



Pengaruh Variasi Katalis terhadap Ketinggian Api pada Generator HHO

Muhammad Nurhasan¹, Nova Risdiyanto Ismail²✉, Gatot Soebiyakto³

^{1,2,3} Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Widya Gama
Jl. Taman Borobudur Indah No.1, Malang, Indonesia

✉Corresponding author: nova@widyagama.ac.id

Diterima Redaksi : 7 Juni 2024
Selesai Revisi : 28 September 2024
Diterbitkan Online : 15 November 2024

Abstract

One of the alternative energies that can be developed is hydrogen. To obtain hydrogen gas by decomposing air compounds (H₂O) into hydrogen hydrogen oxygen gas (HHO) through electrolysis. considering the limited energy from the currently available mining materials is increasingly depleted. In order to overcome the above, one solution is to utilize the existence of alternative energy forms by utilizing electrical energy in the form of hydrogen gas stored in H₂ which also comes from air (H₂O) which can now be used for energy. Through this method, a catalyst is added to improve combustion efficiency in the HHO generator and after research, the addition of 14 grams of catalyst was able to increase energy as seen from the height of the flame 16 mm from the electrolysis process.

Keywords: Current; Amount of Salt; Hydrogen; Electrolysis.

Abstrak

Salah satu energi alternatif yang dapat dikembangkan adalah hidrogen. Untuk memperoleh gas hidrogen dengan cara menguraikan senyawa air (H₂O) menjadi gas hidrogen hidrogen oksigen (HHO) melalui elektrolisis. mengingat keterbatasan energi dari bahan tambang yang tersedia saat ini semakin menipis. Guna mengatasi hal diatas, salah satu solusinya yaitu memanfaatkan adanya bentuk energi alternatif dengan cara memanfaatkan energi listrik berupa gas hidrogen yang tersimpan didalam H₂ yang juga berasal dari air (H₂O) yang kini dapat digunakan energinya. Melalui metode tersebut ditambahkan katalis guna menyempurnakan efisiensi pembakaran pada generator HHO dan setelah dilakukan penelitian penambahan 14 gram katalis mampu meningkatkan energi dilihat dari ketinggian api 16 mm dari proses elektrolisis.

Kata kunci: Arus ; Jumlah Garam ; Hidrogen ; Elektrolisis.

1. Pendahuluan

Permasalahan kebutuhan energi dunia merupakan masalah yang serius pada era perkembangan hari ini. Energi merupakan komponen penting bagi kelangsungan hidup manusia karena hampir semua aktivitas kehidupan manusia sangat tergantung terhadap ketersediaan energi [1]. Salah satu permasalahan dalam dunia industri adalah dari sisi produksi, selama ini produksi hidrogen lebih mengandalkan proses berbau gas alam atau bahan bakar fosil lain. Diperkirakan 95% produksi hidrogen diperoleh melalui proses steam reforming gas alam dan bahan bakar fosil [2]. Isu lingkungan global dan semakin menipisnya cadangan bahan bakar fosil mendorong berbagai litbang produksi hidrogen dengan bahan baku air. Gas hidrogen tidak dapat ditambang melainkan harus diproduksi.

Alternatif tersebut dapat dilakukan dengan melakukan proses elektrolisis menggunakan air khususnya air laut [3].

Elektrolisis adalah peristiwa penguraian suatu zat elektrolit dalam sel elektrolisis dengan bantuan arus listrik searah (arus DC). Proses ini melibatkan pemaksaan reaksi kimia non-spontan melalui pemberian energi listrik dari sumber eksternal. Dalam proses elektrolisis, ion-ion yang terdapat dalam larutan atau lelehan elektrolit akan bergerak menuju elektroda sesuai muatannya; ion positif (kation) akan bergerak ke katoda untuk mengalami reduksi, sementara ion negatif (anion) akan bergerak ke anoda untuk mengalami oksidasi.

Berbeda dengan elektrolisis, pada sel volta atau sel galvani, reaksi redoks berlangsung secara spontan. Dalam sel volta, energi kimia yang dihasilkan dari reaksi oksidasi-reduksi secara langsung diubah menjadi energi listrik yang dapat digunakan untuk melakukan kerja. Proses ini terjadi akibat adanya perbedaan potensial listrik antara dua elektroda yang menyebabkan arus listrik mengalir melalui suatu rangkaian eksternal.

