Aptekmas
Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat

Volume 7, Nomor 4, (2024)
http://dx.doi.org/10.36257/apts.vxix
pp 135-141

SOSIALISASI PEMBUATAN HIDROGEN MENGGUNAKAN DRY CELL ELECTROLYZER

Rusdianasari[1)], Aida Syarif[2)], Leila Kalsum[3)], Abdul Rohman[4)], Kania Pusriani Amalia[5)], Siswanto[6)]
[1-61] Program Studi Teknik Energi Terbarukan, Program Magister Tarapan, Politeknik Negeri Sriwijaya

email: rusdianasari@polsri.ac.id

Abstract

Hydrogen is an environmentally friendly gas that can be produced through the electrolysis of water to separate hydrogen (H_2) and oxygen. In this study, a dry cell electrolyzer equipped with a polyvinyl alcohol (PVA) membrane was used as a separator between two 316 stainless steel electrodes to obtain a higher hydrogen composition. The application of the PVA membrane significantly increased the hydrogen yield compared to systems without it. Furthermore, the use of KOH as an electrolyte enhanced the electric current, leading to a proportional rise in power consumption and a substantial increase in hydrogen generation. The hydrogen produced through electrolysis was then converted into electrical energy using a hydrogen fuel cell, which supplied power to a charging station and a mobile phone as the load, with outcomes categorized as successful (CS) or failed.

Keywords: *electric power, electrolysis, hydrogen, hydrogen fuel cell*

.

Abstrak

Hidrogen merupakan gas ramah lingkungan yang dapat dihasilkan melalui proses elektrolisis air untuk memisahkan hidrogen (H_2) dan oksigen. Pada penelitian ini digunakan elektroliser sel kering dengan membran polyvinyl alcohol (PVA) sebagai pemisah antara dua elektroda baja tahan karat 316 guna memperoleh komposisi hidrogen yang lebih tinggi. Penerapan membran PVA terbukti mampu meningkatkan produksi hidrogen secara signifikan dibandingkan tanpa penggunaan membran. Selain itu, pemanfaatan elektrolit KOH dalam proses elektrolisis mampu meningkatkan arus listrik, yang secara linier berbanding lurus dengan kenaikan kebutuhan daya listrik serta menghasilkan produksi gas hidrogen yang lebih besar. Gas hidrogen yang dihasilkan kemudian dikonversi menjadi energi listrik menggunakan sel bahan bakar hidrogen untuk menyuplai stasiun pengisian daya dan telepon sebagai beban, dengan status pengisian dikategorikan berhasil (CS) atau gagal.

Kata kunci: *daya listrik, elektrolisis, hidrogen, sel bahan bakar hidrogen*

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia, pasokan energi masih didominasi oleh bahan bakar fosil. Namun, penggunaannya menghadapi tiga tantangan utama, yakni meningkatnya harga akibat tingginya permintaan, berkurangnya cadangan minyak, serta emisi gas rumah kaca (CO_2) [1]-[3]. Tuntutan akan kualitas udara yang baik dalam isu lingkungan global mendorong pengembangan sumber energi yang ramah lingkungan. Bahan bakar hidrogen menjadi fokus utama dalam upaya pengembangannya dan optimalisasi pemanfaatannya sebagai bahan bakar dan pembangkit listrik, karena memiliki sifat yang ramah lingkungan dan berpotensi sebagai pengganti bahan bakar fosil [4]-[6].

Untuk menggantikan bahan bakar fosil seperti hidrokarbon dengan hidrogen, produksi hidrogen harus dilakukan menggunakan sumber daya energi terbarukan (Renewable Energy Resources, RES) dan pengoptimalan elektrolisis untuk

Aptekmas
Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat
Volume 7, Nomor 4, (2024)
http://dx.doi.org/10.36257/apts.vxix
pp 135-141

menghasilkan hidrogen murni. Hal ini bertujuan untuk mencapai ekonomi hidrogen yang berkelanjutan [7]-[10].

Produksi gas hidrogen dapat dilakukan melalui proses elektrolisis, yaitu reaksi kimia yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia dengan memecah molekul air menjadi hidrogen dan oksigen menggunakan elektroda dalam larutan elektrolit. Proses ini termasuk reaksi redoks tidak spontan yang hanya berlangsung dengan bantuan energi listrik. Dalam praktiknya, pembentukan H_2 dan O_2 mulai terjadi saat arus listrik yang digunakan melebihi 4 ampere [11]-[13].

