



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 1 Tahun 2024 Page 10323-10331

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Perhitungan Energi yang Dibutuhkan Gas HHO dalam Pematangan Air Sebagai Sumber Energi Alternatif

Muhammad Ridwan^{1✉}, Rudina Okvasari², Hendri³

Institut Teknologi – PLN

Email: m.ridwan@itpln.ac.id^{1✉}

Abstrak

Penggunaan minyak bumi sebagai bahan bakar utama dunia memunculkan kekhawatiran terhadap jumlah cadangannya di masa depan. Oleh sebab itu penelitian terus dilakukan untuk menemukan sumber energi alternatif yang dapat mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi tak terbarukan. Selain minyak bumi, gas LPG adalah sumber energi lainnya yang akan mengalami penurunan ketersediaan apabila terus digunakan tanpa dicarikan alternatifnya. Di Indonesia, gas LPG banyak dimanfaatkan sebagai bahan bakar dalam kompor gas rumah tangga. Oleh karenanya penelitian ini dilakukan untuk melihat potensi gas HHO sebagai salah satu bahan bakar alternatif gas LPG. Gas HHO diperoleh setelah memutuskan ikatan hidrogen pada molekul air (H_2O) menggunakan metode elektrolisis. Pemutusan ikatan hidrogen tersebut akan memecah molekul air menjadi molekul hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2) dibantu penggunaan katalis untuk mempercepat prosesnya. Berdasarkan tiga jenis katalis yang digunakan pada pengujian yaitu KOH, NaOH dan $NaHCO_3$ yang paling banyak menghasilkan gas HHO adalah $NaHCO_3$ sebanyak 3 L/m. Berdasarkan volume gas yang dihasilkan tersebut, maka total energi yang dibutuhkan untuk memanaskan 1 Liter adalah 570.000 Joule. Berdasarkan hasil ini diharapkan gas HHO dapat menjadi salah satu pilihan sebagai sumber energi alternatif pada kompor gas rumah tangga.

Kata Kunci: *Gas HHO, Energi Alternatif, Elektrolisis*

Abstract

Nowadays, concern about future fuel reserves arises from the dominance of petroleum as the world's primary energy source. Therefore, research continues to find alternative energy sources that can reduce dependence on non-renewable energy sources. In addition to petroleum, LPG is another energy source that would suffer from reduced availability if it continued to be used without alternatives being sought. In Indonesia, LPG gas is widely used as a fuel for household gas stoves. Therefore, this research was conducted to study the potential of HHO gas as an alternative to LPG gas. HHO gas is produced by breaking the hydrogen bond within water molecules (H_2O) using electrolysis, which can be accelerated by using the catalyst. Among the three kinds of catalysts that are compared, NaOH, KOH, and $NaHCO_3$, the result showed that $NaHCO_3$ was the one that produced the most HHO gas, about 3 L/m. Based on the volume of gas produced, the total energy needed to heat a liter is 570,000 Joules. From this result, the HHO gas was expected to be an alternative energy source that can be used in a gas stove.

Keywords: *HHO Gas, Alternative Energy, Electrolysis*

PENDAHULUAN

Saat ini, ketergantungan dunia pada bahan bakar yang bersumber dari fosil, yang mana jumlah cadangannya semakin, terbatas serta adanya dampak negatif yang dimunculkannya terhadap lingkungan semakin menjadi perhatian utama. Oleh karena itu, diperlukan alternatif sumber energi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan mengurangi dampak perubahan iklim. Energi alternatif semakin penting dalam mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang semakin menipis dan berbahaya bagi lingkungan (Akinlabi, 2019). Salah satu bentuk energi alternatif yang menarik perhatian adalah penggunaan gas HHO sebagai sumber energi. Gas HHO adalah campuran gas hidrogen dan oksigen yang dihasilkan melalui elektrolisis air. Metode elektrolisis merupakan salah satu cara untuk memperoleh gas HHO yang ramah lingkungan dan mudah didapat. Oleh karena itu, penelitian tentang produksi gas HHO menggunakan metode elektrolisis memiliki potensi untuk menjadi solusi alternatif dalam memenuhi kebutuhan energi yang bersih dan berkelanjutan (Jain, 2013), (Lee, 2014)

Pemanfaatan gas HHO sebagai sumber energi alternatif telah banyak dilakukan, terutama dalam aplikasinya dalam kendaraan bermotor (Lee, 2014), (Etsell, 2007), (Das, 2019). Meskipun demikian, potensi dan peluang pemanfaatan gas HHO di bidang lain juga masih terbuka luas. Salah satunya adalah potensinya sebagai alternatif gas LPG. Pada penelitian sebelumnya telah dibuktikan bahwa gas HHO memiliki potensi yang cukup layak untuk digunakan sebagai alternatif dalam menggantikan fungsi gas LPG sebagai bahan bakar kompor gas rumah tangga. Pada penelitian itu dibuktikan bahwa dalam proses

memasak dengan penggabungan gas HHO, dapat mengurangi rata-rata konsumsi gas LPG (Qu, 2019).

