

The Effect of Variations On Cu-Al Electrode Plates On Hydrogen Generators

Efek Variasi Plat Elektroda Cu/Al Pada Generator Hidrogen

Sri Wahyu Wardani¹⁾, Rahadian Zainul²⁾

*Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang, Indonesia Telp. 0751 7057420*

¹sriwahyuwardani2@gmail.com

²rahadianzmsiph@yahoo.com

Abstract — This study aims to determine the effect of electrode plate variants on hydrogen gas production using the electrolysis method. In this electrolysis a fixed voltage and current of 0.6 Amper and 2 volts are used for 1 hour. The results obtained were electrolysis reaction which occurred on plate 8 using distilled water electrolytes and 0.01 M NH₄Cl with results of 6 mL and 112 mL. The ability of electron transfer in each electrolyte is reduced in thicker plate layers because the voltage used is very small.

Keywords: *electrolysis, Cu, Al, current, voltage*

I. Pendahuluan

Kebutuhan manusia akan bahan bakar fosil semakin meningkat seiring dengan pesatnya pertumbuhan jumlah penduduk dunia. Bahan bakar fosil seperti gas alam, batu bara, dan minyak bumi digunakan sebagai sumber utama energi yang dapat dikonversi menjadi energi listrik dan sumber bahan bakar bermotor. Menurut data statistik dari *British Petroleum* yang dikeluarkan pada tahun 2014, konsumsi energi dunia pada tahun 2013 mencapai 533×10^{18} J. Konsumsi energi terbesar (>85%) berasal dari bahan bakar fosil dengan 38% berasal dari minyak bumi, 27.3 % dari gas alam, dan 34.7% dari batu bara^[13]

Kebutuhan energi terus bertambah sering dengan meningkatnya populasi. Sekitar 80% dari energi dihasilkan dari bahan bakar fosil (minyak, gas alam, batu bara) menghasilkan gas rumah kaca, seperti karbon dioksida (CO₂), methane (CH₄), yang menyebabkan pemanasan global, selain itu juga menyebabkan bahaya dalam tubuh manusia dan semua makhluk yang ada di lingkungan, Cadangan sumber daya fosil ini juga terbatas^[3]. Energi terbarukan dan lingkungan yang tidak tercemar merupakan dua hal penting pada masyarakat zaman sekarang. Sumber utama energi yang selama ini digunakan untuk bahan bakar kendaraan maupun keperluan industri adalah dari bahan bakar^[4]. Penggunaan bahan bakar fosil menimbulkan masalah tersendiri bagi lingkungan karena menghasilkan gas buangan berupa CO₂ atau lebih dikenal dengan gas rumah kaca yang dapat menyebabkan pemanasan global^[3].

Hidrogen merupakan salah satu solusi dari energi terbarukan karena produk dari hasil pembakarannya adalah air^[7]. Hidrogen merupakan unsur yang melimpah di alam. Hidrogen

membentuk molekul diatomik yaitu molekul yang terdiri dari dua atom hidrogen dan berwujud gas pada suhu ruang^[10]. Bahan bakar berbasis hidrogen sangat menjanjikan karena dapat menghasilkan energi sebesar 122 kJ dari pembakaran 1 gram H₂^[6]. Selain itu, gas sisa pembakaran dari bahan bakar berbasis hidrogen juga tidak memiliki dampak negatif terhadap lingkungan karena hanya menghasilkan uap air^[5].

Hidrogen dapat diproduksi dari sumber terbarukan dalam bentuk biomassa dan melalui proses pemanfaatan air seperti elektrolisis, dekomposisi termal, dan dekomposisi fotokatalitik^[6]. Salah satu metoda untuk produksi hidrogen adalah elektrolisis air, yang merupakan penguraian air menjadi unsur-unsurnya melalui arus listrik yang dilalui air^[1]. Dekomposisi H₂O juga dapat berlangsung dengan bantuan katalis semikonduktor dengan memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi. Sinar matahari menghasilkan energi 3×10^{24} J atau sekitar 10.000 kali lipat dari konsumsi energi dunia selama satu tahun^[12].

