ Jurusan Teknik Elektro, Universitas Brawijaya Malang
Jl. MT Haryono 167 Malang Jawa Timur

Abstract

Renewable energy has potentials to be developed to meet our energy needs in the future. One promising energy source is browns gas. Browns gas is a mixture of di-atomic and mono-atomic of hydrogen and oxygen. One effort to produce browns gas is through the process of electrolysis of water. However, the process of electrolysis still considered a process uneconomical and inefficient, since the energy of electrochemical decomposition of water is relatively high. Thus, the challenge of brown gas production is reducing electrical energy. In this study, we propose to use solar energy for browns gas production plant, since the solar energy is environmentally friendly energy sources available so abundant in Indonesia. The experiment was carried out in two methods. First, the electrolysis was done using electricity produced by the solar panel directly without voltage control. The second method, the voltage of electricity from the solar panel was controlled using a regulator then it used for the water electrolysis. The results show that the direct method generates fluctuative electricity with the rate power of 29.67 Watt. This electricity was used for electrolysis process and produced brown gas 0,1393 g for 4 hours. On the other hand the in-direct method generated power relatively constant at 18.3 Watt and produced the brown gas about 0.1365 g.

Keywords: solar energy, *browns gas*, electrolysis, hydrogen

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber energi yang keberadaannya sangat melimpah di alam ini. Selain energi potensialnya, air bisa dimanfaatkan sebagai sumber energi dengan mengubahnya menjadi suatu bahan bakar *browns gas* yang merupakan campuran *di-atomic* dan *mono-atomic* hidrogen dan oksigen. Hidrogen, sebagai bahan bakar, mampu menghasilkan energi panas yang cukup tinggi yakni sekitar 66.000 BTU/lb. Sehingga, sejak abad ke 19, hidrogen telah banyak digunakan untuk berbagai kebutuhan, baik untuk tujuan militer, industri, dan komersial lainnya (Mazloomi, 2012).

Teknologi elektrolisa merupakan salah satu metode untuk merubah air menjadi bahan bakar *browns gas*. Metode yang dilakukan sampai saat ini adalah elektrolisa air dengan cara menambahkan basa, asam, atau elektrolit (Mazloomi, 2012). Berdasarkan pada proses industri selama

100 tahun, elektrolisa air dengan alkali adalah salah satu pilihan terbaik untuk menghasilkan hidrogen (Marshal, 2007). Akan tetapi, proses elektrolisa air murni masih dianggap tidak efektif dan efisien, karena energi dekomposisi elektrokimia dari air relatif tinggi. Tingginya energi yang dibutuhkan untuk proses dekomposisi menjadikan proses elektrolisa menjadi kurang ekonomis.

Beberapa usaha telah dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut. Stanley AM, 1995, mengembangkan metode elektrolisa air murni yang lebih efektif dengan cara menerapkan tegangan pulsa train pada alat elektrolisa air yang diberi nama *Water Fuel Cell (WFC)*. Tegangan pulsa train digunakan untuk menekan molekul H₂O sampai terpecah menjadi H₂ dan O₂. Pengembangan dari metode dari Stanley ini juga dilakukan oleh Dave Lawton, dkk, yang berhasil mereplika dan mengembangkan desain awal dari WFC (Kelly, 2007). Namun demikian, karena air

memiliki struktur yang stabil pada temperatur lingkungan sehingga energi yang diperlukan untuk proses dekomposisi relatif besar.

Kurang efektifnya proses elektrolisa air dalam memproduksi *browns gas* merupakan permasalahan yang harus dicari solusinya, agar teknologi ini nantinya menjadi teknologi yang murah. Pada penelitian ini, kami mencoba menawarkan metode baru yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi untuk elektrolisa. Energi matahari, yang dapat diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan peralatan sel surya, dapat menjadi sumber