Penelitian lainnya menunjukkan bahwa gas HHO dapat digunakan sebagai alternatif gas LPG dalam memasak dengan efisiensi yang baik. Pengujian tersebut menunjukkan gas HHO memiliki kemampuan yang baik dalam memanaskan bahan makanan dengan waktu pemanasan yang relatif cepat. Selain itu, penggunaan gas HHO juga memberikan keuntungan dalam hal kebersihan dan ramah lingkungan, karena tidak menghasilkan emisi polutan yang signifikan (Ghiffari, 2013).

Studi lainnya melibatkan analisis termodinamika dan eksperimental terkait produksi hidrogen dan oksigen dari air menggunakan generator gas Brown. Studi tersebut menggali potensi energi yang dapat dihasilkan oleh gas HHO melalui metode elektrolisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode elektrolisis menggunakan generator gas Brown dapat menghasilkan gas HHO dengan entalpi yang signifikan sehingga memperkuat argument bahwa gas HHO memiliki potensi sebagai sumber energi alternatif yang efisien (Manubinuri, 2010).

Meskipun penelitian sebelumnya telah dilakukan dalam analisis entalpi gas HHO, masih terdapat kebutuhan untuk mengetahui perhitungan entalpi yang dihasilkan oleh gas HHO dengan menggunakan metode elektrolisis sebagai sumber utama pembentukan gas HHO. Selain itu, evaluasi terhadap efisiensi energi dari gas HHO yang dihasilkan dan potensi penggunaannya sebagai alternatif sumber energi juga perlu untuk ditindaklanjuti.

Oleh sebab itu penelitian ini melakukan perhitungan entalpi yang dihasilkan oleh gas HHO yang dibentuk melalui proses elektrolisis air. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih dalam tentang potensi energi yang dapat dihasilkan oleh gas HHO, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi entalpi gas HHO.

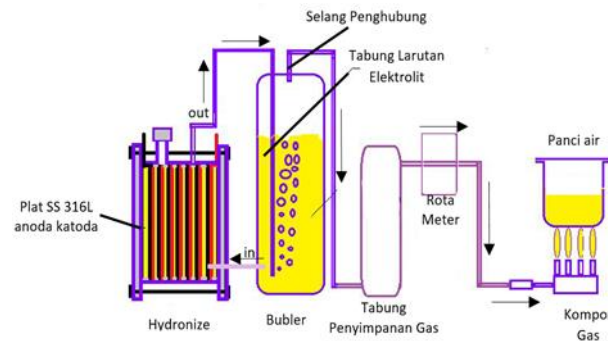
METODE PENELITIAN

Metode Elektrolisis

Elektrolisis merupakan salah satu reaksi kimia yang memanfaatkan arus listrik agar proses reaksinya dapat terjadi. Pada prosesnya diperlukan sejumlah larutan elektrolit yang berfungsi sebagai katalis agar reaksi elektrolisis dapat berlangsung dengan lebih cepat (Chang, 2005), (Das, 2019). Studi sebelumnya menunjukkan bahwa terdapat beberapa jenis larutan elektrolit yang dapat dijadikan sebagai katalis, diantaranya NaOH, KOH, dan NaHCO_3 (Jain, 2013), (Das, 2019), (Qu, 2019). Pada penelitian ini dilakukan proses elektrolisis pada arus listrik yang bervariasi dengan kelipatan sepuluh dari 10A hingga 50A. Hal ini bertujuan untuk melihat besaran arus listrik yang dapat menghasilkan gas HHO dengan

jumlah terbanyak. Di samping itu, akan diperoleh pula korelasi antara kenaikan arus listrik terhadap produksi gas HHO.