Pada suhu kamar pemecahan air sangat kecil, sekitar 10 mol/liter karena air murni merupakan konduktor listrik yang sangat buruk. Elektrolisis air akan berjalan secara lambat. Berbagai faktor yang mempengaruhi transpor elektrokimia adalah permukaan elektroda, kondisi lingkungan elektrolit, selain faktor utama adalah arus dan potensi. Jenis elektrolit yang digunakan sangat efektif mempengaruhi proses elektrolisis^[16]. Karena perbedaan di atmosfer elektrolit, mempengaruhi konduktivitas larutan. Oleh karenanya, elektrolisis air akan berjalan secara

lambat^[3]. Mersch et al (2015) melaporkan modifikasi yang berkaitan evolusi gas Hidrogen dan gas Oksigen pada elektroda dengan bantuan enzim^[8] dan microba^[10]. Sementara, mekanisme reaksi pada permukaan elektroda juga telah dibahas oleh Pfeifer et al (2016), tentang bagaimana evolusi gas Oksigen dari Anoda^[9; 2; 15]. Oleh karena itu, perlu dilakukan modifikasi terhadap elektrolisis air. Modifikasi elektrolisis air dapat dilakukan dengan meliputi penambahan zat terlarut yang bersifat elektrolit, dapat berupa basa, asam, maupun garam untuk meningkatkan konduktivitas listrik dari air^[12]

II. Metodologi

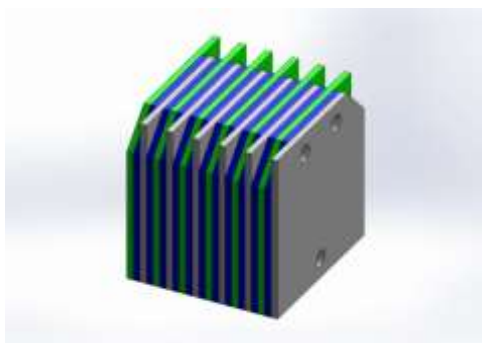
A. Alat dan bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Aluminium (0,7 mm) dan Tembaga (0,4 mm) akrilik, soket, baut 13, gergaji, bor, selang, paking tebal 2 mm, tabung.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah NH_4Cl 0.01 M, dan aquades.

B. Preparasi Elektroda

Plat logam Cu (0, 4 mm) dan plat logam aluminium (0.7 mm) yang berbentuk lembaran dipotong dengan ukuran lebar 10 cm dan panjang 10 cm sebanyak 8,10 dan 12. Kemudian, plat di lubang sebagai tempat pemasangan baut dan tempat saluran gas (Gambar 1). Kemudian, untuk menghilangkan kontaminasi bahan organik yang menempel cuci semua plat menggunakan aseton.



Gambar 1. Susunan Plat elektroda

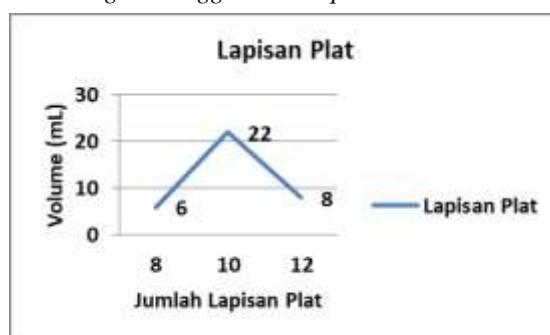
C. Cara Kerja Reaktor

Persiapkan alat dan bahan berupa reaktor yang di rakit dengan 8 plat elektroda dan begitu juga untuk plat 10 dan 12 berturut. Kemudian, siapkan *power supply* yang sudah dipasangkan kabel colokan dan kabel dengan penjepit. Lalu, siapkan larutan elektrolit NH_4Cl 0,01 M untuk dimasukkan ke dalam tabung penampung elektrolit sebagai bahan yang akan dielektrolisis. Selanjutnya, persiapkan gelas ukur dengan wadah gelas kimia sebagai alat ukur volume gas Hidrogen. Masukkan selang dari reaktor ke dalam gelas ukur yang berisi air. Selanjutnya, tabung yang sudah

berisi larutan elektrolit diberi arus listrik DC untuk mereaksikan larutan supaya terjadi pemecahan air menjadi gas hidrogen dan oksigen. Ketika arus listrik diberikan maka gas hidrogen dan oksigen akan mengalir melalui selang keluaran gas menuju gelas ukur. Sebelum gas mengisi gelas ukur maka catat data volume awal dari skala ukuran pada gelas ukur dan setelah gas hidrogen dan oksigen mengisi gelas ukur selama 1 jam, maka akan di dapat volume akhir dari pada skala ukuran pada gelas ukur, catat data yang terukur tersebut.

