

# Efektivitas Tegangan Terhadap Produksi Gas Hidrogen Melalui Proses Elektrolisis Air Laut

Muhammad Wahyu Aditya<sup>1</sup>, Erlinawati<sup>2</sup>, Ida Febriana<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Energi, Politeknik Negeri Sriwijaya

e-mail: wahyuaditya4614@gmail.com

## Abstrak

Krisis energi yang melanda Indonesia dikarenakan jumlah penduduk semakin meningkat berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar. Salah satu penelitian mengenai pemanfaatan bahan bakar hidrogen dengan proses elektrolisis. Produksi gas hidrogen dari air laut yang mengandung natrium klorida (NaCl) merupakan cara yang dapat dilakukan untuk mendapatkan gas hidrogen. Katalis yang digunakan pada penelitian adalah kalium hidroksida (KOH). Penelitian ini menggunakan proses elektrolisis air dengan memvariasikan tegangan dan jumlah sel elektroda, elektrolit yang digunakan air laut dengan salinitas 5 ppt dan larutan KOH 0,018 M. Variasi tegangan yang digunakan adalah 10, 11, 12, dan 13 Volt, sedangkan variasi jumlah sel elektroda yang digunakan adalah 6, 8, dan 10. Semakin besar tegangan listrik dan jumlah sel elektroda yang digunakan maka semakin besar jumlah produksi gas yang dihasilkan. Hasil tertinggi yang didapatkan yaitu variasi tegangan 13 Volt dan 10 sel elektroda dengan jumlah produksi gas hidrogen sebanyak 127,211 ml dan efisiensi sebesar 36,38 %.

**Kata kunci:** *Elektrolisis, Hidrogen, Sel Elektroda, Tegangan*

## Abstract

Indonesia's energy crisis, exacerbated by a surging population, is impacting fuel consumption, prompting research into alternative solutions like hydrogen fuel through electrolysis. The study focuses on producing hydrogen gas from seawater with sodium chloride (NaCl), utilizing potassium hydroxide (KOH) as a catalyst. The research involves water electrolysis, varying voltage (10, 12, 13 Volts) and electrode cells (6, 8, and 10). Seawater with 5 ppt salinity and a 0.018 M KOH solution serve as the electrolyte. The greater the electric voltage and the number of electrode cells used, the greater the amount of gas production produced, with optimal results at 13 Volts and 10 cells, yielding 127,211 ml of hydrogen gas at an efficiency of 36.38%.

**Keywords :** *Electrolysis, Electrode Cell, Hydrogen, Voltage*

## PENDAHULUAN

Krisis energi yang melanda Indonesia dikarenakan jumlah penduduk yang semakin meningkat berpengaruh langsung terhadap konsumsi bahan bakar. Di sisi lain, isu lingkungan global yang menuntut tingkat kualitas lingkungan yang lebih baik, mendorong berbagai pakar energi untuk mengembangkan energi yang lebih ramah lingkungan dan mendukung keamanan pasokan keseimbangan.

Sebagai upaya dalam hal penghematan BBM guna mengatasi krisis ketersediaan energi, maka perlu adanya pengembangan-pengembangan energi alternatif terbarukan untuk memenuhi kebutuhan pasokan energi dalam negeri ini. Salah satu penelitian mengenai energi terbarukan pada saat ini dikembangkan adalah pemanfaatan bahan bakar hidrogen (Ekapitingrum, 2015).

Hidrogen sangat dimungkinkan menjadi alternatif bahan bakar masa depan. Menurut Ganefri (2020), Hidrogen merupakan komoditas kimia yang penting bagi proses manufaktur sehingga produksinya sebagai bahan bakar tidak boleh ditunda penerapannya

terutama di Indonesia. Di dalam bumi sendiri gas hidrogen bersenyawa dengan unsur oksigen yang membentuk senyawa  $H_2O$  yang sering juga disebut dengan air. Dalam hal pembakaran gas hidrogen menghasilkan energi yang cukup besar. Hidrogen tidak tersedia di bumi dalam keadaan bebas melainkan diproduksi secara industri sehingga harga akhir dari gas hidrogen ditentukan melalui proses produksi yang digunakan (Vanags dkk, 2012).