Produksi hidrogen dapat dilakukan melalui pendekatan biologis maupun kimiawi. Secara biologis (bioteknologi), metode ini memanfaatkan organisme hidup atau bagiannya untuk menghasilkan atau memodifikasi produk, serta meningkatkan sifat organisme guna kepentingan tertentu, misalnya di bidang pangan, farmasi, dan energi [14]-[15]. Salah satu penerapannya adalah produksi hidrogen melalui fotosintesis alga Scenedesmus sp. dengan variasi intensitas cahaya untuk meningkatkan jumlah gas hidrogen yang dihasilkan [16]. Penelitian lain melaporkan pemanfaatan isolat bakteri aerob penghasil hidrogen yang diadaptasi pada medium berbasis limbah organik [17]. Selain itu, hidrogen juga dapat diproduksi melalui proses fermentasi biomassa secara anaerob sebagai bahan baku [18].

Secara kimia, hidrogen dapat dihasilkan melalui proses dekomposisi metanol dengan penambahan lantanum sebagai doping [19]. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan untuk memproduksi hidrogen menggunakan metode elektrolisis. Elektrolisis pada penelitian ini, menggunakan elektroda terbuat dari SS 316 disusun secara paralel yang dilengkapi dengan membran polyvinyl alcohol (PVA) yang ketebalan membrannya divariasikan dengan tujuan mendapatkan volume hidrogen yang tinggi dari keluaran dry cell electrolyzer dan daya listrik yang optimal hasil dari keluaran fuel cell [20].

Hidrogen telah banyak dikaji baik tentang proses produksi hidrogen maupun tentang karakteristik produknya tersendiri. Baik dari jenis bahan baku yang digunakan, jenis elektroliser, jenis elektrolit dan karakteristik lainnya. Hidrogen merupakan energi bersih karena tidak menimbulkan emisi saat digunakan, sehingga berpotensi mengurangi pencemaran udara. Ketersediaannya melimpah dan dapat diproduksi dari berbagai sumber, seperti air, biomassa, maupun gas alam.

Karya ilmiah ini membahas sosialisasi pembuatan hidrogen dengan menggunakan dry cell electrolyzer. Dry cell electrolyzer dan fuel cell sangat memungkinkan untuk sebagai charging station untuk handphone sebagai alternatif dari penggunaan energi listrik dari PLN.

2. IDENTIFIKASI MASALAH

Secara alami, keberadaan hidrogen di bumi sangat terbatas. Hidrogen yang banyak dimanfaatkan saat ini umumnya merupakan hasil rekayasa manusia melalui proses kimia sehingga menghasilkan gas hidrogen. Dalam skala industri, produksi hidrogen biasanya dilakukan dengan memanfaatkan metana, selain melalui proses elektrolisis air karena hidrogen paling banyak terkandung dalam molekul air. Hidrogen memiliki beragam manfaat penting bagi kehidupan, antara lain di bidang kimia organik serta berbagai sektor industri, seperti industri pupuk, minyak goreng, pangan, hingga energi bahan bakar.

Tujuan dan sasaran dari sosialisasi ini adalah memberikan informasi bagaimana mendapatkan hidrogen dan apa saja manfaat hidrogen dalam kehidupan sehari hari. Manfaat hidrogen bagi kehidupan manusia tentu sangat beragam.

3. METODELOGI PELAKSANAAN

Sosialiasi pembuatan hidrogen menggunakan dry cell electrolyzer dilakukan dengan mendemonstrasi proses mendapatkan hidrogen menggunakan dry cell electrolyzer dan mengaplikasikannya sebagai *charging station* untuk handphone.

egiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu tahap perencanaan dan tahap pelaksanaan, dengan lokasi kegiatan di PT. Sinarsurya Karya Mandiri.