Perbedaan mendasar antara elektrolisis dan sel volta terletak pada arah energi: pada elektrolisis, energi listrik diubah menjadi energi kimia untuk memaksa reaksi terjadi, sedangkan pada sel volta, energi kimia dari reaksi spontan diubah menjadi energi listrik. Pemahaman terhadap prinsip ini sangat penting dalam berbagai aplikasi praktis, seperti proses pemurnian logam, produksi bahan kimia seperti gas hidrogen dan klorin, penyepuhan logam (electroplating), serta dalam pengembangan baterai dan fuel cell. Sedangkan elektrolisis merupakan reaksi kebalikan dari sel volta/galvani yang potensial selnya negatif [4]. Produksi gas hidrogen dari NaCl merupakan cara yang dapat dilakukan untuk mendapatkan gas hidrogen. Gas hidrogen yang tinggi memberikan tingkat emisi yang mendekati zero emission [5]. Salah satu inovasi sumber energi baru itu adalah bahan bakar hidrogen (H^2). Untuk mendapatkan gas hidrogen dapat menggunakan cara dengan memecah senyawa air (H_2O) menjadi hidrogen oksigen (HHO) atau disebut juga dengan Brown's Gas yang menggunakan proses elektrolisis dengan menggunakan arus listrik [6]. Dalam proses elektrolisis, dibutuhkan katalisator untuk mempercepat reaksi. Beberapa zat umum yang digunakan sebagai katalisator antara lain asam sulfat (H_2SO_4), soda api, dan kalium hidroksida (KOH). Namun, dengan pertimbangan kemudahan, keamanan, dan ketersediaan, penelitian ini menggunakan natrium klorida (NaCl) sebagai katalisator [7]. NaCl atau garam dapur merupakan senyawa yang memiliki tingkat osmotik tinggi dan dikenal mampu meningkatkan konduktivitas larutan. Ketika larutan elektrolit NaCl dialiri arus listrik, ion-ion dalam larutan akan bergerak menuju elektroda dengan muatan yang berlawanan, sehingga memungkinkan arus listrik mengalir secara efisien. Kemampuan NaCl untuk membuat larutan menjadi konduktor listrik menjadikannya kandidat yang layak untuk dimanfaatkan dalam proses produksi gas hidrogen melalui elektrolisis. Dengan ketersediaan air laut yang melimpah dan bahan tambahan yang mudah diperoleh, pendekatan ini menjadi langkah strategis dalam mendukung transisi menuju energi bersih dan berkelanjutan [8].

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental (true experimental), yaitu dengan melakukan pengujian langsung menggunakan variasi jumlah garam (NaCl) sebagai katalisator dalam proses elektrolisis air (H_2O) untuk menghasilkan gas HHO atau Brown's Gas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh jumlah garam terhadap volume dan ketinggian api yang dihasilkan, di mana ketinggian api digunakan sebagai indikator utama dalam mengukur efisiensi produksi gas HHO. Penelitian ini menggunakan sumber daya listrik dengan variabel tetap berupa kuat arus listrik sebesar 10 Ampere, tegangan tetap sebesar 12 Volt, dan waktu pembakaran selama 60 detik.

Variabel Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa jenis variabel. Variabel bebas (independen) adalah jumlah massa garam (NaCl) yang digunakan sebagai katalisator, yang divariasikan dalam beberapa tingkat untuk melihat pengaruhnya terhadap hasil. Variabel terikat (dependen) adalah ketinggian api yang dihasilkan sebagai indikator volume gas HHO yang terbentuk. Sementara itu, variabel kontrol atau variabel tetap meliputi kuat arus listrik sebesar 10 A, tegangan sebesar 12 V, jenis larutan yang digunakan (air + garam NaCl), jenis elektroda, serta durasi waktu pengamatan selama 60 detik.

