



PAPER – OPEN ACCESS

Gas Oxyhydrogen (HHO) sebagai Sistem Pembakaran Pada Boiler

Author : Khawarita Siregar, dan Erlawan Yodi Risky Situmorang
DOI : 10.32734/ee.v5i2.1552
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 5 Issue 2 – 2022 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Gas Oxyhidrogen (HHO) sebagai Sistem Pembakaran Pada Boiler

^aKhawarita Siregar, ^bErlawan Yodi Risky Situmorang *

^aDepartemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia
Jl. Dr. T. Mansur No. 9, Padang Bulan, Medan, Sumatra Utara, Indonesia

khawaritasiregar@yahoo.co.id, erlawansitumorang@gmail.com

Abstrak

Bahan bakar gas ramah lingkungan yang diperoleh dengan cara elektrolisis oksigen (HHO) air digunakan sebagai bahan tambahan dalam proses pembakaran bahan bakar. Elektrolisis air menghasilkan hidrogen di kutub keton dan oksigen di anoda. Gas HHO ini adalah gas air dimana hidrogen dan oksigen bercampur. Penerapan injeksi gas HHO selama pembakaran terkendali dapat meningkatkan kualitas. Dalam penelitian ini, sistem elektrolisis sel kering dirancang dan dibuat dan sifat-sifat gas HHO elektrolit diuji. Alat ini hanya menggunakan air suling murni yang dimasukkan ke dalam tabung yang disediakan. Selain itu, NaOH atau KOH juga dapat digunakan sebagai elektrolit untuk menambahkan gas HHO ke mesin pembakaran internal untuk meningkatkan kualitas pembakaran karena nilai kalor dan angka oktannya yang tinggi. Pada penelitian ini dilakukan pengujian unjuk kerja alat elektroliser gas HHO untuk produksi gas HHO menggunakan sel surya sebagai sumber listrik DC.

Kata Kunci: Oxyhidrogen, Elektrolisis, Bahan Bakar, HHO

Abstract

The use of environmentally friendly fuel gas obtained from the electrolysis of oxygen gas (HHO) water as an added material in the fuel combustion process. Electrolysis of water produces hydrogen gas at the ketode and oxygen at the anode. This HHO gas is water gas, in which hydrogen gas and oxygen gas are mixed. The application of HHO gas injection in a controlled combustion process can improve quality. In this research, design and manufacture of Dry Cell Electrolyzer system and test the characteristics of electrolyzed HHO gas. This tool only uses pure distilled water in the tube provided. In addition, NaOH or KOH is also used as an electrolyte for adding HHO gas to combustion engines to improve combustion quality because the gas has a high calorific value and octane. In this study, a study was conducted on the performance test of the HHO gas electrolizer using solar cells as a DC power source for the production of HHO gas..

Keywords: Oxyhidrogen, Electrolysis, Fuel, HHO

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Pada saat ini, sebagian besar dari pencapaian *Energy Integrity* menggunakan bahan bakar berupa fosil, yang mana menyebabkan berkurangnya pasokan bahan bakar fosil dan juga pemanasan global. Oleh karena itu, dibutuhkan adanya energi alternatif atau inovasi terbaru untuk mengurangi konsumsi bahan bakar. Kebutuhan sumber bahan bakar yang bersih dan berkelanjutan menghasilkan ide untuk menggunakan gas hidrogen sebagai sumber bahan bakar. Gas oxyhidrogen yang diperoleh dari elektrolisis air menghasilkan gas hidrogen dan oksigen (HHO) beroktan tinggi dan panas sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar. Pada keadaan suhu dan tekanan normal, gas hidrogen tidak berwarna, tidak berbau, gas diatomik (molekul yang hanya terdiri dari 2 atom), sangat mudah terbakar dan meledak. Gas oxyhidrogen yang dihasilkan dari elektrolisis nanti akan memenuhi dua dari tiga kondisi untuk terjadinya kebakaran, untuk mencegah penyelesaian segitiga api, desain sel elektrolitik harus anti bocor. , mencegah pencapaian diri -suhu pengapian dan dapat memisahkan gas oxyhidrogen dan bahan bakar. Hasil elektrolisis air dapat digunakan sebagai bahan bakar primer atau sekunder. [1]