Aptekmas
Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat
Volume 7, Nomor 4, (2024)
http://dx.doi.org/10.36257/apts.vxix
pp 135-141

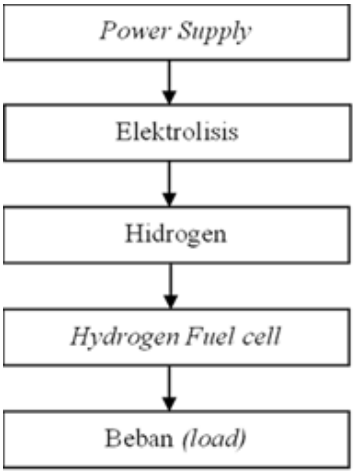
A. Perencanaan Pengabdian Masyarakat

Tahap persiapan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan melalui tiga langkah utama, yaitu:

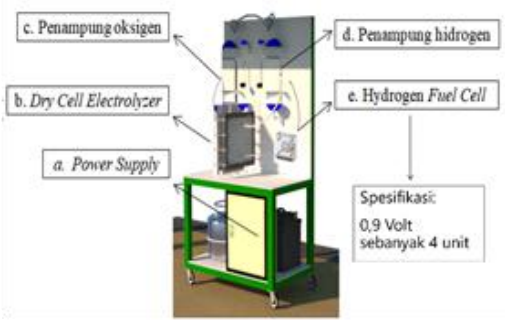
1. Melakukan identifikasi kebutuhan mitra PT Sinarsurya Karya Mandiri melalui wawancara dengan karyawan.
2. Menyiapkan perangkat **dry cell electrolyzer** yang digunakan untuk demonstrasi produksi hidrogen.
3. Melaksanakan koordinasi dengan P3M Politeknik Negeri Sriwijaya terkait pengajuan proposal serta administrasi surat-menyurat dengan mitra.

B. Pelaksanaan Pengabdian Masyarakat

Pengabdian masyarakat ini dilaksanakan dengan demonstrasi pembuatan hidrogen. Pelaksanaan kegiatan dimulai dengan menyiapkan bahan baku dan diperlihatkan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Diagram Alir Produksi dan Pemanfaatan Hidrogen



Gambar 2. Dry Cell Electrolyzer

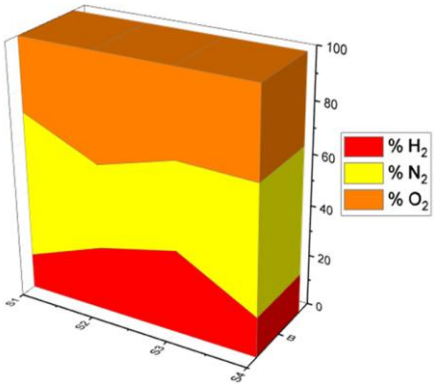
Electrolyzer disusun oleh serangkaian sel yang terhubung secara horizontal dengan penggunaan gasket pemisah berbahan dasar karet silikon yang memiliki ketebalan 5 mm dan tahan terhadap panas. Bahan elektroda yang dipilih untuk desain ini adalah stainless steel 316, bertujuan untuk memastikan aliran elektrolit, dan polimer digunakan membran sebagai pemisah yang diletakkan di tengah barisan elektroda. Setiap sel dibatasi oleh pelat netral, satu elektroda bertindak sebagai anoda dan yang lainnya sebagai katoda di sisi yang berlawanan. Cairan elektrolit memasuki sistem melalui saluran di bagian bawah pelat depan, mengalir melalui electrolyzer.

Proses ini menghasilkan hidrogen di katoda dan oksigen di anoda. Di bagian atas pelat depan, terdapat saluran keluar gas yang terpisah, memungkinkan campuran elektrolit dan gas-gas tersebut untuk keluar dari electrolyzer. Bingkai yang digunakan terbuat dari akrilik dengan dimensi 20 cm x 20 cm x 15 mm, memberikan ruang bagi komponen tersebut. Membran pemisah memungkinkan aliran ion tetap mengalir serta memisahkan gas-gas yang dihasilkan.

Kegiatan demonstrasi dan sosialisasi pembuatan hydrogen menggunakan dry cell electrolyzer ini dilaksanakan oleh tim dosen dan mahasiswa Program Magister Terapan Teknik Energi Terbarukan Politeknik Negeri Sriwijaya untuk sosialisasi dan demonstrasi alat dry cell electrolyzer.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gas hddrogen yang dihasilkan dianalisa komposisinya di Laboratorium Pertamina RU III Plaju menggunakan gas chromatography agilent 7890B, dapat dilihat pada Gambar 3.