(a) anoda-katoda, (b) Tabung elektrolisa
Gambar 1 (a) anoda-katoda, (b) Tabung elektrolisa

energi yang cuma-cuma dan melimpah. Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi energi surya yang sangat besar karena terletak di daerah tropis. Berdasarkan data penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia, radiasi surya di Indonesia untuk kawasan Barat Indonesia mencapai 4,5 kWh/m²/hari dengan variasi bulanan sekitar 10%, sementara itu untuk Kawasan Timur Indonesia sekitar 5,1 kWh/m²/hari dengan variasi bulanan sekitar 9% (Departemen ESDM). Sehingga, diharapkan metode ini nantinya menjadi teknologi tepat guna yang dapat diterapkan di daerah-daerah yang jauh dari jaringan listrik. Penelitian terhadap unjuk kerja proses elektrolisa telah dilakukan dengan dua sistem, yakni direct system yang menggunakan sumber daya langsung yang dinamis dari solar panel dan indirect system yang menggunakan kontrol tegangan.

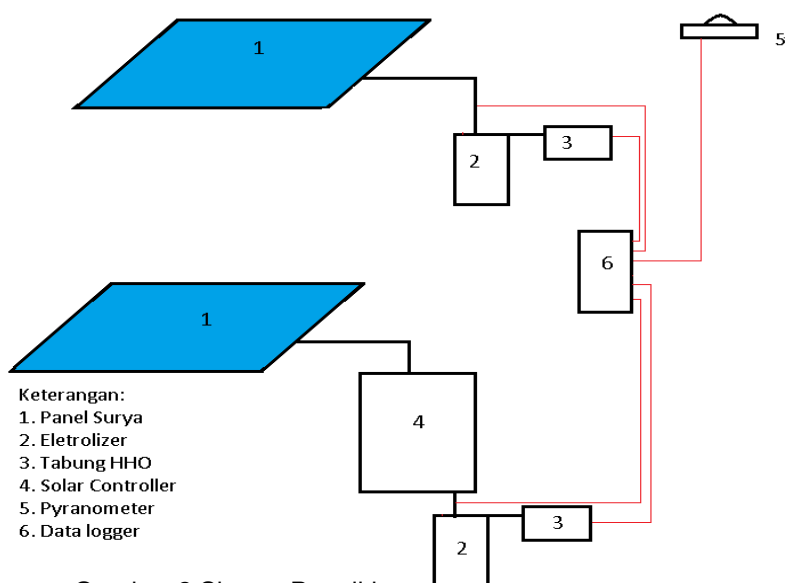
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian terhadap unjuk kerja proses elektrolisa air telah dilakukan dengan dua buah *electrolizer* yang terbuat dari tabung PVC dengan diameter 13 cm. Aquades digunakan sebagai bahan dasar air. Untuk proses elektrolisa, digunakan anoda dan katoda yang terbuat dari bahan stainless steel SS 304. Gambar 1 menunjukkan tabung elektrolisa serta anoda-katoda yang digunakan untuk penelitian.

Penelitian terhadap pemanfaatan

In-direct System

Direct System



Gambar 2 Skema Penelitian

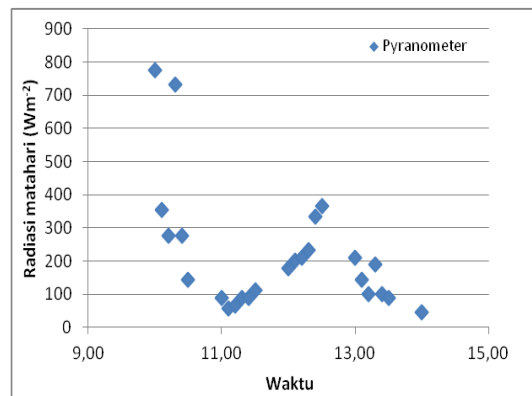
energi matahari untuk proses elektrolisa dilakukan dengan dua sistem elektrolisa. Sistem pertama adalah *direct system*, yakni sistem elektrolisa air yang memanfaatkan energi listrik dari panel surya secara langsung. Pada sistem ini diharapkan ada inputan sumber tegangan yang dinamis karena tidak adanya control tegangan. Sumber daya yang digunakan langsung dari solar panel sebesar 200 Wp. Sedangkan sistem yang kedua adalah *indirect system*, yang menggunakan sistem kontrol tegangan, sehingga tegangan dibuat tetap (statis). Sumber tegangan dari regulator sebesar 12 volt DC, sedangkan arus listrik akan divariasikan dalam beberapa ampere.