Adanya keterlambatan pelayanan dan munculnya keterlambatan pada pengguna perangkat dikarenakan server yang sibuk yang dikenal dengan istilah antrian. Menurut Brisin pada tahun 1993, proses dalam antrian berkaitan dengan kedatangan pengguna dasar, kemudian menunggu dalam antrian, dan apakah server dan pengguna instalasi menggunakan pengaturan. Pentingnya menyeimbangkan jumlah server dengan basis pengguna yang masuk. Permintaan yang terus meningkat melebihi kapasitas server menyebabkan antrian bertambah. [2]

Pemanfaatan simulasi sebagai solusi mengurangi penggunaan biaya yang mahal dan pengefisienan waktu dan memperkecil resiko melalui model dalam komputer sebagai alat analisis evaluasi dan peningkatan performansi dari suatu yang dimodelkan.

Energi foton memiliki kemampuan untuk mengubah energi radiasi matahari menjadi listrik, menarik elektron tertentu dari bahan ke luar pita. Energi radiasi matahari mendorong elektron keluar dari ikatannya, meninggalkannya tanpa electron dan bergerak ke daerah potensial yang lebih tinggi. Arus mengalir ketika kedua ujung potensial dihubungkan ke beban membentuk rangkaian tertutup. Studi efisiensi elektrolit dilakukan dengan dua sistem, sistem langsung menggunakan energi langsung dinamis dari panel surya dan sistem tidak langsung menggunakan kontrol tegangan. [3]

Metode yang digunakan dalam pemanfaatan energi surya terbagi menjadi dua, yaitu sebagai berikut, seperti terlihat pada Gambar 1:

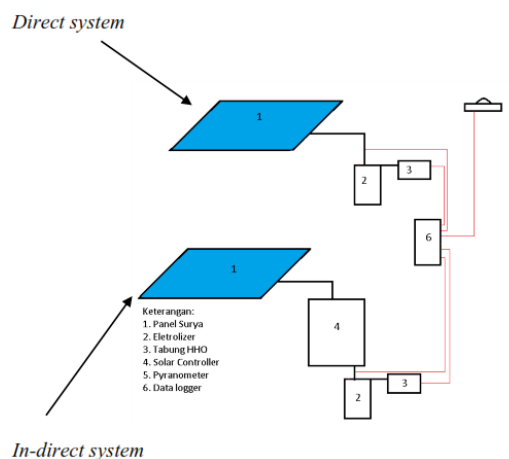
- Direct System

Struktur elektrolit air menggunakan listrik langsung dari panel surya. Pada struktur ini diharapkan akan ada input dari sumber listrik yang kuat karena tidak ada kontrol tegangan.

- In-direct System

Menggunakan struktur kontrol voltase, yang membuat tegangan tetap konstan (statis). Tegangan berasal dari xregulator, arus listrik akan dikarakteristikan dalam beberapa amper. [4]

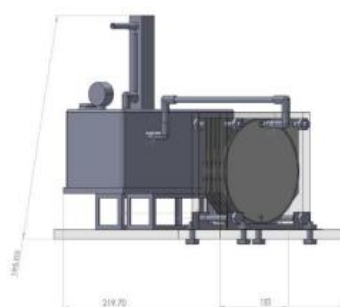
Gambar 1. Sistem penggunaan tenaga matahari



1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

- Mengetahui pengaruh dari penambahan HHO pada pembakaran dan emisi
- Merancang Generator Oksihidrogen *dry cell* dengan menggunakan sel surya sebagai sumber arus DC
- Mengetahui kandungan dan perbandingan yang terdapat pada gas oksihidrogen dengan penambahan air dan katalis KOH
- Mengetahui daya yang digunakan pada proses produksi oksihidrogen dengan lebar plat elektroda pada elektrolizer
- Mengetahui laju produksi ditinjau dari variasi konsentrasi elektrolit



Gambar 2. Desain generator HHO

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui keefektifan metode perlakuan pada subjek penelitian. Teknik penelitian eksperimental dapat didefinisikan sebagai teknik penelitian yang diterapkan untuk menentukan efek dari suatu perlakuan tertentu terhadap perlakuan lain dikondisi yang terkendali. Kajian efisiensi proses elektrolisis dilakukan dengan menggunakan dua sistem, yaitu sistem langsung dengan energi dinamis langsung dari panel surya dan sistem tidak langsung dengan pengaturan tegangan gerak termostat.

