

PENGARUH JUMLAH KEPINGAN DAN JENIS MATERIAL TERHADAP LAJU PRODUKSI HIDROGEN

Mochamad Taufik (Mahasiswa)¹⁾, Ir. Gatut Priyo Utomo, M.Sc
(Dosen Pembimbing)²⁾
Program Studi Teknik Mesin dan Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya¹

Email : taufikmoch42@gmail.com¹⁾

ABSTRAK

Gas HHO ialah suatu proses pemecahan molekul air (H₂O) murni menjadi gas Hidrogen (H₂) dan Oksigen (O) yang melewati sebuah proses penguraian yaitu elektrolisis. Banyak atau sedikitnya produksi suatu gas HHO ini diantaranya ialah dipengaruhi oleh luasan elektroda. Penelitian ini memiliki tujuan ialah untuk mengetahui dampak yang dihasilkan dari berbagai variasi jumlah kepingan elektrode yang digunakan pada proses produksi gas HHO, dalam penggunaannya memanfaatkan daya listrik yang dialirkan pada elektroda ke dalam air yang bersumber dari power supply 12 Volt 30 Ampere. Elektroda yang digunakan memiliki tiga variasi utama yaitu bahan Stainless Steel tipe 316, Titanium, dan Aluminium. Tentu saja dari berbagai variasi material pasti berbeda dari dengan yang lain. Mengacu pada perhitungan kecepatan produksi gas hidrogen dari ke tiga variasi proses elektrolisis adalah sebagai berikut variasi tiga keping material ST 316 ialah $0,78 \times 10^{-3}$ L/s, sedangkan pada variasi dua keping ialah $0,54 \times 10^{-3}$ L/s. Setelah itu pada variasi tiga keping material Titanium mencapai angka ialah $0,8 \times 10^{-3}$ L/s, sedangkan pada variasi dua keping ialah $0,62 \times 10^{-3}$ L/s. Selanjutnya variasi tiga keping material Aluminium mencapai angka ialah $0,65 \times 10^{-3}$ L/s, sedangkan pada variasi dua keping ialah $0,47 \times 10^{-3}$ L/s. Seperti pada percobaan tersebut maka yang paling cepat dalam produksi hidrogennya ialah pada material Titanium yang memiliki jumlah tiga keping dengan capaian ialah $0,8 \times 10^{-3}$ L/s.

Kata-kata kunci: gas HHO, elektrolisis, stainless steel, Titanium, Aluminium, power supply 12 Volt 30 Ampere.

ABSTRACT

HHO gas is a process of splitting pure water molecules (H₂O) into hydrogen (H₂) and oxygen (O) gas which goes through a decomposition process, namely electrolysis. Much or at least the production of an HHO gas is influenced by the area of the electrode. The aim of this study is to determine the impact of various variations in the number of electrode pieces used in the HHO gas production process, in its use utilizing the electrical power supplied to the electrodes into the water sourced from a 12 Volt 30 Ampere power supply. The electrodes used have three main variations, namely Stainless Steel type 316, Titanium, and Aluminum. Of course, from various variations of material, it must be different from the others. Referring to the calculation of the speed of hydrogen gas production from the three variations of the electrolysis process, the variations of three pieces of ST 316 material are 0.78×10^{-3} L/s, while the variation of two pieces is 0.54×10^{-3} L/s. After that, the variation of three pieces of Titanium material reached a figure of 0.8×10^{-3} L/s, while in the variation of two pieces it was 0.62×10^{-3} L/s. Furthermore, the variation of three pieces of Aluminum material reaches a number of 0.65×10^{-3} L/s, while the variation of two pieces is 0.47×10^{-3} L/s. As in the experiment, the fastest hydrogen production is in the Titanium material which has a total of three pieces with an achievement of 0.8×10^{-3} L/s.

Keywords: HHO gas, electrolysis, stainless steel, Titanium, Aluminum, 12 Volt 30 Ampere power supply.