Setelah jumlah gas HHO yang dihasilkan diperoleh, kemudian dilakukan pengujian konsumsi gas HHO yang digunakan untuk proses pematangan satu liter air. Berikut ini adalah skema bagaimana proses pengujian ini dilakukan yang ditunjukkan pada gambar berikut ini;



Gambar 1. Rangkaian Pengujain

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa elektrolisis merupakan reaksi kimia yang membutuhkan energi listrik untuk memecah molekul air. Oleh sebab itu perlu diketahui kebutuhan daya listrik selama proses elektrolisis berlangsung. Berikut ditunjukkan rumus yang digunakan untuk menghitung daya dibutuhkan adalah (Lee, 2014) :

$$P = V \times I$$

dimana:

P = daya yang dibutuhkan hydronizer (watt)

V = beda potensial/voltase (Volt)

I = arus listrik (Ampere)

Menentukan katalis KOH, NaOH dan NaHCO₃

Konsentrasi katalis dalam larutan juga mempengaruhi gas yang dihasilkan oleh hydronizer, dimana semakin banyak molekul reaktan yang tersedia, maka kemungkinan terjadinya tumbukan antar reaktan akan semakin besar (Lee, 2014), (Chang, 2005). Hal ini akan meningkatkan kecepatan laju reaksi. Jadi semakin tinggi konsentrasi katalis, maka akan semakin cepat pula daya hantar arus listriknya. Namun perlu diperhatikan pula agar konsentrasi katalis tetap optimal dan tidak berlebihan sehingga dapat memastikan reaksi kimia bisa berlangsung dengan baik (Jain, 2013). Konsentrasi elektrolit yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,5M. Besaran konsentrasi ini merupakan konsentrasi optimum yang dapat menghantarkan arus listrik dengan baik dan stabil selama reaksi elektrolisis berlangsung (Jain, 2013) (Qu, 2019). Terdapat tiga jenis zat elektrolit yang digunakan pada

penelitian ini, yaitu; NaOH (Sodium Hidroksida), KOH (Potasium Hidroksida/Soda Api), dan NaHCO₃ (Baking Soda). Ketiga zat ini dipilih dengan beberapa pertimbangan, diantaranya: (a) tingkat kelarutan yang tinggi di dalam air, (b) dapat terurai sempurna membentuk ion-ion bermuatan saat dilarutkan di dalam air, (c) merupakan zat kimia yang dijual bebas di pasaran sehingga dapat diperoleh dengan mudah.

Laju Produksi Gas HHO (massa gas HHO).

Setelah mengetahui berapa daya yang digunakan maka, persamaan berikut dapat digunakan untuk menghitung laju produksi gas HHO selama proses elektrolisis berlangsung [6]:

$$\dot{m} = Q \times \rho$$

dimana :

\dot{m} = laju produksi gas HHO (kg/s)

Q = debit produksi gas HHO (m³/s)

P = massa jenis HHO (kg/m³)

Data laju produksi gas HHO ini kemudian dapat dijadikan dasar dalam menghitung debit gas HHO selama proses reaksi elektrolisis berlangsung menggunakan persamaan berikut ini (Lee, 2014), (Das, 2019):

$$Q = V/t$$

dimana :

V = Volume gas Terukur (m³)

t = Waktu produksi gas HHO (s)

Perhitungan Entalpi Selama Proses Pematangan Air

Selama berlangsungnya proses elektrolisis, terdapat sejumlah energi yang diterima maupun dilepaskan oleh sistem. Besaran energi ini perlu untuk diketahui agar dapat diperhitungkan entalpi selama proses penggunaan gas HHO yang telah dihasilkan sebagai bahan bakar dalam proses pematangan air. Perhitungan energi tersebut dapat menggunakan persamaan Asas Black berikut ini [(Jain, 2013) (Lee, 2014) (Etsell, 2007) (Das, 2019):

Kesetaraan Kalor yang terjadi: Energi Lepas (W) = Energi Terima (Q)

Energi Lepas (W) = Energi Terima (Q) + Energi Yang Lepas ke lingkungan (EL)

$$P \times t = (m_a \times c_a) \times \Delta T + (m_p \times c_p) \times \Delta T + EL$$

Dimana:

P = Daya (Watt)

T = Waktu (s)

m_a = Massa Air (gr)

C_a = Kalor Jenis Air (kal/gr⁰C)

m_p = Massa Panci (gr)

C_p = Kalor Jenis Panci (kal/gr⁰C)

ΔT = Perbedaan Suhu (⁰C)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah data-data yang didapatkan selama pengujian dimana:

P awal : 1 atm

P akhir : 1 atm

T awal : 29 ⁰(ruanga)

T akhir : 29 ⁰C(ruangan)

Massa Air (m_a)

= 1 liter = 1000 gram

Massa Panci(m_p)

= 1,315 kg = 1315 gram

Panas Jenis Air (c_a)