Oksihidrogen adalah gas yang dihasilkan dari proses elektrolisis air dengan larutan elektrolit KOH dan diberikan sumber arus DC dari sel surya dengan sistem generator dry cell. Sumber arus tegangan yang digunakan dari sel surya yang menggunakan sistem sistem tidak langsung atau *in-direct system* yang mana hal ini digunakan solar controller agar sumber tegang yang dihasilkan dibuat tetap (statis), sedangkan arus listrik divariasikan dalam beberapa ampere.

(1) Dimensi alat (PxLxT): 100mm x100mm x200 mm, (2) Kapasitas reservoir: 500 ml, (3) Jumlah tabung: 1 tabung air, (4) Jumlah elektroda : 10, 12, & 14 plat, (5) Panjang elektroda (PxLxT): 70mm x 0.4mm x 70mm, (6) Jenis elektroda: Stainless steel tipe 304, (7) Jarak Elektroda: 1 mm

Instrumen pendukung ini digunakan untuk membantu proses pengukuran data yang akan diambil, diantaranya sebagai berikut:

- *Tool Set*, digunakan untuk memasang dan membongkar komponen studi.
- *Stopwatch*, digunakan untuk menghitung waktu saat mengukur volume gas HHO.
- Gelas Ukur, digunakan untuk menghitung volume Gas HHO.
- Multimeter, Digunakan untuk menghitung Arus dan Tegangan pada elektrolizer

Gas oksigen (HHO), umumnya dikenal sebagai gas coklat berupa larutan gas oksigen dan hydrogen yang dihasilkan oleh elektrolisis larutan berair. Pada umumnya elektrolisis air menghasilkan gas hidrogen pada katoda dan gas oksigen pada anoda.

Kapasitas yang digunakan untuk metode produksi gas Oxy-Hydrogen besar, dan daya yang diperlukan untuk generator HHO dipilih sesuai dengan besar tegangan dan ampere yang diterapkan pada proses elektrolisis. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$P = V \times I \quad (1)$$

Keterangan:

P = Daya generator HHO (Watt)
 V = Beda Potensial atau Tegangan (Volt)
 I = Arus Listrik (Ampere)

Laju atau aliran produksi gas oksihidrogen, Laju produksi gas oksihidrogen ini dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\dot{m} = Q \times \rho_{HHO} \quad (2)$$

Keterangan :

\dot{m} = Laju Produksi gas HHO (kg/s)
 Q = Debit produksi gas HHO (lt/s)
 ρ_{HHO} = Massa Jenis gas HHO (gram)
 xDengan:

$$Q = V/t \quad (3)$$

Keterangan:

Q = Debit produksi gas HHO (lt/s)
 V = Volume gas terukur (lt)
 t = waktu yang terukur (s)

Efisiensi Generator Oxy-Hydrogen

Efisiensi proses elektrolisis/ generator HHO dapat dihitung melalui persamaan 4, sebagai berikut:

$$\eta_{HHO} = (Q(HHO) \times \rho(HHO) \times LHV(HHO)) / P(HHO) \times 100\% \quad (4)$$

Ket:	
η_{HHO}	= Efisiensi generator HHO (%)
Q HHO	= Debit produksi gas HHO (lt/s)
ρ_{HHO}	= Massa Jenis gas HHO (gr/L)
LHV HHO	= Low Heating Value gas HHO (119930 J/g)
PXHHO	= Daya generator HHO (Watt)

3. Metodologi Penelitian

3.1. Metode Penghasil Hidrogen

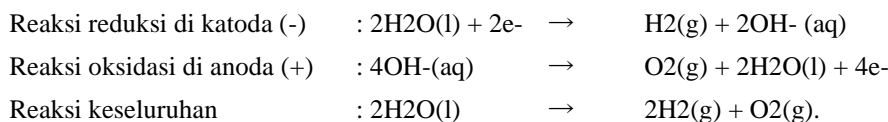
Ada beberapa jenis cara yang digunakan dalam memproduksi hydrogen:

- Hidrogen Sulfida (H₂S) Cracking dihasilkan menggunakan cara katalitik termal/reaksi siklus.
- Proses termokimia, menggunakan bahan bakar fosil dan air menggunakan energi panas langsung dari sumber energi termal atau nuklir terbarukan seperti gasifikasi batubara dan reklamasi bahan bakar fosil yang dikombinasikan dengan penyimpanan dan penangkapan karbon (CCS) atau penggunaan dan penangkapan karbon (CCU). Siklus termokimia berdasarkan siklus oksida logam/oksida atau belerang direkomendasikan menggunakan sumber panas dari sumber energi terbarukan, surya dan nuklir.
- Proses biokimia yang menggunakan biomassa sebagai sumber hidrogen dan air, seperti biofotolisis, fotofermentasi, penggunaan energi matahari dalam kombinasi dengan bakteri, atau reformasi dan gasifikasi biomassa.
- Elektrolisis, merupakan reaksi kimia yang disebabkan aliran energi listrik dalam cairan elektrolit. Selama elektrolisis, molekul air terpecah menjadi oksigen dan hidrogen dengan memindahkan potensial dari listrik ke elektroda dalam larutan. [6]

3.2. Elektrolisis

Elektrolisis berarti penguraian senyawa oleh arus listrik. Sedangkan elektrolisis air yaitu metode pemecahan air menjadi oksigen dan gas hydrogen dengan cara melewatkan voltase listrik pada air. Energi primer air bisa menjadi energi terbarukan bebas CO₂.

Reaksi kimia redoks yang terjadi apabila menggunakan larutan elektrolit basa seperti KOH, NaOH adalah sebagai berikut:



3.3. Spesifikasi air

Air yang digunakan pada penelitian ini memiliki spesifikasi yang hampir sama dengan air untuk minum, spesifikasi yang berlaku untuk elektrolisis air adalah tidak berbau, warna maksimal 15 TCU (True Color Unit), padatan terlarut maksimal (TDS) 500 mg/L, kekeruhan dengan maksimal nilai 5 NTU (unit kekeruhan nephelometric), tidak ada rasa dan pH air antara 6,5 dan 8,5 [10]

Faktor elektrolisis air. Elektroliser dinamakan generator bahan bakar air sebagai salah satu solusi alternatif untuk menghemat Bahan Bakar Minyak (BBM) yang berguna untuk menguraikan air menjadi atom hidrogen dan atom oksigen yang biasanya dikenal dengan sebutan gas HHO (Hydrogen Hydrogen Oxygen) atau Oxy-Hydrogen. Faktor yang mempengaruhi elektrolisis air diantaranya yaitu katalis, luas penampang, elektroda, kuat arus, jarak elektroda, dan larutan elektrolit. Komponen Elektrolisis. Komponen elektrolisis ada beberapa bagian yaitu (1) Bagian pertama cell yang terdiri dari Plat elektroda, Gasket, Cover (akrilik), Connector yang berfungsi sebagai tempat pemecahan air menjadi hidrogen dan oksigen. (2) Bagian kedua reservoir yang berfungsi sebagai tempat penampungan sementara larutan elektrolit dan gas HHO yang dihasilkan cell. (3) Bagian ketiga yaitu flashback arrestor yang berfungsi menghentikan jalur api balik gas yang masuk kembali ke dalam tabung gas. (4) Baterai sebagai sumber tenaga arus listrik DC

Menurut Arrhenius, larutan elektrolit dalam air akan berdisosiasi menjadi molekul positif dan negatif yang disebut ion negatif dan positif. Ion-ion ini berguna sebagai konduktor dalam elektrolisis. Semakin tinggi konsentrasi katalis, semakin besar jumlah ion, semakin mudah larut, semakin pendek jarak antar ion. Dengan demikian, resistansi yang berkurang akan mempengaruhi besarnya tegangan saluran.