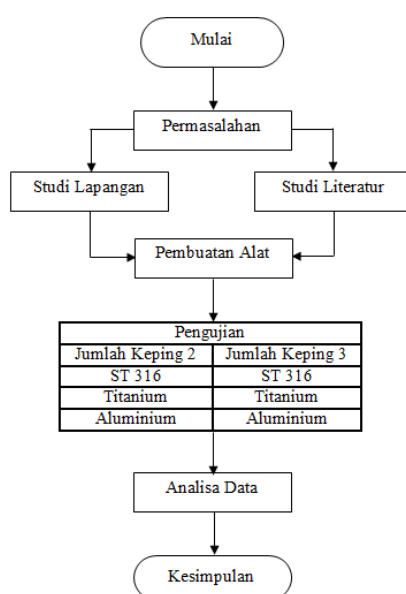
Pendahuluan

Elektrolisis air yang menggunakan suatu energi dari sebuah power supply 12 Volt 30 Ampere ini perlu penyesuaian dengan kebutuhan / waktu pemanfaatan suatu molekul HHOnya tersebut, semisal untuk alternatif BBM. Oleh karena itu, diperlukan waktu untuk proses elektrolisisnya yang cukup agar efektif dalam proses elektrolisisnya. Karena energinya berasal dari power supply maka cara pemanfaatannya bisa direkayasa dalam suatu proses elektrolisis salah satunya ialah dengan membuat variasi luasan elektroda yang dipakai yang mampu mempengaruhi suatu produksi HHOnya sesuai dengan yang diperhitungkan atau dibutuhkan.

Marlina. (2013) melakukan penelitian bahwa generator HHO yang memiliki energi dari baterai 12 volt 24 ampere dengan konduktor listrik yang terbuat dari katoda dan anoda stainless steel yang divariasikan dengan dicampurkan NaHCO₃ (Sodium bicarbonate), selesainya diujikan data dari suatu katalis diperoleh persentase hingga mencapai 12,5% yang terdapat efisiensi generator HHO yang mencapai 21,2% dan besarnya pemanfaatan daya laju produksi/laju aliran gas HHO (Brown's gas) serta efisiensi generator HHO meningkat seiring dengan peningkatan persentase NaHCO₃. Pada penelitian ini tidak ada masalah pengaruh luas elektroda terhadap proses elektrolisis. Oleh karena itu, Marlina memberikan masukan untuk mengkaji pengaruh luas elektroda terhadap produksi HHO.

Wahyono (2016) pembuatan pada elektroliser sebagai suatu alat ujinya hanya dengan 2 variasi luasannya. Pada variasi ini hanya pada permukaan depan belakang saja, sisi lain seperti sisi samping kanan, kiri, atas, tidak terlalu diperhatikan. Oleh karena itu, kurang akurat dalam penelitiannya, serta arus listrik yang dialirkan tidak langsung atau dengan sambungan, sehingga kemungkinan besar terjadinya hambatan arus. Belu lagi arus yang dialirkan hanya 10 Amper saja dan konsentrasi air menggubakan katalis KOH, yang menyebabkan pengaruh suatu luasannya memiliki akusrasi yang rendah terhadap produksi HHOnya, semakin banyak katalis yang di larutkan maka semakin banyak pula HHO yang dihasilkan.

Metode



Pada penelitian ini menggunakan metode studi dari berbagai referensi dan juga studi

lapangan sekaligus mengambil beberapa data yang diambil pada saat percobaan. Berikut dokumentasi hasil percobaan pada penelitian ini :



Gambar 4. Gelembung Gas HHO



Gambar 5. Reaksi Elektrolisis Air



Gambar 6. Percobaan Variasi Pertama



Gambar 7. Pembuktian Adanya Hidrogen

Hasil dan Pembahasan

Data Volume Dari Variasi Material ST 316

Berdasarkan tabel di bawah ini adalah hasil dari informasi eksplorasi jumlah satu chip disimpan seperti jarum jam atau 1800 detik dalam siklus eksekusi selama satu setengah jam dengan batas waktu yang telah ditentukan, dalam 30 menit pertama volume mencapai 1268.1 ml, mengembang hingga 30 menit. Sampai 60 hingga mencapai puncaknya menyentuh angka 1480 ml kemudian terjadi demosi secara pelan-pelan hingga ke angka 1450 ml pada menit ke 90 begitu seterusnya. Bila diamati dari sudut tegangannya stabil yaitu 12V sampai 30 menit pertama lalu terjadi tren demosi hingga akhir penelitian. Jika kita amati pada pada arus listriknya di 30 menit pertama mencapai anhgka 1,5 Ampere hingga menit ke 90 mengalami kenaikan yaitu 1,7 Ampere. Terjadi naik turun pada arus listrik selama proses elektrolisis.