Prosedur Penelitian

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mempersiapkan alat dan bahan, yaitu tabung elektrolisis, elektroda, larutan air dengan variasi jumlah garam NaCl, sumber arus listrik DC (aki), serta alat pengukur tinggi nyala api seperti mistar atau penggaris tahan panas. Larutan garam NaCl disiapkan dalam beberapa konsentrasi berbeda dan dimasukkan ke dalam tabung elektrolisis. Kemudian, elektroda dipasang dan dihubungkan ke sumber listrik dengan tegangan 12 Volt dan arus sebesar 10 Ampere. Setelah proses elektrolisis dimulai, gas HHO yang terbentuk dialirkan ke pembakar untuk diamati nyala apinya. Tinggi api diukur selama 60 detik menggunakan alat ukur, dan setiap pengukuran diulang minimal tiga kali untuk tiap variasi garam agar memperoleh data yang akurat dan konsisten. Data ketinggian api yang diperoleh kemudian dianalisis untuk melihat hubungan antara variasi jumlah garam dengan volume gas HHO yang dihasilkan.

3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil penelitian penambahan katalis sebesar 7, 10, dan 14 gram menunjukkan ketinggian api pada generator HHO terhadap volume hidrogen ditunjukkan pada tabel 1

Tabel 1 Data Ketinggian Api				
No	Waktu (Second)	Katalis (7 g)	Katalis (10 g)	Katalis (14 g)
1	6	3	8	9
2	12	5	9	9
3	18	7	9	9
4	24	8	10	10
5	30	8	11	11
6	36	9	11	12
7	42	9	12	13
8	48	9	12	14
9	54	10	13	15
10	60	11	13	16

Tabel 1 menunjukkan data ketinggian api yang dihasilkan dari proses pembakaran dengan variasi jumlah katalis (7 g, 10 g, dan 14 g) terhadap waktu pembakaran dalam satuan detik. Secara umum, terlihat adanya peningkatan ketinggian api seiring bertambahnya waktu pembakaran dan jumlah katalis yang digunakan.

Pada katalis 7 gram, ketinggian api meningkat secara bertahap dari 3 satuan pada detik ke-6 hingga mencapai 11 satuan pada detik ke-60. Demikian pula, pada penggunaan katalis 10 gram, tinggi nyala api dimulai dari 8 satuan dan naik secara konsisten hingga 13 satuan pada detik ke-60. Tren serupa juga terlihat pada katalis 14 gram, yang menunjukkan peningkatan

paling signifikan, dari 9 satuan pada detik ke-6 hingga mencapai puncaknya di 16 satuan pada detik ke-60.

Dari data ini dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah katalis yang digunakan, semakin tinggi pula ketinggian api yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa katalis berperan penting dalam mempercepat reaksi pembakaran, sehingga memperbesar energi yang dilepaskan dan meningkatkan ketinggian nyala api. Selain itu, semakin lama waktu pembakaran berlangsung, semakin tinggi nyala api yang terbentuk, hingga mencapai titik stabil pada detik-detik akhir pengamatan. Pengaruh Arus listrik (A) dan tegangan (Volt) yang dialirkan pada rangkaian generator HHO juga mempengaruhi proses elektrolisis berlangsung, sehingga akan berdampak pada produktivitas gas HHO. Arus listrik dan voltase yang terpakai merupakan besar energi yang terpakai pada proses reaksi elektrolisis [9].

Energi tersebut dapat dihitung dengan persamaan 1 dan 2.

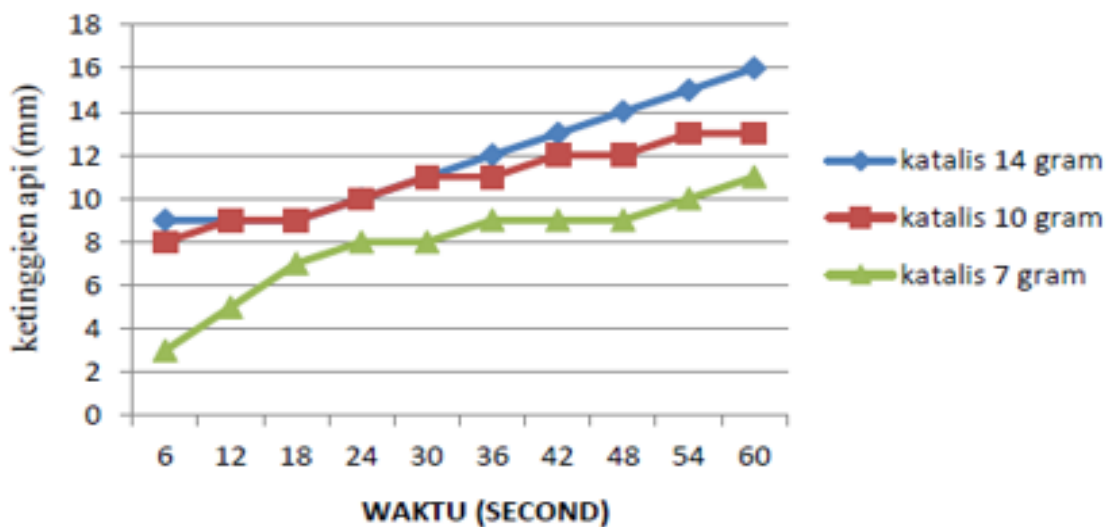
$$\begin{aligned} P &= V \cdot I \\ &= 12 \text{ volt} \times 10 \text{ ampere} \\ &= 120 \text{ watt} \end{aligned} \quad (1)$$