Hal penting yang perlu diperhatikan dalam membuat sebuah rangkaian elektroliser adalah catu daya agar sumber daya tersebut kompatibel dengan rangkaian elektroliser (SSE) yang sedang dibangun. Sebelum mempertimbangkan hal berikut: arus total yang disuplai biasanya memiliki batasan pada kemampuan catu daya untuk menghasilkan arus. Dalam struktur daya elektroliser Yull

Brown, ia menggunakan transformator *step-down* untuk mengubah arus bolak-balik menjadi arus searah. Namun pada penelitian ini tidak digunakan trafo. Karena jika arus DC spontan diterapkan ke sel elektrolitik, kita akan menemukan bahwa oksigen dan hidrogen dapat dipertukarkan dalam bentuk diatomik, yaitu, tidak ada gas coklat (Oksi-Hidrogen) yang dihasilkan.

Energi merupakan kebutuhan mendasar yang memegang peranan penting dalam kehidupan manusia. Namun, manusia masih bergantung pada penggunaan energi bahan bakar fosil. Ditambah dengan semakin kompleksnya kepentingan pribadi dan kemajuan industri, teknologi dan informasi, yang mengakibatkan konsumsi energi meningkat. Penggunaan bahan bakar fosil dan energi nuklir dalam skala yang besar memiliki dampak bahaya lingkungan yang serius, seperti penipisan sumber daya alam, emisi gas polusi, peningkatan limbah dan perubahan gas. [7]. Untuk dapat mendorong pengembangan energi terbarukan, penelitian tentang energi terbarukan terus berkembang. Salah satu bentuk energi terbarukan adalah gas berupa campuran hidrogen dan oksigen. Untuk menemukan metode penggantian air yang ideal, setiap ilmuwan menggunakan metode yang berbeda. [8]. Pengaruh medan magnet adalah cara yang paling penting untuk meningkatkan produksi hidrogen dalam elektrolisis air. [9]. Gaya Lorentz memiliki pengaruh pada muatan dan menyebabkan partikel berubah arah. Desain medan magnet yang berorientasi dengan benar akan menghasilkan arus yang seragam dan distribusi ion yang tepat di antara elektroda, sehingga dapat meningkatkan efisiensi elektrolisis. [10].

Pada dasarnya, hidrogen diperoleh dengan memecah senyawa yang mengandung unsur hidrogen paling banyak. Produksi hidrogen skala komersial terancang hingga saat ini telah menghasilkan bahan berbasis hidrogen dari bahan bakar fosil dan air. Memproduksi hidrogen dari bahan bakar fosil dan mengubah metana menjadi uap merupakan salah satu teknologi yang maju di dunia. Lebih dari 85% permintaan hidrogen global dipenuhi oleh reformasi sistem produksi metana uap [11]. Produksi hidrogen dari air sebagai bahan baku komersial adalah proses elektrolitik. Karena elektrolisis memerlukan arus yang besar untuk memulai reaksi, hal itu menghasilkan efisiensi termal keseluruhan yang agak rendah. Elektrolisis hanya dapat dihemat bila listrik tersedia dalam jumlah besar dengan biaya rendah. [12].

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Input

Sebelum melakukan penelitian, perlu mempersiapkan beberapa hal khusus sebagai berikut: Pertama Anda menyiapkan alat dan bahan dari elektroliser yang telah dirakit dengan pelat elektroda. Kemudian Anda mengonfigurasi catu daya gabungan dengan colokan dan kabel yang rapat. Amankan kabel ke elektroda dengan kabel. Mengejar. Siapkan larutan elektrolit KOH untuk tabung elektrolisis sebagai bahan baku yang akan dielektrolisis. Kemudian siapkan gelas kimia untuk mengukur volume HHO. Masukkan tabung klorin ke dalam gelas ukur yang berisi air.