Sehingga, input tegangan yang diberikan pada alat elektrolisa berupa tegangan tetap (statis) yang dapat diatur sesuai kebutuhan. Pengamatan akan dilakukan terhadap unjuk kerja dan produktivitas *browns gas* dari kedua sistem tersebut. Skema penelitian dari kedua sistem tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

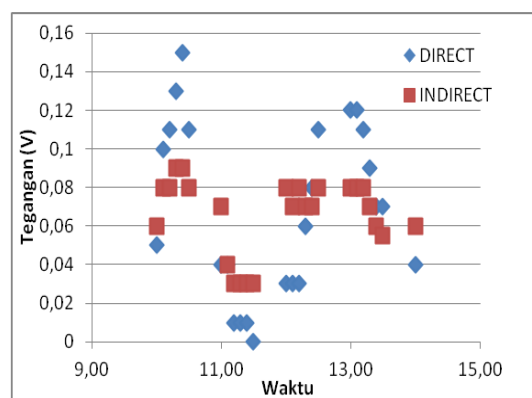
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini diperoleh data-data hasil pengukuran yang dilakukan pada tanggal 24 Januari 2013. Data-data pengukuran tersebut digambarkan dalam bentuk grafik sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3 hingga 6. Penelitian ini dilakukan dalam kurun waktu 4 jam yaitu dari jam 10.00 hingga 14.00. Pada saat pengambilan data radiasi matahari berfluktuasi karena pada bulan Januari tersebut merupakan musim penghujan untuk wilayah Indonesia khususnya di Malang. Intensitas radiasi matahari yang tinggi menunjukkan bahwa energi matahari bersinar terang (pukul 10.00) sedangkan radiasi matahari yang rendah menunjukkan sinar matahari tertutup oleh awan atau mendung. Jika cuaca cerah sepanjang hari puncak radiasi matahari berada pada kisaran waktu 12.00 hingga 13.00. Potensi energi matahari yang bisa dimanfaatkan untuk proses elektrolisis air ditunjukkan pada Gambar 3.

Pada Gambar 4 dapat memperlihatkan hasil dari proses elektrolisis untuk sistem langsung (*direct*) maupun tidak langsung (*indirect*). Untuk sistem langsung tegangan yang ditunjukkan oleh sensor tekanan mengikuti kecenderungan yang sama dengan potensi energi matahari. Pada pukul 10.00 tegangan hasil pengukuran masih menunjukkan nilai yang rendah karena pada awal proses elektrolisis memerlukan waktu untuk terbentuknya *brown gas*. Pada intensitas enegi matahari yang tinggi energi yang terbentuk untuk proses eletrolisis juga besar, sedangkan energi radiasi matahari yang rendah menunjukkan energi untuk proses elektrolisis yang rendah sehingga produk *brown gas* juga rendah. Hal ini ditunjukkan pada pukul 11.00 pukul 11.40 dimana intensitas matahari pada rentang waktu tersebut mengalami penurunan yang berkisar 60 hingga 90 Watt/m² dimana disebabkan oleh karena sinar matahari tertutup oleh awan.



Gambar 3 Radiasi Matahari



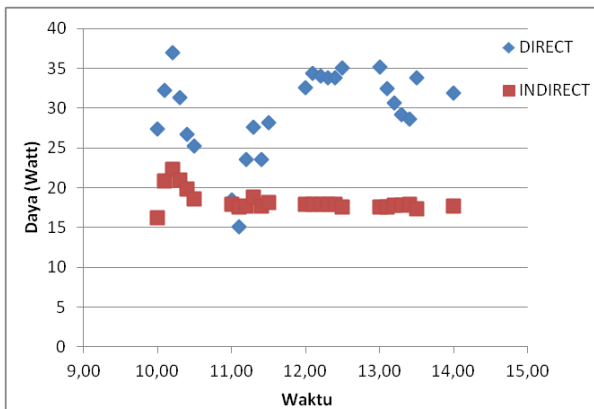
Gambar 4. Produksi *brown gas* berdasarkan tegangan yang dihasilkan oleh tegangan sensor tekanan

