

Analisis Perbandingan Material Plat *Stainless Steel* 304 Dengan *Graphite Sheet* Dalam Produksi Gas Hidrogen Pada Generator *Dry Cell*

Danu Darma Wijaya, R. Mohammad Alansyah Mauludi, Arif Putra Pratama,
Delvis Agusman, & Hendi Saryanto

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika
Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA
Jl. Tanah Merdeka No. 6 Rambutan Ciracas Jakarta Timur DKI Jakarta 13830
e-mail: darmawijaya0902@gmail.com

Abstrak

Energi merupakan bagian terpenting dalam kehidupan manusia, setiap kegiatan pada kehidupan manusia memiliki ketergantungan pada konsumsi energi. Manusia kini menggunakan sumber energi bahan bakar fosil secara besar-besaran sehingga BBM (bahan bakar minyak) semakin menipis dan dibutuhkan energi alternatif. Gas hidrogen merupakan energi alternatif yang dapat menggantikan sumber energi fosil dengan menggunakan proses elektrolisis pada generator sel kering. Penelitian tersebut bertujuan mengetahui material dengan produksi tertinggi dan efisiensi tertinggi dalam proses elektrolisis. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan membandingkan material stainless steel dengan lembaran grafit. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa laju produksi tertinggi diperoleh untuk variasi plat stainless steel 304 pada variasi waktu 30 detik dengan hasil 0,013333 l/s dan variasi terendah untuk lembaran grafit. Pada variasi waktu 90 detik dengan hasil 0.002222 l/s. Efisiensi tertinggi diperoleh dari variasi material Stainless steel dengan waktu 30 detik mencapai efisiensi 45,19% dan terendah diperoleh dari variasi Graphite sheet dengan variasi waktu hanya 7,53%.

Kata kunci: hidrogen, energi, elektrolisis, efisiensi

Abstract

Energy are the most important part of human life, every activity in human life is dependent on energy consumption. Humans are now using fossil fuel energy sources on a large scale so that fuel (fuel oil) is running low and alternative energy is needed. Hydrogen gas is an alternative energy that can replace fossil energy sources by using the electrolysis process in dry cell generators. The research aims to determine the material with the highest production and highest efficiency in the electrolysis process. This study used an experimental method by comparing stainless steel material with graphite sheets. From the results of the study it was concluded that the highest production rate was obtained for the variation of stainless steel 304 plate material at a time variation of 30 seconds with a result of 0.013333 l/s and the lowest variation for graphite sheets. at a time variation of 90 seconds with a result of 0.002222 l/s. The highest efficiency was obtained from variations in Stainless steel material with a time of 30 seconds reaching an efficiency of 45.19% and the lowest was obtained from variations of Graphite sheet with a time variation of only 7.53%.

Keyword: hidrogen, energi, elektrolisis, efisiensi

1 PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan dasar kehidupan manusia setiap kegiatan dalam kehidupan manusia memiliki ketergantungan pada konsumsi energi. Energi alternatif terbarukan belum mampu memenuhi kebutuhan energi masyarakat secara luas karena belum mampu bersaing dengan energi tradisional dan secara ekonomi tidak dapat dipungkiri. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk menemukan, memaksimalkan, dan memanfaatkan energi alternatif. Hasil penelitian ini untuk dapat mengatasi permasalahan yang berkaitan dengan penggunaan energi konvensional.

Beberapa contoh bentuk energi terbarukan adalah energi yang berasal dari alam seperti matahari, angin,

hujan dan pasang surut air laut, serta energi panas bumi yang didaur ulang. Energi lain yang tumbuh cepat adalah energi alternatif baru. Energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar tradisional antara lain hidrogen yang merupakan gas paling melimpah, bahkan jumlahnya sekitar 75% dari total massa matahari. terdiri dari hidrogen di antara banyak energi alternatif. Hidrogen merupakan energi alternatif yang tidak menimbulkan polusi.