Gas hidrogen ( $H_2$ ) dapat diperoleh salah satunya dengan metode elektrolisis air. Pemisahan gas hidrogen ( $H_2$ ) dari molekul air dengan cara memasukkan arus listrik dengan besaran yang sesuai sehingga gas oksigen dan hidrogen dapat terpisahkan.

Elektrolisis air adalah peristiwa penguraian senyawa air ( $H_2O$ ) menjadi gas hidrogen ( $H_2$ ) dan oksigen ( $O_2$ ) dengan menggunakan arus listrik yang melalui air tersebut. Gas  $H_2$  sangat potensial digunakan sebagai sumber energi karena sifatnya yang ramah lingkungan (Suryanto dkk, 2021). Produksi gas hidrogen dari air laut yang mengandung natrium klorida ( $NaCl$ ) merupakan cara yang dapat dilakukan untuk mendapatkan gas hidrogen.  $NaCl$  yang terkandung dalam air laut berfungsi sebagai katalis secara alami.  $NaCl$  belum maksimal dalam membantu proses penguraian ikatan hidrogen dan oksigen di dalam air. Sehingga, dibutuhkan tambahan katalis berupa elektrolit kuat yang memiliki pH asam atau basa lain yang dapat memaksimalkan proses penguraian ikatan hidrogen dan oksigen di dalam air (Wahyono et al., 2017).

Berdasarkan penelitian Muthaharussayidun, dkk (2019), dilakukan proses elektrolisis plasma air laut dengan penambahan katalis  $KOH$  dan variasi tegangan listrik. Dalam penelitian ini menyebutkan bahwa ada pengaruh tegangan listrik yang digunakan pada proses elektrolisis air laut dan katalis  $KOH$  terhadap laju produksi gas hidrogen yang dihasilkan yang ditunjukkan dengan hasil terendah pada tegangan 125 Volt yaitu 115,5 ml dan hasil tertinggi pada variasi tegangan 225 Volt yaitu 149,43 ml.

Penelitian lainnya oleh Lestari, dkk (2022), dilakukan proses elektrolisis air laut dengan variasi katalis berupa  $HCl$ ,  $HNO_3$ , dan  $H_2SO_4$  serta variasi jumlah elektroda sebanyak 2, 4, 6, 8, dan 10. Dalam penelitian ini menyebutkan bahwa ada pengaruh jumlah elektroda terhadap produksi jumlah gas hidrogen pada air laut yang ditunjukkan dengan hasil tertinggi pada variasi jumlah elektroda 10 sebesar 6,69 gr dengan katalis  $HCl$ , 5,64 gr dengan katalis  $HNO_3$ , dan 7,01 gr dengan katalis  $H_2SO_4$ .

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Wahyono, dkk (2017), dilakukan proses elektrolisis air dan air laut dengan variasi tegangan yaitu 3 volt, 6 volt, dan 12 volt. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi gas  $H_2$  dengan konsentrasi tertinggi diperoleh pada elektrolisis aqua DM +  $NaCl$  +  $NaOH$  dengan tegangan 12 volt 4500 ppm. Produksi gas  $H_2$  pada elektrolisis aqua DM, aqua DM +  $NaCl$ , dan aqua DM +  $NaOH$  tidak terdeteksi adanya gas pencemar seperti  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $HC$ ,  $NO$  yang terdeteksi hanya gas oksigen ( $O_2$ ) secara berurutan nilainya 20,92 %vol, 21,04 %vol, dan 21,11 %vol.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka penelitian kali ini dilakukan proses elektrolisis air dengan memvariasikan tegangan dan jumlah sel elektroda untuk mendapatkan proses elektrolisis yang paling optimal dalam memproduksi hidrogen.

## **METODE**

Pada penelitian ini, dilakukan beberapa tahapan untuk melakukan proses elektrolisis yaitu:

### **Pengukuran Kadar Salinitas**

Sebelum proses elektrolisis dilakukan, terlebih dahulu air laut murni diukur nilai salinitasnya menggunakan Salinity Refractometer, kemudian dilanjutkan dengan proses pengenceran air laut dan nilai salinitasnya diukur kembali.