4.2. Proses

Elektroliser, yang telah ditambahkan larutan elektrolit, menerima arus DC dari pengontrol surya untuk bereaksi dengan larutan, sehingga memecah air menjadi gas HHO. Kemudian, ketika daya diterapkan, gas HHO akan mengalir melalui pipa knalpot ke cangkrik vektor. Sebelum mengisi gelas ukur dengan gas, catat volume awal timbangan dalam gelas ukur, 1 menit setelah gelas ukur diisi dengan HHO, ambil volume akhir timbangan pada gelas ukur dan catat jumlah bahan ukur. Lakukan pengumpulan data sebanyak 3 kali untuk mengecek keakuratan data penelitian. Setelah selesai pengambilan data dengan 1 pelat elektroda, dilakukan pembongkaran untuk mereduksi pelat elektroda menjadi 12 pelat, kemudian 10 pelat elektroda. kemudian ulangi langkah persiapan pencarian. Untuk celah sel yang sama, konsentrasi elektrolit meningkat menghasilkan peningkatan hasil HHO untuk semua sel seperti yang dikonfirmasi. Produktivitas HHO meningkat dengan ketidaksetaraan meningkat untuk sel kering dengan celah 1 dan 3 mm. Pada 4. celah sel dan 7 mm, produksi HHO dari sel kering menurun pada kisaran suhu dari 30 C hingga 60 C tetapi meningkat pada sel celah 1, 3 dan 4 mm untuk sel basah. Suhu operasi rendah dihasilkan pada celah sel pendek antara elektroda. Gambar 12 (a), (b) dan (c) menggambarkan laju aliran HHO pada celah sel 1, 3, 4 dan 7 mm pada konsentrasi NaOH 5, 10 dan 15 g/L. celah sel peningkatan hasil dalam suhu didih elektrolit penurunan antara elektroda dan tingkat produksi HHO peningkatan. Celah sel 3 dan 4 mm untuk sel kering dan basah, masing-masing menghasilkan laju aliran gas HHO maksimum 975 dan 1055 ml/menit pada suhu operasi 60 C. sel kering celah 1, 3, 4 dan 7 mm menghasilkan laju aliran 928, 975, 960 dan 925 ml/menit pada tetapi untuk celah sel yang sama untuk menghasilkan sel basah laju aliran 985, 1040, 1055 dan 1015 ml/menit secara bersamaan Suhu Operasional. Obstruksi reaksi aktif adalah ditunjukkan di bawah suhu elektrolit yang lebih tinggi dan gelembung masuk lipatan. Peningkatan celah sel menghasilkan gelembung lebih cepat pada permukaan sel.

Perkiraan biaya suku cadang kit sel kering HHO dievaluasi digunakan sebagai: pelat ujung akrilik (20 \$), pelat baja tahan karat (35 \$), paking karet (22 \$), baut (20 \$), bubbler dan reservoir air (28 \$), menghubungkan kabel (10 \$), relai, sekering, dan pemutus sirkuit (15 \$), unit PWM, ammeter dan voltmeter (100 \$). Itu perkiraan harga total dihitung sebagai 250 \$ untuk sel kering. Perkiraan harga komponen sel basah diperkirakan seperti: kotak kaca (40 \$), pelat baja tahan karat (35 \$) dan baut (20 \$), bubbler (10 \$), menghubungkan kabel (10 \$), sekering, relai, dan sirkuit pemutus (15 \$), unit PWM dan voltmeter (100 \$) untuk sel kering. Perkiraan biaya total adalah \$ 220 untuk sel basah. sel kering menguntungkan tentang sel basah karena kesederhanaannya, biaya lebih rendah, perakitan dan pembuatan yang mudah. Sel kering dan basah HHO bisa disesuaikan dengan mesin yang disuplai

energinya dari sumber baterai. Sel kering memiliki lebih sedikit panas yang dihasilkan, ukuran kecil, lebih sedikit energi limbah, lebih sedikit korosi elektroda dan lebih sedikit ruang tentang sel basah.

Lebih sedikit produksi gas diperoleh dengan air suling karena resistensi aliran tinggi. Korosi sel basah dan sel kering adalah ditunjukkan pada Gambar. 13. Katalis seperti KOH dan NaOH ditambahkan ke air suling untuk meningkatkan konduktivitas elektrolit. NaOH, meningkatkan laju elektrolisis dan menghasilkan pelat korosi. Korosi ditunjukkan untuk air keran tentang sulingan. Korosi sel kering dan basah setelah 72 jam waktu operasi di bawah tegangan potensial 12 V ditampilkan. peningkatan dari konsentrasi elektrolit menyebabkan peningkatan produksi gas hingga 25% tetapi setelah itu peningkatan konsentrasi berkurang hasil gas. Korosi elektroda lebih tinggi untuk sel basah karena area yang dikenai lebih tinggi untuk larutan elektrolit tentang sel kering. Volume terbatas larutan elektrolit menghasilkan lebih sedikit korosi pada pelat anoda