III. Hasil dan pembahasan

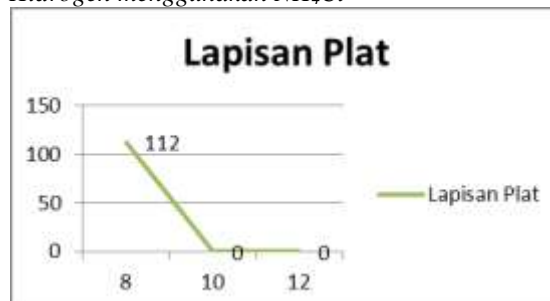
A. Hasil Pengukuran Volume Produksi Gas Hidrogen Menggunakan Aquades



Gambar 2. Pengaruh Jumlah Lapisan Plat terhadap Volume gas Hidrogen menggunakan elektrolit Aquades

Gambar 2 merupakan hasil pengukuran volume gas hidrogen yang dihasilkan terhadap jumlah lapisan plat menggunakan elektrolit aquades. Data yang diperoleh pada gambar 2 menunjukkan hasil pengukuran volume gas hidrogen pada plat 8, 10, dan 12 berturut-turut adalah 6 mL, 22 mL, dan 8 mL. Berdasarkan data tersebut volume gas hidrogen terbanyak adalah pada penggunaan lapisan plat 10.

B. Hasil pengukuran volume Produksi Gas Hidrogen menggunakan NH_4Cl



Gambar 3. Pengaruh Jumlah Lapisan Plat terhadap Volume gas Hidrogen menggunakan elektrolit NH_4Cl

Gambar 3 merupakan hasil pengukuran volume gas hidrogen yang dihasilkan terhadap jumlah lapisan plat menggunakan elektrolit aquades. Data yang diperoleh pada gambar 3

menunjukkan hasil pengukuran volume gas hidrogen pada plat 8, 10, dan 12 berturut-turut adalah 112 mL, 0 mL, dan 0 mL. Berdasarkan data tersebut volume gas hidrogen terbanyak adalah pada penggunaan lapisan plat 8.

Setelah pembentukan gas hidrogen secara elektrokimia, pergerakan gas di atas permukaan elektroda adalah proses perpindahan. Gas akan bergerak dan akhirnya meninggalkan permukaan elektroda. Selanjutnya, pergerakan gas melalui elektrolit untuk berdifusi dari permukaan pipa keluaran menuju ujung gas penyimpanan.

Pengaruh variasi plat elektroda pada produksi gas hidrogen mengalami penurunan karena penambahan jumlah lapisan plat yang digunakan, menyebabkan tegangan yang diberikan berkurang. Dari hasil penelitian kuat arus dan tegangan yang digunakan adalah 0.6 amper dan 2 volt. Namun, hal yang berbeda terjadi pada penggunaan elektrolit NH_4Cl 0.01 M gas hidrogen tidak dihasilkan pada variasi lapisan plat 10 dan 12, hal ini disebabkan rendahnya tegangan yang diberikan yang menyebabkan tidak mampunya mengelektrolisis larutan tersebut. Lapisan plat yang terbaik menghasilkan hidrogen adalah lapisan plat 8 menggunakan elektrolit NH_4Cl . Dalam penggunaan aquades saja peningkatan jumlah gas tidak signifikan. Hal ini karena kondisi air tanpa keseimbangan ion terjadi penguraian ion dalam sistem. Baik ion OH^- dan H^+ berada dalam kesetimbangan sehingga ketika elektron memasuki sistem generator, proses pembentukan gas tidak berjalan dengan baik.

IV. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini, proses elektrolisis air terbaik pada plat 8, yang mana setiap elektrolit menghasilkan gas hidrogen. Sedangkan pada plat 10 dan 12 jika digunakan elektrolit NH_4Cl sulit untuk menghasilkan gas, karena ketebalan plat yang semakin besar. Hal ini dipengaruhi karena tegangan yang diberikan sangat kecil yaitu sebesar 2 volt.