### **Proses Elektrolisis**

Proses elektrolisis dilakukan menggunakan alat elektrolisis dengan jenis sel elektroda Stainless Steel 304. Proses ini menggunakan 4 variasi tegangan yakni 10 V, 11 V, 12 V, dan 13 V dan variasi jumlah sel elektroda yakni 6, 8, dan 10 buah pada masing – masing reaktor dengan penambahan  $KOH$  0,018 M. Elektrolisis dilakukan dengan waktu 120 detik sebanyak 4x

dimana 3x proses awal dilakukan pelepasan gas ke lingkungan agar O<sub>2</sub> yang terkandung dalam tabung penampungan dapat diminimalisir sehingga gas hasil elektrolisis mengandung banyak gas H<sub>2</sub>. Selanjutnya, dilakukan pengamatan pada tekanan gas, temperatur, arus, daya yang dihasilkan selama proses elektrolisis dan mencatatnya hasil pengukuran).

### Analisis Gas

Setelah proses elektrolisis, dilakukan proses analisa gas menggunakan alat Gas Analyzer di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya guna mengetahui kandungan-kandungan yang terdapat dalam gas hasil elektrolisis.

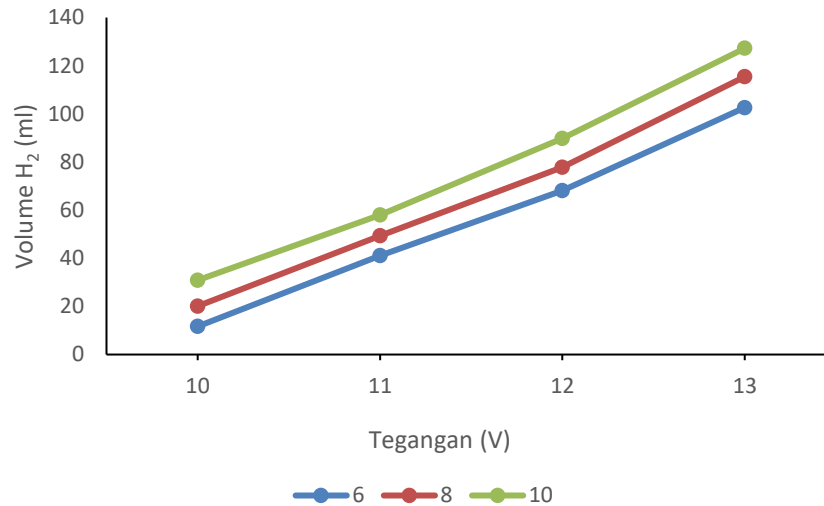
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian elektrolisis air laut dengan variasi tegangan listrik untuk memproduksi gas hidrogen yang dihasilkan, maka diperoleh hasil dari pengaruh tegangan terhadap produksi gas yang dihasilkan. Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tegangan (V)	Sel Elektroda	Arus (Ampere)	Volume H <sub>2</sub> (ml)	Konsumsi Energi (Joule)	Efisiensi Alat (%)
10	6	1,41	11,668	1692	8,80
	8	1,56	20,106	1872	13,71
	10	1,71	30,872	2052	19,20
11	6	1,75	41,040	2310	22,67
	8	1,89	49,376	2494,8	25,26
	10	2,05	58,021	2706	27,36
12	6	2,08	68,084	2995,2	29,01
	8	2,23	77,840	3211,2	30,93
	10	2,45	89,743	3528	32,46
13	6	2,47	102,595	3853,2	33,98
	8	2,71	115,412	4227,6	34,84
	10	2,86	127,211	4461,6	36,38

### Pengaruh Tegangan Terhadap Volume Gas Hidrogen yang Dihasilkan

Dari hasil perhitungan jumlah gas yang dihasilkan selama proses elektrolisis yang kemudian dikonversikan ke grafik, dan dapat dilihat pada Gambar 1.