Pada sistem secara tidak langsung (*indirect*) produksi brown gas yang ditunjukkan oleh sensor tekanan dalam satuan volt juga mengalami fluktuasi sebagaimana fluktuasi energi matahari. Namun demikian, simpangan fluktuasi yang terjadi tidaklah sebesar pada sistem langsung. Hal ini bisa terjadi karena pada sistem tidak langsung energi matahari yang dihasilkan oleh solar panel digunakan untuk proses pengisian *battery* dan proses elektrolisis. Pada mekanisme pengisian *battery* diatur oleh suatu sistem kontrol. Jika energi yang digunakan untuk pengisian aki sudah cukup, maka kelebihan arus dimanfaatkan untuk membantu proses elektrolisis. Sehingga, proses elektrolisis dilakukan dengan menggunakan energi listrik yang berasal dari *battery*. Dengan penggunaan sumber energi dari *battery* yang relatif stabil, proses produksi *bowns gas* juga relatif stabil (tidak terlalu fluktuatif terhadap waktu) (Gambar 4). Hal ini juga bisa dilihat pula

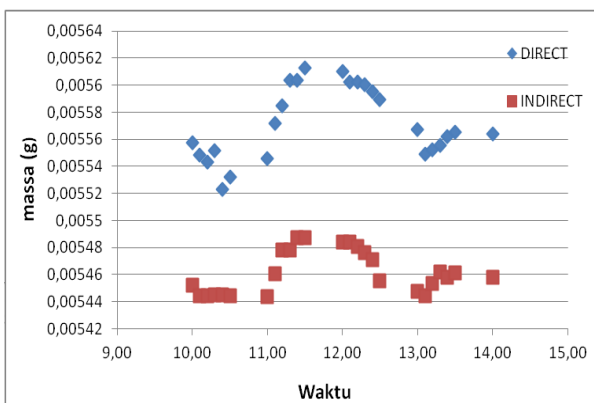
Sedangkan pada proses tidak langsung daya yang digunakan lebih stabil pada kisaran 18 Watt. Sedangkan untuk sistem langsung daya masukan yang dihasilkan lebih besar dari yang sistem tidak langsung. Rentang daya untuk sistem langsung adalah 16 hingga 37 Watt, sedangkan untuk yang tidak langsung stabil pada 18 Watt.

Pada Gambar 6 menunjukkan perhitungan nilai produksi *bowns gas* dalam satuan massa (gram) untuk sistem langsung maupun tidak langsung. Gambar 6 tersebut diperoleh dengan menggunakan persamaan gas ideal. Dari hasil perhitungan massa menunjukkan bahwa untuk produksi brown gas untuk sistem langsung (*direct*) jumlah total volume yang diperoleh selama 4 jam pengambilan data sebesar 0.1393 g sedangkan untuk sistem tidak langsung (*indirect*) sebesar 0.1365 g. Hal ini menunjukkan bahwa dari sistem langsung yang mempunyai inputan daya yang berflutuatif dengan daya masukan rata-rata 29.67 Watt mempunyai hasil yang lebih besar dengan sistem tidak langsung yang mempunyai daya masukan rata-rata 18.3 Watt. Tentunya untuk sistem tidak langsung bisa menghasilkan daya yang lebih besar dibandingkan dengan yang langsung jika sistem ini bisa ditingkatkan daya inputnya sama dengan nilai rata-rata masukan untuk sistem langsung.

Untuk melihat pengaruh daya masukan terhadap volume spesifik molar telah di uji dengan memberikan variasi tegangan yaitu 5, 10, 15, dan 20 Volt dengan 20 pengulangan untuk masing-masing variasi tegangan, yang ditunjukkan oleh Tabel 1.



Gambar 5 Daya masukan pada eletrolizer.