Sedangkan jumlah dua buah berdasarkan tabel di bawah adalah efek lanjutan dari informasi eksplorasi yang direkam setiap 30 menit bisa dikatakan 1800 detik pada proses pelaksanaannya selama 90 menit batas dengan waktu yang ditentukan, pada 30 menit pertama volumenya mencapai angka sebesar 1190 ml. Pada menit ke 60 mengalami penurunan hingga menyentuh angka 990 ml kemudian terjadi hingga ke angka 730 ml pada menit ke 90 begitu seterusnya. Bila diamati dari sudut tegangannya cenderung stabil yaitu 11V sampai 12 V hingga akhir penelitian, pada arus listriknya cenderung naik turun di angka 1,2 Ampere kemudian meningkat pada menit ke 60 mencapai 1,9 Ampere. Baru kemudian demosi pada angka 1,1 Ampere pada menit 90 sampai akhir penelitiannya.

Jumlah Kepingan	Waktu (Menit)	Waktu (detik)	Volume (ml)	Tegangan (v)	Arus (A)	P Ke (v xA)
3	30	1800	1389	11	1.5	16.5
	60	3600	1550	12	1.4	16.8
	90	5400	1400	12	1.8	21.6
2	30	1800	1100	11	1.3	14.3
	60	3600	1275	12	1.5	18
	90	5400	985	12	1.1	13.2

Data Volume Dari Variasi Material Titanium

Berdasarkan tabel di bawah ini ialah merupakan hasil data eksperimen yang di catat setiap 30 menit atau 1800 detik pada proses pelaksanaannya selama 90 menit batas dengan waktu yang ditentukan, pada 30 menit pertama volumenya mencapai angka sebesar 1389 ml. pada menit ke 60 mengalami kenaikan hingga menyentuh angka 1550 ml kemudian terjadi penurunan hingga ke angka 1400 ml pada menit ke 90 begitu seterusnya. Bila diamati dari sudut tegangannya cenderung stabil yaitu 11V sampai 12 V hingga akhir penelitian, pada arus listriknya cenderung naik turun di angka 1.5 Ampere kemudian meningkat pada menit ke 90 mencapai 1.8 Ampere. Baru kemudian sempat demosi pada angka 1,4 Ampere pada menit ke 60 sampai akhir.

Sedangkan pada jumlah dua keping berdasarkan tabel di bawah ini ialah merupakan hasil data eksperimen yang di catat setiap 30 menit atau 1800 detik pada proses pelaksanaannya selama 90 menit batas dengan waktu yang ditentukan, pada 30 menit pertama volumenya mencapai angka sebesar 1100 ml. Pada menit ke 60 mengalami

kenaikan hingga menyentuh angka 1275 ml kemudian terjadi penurunan hingga ke angka 985 ml pada menit ke 90 begitu seterusnya. Bila diamati dari sudut tegangannya cenderung stabil yaitu 11V sampai 12 V hingga akhir penelitian, pada arus listriknya cenderung naik turun di angka 1.3 Ampere kemudian meningkat pada menit ke 60 mencapai 1.5 Ampere. Baru kemudian demosi pada angka 1,1 Ampere pada menit 90 sampai akhir penelitiannya.

Jumlah Kepingan	Waktu (Menit)	Waktu (detik)	Volume (ml)	Tegangan (v)	Arus (A)	P Ke (v xA)
3	30	1800	1389	11	1.5	16.5
	60	3600	1550	12	1.4	16.8
	90	5400	1400	12	1.8	21.6
2	30	1800	1100	11	1.3	14.3
	60	3600	1275	12	1.5	18
	90	5400	985	12	1.1	13.2

Data Volume Dari Variasi Material Aluminium

Berdasarkan tabel di bawah ini ialah merupakan hasil data eksperimen yang di catat setiap 30 menit atau 1800 detik pada proses pelaksanaannya selama 90 menit batas dengan waktu yang ditentukan, pada 30 menit pertama volumenya mencapai angka sebesar 1200 ml. Pada menit ke 60 mengalami kenaikan hingga menyentuh angka 1250 ml kemudian terjadi demosi hingga ke angka 1000 ml pada menit ke 90 begitu seterusnya. Bila diamati dari sudut tegangannya cenderung stabil yaitu 11V sampai 12 V hingga akhir penelitian, pada arus listriknya cenderung naik turun di angka 1.5 Ampere. Kemudian menurun pada menit ke 60 mencapai 1.4 Ampere. Baru setelah itu meningkat pada angka 1.8 Ampere pada menit 90 sampai akhir penelitiannya.