REFERENSI

1. Chehade, G., Demir, ME, Dincer, I., Yuzer, B., & Selcuk, H. (2018). Experimental investigation and analysis of a new photoelectrochemical reactor for hydrogen production. *International Journal of Hydrogen Energy*, 43(27), 12049-12058. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.04.110>
2. Chen W, Wang H, Li Y, Liu Y, Sun J, et al. 2015. In Situ Electrochemical Oxidation Tuning of Transition Metal Disulfides to Oxides for Enhanced Water Oxidation. *ACS central science* 1:244-51
3. de Fátima Palhares, DDA, Vieira, LGM, and Damasceno, JJR (2018). Hydrogen production by a low-cost electrolyzer developed through the combination of alkaline water electrolysis and solar energy use. *International Journal of Hydrogen Energy*, 43(9), 47464753. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.01.051>
4. Fan, Wenqing., Qinghong Zhang dan Ye Wang. 2013. "Semiconductor-based Nanocomposites for Photocatalytic H_2 Production and CO_2 Conversion." *Phys. Chem.* DOI:10.1039/C6TA10497E.
5. Gahleitner, G. (2013) 'Hydrogen from renewable electricity: An international review of power-to-gas pilot plants for stationary applications', *International Journal of Hydrogen Energy*. Elsevier Ltd, 38(5), pp.20392061. doi:10.1016/j.ijhydene.2012.12.010
6. Jang, BWL et al. (2010) 'Fuels of the future', *Energy and Environmental Science*, 3 (3), p. 253. doi: 10.1039/c003390c
7. Li, X., Yu, J., Low, J., Fang, Y., Xiao, J., & Chen, X. (2015). Engineering heterogeneous semiconductors for solar water splitting. *Journal of Materials Chemistry A*, 3(6), 24852534. <https://doi.org/10.1039/c4ta04461d>
8. Melian, EP, Díaz, OG, Méndez, AO, López, CR, Suárez, MN, Rodríguez, JMD, ... Peña, JP (2013). Efficient and affordable hydrogen production by water photo-splitting using TiO_2 -based photocatalysts. *International Journal of Hydrogen Energy*, 38(5), 21442155. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2012.12.005>
9. Mersch D, Lee CY, Zhang JZ, Brinkert K, Fontecilla-Camps JC, et al. 2015. Wiring of Photosystem II to Hydrogenase for Photoelectrochemical Water Splitting. *Journal of the American Chemical Society* 137:8541-9
10. Pfeifer V, Jones TE, Velasco Velez JJ, Massue C, Greiner MT, et al. 2016. The electronic structure of iridium oxide electrodes active in water splitting. *Physical chemistry chemical physics: PCC* 18:2292-6
11. Sugiyarto, Kristian. 2004. *Kimia Organik II*. Common Text Book. Yogyakarta: Jurusan Kimia FMIPA UNY.
12. Torella JP, Gagliardi CJ, Chen JS, Bediako DK, Colon B, et al. 2015. Efficient solar-to-fuels production from a hybrid microbial-water-splitting catalyst system. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112:2337-42
13. Wei, Q., Yang, Y., Liu, H., Hou, J., Liu, M., Cao, F., & Zhao, L. (2018). Experimental