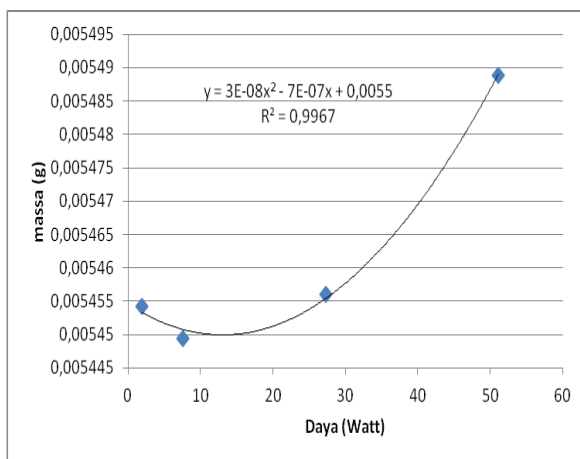


Gambar 6 Produksi brown gas dalam massa (gram)

Tabel 1. Hasil pengujian dengan variasi tegangan dengan asumsi Volume ruang gas tetap 1,48 L dan massa molar brown gas 28,97 kg/kmol

Vin (V)	I(A)	Daya (Watt)	Tegangan tekanan (V)	Tekanan (kPa)	Temp (K)	\bar{v} (m ³ /kmol)	Massa (g)
5	0.39	1.9525	0.0249	0.38136	302.32	7847.33	0.005454251
10	0.7535	7.535	0.1265	0.36663	302.83	7864.93	0.005449386
15	1.8195	27.2925	0.1895	0.36341	302.61	7858.47	0.00545597
20	2.5565	51.13	0.2815	0.33988	301.01	7823.46	0.005488874

Gambar 7 menunjukkan bahwa dengan kenaikan daya masukan maka massa brown gas meningkat. Namun hal ini masih perlu di kaji lagi dengan tegangan yang rendah namun arus yang digunakan tinggi sehingga diharapkan dengan daya yang sama maka produksi brown gas juga semakin meningkat.



Gambar 7. Hubungan daya dengan massa brown gas

KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Dalam kurun waktu 4 jam pengambilan data pada sistem langsung daya masukan yang berfluktuatif mengikuti fluktuasi radiasi matahari.
2. Pada sistem langsung daya masukan rata-rata pada eletrolizer sebesar 29.67 Watt menghasilkan massa brown gas sebesar 0.1393 g.

3. Sedangkan pada sistem tidak langsung (indirect) dengan daya yang relative konstan 18.3 Watt menghasilkan volume spesifik molar sebesar 0.1365 g.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan banyak terima kasih kepada LP3 UB yang telah mendanai penelitian Hibah Institusi Tahun Anggaran 2012 Batch I.

DAFTAR PUSTAKA

Burhani Rahman, 2005, Biogas Sebagai Sumber Energi Alternatif, Kompas edisi 18 Agustus 2005.

Departemen ESDM, www.esdm.go.id
<http://www.solarfeeds.com/polycrystalline-vs-monocrystalline-solar-modules/> diakses 21 Juni 2012

<http://www.solarpanel-manufacturer.com/monocrystalline-solar-panels.html> diakses 21 Juni 2012

Kelly, Patrick. 2007. Replication of Stanley meyer's Demonstation Electrolyzer. <http://www.free-energy-info.com>.

Marshal A.; Sunde S.; Tsyppkin, M.; and Turnold, R.2007. Performance of a PEM water electrolysis cell using IrxRuyTazO₂ electrocatalysist for the oxigen evolution electrode. *Int J Hydrogen Energi* 32:2320-2324.

Mazloomi K, 2012, Review Electrical Efficiency of Electrolytic Hidrogen Production. *International Journal of Electrochemical Science*. Vol 7. pp. 3315.

Stanley AM, 1995, *The Birth of New Technology: Water Fuel Cell, Ohio*.

Wijono dan Maulani Candra, 2012. Studi Penerapan Pulsa Train pada Proses Elektrolisa Air, Laporan Penelitian.