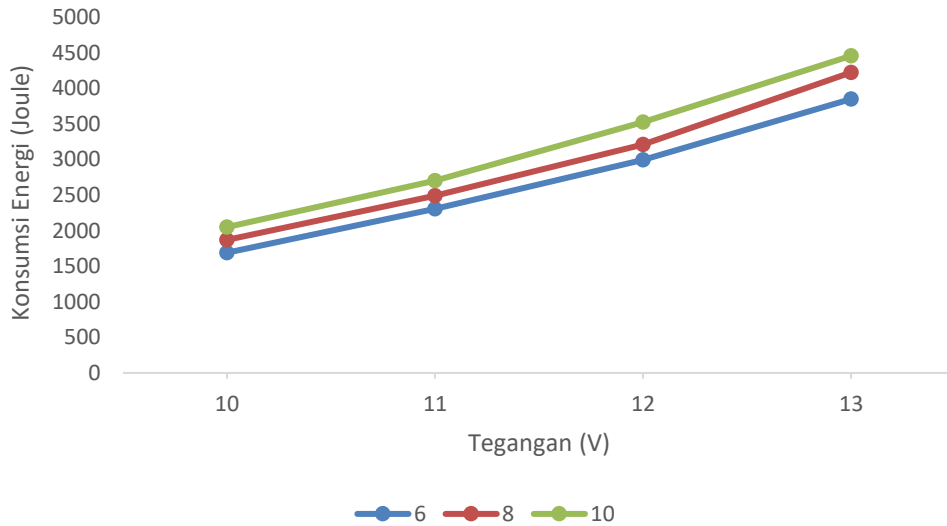


**Gambar 1. Grafik Pengaruh Tegangan Terhadap Volume Gas Hidrogen**

Dari grafik diatas dapat dilihat pengaruh tegangan terhadap volume gas hidrogen pada proses elektrolisis yang dilakukan selama 120 detik. Pada Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa pada 6 sel elektroda pada tegangan 10 Volt gas yang dihasilkan adalah 11,7 ml, kemudian jumlah gas tersebut mengalami kenaikan pada 8 dan 10 sel elektroda sebesar 20,106 ml dan 30,872 ml. Begitu juga pada 6 sel elektroda, produksi jumlah gas hidrogen dengan tegangan 11 Volt, 12 Volt, dan 13 Volt mengalami kenaikan berturut-turut yaitu 41,040 ml, 68,084 ml, dan 102,595 ml. Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh tegangan listrik terhadap jumlah produksi gas hidrogen yang dihasilkan karena dua molekul air bereaksi dengan menangkap 2 elektron pada katoda yang terinduksi menjadi gas (H<sub>2</sub>) dan ion hidroksida (H<sup>-</sup>) akan semakin cepat. Menurut Fajri, dkk (2022) tinggi rendahnya tegangan akan mempengaruhi jumlah gas yang didapat, semakin besar tegangan yang diberikan maka volume gas hidrogen yang dihasilkan juga semakin besar, begitu pula sebaliknya semakin rendah tegangan maka semakin sedikit volume gas hidrogen yang di dapat. Hal ini berbanding lurus dengan bunyi hukum Faraday I: Jumlah zat yang dihasilkan pada elektroda berbanding lurus dengan jumlah arus listrik yang melalui elektrolisis (Fazlunnazar, dkk., 2020). Sehingga jumlah gas hidrogen paling banyak terdapat pada tegangan 13 Volt dan 10 sel elektroda yaitu sebesar 127,211 ml.

### **Pengaruh Sel Elektroda Terhadap Konsumsi Energi yang Digunakan pada Proses Elektrolisis**

Dari hasil perhitungan konsumsi energi yang dihasilkan selama proses elektrolisis yang kemudian dikonversikan ke grafik, dan dapat dilihat pada Gambar 2.