- study on the direct solar photocatalytic water splitting for hydrogen production using concentrators uniform surface. *International Journal of Hydrogen Energy*, 43(30), 13745-13753. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.01.135>
14. Yuan, Yu-Peng., Lin-Wei Ruan., James Barber., Say Chye Joachim Loo., dan Can Xue. 2014. "Hetero-Nanostructured Suspended Photocatalysts for Solar-to-Fuel Conversion". *Energy Environ. Sci.* DOI: 10.1039/C4EE02914C.
 15. Zainul, Rahadian., Admin Alif., Hermansyah Aziz., Syukri Arief., Syukri., dan Arief Yasthopi. 2015. "Photoelectro-splitting water for Hydrogen Production Using Illumination of Indoor Lights". *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 2015, 7(11):57-67.
 15. R. Zainul, S. Resmi, and U. Negeri, "Studi Dinamika Molekular dan Kinetika Reaksi pada Pembelahan Molekul Air untuk Produksi Gas Hidrogen," no. August, 2018.
 16. R. Zainul, A. Alif, H. Aziz, and S. Arief, "Journal of Chemical and Pharmaceutical Research", 2015, 7(11): 57-67 Research Article Photoelectro-splitting water for hydrogen production using illumination of indoor lights," vol. 7, no. 11, pp. 57-67, 2015.
 17. Yulis, R., R. Zainul, and M. Mawardi. Effect of natrium sulphate concentration on indoor lights photovoltaic performance. in *Journal of Physics: Conference Series*. 2019. IOP Publishing.
 18. Zainul, R. and L. Isara. Preparation of Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) using anthocyanin color dyes from jengkol shell (*Pithecellobium lobatum* Benth.) by the gallate acid copigmentation. in *Journal of Physics: Conference Series*. 2019. IOP Publishing.
 19. Rahmawati, A., Isolasi dan Karakterisasi Asam Humat dari Tanah Gambut. *J. Phenomenon*, 2011. 2(1).
 20. Zainul, R., Disain dan Modifikasi Kolektor dan Reflektor Cahaya pada Panel Sel Surya Al/Cu₂O-Gel Na₂SO₄. 2015.
 21. Zainul, R. and S.W. Wardani, The Hydrogen Generator Performance of Sandwich Designed 4/4 Al-Cu Plates. *EKSAKTA: Berkala Ilmiah Bidang MIPA*, 2019. 20(1): p. 100-104.
 22. Birben, N., et al., Photocatalytic degradation of humic acid using a novel photocatalyst: Ce-doped ZnO. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 2017. 16(1): p. 24-30.
 23. Zhou, X., et al., Synergistic effects and kinetics of rGO-modified TiO₂ nanocomposite on adsorption and photocatalytic degradation of humic acid. *Journal of environmental management*, 2019. 235: p. 293-302.
 24. Rao, M.P., et al., Photocatalytic properties of hierarchical CuO nanosheets synthesized by a solution phase method. *Journal of Environmental Sciences*, 2017.
 25. Suyani, H. and N. Jamarun, Penggunaan Zeolit sebagai Pendegradasi Senyawa Permetrin dengan Metoda Fotolisis. *Jurnal Natur Indonesia*, 2012. 14(01).
 26. Umar, M. and H.A. Aziz, Photocatalytic degradation of organic pollutants in water, in *Organic Pollutants-Monitoring, Risk and Treatment*. 2013, InTech.
 27. Zainul, R., J. Effendi, and M. Mashuri, Phototransformation of Linear Alkylbenzene Sulphonate (LAS) Surfactant Using ZnO-CuO Composite Photocatalyst. *KnE Engineering*, 2019: p. 235-247-235-247.
 28. Lin, Z., et al., Modifying photocatalysts for solar hydrogen evolution based on the electron behavior. *Journal of Materials Chemistry A*, 2017. 5(11): p. 5235-5259.
 29. Zainul, R., et al., Disain Geometri Reaktor Fotosel Cahaya Ruang. *Jurnal Riset Kimia*, 2015. 8(2): p. 131.
 30. Zainul, R., et al., Modifikasi dan Karakteristik IV Sel Fotovoltaik Cu₂O/Cu-Gel Na₂SO₄ Melalui Iluminasi Lampu Neon. *Eksakta*, 2015. 2: p. 50.
 31. Tamarani, A., R. Zainul, and I. Dewata. Preparation and characterization of XRD nano Cu-TiO₂ using sol-gel method. in *Journal of Physics: Conference Series*. 2019. IOP Publishing.
 32. Zainul, R., et al. Thermal and Surface Evaluation on The Process of Forming a Cu₂O/CuO Semiconductor Photocatalyst on a Thin Copper Plate. in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018. IOP Publishing.
 33. Zainul, R., et al., Zinc/Aluminium-Quinclorac Layered Nanocomposite Modified Multi-Walled Carbon Nanotube Paste Electrode for Electrochemical Determination of Bisphenol A. *Sensors*, 2019. 19(4): p. 941.
 34. Zainul, R., Prototype Reaktor Deksagonal. 2018.
 35. Zainul, R., I. Dewata, and B. Oktavia. Fabrication of hexagonal photoreactor indoor lights. in *Journal of Physics: Conference Series*. 2019. IOP Publishing.
 36. Damayanti, C.A., S. Wardhani, and D. Purwonugroho, Pengaruh konsentrasi TiO₂ dalam zeolit terhadap degradasi methylene blue secara fotokatalitik. *Jurnal Ilmu Kimia Universitas Brawijaya*, 2014. 1(1): p. pp. 8-14.
 37. Abdullah, H., et al., Modified TiO₂ photocatalyst for CO₂ photocatalytic reduction: An overview. *Journal of CO₂ Utilization*, 2017. 22: p. 15-32.

- 38 . Zainul, R., Effendi, J., & Mashuri, M. (2019). Phototransformation of Linear Alkylbenzene Sulphonate (LAS) Surfactant Using ZnO-CuO Composite Photocatalyst. *KnE Engineering*, 235-247.
- 39 . Zainul, R., & Isara, L. P. (2019, April). Preparation of Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) using anthocyanin color dyes from jengkol shell (*Pithecellobium lobatum* Benth.) by the gallate acid copigmentation. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1185, No. 1, p. 012021). IOP Publishing.