Dan pada produksi HHO energi yang dibutuhkan dapat ditentukan dengan persamaan 2:

$$\begin{aligned} E &= P \times t \\ &= 120 \text{ watt} \times 10 \text{ sekon} \\ &= 1200 \text{ Joule} \end{aligned} \quad (2)$$

Arus listrik dan voltase yang terpakai merupakan besar energi yang terpakai pada proses reaksi elektrolisis [10].

Dari tabel 1 nilai ketinggian api yang dihasilkan ditunjukkan dalam gambar 2.



Gambar 1 Grafik Hubungan Tinggi Api

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa ketinggian api dalam waktu 60 detik tertinggi pada katalis 14 gram dengan kuat arus 10 ampere dengan tinggi sebesar 16 mm, pada katalis 10 gram kuat arus 10 ampere dengan ketinggian 13 mm dan untuk katalis 7gram arus 10 ampere memiliki ketinggian 11mm. Jumlah ketinggian api diperoleh dalam pengukuran setiap 60 detik dengan kenaikan rata rata setiap 6 detik adalah 1 sampai 2 mm sampai pada waktu 60 detik itu batas maksimal api pada puncak tertinggi setelah lebih dari 60 detik terjadi penurunan tinggi api [11]. Hal ini disebabkan karena semakin besar kuat arus maka listrik yang dihasilkan semakin besar sehingga energi yang dihasilkan juga semakin besar energi yang semakin besar mampu mempercepat proses elektrolisis [12] dan dapat pula kita lihat

semakin besar katalis maka semakin cepat waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan hydrogen [13]. Hasil menunjukan bahwa besarnya kuat arus sangat berpengaruh terhadap energi yang dihasilkan sehingga menyebabkan kenaikan pada Ketinggian Api tersebut. Dengan itu maka semakin besar energi yang dihasilkan semakin cepat proses elektrolisis [14].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penambahan katalis berupa garam sebesar 14 gram memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan ketinggian api yang dihasilkan selama proses pembakaran. Ketinggian nyala api menunjukkan tren kenaikan seiring dengan bertambahnya waktu dan jumlah katalis yang digunakan. Pada kondisi optimal, yakni pada menit ke-60, tercatat ketinggian api tertinggi mencapai 16 mm dengan menggunakan kuat arus listrik sebesar 10 ampere.

Hal ini menunjukkan bahwa penambahan jumlah garam sebagai katalis mempercepat proses elektrolisis, yang ditandai dengan semakin tingginya nyala api sebagai indikator meningkatnya produksi gas hidrogen. Dalam konteks ini, efisiensi produksi gas hidrogen mengalami peningkatan seiring peningkatan konsentrasi katalis, yang berimplikasi langsung pada meningkatnya energi hasil reaksi kimia. Reaksi elektrolisis yang lebih efisien menghasilkan lebih banyak gelembung hidrogen dan oksigen dalam waktu yang lebih singkat, sehingga mendukung pembakaran yang lebih intens.