Sedangkan pada jumlah dua keping berdasarkan tabel di bawah ini ialah merupakan hasil data eksperimen yang di catat setiap 30 menit atau 1800 detik pada proses pelaksanaannya selama 90 menit batas dengan waktu yang ditentukan, pada 30 menit pertama volumenya. mencapai angka sebesar 1000 ml. Pada menit ke 60 mengalami penruan hingga menyentuh angka 860 ml kemudian demosi juga terjadi terjadi hingga ke angka 725 ml pada menit ke 90 begitu seterusnya. Bila diamati dari sudut tegangannya cenderung stabil yaitu 11V sampai 12 V hingga akhir penelitian, pada arus listriknya cenderung naik turun di angka 1.3 Ampere kemudian meningkat pada menit ke 60 mencapai 1.5 Ampere. Baru kemudian demosi pada angka 1,1 Ampere pada menit 90 sampai akhir penelitiannya.

Jumlah Kepingan	Waktu (Menit)	Waktu (detik)	Volume (ml)	Tegangan (v)	Arus (A)	P Ke (v xA)
3	30	1800	1200	12	1.2	14.4
	60	3600	1250	12	1.3	15.6
	90	5400	1000	12	1.5	18
2	30	1800	1000	11	1.2	13.2

	60	3600	860	12	0.9	10.8
	90	5400	675	12	1	12

Bisa di amati melalui tabel diatas bahwa yang memproduksi paling banyak gas hirogennya ialah variasi material titanium. Hal ini tentu saja dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya ialah bahan titanium lebih bagus sifat konduktornya sehingga berdampak pada produksi gas hidrogen yang dihasilkan, sehingga aliran listrik yang digunakan untuk elektrolisis air menjadi sangat baik saat di alirkan melauai elektroda menggunakan material titanium. Kemudian disusul dengan ST 316 dan yang terakhir aluminium yang memiliki sifat konduktor yang kurang bagus maka produksi gas HHO kurang optimal. Berikut di bawah ini penghitungan untuk lebih detailnya pada penelitian ini :

$$q = n \cdot F$$

1 Mol elektron = 1 Faraday = memiliki muatan listrik sebesar 96500 Coulomb.

$$\begin{aligned} \text{Faraday} &= (\text{Amper} \times \text{Waktu (detik)}) / 96500 \\ &= (I \times t) / 96500 \\ &= (30 \times 5400) / 96500 \\ &= 1,6787 \end{aligned}$$

Konsumsi Daya Listrik Untuk Proses Elektrolisis

Perhitungan daya yang digunakan untuk siklus elektrolisis dapat ditentukan dengan menggunakan kondisi berikut:

$$P_{HHO} = V \times I$$

Khusus sumber daya yang digunakan dalam penelitian ini adalah catu daya dengan informasi penentuan 12Volt 30A, namun dalam uji coba ini pemanfaatan tegangan dan aliran listrik pada elektroliser disesuaikan dengan daerah terminal yang memiliki telah dirancang khusus untuk penelitian ini, sehingga konsumsi daya yang berbeda untuk setiap variasi. Hal ini dapat dilihat pada tabel besarnya daya pada suatu waktu tertentu atau selama proses elektrolisis. Berdasarkan tabel di atas diperoleh hasil perhitungan data konsumsi konsumsi selama proses elektrolisis dengan variasi elektroda yang berbeda, yaitu:

$$\begin{aligned} P_{HHO1 \text{ ST316}} &= 54,4 \text{ watt,} \\ P_{HHO2 \text{ ST316}} &= 49,2 \text{ watt.} \\ P_{HHO1 \text{ Titanium}} &= 54,9 \text{ watt,} \\ P_{HHO2 \text{ Titanium}} &= 45,5 \text{ watt.} \\ P_{HHO1 \text{ Alumunium}} &= 48 \text{ watt,} \\ P_{HHO2 \text{ Almunium}} &= 4,6 \text{ watt.} \end{aligned}$$