= 1 kal/gr⁰C

Panas Jenis Panci(c_p)

= 0,11kal/gr⁰C

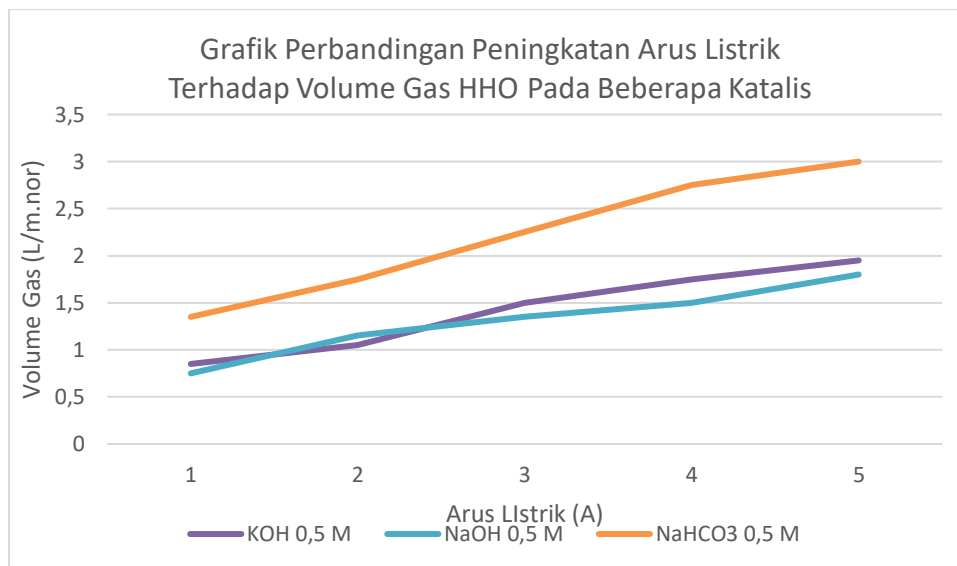
Konstanta Gas Universal

= $0.08206 \frac{\text{L.atm}}{\text{mol.K}}$

Energi entalphi HHO ΔH

= $+ 285,84 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$

Data di atas akan digunakan untuk melihat hubungan antara volume gas HHO yang dihasilkan melalui reaksi elektrolisis dengan variasi jenis larutan elektrolit dan peningkatan arus listriknya. Gas HHO yang dihasilkan akan digunakan untuk memanaskan satu liter air.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Peningkatan Arus Listrik Terhadap Volume Gas HHO yang Dihasilkan Pada Beberapa Katalis

Pada Gambar 2 diperlihatkan bagaimana hubungan antara peningkatan arus listrik yang digunakan pada reaksi elektrolisis terhadap volume gas HHO yang dihasilkan saat menggunakan katalis KOH (0,5 M), NaOH (0,5M) dan NaHCO₃ (0,5M) dengan konsentrasi yang sama. Dari data tersebut terlihat bahwa pada setiap kenaikan arus listrik yang telah diterapkan, terdapat tren positif pada volume gas HHO yang dihasilkan.

Pada gambar 2 juga memperlihatkan bahwa pada konsentrasi yang sama gas HHO yang dihasilkan KOH (0,75 L/m), NaOH (0,65 L/m) dan NaHCO₃ (1,15 L/m) dengan arus listrik sebesar 10A 12V. Begitu juga sebaliknya pada saat dengan arus listrik sebesar 50A 12V gas HHO yang dihasilkan KOH (1,95 L/m), NaOH (1,8 L/m) dan NaHCO₃ (3 L/m). Data ini mengungkapakan bahwa katalis NaHCO₃ adalah larutan elektrolit yang dapat memproduksi gas HHO dengan volume paling banyak.

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, penggunaan variasi arus listrik juga menunjukkan bahwa volume gas HHO yang dihasilkan meningkat saat arus listrik yang diberikan semakin besar. Kondisi terbaik untuk menghasilkan gas HHO pada variasi arus listrik adalah ketika arus listrik yang diberikan sebesar 50 A. Ini menunjukkan bahwa kecepatan laju reaksi dipengaruhi oleh arus listrik yang diberikan, sehingga molekul air dapat membentuk gas HHO dengan lebih cepat.