Hidrogen dapat diproduksi menggunakan air dengan cara elektrolisis, namun prosesnya lebih mahal daripada menghasilkan energi konvensional. Pembawa energi, bukan sumber energi, karena mudah menggunakan energi yang tersedia. Dari seluruh energi terbarukan, hidrogen merupakan energi yang ramah lingkungan. Pakar energi percaya bahwa

hidrogen akan menjadi sumber energi penting di masa depan. Bahan bakar hidrogen memiliki keuntungan yang dijanjikan dan memunculkan gagasan (ekonomi hidrogen) di mana hidrogen dikembangkan sebagai bentuk energi utama. Elektrolisis air belum sepenuhnya mengubah 100% energi listrik menjadi energi kimia.

2 LANDASAN TEORI

Elektrolisis adalah pemecah senyawa air H₂O menjadi dua yaitu gas hidrogen H₂ dan oksigen O₂ menggunakan arus DC menggunakan konduktor air (Wahyono et al., 2017). Proses memperoleh gas hidrogen dengan elektrolisis menghasilkan sekitar 99,9% gas hidrogen H₂ (Putra, 2010). Elektrolisis terbentuk karena arus listrik mengalir melalui senyawa ionik untuk menyebabkan reaksi kimiawi. Karena elektrolit mempunyai ion yang bergerak bebas, elektrolit dapat di listrik. Ion-ion ini membawa aliran listrik melalui larutan. Elektroda merupakan konduktor yang digunakan untuk menghubungkan benda kerja yang merupakan bagian rangkaian listrik. Elektroda merupakan sistem dua fase yang terdiri konduktor (misalnya logam) dan konduktor ionik atau larutan (Saptrio, et al, 201). Elektroda positif (+) disebut dengan anoda sedangkan elektroda negatif (-) disebut dengan katoda (Heni, 201). Elektroda yang digunakan adalah stainless steels yang digunakan banyak bidang karena tahanannya terhadap korosi dan sifat mekaniknya sangat bagus.

Stainless steels Adanya film dengan kandungan kromium oksida alami pada permukaan baja yang membuat *stainless steel* bisa tahan terhadap serangan korosi, relatif murah, sehingga digunakan sebagai bahan elektroda untuk elektrolisis air. *Graphite sheet* adalah jenis baru bahan antarmuka termal yang terbuat dari polimida, dapat menahan suhu tinggi sampai 3000 °C. Dapat dengan konduktivitas termal hingga 1900W dengan harga yang lebih murah dibandingkan dengan stainless steel. Kemampuan media berair untuk menahan korosi. Generator melakukan proses elektrolisis karena bekerja dengan beberapa parameter berikut adalah parameter generator *dry cell*.

1. Daya generator HHO

Daya adalah besaran energi yang digunakan untuk elektrolisis pada generator HHO dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Tasrif Arifin, 2015):

$$P = V \times I \text{ (watt)} \quad P = V \times A \text{ (watt)} \quad (1)$$

Dimana:

V: Voltase

A: Arus

2. Laju produksi gas HHO bergantung pada volume (l) yang dihasilkan oleh generator HHO per detik. Untuk menentukan laju produksi gas Brown dapat

dinyatakan dalam persamaan berikut (Sopandi, 2015)

$$Q = \frac{V}{S} \text{ (l/s)} \quad (2)$$

Dimana:

V: Volume

S : Waktu (detik)

3. Efisiensi

Efisiensi adalah perbandingan antara energi yang dihasilkan (*output*) dengan jumlah energi yang digunakan (*input*) untuk melakukan proses tersebut. Untuk dapat menghitung efisiensi pada suatu sistem dapat dituliskan pada seperti persamaan berikut (Williams, 2002).

$$\text{Efisiensi energi (Efisiensi energi } (\eta) = \frac{\text{energi yang digunakan}}{\text{energi generator}} \frac{\text{energi yang digunakan}}{\text{energi generator}} 100\% \quad (3)$$

$$\text{Efisiensi energi (Efisiensi energi } (\eta) = \frac{Q \times L_{hv} \times \rho_{HHO}}{P} \frac{Q \times L_{hv} \times \rho_{HHO}}{P} 100\% \quad (4)$$