Perhitungan Kecepatan Produksi HHO Sesuai Variasi Elektroda

$$Q_{ST316}1 = \frac{4198,1}{5400} \left[\frac{ml}{s} \right]$$

$$Q_{ST316}1 = 0,78 \times 10^{-3} L/s$$

$$Q_{ST316}2 = \frac{2910}{5400} \left[\frac{ml}{s} \right]$$

$$Q_{ST316}2 = 0,54 \times 10^{-3} L/s$$

$$Q_{Titanium}1 = \frac{4339}{5400} \left[\frac{ml}{s} \right]$$

$$Q_{Titanium}1 = 0,8 \times 10^{-3} L/s$$

$$Q_{Titanium}2 = \frac{3360}{5400} \left[\frac{ml}{s} \right]$$

$$Q_{Titanium}2 = 0,62 \times 10^{-3} L/s$$

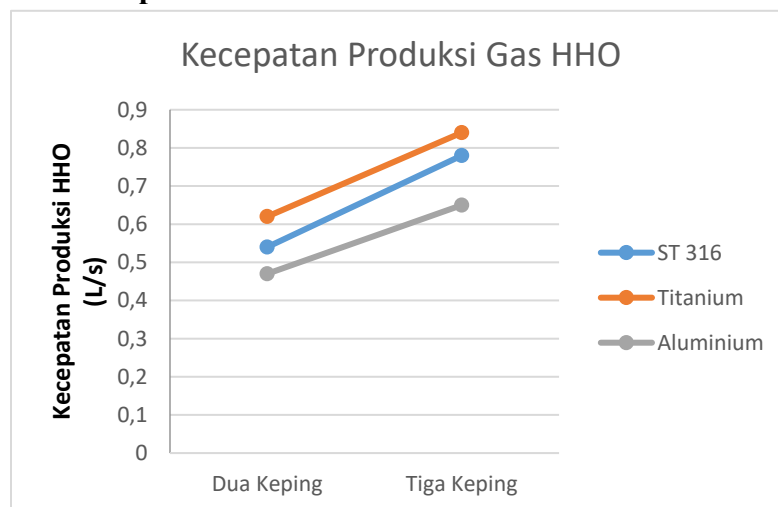
$$Q_{Aluminium}1 = \frac{3450}{5400} \left[\frac{ml}{s} \right]$$

$$Q_{Aluminium}1 = 0,65 \times 10^{-3} L/s$$

$$Q_{Aluminium}2 = \frac{2535}{5400} \left[\frac{ml}{s} \right]$$

$$Q_{Aluminium}2 = 0,47 \times 10^{-3} L/s$$

Rekapitulasi Kecepatan Produksi Gas HHO



Berdasarkan penghitungan kecepatan produksi gas HHO atau *Brown Gas* dari ke tiga variasi material yang berbeda tersebut yaitu variasi pertama material ST 316 dengan jumlah kepingan elektrodanya berjumlah tiga keping memiliki kecepatan produksi sebesar $0,78 \times 10^{-3} L/s$, variasi ke dua material Titanium sebesar $0,8 \times 10^{-3} L/s$, variasi ke tiga material Aluminium sebesar $0,65 \times 10^{-3} L/s$. Jika kita amati pada penghitungan variasi dengan jumlah kepingan sebanyak dua keping dengan material ST 316 ialah mencapai angka $0,54 \times 10^{-3} L/s$, material Titanium sebesar $0,62 \times 10^{-3} L/s$, sedangkan material Aluminium sebesar $0,47 \times 10^{-3} L/s$. Tentu dalam penghitungan ini yang memiliki kecepatan produksi yang lebih cepat ialah berada pada variasi dengan menggunakan material Titanium dengan jumlah tiga kepingan elektrodanya.