Dengan demikian, dapat dinyatakan bahwa semakin besar energi listrik yang diinjeksikan ke dalam sistem dan semakin tinggi konsentrasi katalis, maka semakin cepat pula proses elektrolisis berlangsung. Hasil ini menunjukkan keterkaitan erat antara variabel kelistrikan, jumlah katalis, dan efisiensi reaksi kimia dalam sistem elektrolitik. Oleh karena itu, pemilihan parameter operasi yang tepat sangat berperan dalam mengoptimalkan produksi energi berbasis elektrolisis untuk berbagai aplikasi, termasuk sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan.

Daftar Pustaka

- [1] I. Sopandi, Y. Hananto, and B. Rudyanto, "Studi Ketebalan Elektroda Pada Produksi Gas HHO (Hidrogen Hidrogen Oksigen) Oleh Generator Hho Tipe Basah Dengan Katalis NaHCO_3 (Natrium Bikarbonat)," *J. Ris. Teknol. dan Produksi*, vol. 8, no. 2, pp. 38–49, Oct. 2015, doi: 10.17969/rtp.v8i2.3007.
- [2] E. Marlina, S. Wahyudi, and L. Yulianti, "Produksi Brown's Gas Hasil Elektrolisis H_2O Dengan Katalis NaHCO_3 ," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 53–58, 2013.
- [3] G. Nurachmad, "Optimalisasi Produksi Hidrogen Melalui Elektrolisis Air sebagai Sumber Energi," 2013.
- [4] I. N. Bimantara, "Pengaruh Konsentrasi Katalis NaHCO_3 Terhadap Produksi Gas Hho Pada Proses Elektrolisis HHO," 2017.
- [5] K. J. Park, J. Zhu, and Z. Zhang, "Influence of aeration rate and liquid temperature on ammonia emission rate and manure degradation in batch aerobic treatment," *Trans. ASAE*, vol. 48, no. 1, pp. 321–330, 2005.
- [6] E. Marlina and others, "Pengaruh Penambahan Gas HHO pada Mesin Bensin Terhadap Emisi dan Konsumsi Bahan Bakar," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 1, pp. 8–19, 2019.
- [7] Y. Wahyono, H. Sutanto, and E. Hidayanto, "Produksi gas hydrogen menggunakan metode elektrolisis dari elektrolit air dan air laut dengan penambahan katalis NaOH ," *Youngster Phys. J.*, vol. 6, no. 4, pp. 353–359, 2017.

- [8] A. R. A. Syukur, “Method and system for sustainable and clean hydrogen energy using water splitting and concentrated sunlight/Abdul Syukur Abdul Rahman,” 2019.
- [9] Y. Setiawan and F. Salam, “Gas hidrogen pada proses elektrolisis terhadap emisi dan konsumsi bahan bakar,” *FLYWHEEL J. Tek. Mesin Untirta*, vol. 1, no. 1, pp. 10–13, 2018.
- [10] A. A. BP and I. K. Nugraheni, “A PERFORMANCE ANALYSIS OF WET TYPEHYDROOM GENERATOR WITH ELECTROLYTE AND ELECTRICAL VARIATION SOLUTIONS IN PRODUCING HHO GAS AS ALTERNATIVE FUEL,” in *Seminar Nasional Riset Terapan*, 2016, pp. C33–C41.
- [11] Y. Setiawan and F. Salam, “Gas hidrogen pada proses elektrolisis terhadap emisi dan konsumsi bahan bakar,” *FLYWHEEL J. Tek. Mesin Untirta*, vol. 1, no. 1, pp. 10–13, 2018.
- [12] A. A. BP and I. K. Nugraheni, “A PERFORMANCE ANALYSIS OF WET TYPEHYDROOM GENERATOR WITH ELECTROLYTE AND ELECTRICAL VARIATION SOLUTIONS IN PRODUCING HHO GAS AS ALTERNATIVE FUEL,” in *Seminar Nasional Riset Terapan*, 2016, pp. C33--C41.
- [13] R. Y. Amri, A. K. Saba, A. Asfarina, and R. S. Putra, “Production of hydrogen gas from biomass oil palm empty fruit bunch using electrolysis method,” in *MATEC Web of Conferences*, EDP Sciences, 2019, p. 6017.
- [14] A. M. Putra, “Analisis produktifitas gas hidrogen dan gas oksigen pada elektrolisis larutan KOH,” *J. Neutrino J. Fis. dan Apl.*, 2010.