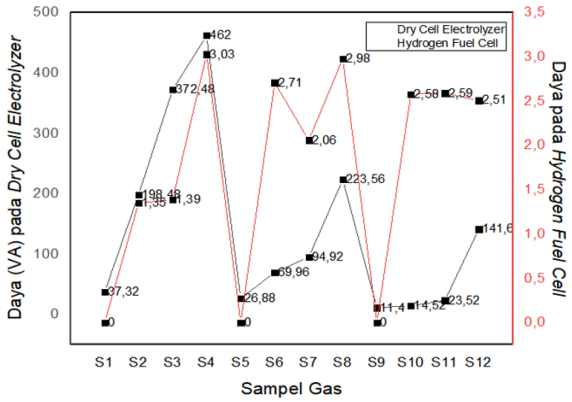
Gambar 3. Komposisi gas dari Dry Cell Electrolyzer

Volume 7, Nomor 4, (2024)
http://dx.doi.org/10.36257/apts.vxix
pp 135-141

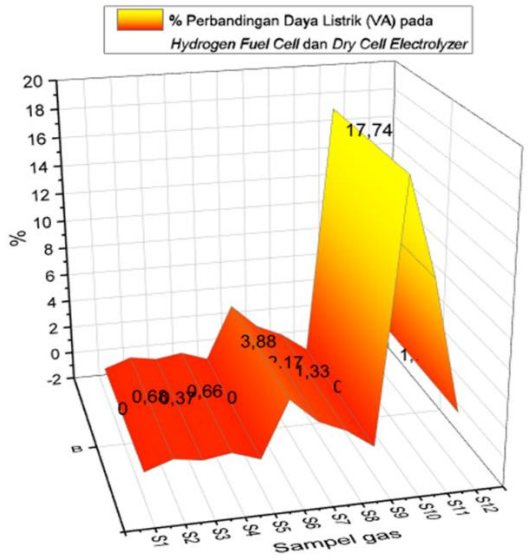
Pada Gambar 3 perbandingan komposisi gas menunjukkan bahwa komposisi hidrogen tertinggi pada dry cell electrolyzer menggunakan KOH konsentrasi 0,07 M (S3). Komposisi hidrogen terendah yaitu pada dry cell electrolyzer tanpa membran pada sampel S1. Hal ini selaras dengan penjelasan mekanisme yang terjadi pada dry cell electrolizer, dimana gas hidrogen dialirkan keluar untuk ditampung sedangkan OH^- akan bergerak melalui membran menuju ke elektroda yang memiliki konsentrasi OH^- yang lebih tinggi (dari katoda ke anoda). Gambar 3 menunjukkan bahwa pada sampel S-1 hingga S-4 tanpa menggunakan membran yang mengandung gas O_2 lebih banyak sedangkan pada sampel S-5 hingga S-12 gas O_2 lebih sedikit dan komposisi H_2 lebih meningkat. Dengan menggunakan membran PVA kita dapat mencegah dan menunda pencampuran antara gas O_2 dan H_2. Semakin besar komposisi H_2 maka akan semakin baik untuk dijadikan bahan bakar [20], namun pada proses ini masih tetap terkandung gas O_2 meskipun telah menggunakan membran.

Dari Gambar 4 dapat dilihat persentase daya listrik agar dapat diketahui pada sampel gas mana yang terbaik dalam proses menghasilkan hidrogen dengan dry cell electrolzer sampai dapat menghasilkan daya listrik pada hydrogen fuel cell untuk dimanfaatkan *charging* baterai handphone sebagai beban (*load*). Persentase daya listrik dapat dilihat pada Gambar 4.

Dari Gambar 5 dapat diketahui bahwa pada sampel gas terbaik dalam proses menghasilkan hidrogen dengan dry cell electrolzer sampai dapat menghasilkan daya listrik pada *hydrogen fuel cell* dan dimanfaatkan *charging* baterai handphone sebagai beban (*load*) sebesar 17,74 % pada sampel gas hidrogen dihasilkan dari dry cell electrolyzer dengan konsentrasi KOH 0,04 M dan bermembran PVA dengan ketebalan 3 mm (S10).