Tentu saja jumlah kepingan tersebut sangat mempengaruhi kecepatan produksi

karena jika kita bandingkan dari variasi pertama dan variasi yang kedua memiliki kecepatan produksi hidrogen yang berbeda. hal ini lah yang perlu kita amati secara seksama bahwa jumlah kepingan elektroda untuk proses produksi gas HHO sangat mempengaruhi kecepatan produksi gas HHO atau *Brown Gas*. Tentu saja jumlah kepingan elektroda akan berdampak kepada faktor yang lain seperti daya serap listrik yang dibutuhkan serta besar kapasitas gas hidrogen yang di produksi. Berikut grafik dari penghitungan kecepatan produksi gas HHO / *Brown Gas* mulai dari berbagai variasi berbeda

Efisiensi Generator HHO

Agar bisa digunakan untuk mempermudah memahami perhitungannya, bisa di hitung dengan rumus di bawah ini :

$$\eta_{\text{HHO}} = \frac{Q_{\text{HHO}} \times \rho_{\text{HHO}} \times \text{LHV}_{\text{HHO}}}{P_{\text{HHO}}} \times 100\%$$

dimana :

- ρ_{HHO} = Massa jenis gas HHO (gr / lt)
- LHV = Low Heating Value, nilai kalor bawah gas HHO (13250 J /gr)
- P_{HHO} = (J / s)

$$\eta_{1\text{ST316HHO}} = \frac{0,78 \times 10^{-3} \text{ l/s} \times 4,9 \cdot 10^{-1} \text{ gr/l} \times 1,3250 \cdot 10^4 \text{ J/gr}}{54,4 \text{ J / s}} \times 100\%$$

$$\eta_{1\text{ST316HHO}} = 9,3\%$$

$$\eta_{2\text{ST316HHO}} = \frac{0,54 \times 10^{-3} \text{ l/s} \times 4,9 \cdot 10^{-1} \text{ gr/l} \times 1,3250 \cdot 10^4 \text{ j/gr}}{49,2 \text{ J / s}} \times 100\%$$

$$\eta_{2\text{ST316HHO}} = 7,1\%$$

$$\eta_{1\text{TitaniumHHO}} = \frac{0,8 \times 10^{-3} \text{ l/s} \times 4,9 \cdot 10^{-1} \text{ gr/l} \times 1,3250 \cdot 10^4 \text{ J/gr}}{54,9 \text{ J / s}} \times 100\%$$

$$\eta_{1\text{TitaniumHHO}} = 9,4\%$$

$$\eta_{2\text{TitaniumHHO}} = \frac{0,62 \times 10^{-3} \text{ l/s} \times 4,9 \cdot 10^{-1} \text{ gr/l} \times 1,3250 \cdot 10^4 \text{ J/gr}}{45,5 \text{ J / s}} \times 100\%$$

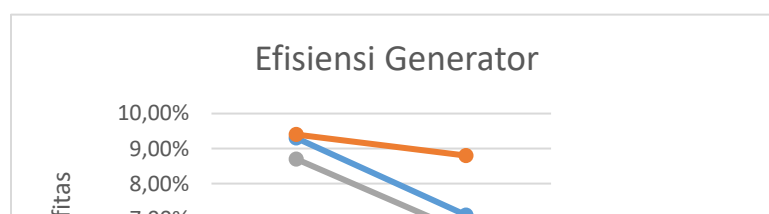
$$\eta_{2\text{TitaniumHHO}} = 8,8\%$$

$$\eta_{1\text{AluminiumHHO}} = \frac{0,65 \times 10^{-3} \text{ l/s} \times 4,9 \cdot 10^{-1} \text{ gr/l} \times 1,3250 \cdot 10^4 \text{ J/gr}}{48 \text{ J / s}} \times 100\%$$

$$\eta_{1\text{AluminiumHHO}} = 8,7\%$$

$$\eta_{2\text{AluminiumHHO}} = \frac{0,47 \times 10^{-3} \text{ l/s} \times 4,9 \cdot 10^{-1} \text{ gr/l} \times 1,3250 \cdot 10^4 \text{ J/gr}}{45.6 \text{ J / s}} \times 100\%$$

$$\eta_{2\text{AluminiumHHO}} = 6.6\%$$



Jika diamati pada grafik diatas menunjukkan bahwa perbedaan efeisiensi generator pada masing masing material yang dipakai. Tertinggi di capai dari material jenis titanium dengan perolehan angka 9,4% pada variasi tiga keping dan 8,8% pada variasi dua keping. Meskipun begitu efisiensi dari masing-masing material, Titanium masing mendapatkan persentase yang cukup tinggi.