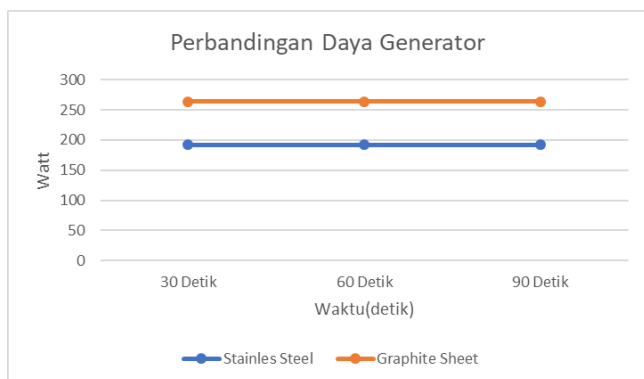
3 METODOLOGI PENELITIAN

Metode pengumpulan data dengan pengukuran dan uji coba secara bertahap. Data primer dalam penelitian variabel generator HHO ini adalah waktu, debit aliran dan tegangan amper. Data primer dalam penelitian ini diambil setiap 30 detik, 60 detik, dan 90 detik secara bertahap dengan 16 plat. Mengumpulkan data dengan prosedur yang sistematis dan terstandar untuk memperoleh data yang diperlukan untuk penelitian. Pengumpulan data pada penelitian Observasi lapangan yaitu terjun secara langsung ke lapangan dan melakukan uji coba terhadap alat yang akan mengumpulkan data pada objek penelitian.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Daya generator

Daya adalah arus dan voltase yang digunakan adalah besar energi yang digunakan pada reaksi elektrolisis



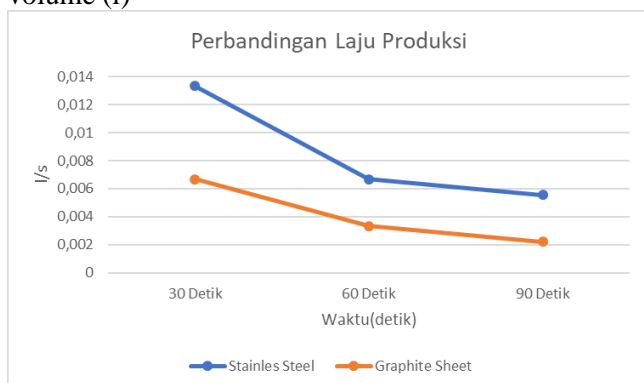
Gambar 1 Daya dengan variasi stainless steel dan graphite sheet

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa daya tertinggi ada pada plat *graphite sheet* di pengaruhi oleh sifat konduktor material yang memerlukan daya yang lebih besar dibandingkan dengan *stainless steel*, berbeda dengan *stainless steel* membutuhkan daya yang lebih kecil. Daya juga dipengaruhi oleh jumlah elektrolit yang bersentuhan langsung dengan elektroda yang merupakan salah satu konduktor listrik dan waktu juga mempengaruhi daya generator karena lamanya proses elektrolisis yang menyebabkan elektrolit menyusut Hal ini menyebabkan hambatan dalam proses elektrolisis pada generator yang menyebabkan meningkatnya daya generator, daya generator sendiri adalah tegangan volt (V) dan arus ampere (A) yang digunakan oleh generator yang memiliki pengaruh signifikan terhadap proses elektrolisis yang terjadi, sehingga mempengaruhi produksi gas HHO.

Arus dan tegangan digunakan yakni besaran energi digunakan dalam proses reaksi elektrolisis. Daya generator juga sangat mempengaruhi terhadap nilai efisiensi, jika memiliki efisiensi tinggi maka pemakaian daya listrik perlu di minimalkan dengan laju produksi gas yang tinggi.

2. Laju produksi gas

Laju produksi adalah kapasitas produk gas HHO per satuan waktu, data yang telah didapatkan yaitu berupa volume (l)