Gambar 4. Perbandingan Daya Listrik yang Dibutuhkan Dry Cell Electrolyzer dan Daya Listrik yang Dihasilkan pada Hydrogen Fuel Cell



Gambar 5. Perbandingan Daya Listrik yang Dibutuhkan Dry Cell Electrolyzer dan Daya Listrik yang Dihasilkan pada Hydrogen Fuel Cell

Aptekmas
Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat
Volume 7, Nomor 4, (2024)
http://dx.doi.org/10.36257/apts.vxix
pp 135-141

Sebelum hidrogen dialirkan dari tabung penampung gas hidrogen ke *hydrogen fuel cell*, hidrogen disimpan terlebih dahulu di dalam tabung penyimpanan gas khusus yang tahan tekanan dan dilengkapi dengan pengatur laju alir gas agar gas dapat mengalir secara konstan. Laju alir gas hidrogen yang konstan diharapkan akan menghasilkan daya listrik yang konstan untuk di suplai ke beban dapat diketahui berapa konsumsi gas hidrogen yang diperlukan *hydrogen fuel cell* tanpa berlebihan dan mendapatkan efisiensi yang optimal. Proses pembuatan hidrogen menggunakan dry cell electrolyzer dan proses *charging* handpone dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. pembuatan hidrogen menggunakan dry cell electrolyzer



Gambar 6. Proses charging handphone

5. KESIMPULAN

Dosen Politeknik Negeri Sriwijaya bersama mahasiswa melaksanakan kegiatan pengabdian masyarakat di PT. Sinarsurya Karya Mandiri. Pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk mensosialisasikan pembuatan hidrogen menggunakan dry cell electrolyzer yang merupakan bidang energi terbarukan dan penerapannya. Sosialisasi ini diharapkan menciptakan kerjasama antara perguruan tinggi dan mitra. Hasil demonstrasi alat produksi hidrogen dapat menjadi solusi bagi masyarakat dan industri sebagai sumber energi atau sumber daya charging station untuk mengisi daya handphone sebagai alternatif dari penggunaan energi listrik dari PLN.

Volume 7, Nomor 4, (2024)
http://dx.doi.org/10.36257/apts.vxix
pp 135-141

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Politeknik Negeri Sriwijaya atas dukungan pendanaan kegiatan ini melalui skema Pengabdian Penugasan Inovasi Pascasarjana dengan Kontrak Nomor 8286/PL6.2.1/PM/2024.

7. REFERENSI

[1] Reinhard, Ploetz., Rusdianasari, Rusdianasari., Eviliana, Eviliana. (2016). Renewable energy: advantages and disadvantages.

[2] Rusdianasari, Taqwa, A., Syarif, A., Bow, Y. (2023). Hydrogen Recovery from Electroplating Wastewater Electrocoagulation Treatment. International Journal on Advanced Sciences Engineering Information Technology, Vol. 13, No. 2, doi:10.18517/ijaseit.13.2.16667

[3] Rusdianasari, Iskandar, I., Basuki, PD. (2022). Utilizing an Oxyhydrogen Reactor to Produce Hydrogen gas as a new Source of Energy from Textile Effluent. International Journal on research in vocational Studies, Vol. 2 No. 3. https://doi.org/10.53893/ijrvocas.v2i3.149

[4] Muhammad, Amin., H., H., Shah., Bilal, Bashir., Umer, Hameed, Shah., Muhammad, Umair, Ali. (2023). Environmental Assessment of Hydrogen Utilization in Various Applications and Alternative Renewable Sources for Hydrogen Production: A Review. Energies, doi: 10.3390/en16114348

[5] M.A.M., Cartaxo., José, Eduardo, Fernandes., Maésia, M., Soares, Gomes., al, et. (2023). Wastewater Electrolysis for Hydrogen Production. Portugaliae Electrochimica Acta, doi: 10.4152/pea.2023410105

[6] Rusdianasari, Rusdianasari., Yohandri, Bow., Tresna, Dewi., Pola, Risma. (2019). Hydrogen Gas Production Using Water Electrolyzer as Hydrogen Power. doi: 10.1109/ICECOS47637.2019.8984438

[7] Reinhard, P, Sihotang., Elsama, Christina, Manalu., Ryandi, Simbolon. (2022). Analysis of Separation of Hydrogen and Oxygen Gases from Water through Water Electrolysis Experiments. Indonesian Journal of Chemical Science and Technology, doi: 10.24114/ijcst.v5i1.33137