Analisa Effisiensi Energi untuk Memasak 1 Liter Air

Diketahui : 1 Ws = 1 Joule

Kesetaraan Kalor yang terjadi:

Energi Lepas (W) = Energi Terima (Q)

Energi Lepas (W) = Energi Terima (Q) + Energi Yang Lepas Kelingkungan (EL)

$$P \times t = (m_a \times c_a) \times \Delta T + (m_p \times c_p) \times \Delta T + EL$$

$$600 \text{ W} \times 950 \text{ s} = (1000 \text{ gr} \times 1 \text{ kal/gr}^\circ\text{C} + 1315 \text{ gr} \times 0,11 \text{ kal/gr}^\circ\text{C}) \times (90^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C})$$

$$570000 \text{ Ws} = 1144,65 \text{ kal}^\circ\text{C} \times 60^\circ\text{C}$$

$$570000 \text{ Ws} = 68679 \text{ kal} \times 4,2 + EL$$

$$EL = 570000 \text{ Ws} - 288451,8 \text{ Joule}$$

$$EL = 281548,2 \text{ Joule}$$

Dari perhitungan diatas energi yang digunakan untuk memasak satu liter air sebesar 570000 Ws (energi yang dilepaskan), 288451,8 Joule (energi yang diterima) dan 281548,2 Joule (energi yang lepas ke lingkungan). Pemanfaatan gas HHO sebagai alternatif bahan bakar gas dapat mengurangi ketergantungan terhadap energi yang bersumber dari bahan bakar fosil. Gas HHO dipilih sebagai alternatif sumber energi didasarkan pada beberapa pertimbangan, diantaranya; gas HHO lebih ramah lingkungan dan lebih mudah direproduksi. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi energi dengan cara menginjeksikan gas HHO (*Brown gas*) sebagai pengganti LPG pada kompor gas. Pengujian yang dilakukan telah sesuai dengan kebutuhan rumah tangga yang diuji untuk memanaskan satu liter air, gas HHO ini diharapkan dapat menjadi salah satu sumber energi alternatif dengan biaya produksi yang murah, sehingga dapat digunakan pada kompor gas rumah tangga.

SIMPULAN

Volume gas HHO yang diproduksi melalui metode elektrolisis mengalami peningkatan seiring dengan semakin banyak arus listrik yang diberikan.

1. Besar arus listrik yang digunakan selama pengujian untuk menghasilkan gas HHO sebanyak 3 L/m adalah 600 Watt, dimana besarnya arus listrik yang digunakan sebesar 50A/12V dan larutan elektrolit yang digunakan yaitu NaHCO_3 .
2. Energi yang digunakan untuk memasak satu liter air sebesar 570000 Ws.

DAFTAR PUSTAKA

- Akinlabi, E. T., Akinlabi, S. A., & Adetunji, O. R. (2019). An overview of the production of HHO gas and its use in internal combustion engines. *Journal of Energy Storage*, 25, 100843.
- Jain, D., Jain, A., Satsangi, P. S., & Agrawal, R. C. (2013). Thermochemical and Experimental Analysis of Hydrogen and Oxygen from Water by Brown's Gas Generator. *Journal of Energy*, 358172.
- Lee, H., Kwon, S., & Park, S. (2014). Performance of a Hydrogen-Oxygen Fuel Cell Using

- Hydrogen Generated by Water Electrolysis. *Journal of Electrochemical Science and Technology*, 5(4), 119-123.
- Etsell, T. H. (2007). Measurement of the Enthalpy of Combustion of Hydrogen-Oxygen Mixtures. *Journal of Combustion and Flame*, 152(1-2), 169-178.
- Das, S., & Haldar, S. (2019). Experimental Investigation of Hydroxy (HHO) Gas as a Cooking Fuel. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 8(7), 235-239.
- Qu, Z., Cao, W., Li, X., & Zheng, G. (2019). Experimental Study on the Energy Characteristics of HHO-Air Mixtures in a Cooking Stove. *Journal of Energy Conversion and Management*, 194, 414-423, 2019.
- Chang, Raymond., (2005). Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga Jilid II. Penerbit Erlangga. Jakarta. 219.
- Ghiffari, Y. A. dan Kawano, D. S. (2013). 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 1(1)*. 1-6.
- Riza, Mukhlissatur. (2009). Pengaruh Kuat Arus Terhadap Produksi gas Hidrogen Melalui Metode Elektrolisis pada Kompor Bahan Bakar Air. *Thesis S2 Teknik Mesin UMM*. Malang.
- Manubinuri, Sulis. (2010). Pengujian Elektrolisis Dengan Variasi Konsentrasi, Tegangan, Luasan Dan Temperatur Pada Sistem Brown Gas. *Thesis S2 Teknik Mesin ITS*, Surabaya.