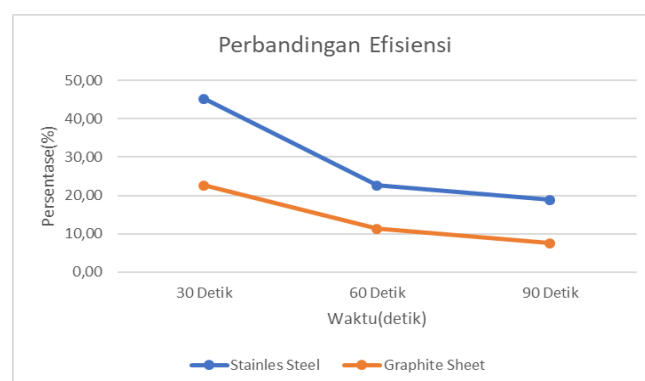


Gambar 2 Laju produksi gas variasi material stainless steel dan graphite sheet

Berdasarkan dari dua grafik di atas hasil laju produksi turun seiring berjalan nya waktu dikarenakan air yang berada di dalam generator *dry cell* mulai berkurang seiring berjalannya waktu akibat elektrolisis yang terjadi sehingga yang tadinya fasa air berubah menjadi fasa gas yang menguap dan naik ke tabung penampungan (Arini dan Kawano, 2012). Berdasarkan grafik di atas mendapati hasil produksi oleh generator dengan jumlah laju produksi tertinggi diperoleh variasi *stainless steel* dengan jumlah produksi sebesar. 0,013333 l/s, dan masing-masing variasi material cenderung memiliki karakteristik laju produksi gas yang berbeda di setiap variasi waktu.

3. Efisiensi generator

Efisiensi merupakan energi yang dihasilkan (*output*) dibandingkan dengan jumlah energi yang digunakan (*input*) upaya melakukan proses elektrolisis tersebut



Gambar 3 Efisiensi (%) variasi stainless steel dan graphite sheet dengan variasi waktu

Berdasarkan grafik di atas efisiensi tertinggi diperoleh dari variasi material *stainless steel* dengan variasi waktu 30 detik yaitu mencapai 45,19% dan terendah diperoleh dari variasi material *graphite sheet* dengan variasi waktu 90 detik yaitu hanya mencapai 7,53%. Hal ini terjadi karena material elektroda pada sebuah generator *dry cell* dan kemampuan *power suplay* untuk memberi arus dengan permintaan 12V dapat mempengaruhi besarnya nilai efisiensi yang dihasilkan. Selain itu efisiensi juga dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu produktivitas yang dinyatakan dengan volume debit, massa jenis gas dan energi yang digunakan untuk melakukan proses elektrolisis yang dinyatakan dengan daya. Sedangkan besarnya daya mempengaruhi peningkatan efisiensi pada generator. Dari pembahasan grafik daya generator di ketahui bahwa semakin baik material elektroda sebagai konduktor maka konsumsi dayanya akan semakin sedikit akibat hambatan arus yang semakin besar sehingga arus yang mengalir lebih sedikit. Dengan demikian Semakin baik elektroda yang digunakan maka konsumsi daya yang digunakan juga semakin efisien.

5 SIMPULAN

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian mengenai perbandingan material plat *stainless steel* 304 dengan *graphite sheet* dalam produksi gas hidrogen pada generator *dry cell* sebagai berikut:

1. Daya generator yang dihasilkan tegangan tidak mengalami perbedaan dari waktu ke waktu, dan hasil daya yang dihasilkan HHO cenderung konstan dan tidak ada perubahan dengan daya sebesar 192 Watt.
2. Hasil laju produksi tertinggi di peroleh variasi material plat stainless steel 304 pada variasi waktu 30 detik dengan hasil 0,013333 l/s dan terendah adalah variasi graphite sheet pada variasi waktu 90 detik dengan hasil 0,002222 l/s.
3. Efisiensi tertinggi di peroleh dari variasi material *Stainless steel* dengan waktu 30 detik mendapatkan efisiensi mencapai 45,19% dan terendah di peroleh dari variasi *Graphite sheet* dengan variasi waktu yaitu hanya mencapai 7,53%.