[8] Setiadi R, Taqwa A, Bow Y. (2023). Implementation of the internet of things for monitoring and protecting hydrogen production in dry cell HHO generators. International Journal on research in vocational Studies, Vol. 3 No. 2. https://doi.org/10.53893/ijrvocas.v3i2.203

[9] Rusdianasari, Bow Y, Dewi T. (2019). HHO Gas Generation in Hydrogen Generator using Electrolysis. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 258 (2019) 012007. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 258 (2019) 012007

[10] Asmaa, R., Heiba., Shimaa, Abd, El-hamid., Ehab, El, Sawy. (2023). Anodized Stainless Steel 316 and 304 Alloys as Bifunctional Water Splitting Electrocatalytic Materials in Alkaline Media. Meeting abstracts, doi: 10.1149/ma2023-01362076mtgabs

[11] Irtas, D., Bow, Y., Rusdianasari. (2021). The Effect of Electric Current on the Production of Brown's gas using Hydrogen Fuel Generator with Seawater Electrolysis. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 709 (2021) 012001. doi:10.1088/1755-1315/709/1/012001

[12] Syed, Shujaat, Karim., Arshad, Hussain., Sarah, Farrukh., Mohammad, Younas. (2020). Effects of Coagulation Residence Time on the Morphology and Properties of Poly (vinyl) Alcohol (PVA) Asymmetric Membrane via NIPS Method for O2/N2 Separation. Journal of Polymers and The Environment, doi: 10.1007/S10924-020-01816-6

[13] Rahmadina N, Bow Y, Yusi S. (2023). The Comparison on Hydrogen Purity on Brown's gas using Dry Cell Electrolyzer with/without Polyvinyl Alcohol (PVA) Separator Membrane. International Journal on research in vocational Studies, Vol. 3 No. 2.

Volume 7, Nomor 4, (2024)
http://dx.doi.org/10.36257/apts.vxix
pp 135-141

https://doi.org/10.53893/ijrvocas.v3i2.205

[14] Budiman A, Yerizam M, Bow Y. (2022). Design of Dry Cell HHO Generator using NaCl Solution for Hydrogen Production. IJFAC (Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry), 7(1)

[15] A, Hodges., Stefanie, Renz., Felix, P., Lohmann-Richters., Atheer, Hadi, Abed, Al-Musawi., Andreas, Jupke., Werner, Lehnert., Gerhard, F., Swiegers., Gordon, G., Wallace. (2023). Critical Analysis of Published Physical Property Data for Aqueous Potassium Hydroxide. Collation into Detailed Models for Alkaline Electrolysis. Journal of Chemical & Engineering Data, doi: 10.1021/acs.jced.3c00040

[16] Rohman, A., Rusdianasari & Syarif, A. (2024). Generating Hydrogen Gas with a Polyvinyl Alcohol Membrane Dry Cell Electrolyzer Using KOH Electrolyte. International Journal of Research in Vocational Studies (IJRVOCAS), 4(2), 10-15.

[17] Arbie, Marwan, Putra. (2010). Analisis produktifitas gas hidrogen dan gas oksigen pada elektrolisis larutan koh. Jurnal Neutrino, doi: 10.18860/NEU.V0I0.1642

[18] Bow Y., Rusdianasari, Meidinariasty A and Pratama MY, M. (2023). Effect of Stainless Steel Duplex Electrode Size on Hydrogen Production through Electrolysis Process. In Proceedings of the 4th International Conference on Applied Science and Technology on Engineering Science (iCAST-ES 2021), pages 393-397. DOI: 10.5220/0010946400003260

[19] Nelson, Saksono., Johannes, Sasiang., Chandra, Dewi, Rosalina., Trisutanti, Budikania. (2018). Hydrogen Generation by Koh-Ethanol Plasma Electrolysis Using Double Compartement Reactor. doi: 10.1088/1757-899X/316/1/012011

[20] Rusdianasari, R., Taqwa, A., Syarif, A., & Bow, Y. (2024). Integrated Wastewater Processing using Electrogoagulation Method into Oxyhydrogen (HHO) for Renewable Energy. IJFAC (Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry), 9(1), 48-54.

.