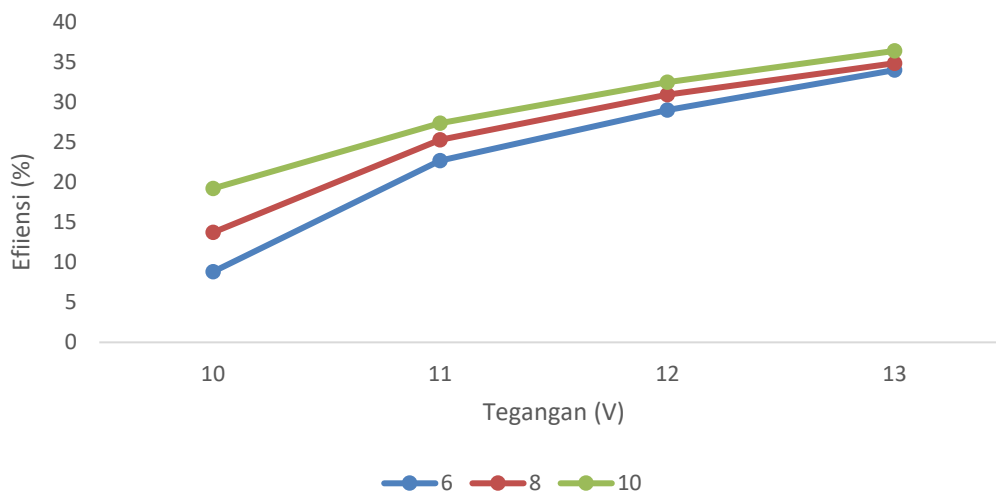


**Gambar 2. Pengaruh Jumlah Sel Elektroda Terhadap Konsumsi Energi yang Digunakan Pada Elektrolisis**

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa penambahan jumlah sel elektroda pada proses elektrolisis menghasilkan jumlah energi yang meningkat pada setiap besarnya tegangan. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa pada 6 sel elektroda pada tegangan 10 Volt gas yang dihasilkan adalah 1692 Joule, kemudian besar energi tersebut mengalami kenaikan pada 8 dan 10 sel elektroda sebesar 1872 Joule dan 2052 Joule. Begitu juga pada tegangan 11 Volt, produksi jumlah gas hidrogen dengan 6, 8, dan 10 sel elektroda mengalami kenaikan berturut-turut yaitu 2310 Joule, 2494,8 Joule, dan 2706 Joule. Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh jumlah elektroda terhadap konsumsi energi yang digunakan. Menurut Erlinawati, dkk (2014) jumlah sel elektroda berpengaruh terhadap arus listrik yang terdistribusi pada masing-masing sel elektroda, semakin banyak jumlah sel elektroda, maka arus yang disuplai akan terbagi pada setiap sel semakin banyak. Sehingga didapatkan konsumsi energi tertinggi pada 10 sel elektroda dengan tegangan 13 Volt yaitu sebesar 4461,6 Joule.

### **Pengaruh Tegangan Terhadap Efisiensi Produksi Gas Hidrogen**

Pada proses elektrolisis dengan variasi tegangan listrik didapatkan efisiensi pada Tabel 1 dan dikonversi ke grafik, dan dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3 Grafik Pengaruh Tegangan Terhadap Efisiensi Alat pada Proses Elektrolisis**

Dari grafik diatas menunjukkan pengaruh tegangan dan energi terhadap efisiensi elektrolisis pada produksi gas hidrogen selama 120 detik relatif meningkat, apabila dilihat dari tegangan yang sama dengan jumlah sel elektroda yang berbeda. Hal ini terjadi karena produksi hidrogen yang semakin meningkat mempengaruhi penggunaan energi yang semakin besar yang ditunjukkan oleh arus yang terus menerus meningkat. Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa pada 6 sel elektroda pada tegangan 10 Volt gas yang dihasilkan adalah 8,80 %, kemudian besar energi tersebut mengalami kenaikan pada 8 dan 10 sel elektroda sebesar 13,71 % dan 19,20 %. Begitu juga pada tegangan 11 Volt, produksi jumlah gas hidrogen dengan 6, 8, dan 10 sel elektroda mengalami kenaikan berturut-turut yaitu 22,67 %, 25,26 %, dan 27,36 %. Sehingga didapatkan konsumsi energi tertinggi pada 10 sel elektroda dengan tegangan 13 Volt yaitu sebesar 36,38 %. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Syawalian (2019) bahwa semakin tinggi tegangan dan kuat arus listrik yang diberikan, maka semakin tinggi efisiensi alat pada proses elektrolisis.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan serta telah dilakukan pengambilan data, maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tegangan maka semakin banyak juga produk gas yang dihasilkan serta didukung adanya penambahan jumlah sel elektroda yang membuat produksi gas semakin banyak. Produksi gas hidrogen tertinggi yaitu sebesar 8127,211 ml. Sedangkan produksi gas hidrogen terendah yaitu sebesar 11,668 ml.