Berdasarkan saran dari hasil penelitian mengenai pengaruh material *stainless steels* dan *graphite sheet* dalam Produksi gas hidrogen pada generator dry cell sebagai energi terbarukan, sebagai berikut:

1. Untuk selanjutnya, pada penelitian disarankan untuk melakukan metode lain, untuk mengetahui beberapa faktor lain yang memengaruhi hasil produksi gas.
2. Perlu dilakukan penelitian terhadap tabung penampungan gas hasil produksi hasil elektrolisis.
3. Untuk penelitian selanjutnya disaran untuk melakukan optimalisasi terhadap *power supply*

KEPUSTAKAAN

- [1] B. S. (2016). Application of Dry Cell Hho Gas Generator With Pulse Width Modulation on Sinjai Spark Ignition Engine Performance. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 05(02), 105–112. <https://doi.org/10.15623/ijret.2016.0502019>
- [2] Amin, M. S. Al, & Nurdiana, N. (2019). Pemanfaatan Hydrogen dari HHO Generator sebagai Penghemat Bahan Bakar pada Prime Mover Generator. *Prosiding Seminar Nasional II Hasil Litbangyasa Industri, May*, 49–55.
- [3] Basori, B. (2018). Experimental Investigation on Dry Cell Hho Generator With Catalyst Variation for Reducing the Emissions. *Journal of Mechanical Engineering and Vocational Education (JoMEVE)*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.20961/jomeve.v1i1.18950>
- [4] Bow, Y., Sari, A. P., Harliyani, A. D., Saputra, B., & Budiman, R. (2020). Produksi Gas Hidrogen Ditinjau dari Pengaruh Duplex Stainless Steel terhadap Variasi Konsentrasi Katalis dan Jenis Air yang Dilengkapi Arrestor. *Jurnal Kinetika*, 11(03), 46–52
- [5] Tranggono, A., Salim, A., Yudha, R. G. P., Lawu, K. S., & Yusuf, A. (2019). Performance Characteristics between Titanium and Stainless Steel Materials as Electrodes on Dry Cell Type HHO Gas Generator. 4(3), 563–566.
- [6] Tumilar, G. P., Lisi, F., & Pakiding, M. (2015). Optimalisasi Penggunaan Bahan Bakar Pada Generator Set Dengan Menggunakan Proses Elektrolisis. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 4(2), 77–88. <https://doi.org/10.35793/jtek.4.2.2015.7938>
- [7] Budiartana, I. N., & Ketut, I. (2013). Produksi Gas Dengan Proses Elektrolisis Dalam Pembuatan Generator Gas Hho , Elektroda Lembaran Dan Spiral Dengan Katalis NaOH , NaCl DAN NaHCO 3. *Jurnal Logic*, 13(1), 61–67.
- [8] Chinguwa, S., Jen, T. C., & Akinlabi, E. T. (2020). Conceptualization of the optimal design of a hydroxyl booster dry cell for enhancing efficiency of internal combustion engines. *Procedia CIRP*, 91, 819–823. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.03.118>
- [9] Rizal, S. (2014). Generator Gas Hho Dry Type 6 Cell Tersusun Seri Dan Implementasinya Pada Dump Truck Nissan Diesel Cwa 211 With Arranged Series and Implementation of Dump Truck Nissan.
- [10] Marlina, E., S. Wahyudi., L. Yulianti. 2013. Produksi Brown's gas hasil elektrolisis H2O dengan katalis NaHCO3. *Jurnal Rekayasa Mesin Vol. 4 No. 1*.
- [11] Salek, F., Zamen, M., Hosseini, S. V., & Babaie, M. (2020). Novel hybrid system of pulsed HHO generator/TEG waste heat

- recovery for CO reduction of a gasoline engine. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(43),23576–23586.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.06.075>
- [12] Pelat, V. J., Pelat, L., & Katalis, D. A. N. P. (2019). Analisa Volume Hidrogen Dan Temperatur Nyala Api Pada Generator Hho. *Ciastech*, 275–280.
- [13] Pradigdo, D., Sudjito, S., & W, A. S. (2017). Pengaruh Luasan Elektrode Stainless Steel Terhadap Produksi Gas Hho Pada Proses Elektrolisis Menggunakan Baterai 12 Volt 70 AH. 3.
- [14] Produksi, K., Pada, H., Menggunakan, H. H. O., Pid, M., Bahan, U., Kapal, B. A., Christoven, J., Teknik, D., Perkapalan, S., Teknik, F., & Hasanuddin, U. (2021). Kendali produksi hidrogen pada generator hho menggunakan metode pid untuk bahan bakar alternatif kapal.
- [15] Purwondho, R., Sudrajat, A., & Handoko. (2021). Research on the effect of SS316L electrode Pelate treatment on HHO gas production performance. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 794(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/794/1/012021>