Kesimpulan

Mengacu pada perhitungan kecepatan produksi gas hidrogen dari ke tiga variasi proses elektrolisis adalah sebagai berikut variasi tiga keping material ST 316 ialah $0,78 \times 10^{-3} L/s$, sedangkn pada variasi dua keping ialah $0,54 \times 10^{-3} L/s$. Setelah itu pada variasi tiga keping material Titanium mencapai angka ialah $0,8 \times 10^{-3} L/s$, sedangkn pada variasi dua keping ialah $0,62 \times 10^{-3} L/s$. Selanjutnya variasi tiga keping material Aluminium mencapai angka ialah $0,65 \times 10^{-3} L/s$, sedangkn pada variasi dua keping ialah $0,47 \times 10^{-3} L/s$. variasi tiga keping material Titanium menunjukkan bahwa hasil kecepatan produksi HHOnya yang paling optimum diantara variasi yang lain.

Jika kita amati bersama bahwa proses elektrolisis tersebut bila memiliki suatu variasi yang berbeda pada jumlah keping elektrodanya dan material yang digunakan maka sangat besar dampaknya pada hasil produksi gas HHOnya disebabkan oleh beberapa faktor pendukung diantaranya yaitu jumlah kepingan elektroda berpengaruh pada konsumsi arus listrik yang mengalir dari power supply ke elektrode yaitu mencapai tertinggi hingga 54,9 watt pada variasi tiga keping material Titanium, semakin banyak jumlah elektroda suatu generator HHO, maka semakin besar pula konsumsi arus listrik yang dibutuhkan dalam proses produksi gas hidrogen, begitu juga sebaliknya. Dalam hal ini juga berdampak pada efektifitas generator yang paling besar efektifitasnya ialah pada variasi material titanium yaitu mencapai angka 9,4%.

Daftar Pustaka

- Fani, I, Fadiawati, N, Tania, L 2016, 'Interaktif Pada Materi Elektrokimia Berbasis Fenomena Kehidupan Sehari-hari', *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, Vol. 5, No.2, pp. 334-346
- Bow, Y. *et al.* (2020) 'Produksi Gas Hidrogen Ditinjau dari Pengaruh Duplex Stainless Steel terhadap Variasi Konsentrasi Katalis dan Jenis Air yang Dilengkapi Arrestor',

Jurnal Kinetika, 11(03), pp. 46–52.

Dewi, R. *et al.* (2020) ‘Jurnal Teknologi Kimia Unimal’, 1(November), pp. 46–57.

Hamid, R. A., Purwono and Oktiawan, W. (2017) ‘Penggunaan Metode Elektrolisis

Menggunakan Elektroda Karbon dengan Variasi Tegangan Listrik dan Waktu Elektrolisis dalam

Penurunan Konsentrasi TSS dan COD pada Pengolahan Air limbah domestik’, *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), pp. 1–18.

Harahap, M. R. (2016) ‘Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasi’, *CIRCUIT:*

Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro, 2(1), pp. 177–180. doi: 10.22373/crc.v2i1.764.

Jasmine, S. and Rustana, C. E. (2020) ‘Produksi Gas Hidrogen Dengan Proses

Elektrolisis Air’, *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2020*, IX, pp. 5–8.

Rhohman, F., Pd, M. and Akbar, A. (2017) ‘Pengaruh Panjang Elektroda Pada

Proses Elektrolisis Dengan Katalis Nahco’, 01(02), pp. 0–8.

Triyanto (2017) ‘Pengaruh Penambahan Gas Hidrogen Hasil Elektrolisis Terhadap

Emisi Gas Buang Sepeda Motor’, 1, pp. 8–34.

Utari, S. D. W. I. *et al.* (2018) ‘PENGARUH WAKTU ELEKTROLISIS AIR

MENGGUNAKAN PRODUKSI TANAMAN HIDROPONIK KANGKUNG (*Ipomoea reptans*

poir) PRODUKSI TANAMAN HIDROPONIK KANGKUNG (*Ipomoea reptans poir*)’.

Wahyono and Anis, R. (2016) ‘Pembuatan Alat Produksi Gas Hidrogen Dan Oksigen Tipe’,
Jurnal

Teknik Energi, 12(1).

Wahyono, Y., Sutanto, H. and Hidayanto, E. (2017) ‘Produksi Gas Hydrogen Menggunakan Metode

Elektrolisis Dari Elektrolit Air Dan Air Laut Dengan Penambahan Katalis Naoh’, *Youngster Physics Journal*, 6(4), pp. 353–359.