Konsumsi energi terendah yaitu sebesar 1692 Joule dan konsumsi energi tertinggi yaitu sebesar 4461,6 Joule. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah sel elektroda maka semakin besar juga jumlah arus listrik yang disuplai ke reaktor yang menyebabkan pemakaian energi semakin besar juga.

Efisiensi terendah yaitu sebesar 8,80 %. Sedangkan efisiensi tertinggi yaitu sebesar 36,38 %. semakin banyak produksi gas hidrogen yang dihasilkan sebanding dengan semakin besar pula energi yang diperlukan, yang menyebabkan nilai SEC semakin kecil yang mempengaruhi nilai efisiensi yang semakin naik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ekaptiningrum. 2009. Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan Atasi Krisis Energi. UGM Publishing.
- Erlinawati, Ahmad Zikri., dan Ahmad Mudzakkir. 2014. Pengaruh Suplai Listrik dan Jumlah Sel Elektroda Terhadap Produksi Gas Hidrogen dengan Elektrolit Asam Sulfat. *Jurnal Kinetika, Vol. 5. No. 1.* Palembang.
- Fajri, M. F., Hakim, L., & Malikussaleh, U. (2022). Produksi Gas Hidrogen Menggunakan Metode Elektrolisis Fotovoltaik (Pv) Dari Air Laut Menggunakan Elektroda Graphite. 889–897.
- Fazlunnazar, M., Hakim, L., Meriatna, Sulhatun, & Aminullah, M. M. (2020). Produksi Gas Hidrogen dari Air Laut dengan Metode Elektrolisis Menggunakan Elektroda Tembaga dan Alumunium (Cu dan Al). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 9(1), 58-66.
- Ganfrie, R. 2020. Hidrogen Sebagai Bahan Bakar Masa Depan Bagi Sektor Transportasi. SMK Banih Saleh Publishing.
- Lestari, A.,Kurniasih, Y., Indah, D.R., & Ahmadi. (2022). Pengaruh Variasi Jumlah Elektroda dan Jenis Katalis terhadap Produksi Gas Hidrogen Pada Elektrolisis Air Laut. *Jurnal Pendidik Indonesia*, 5(2), 562-572.
- Muthaharussayidun., Anis,S., & Aryadi,W. (2019). Uji Produksi Gas Hidrogen melalui Elektrolisis Plasma Air Laut dengan Katalis KOH dan Zat Aditif Etanol. *Jurnal Inovasi Mesin*, 1(1), 14-21.
- Suryanto, B., Hanim, U., & Adiansyah. (2021). Sistem Pemantauan Gas H<sub>2</sub> dengan Metode Elektrolisis. *Jurnal Analisis Laboratorium Medik*, 6(2), 107-111.
- Syawalian, M. A. R., Yohana, Y., & Kahar, A. (2019). Pengaruh Kuat Arus dan Tegangan Terhadap Perubahan Kandungan Logam pada Lindi TPA Sampah dengan Metode Elektrolisis. *Jurnal Chemurgy*, 3(1), 6.

- Vanags, M., Kleperis, J., & Bajars, G. (2012). *Water Electrolysis with Inductive Voltage Pulses*. October.
- Wahyono, Y., Sutanto, H., & Hidayanto, E. (2017). Produksi Gas Hydrogen Menggunakan Metode Elektrolisis dari Elektrolit Air dan Air Laut dengan Penambahan Katalis NaOH. *Youngster Physics Journal*, 6(4), 353–359.