5. Kesimpulan dan Saran

Gas HHO dihasilkan oleh elektroliser sel air kering dan basah dari Elektroda pelat baja tahan karat 316L dengan 136,5 cm². permukaan daerah. Pengaruh konsentrasi elektrolit, sambungan pelat, celah sel, arus listrik, suhu operasi, waktu dan tegangan pada produktivitas HHO diselidiki. Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini: Disarankan melalui penggunaan sistem antrian, biaya langsung dan tidak langsung untuk langkah-langkah penentuan sistem antrian dapat dihilangkan barang yang optimal.

Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih dan rasa hormat saya kepada berbagai pihak yang telah mendukung penulisan jurnal ini.

Referensi

- [1] Arianto, R., & Sugiarto, T. (2021). Pengaruh Variasi Jumlah Plat Elektroda Pada Elektrolizer Terhadap Volume Dan Laju Produksi Gas HHO (Hidrogen-Hidrogen-Oksigen). *INDONESIAN JOURNAL OF VOCATIONAL MECHANICAL ENGINEERING*, **1** (1), 29-34.
 - [2] Hamidy, H. (2010). Analisis pemanfaatan air sebagai energy alternatif pada produk kompor skala rumah tangga. *Teknik mesin*, ITS Surabaya.
 - [3] Susanto, A., Rubiono, G., & Bunawi, B. (2016). PENGARUH VARIASI LUAS PERMUKAAN PLAT ELEKTRODA DAN KONSENTRASI LARUTAN ELEKTROLIT KOH TERHADAP DEBIT GAS HASIL ELEKTROLISIS AIR. *V-MAC (Virtual of Mechanical Engineering Article)*, **1** (1).
 - [4] Sopandi, I., Hananto, Y., & Rudiyanto, B. (2015). Studi Ketebalan Elektroda Pada Produksi Gas HHO (Hidrogen Hidrogen Oksigen) Oleh Generator Hho Tipe Basah Dengan Katalis NaHCO₃ (Natrium Bikarbonat). *Rona Teknik Pertanian*, **8** (2), 38-49.
 - [5] Putra, I. A., Maksum, H., & Fernandez, D. (2014). Pengaruh Penambahan Gas Hasil Elektrolisa Air Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor Honda Vario Techno. *Automotive Engineering Education Journals*, **3** (4).
 - [6] Efendi, S., & Nurisma, R. A. (2019, November). Karakteristik Performa Generator Oxyhydrogen Tipe Dry Cell dengan Penambahan Katalis Kalium Hidroksida. In *Prosiding SENTIKUIN (Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan dan Infrastruktur)* (Vol. 2, pp. A3-1).
 - [7] El Soly, A. K., El Kady, M. A., Farrag, A. E. F., & Gad, M. S. (2021). Comparative experimental investigation of oxyhydrogen (HHO) production rate using dry and wet cells. *International Journal of Hydrogen Energy*, **46** (24), 12639-12653.
 - [8] Ursua, A., Gandia, L. M., & Sanchis, P. (2011). Hydrogen production from water electrolysis: current status and future trends. *Proceedings of the IEEE*, **100** (2), 410-426.
 - [9] Putra, A. M. (2010). Analisis produktifitas gas hidrogen dan gas oksigen pada elektrolisis larutan KOH. *Jurnal Neutrino*.
 - [10] Christina, C., Iskandar, R. F., & Rokhmat, M. (2018). Studi Pengaruh Medan Magnet Terhadap Produksi Gas Oxyhydrogen Pada Generator Tipe Dry Cell. *eProceedings of Engineering*, **5** (3).
 - [11] Lin, M. Y., Hourng, L. W., & Kuo, C. W. (2012). The effect of magnetic force on hydrogen production efficiency in water electrolysis. *International Journal of Hydrogen Energy*, **37** (2), 1311-1320.
- Mustari, F., Widodo, B., & Salebay, J. (2018). Produksi Gas Oxy-Hidrogen dari Air sebagai Energi Baru Terbarukan Melalui Multi Series Cell Elektrolisis. *Lektrokom: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, **1** (1), 9-9