

MERANCANG GENERATOR HYDROGEN FULL CELL KAPASITOR UNTUK RENEWABLE ENERGI

YUDO DWI HANDOKO DAN NURWIJAYANTI KN

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma

ABSTRAK

*Energi berperan sangat penting dalam kehidupan manusia. Misalnya untuk proses industri, penerangan, dan masih banyak peralatan yang memerlukan energi agar dapat bekerja. Sebagian besar produksi energi berasal dari sumber energi fosil berupa minyak bumi dan gas alam. Berdasarkan data International Energy Agency (IEA), pada tahun 2018 produksi energi dunia adalah 14.421 Mtoe. Sebagian besar didorong oleh pembangkitan yang berasal dari bahan bakar fosil yaitu sebesar 370 Mtoe. Produksi energi yang berasal dari energi terbarukan dan nuklir juga meningkat, masing-masing sebesar 60 Mtoe dan 19 Mtoe. Bahan bakar fosil pada akhirnya menyumbang lebih dari 81% produksi energi pada tahun 2018. Berdasarkan hasil percobaan pada proses elektrolisis yang mempengaruhi jumlah produksi hydrogen adalah besaran voltase **18V** pada proses electrolysis. Semakin besar tegangan elektrolisis maka semakin banyak gas hydrogen dan oksigen yang di hasilkan, hasil setiap pengujian yang dilakukan mulai dari percobaan pengujian menggunakan satu b dan menggunakan dua buah fuel cell serta perhitungan hasil gas hasil fuel cell generator selama 20 menit, perancangan alat hidrogen generator dan fuel cell memiliki sistem kerja yang cukup baik. Berdasarkan hasil percobaan pada satu fuel cell dalam waktu 50 menit menghasilkan tegangan maksimal sebesar **1,18V** , sedangkan untuk percobaan kedua menggunakan dua buah fuel cell menghasilkan tegangan maksimal **2,39 V** dalam waktu 50 menit. Maka dapat di simpulkan jumlah fuel cell ,gas hydrogen, dan oksigen mempengaruhi tegangan yang dapat di hasilkan.*

Kata Kunci : Fuel cell, Hydrogen, Oksigen, Renewable Energy, Elektrolisis.

PENDAHULUAN

Meningkatnya laju pencemaran lingkungan dari segala sector telah memberikan dampak yang signifikan terhadap penurunan kualitas udara untuk menanggulangi masalah tersebut, perlu dilakukan tindakan yang bertujuan untuk mengurangi kadar polutan udara. salah satu bentuk pengurangan polutan udara maka dilakukan peralihan kendaraan listrik yang lebih ramah lingkungan. Namun masih ada beberapa kendala pada kendaraan listrik yaitu proses charging yang masih memakan waktu cukup lama. Maka pada penelitian ini di rancang suatu alat yang dapat mempercepat proses pengisian energi. dan energi ini jauh lebih ramah lingkungan. Energi berperan sangat penting dalam kehidupan manusia. Misalnya untuk proses industri, penerangan, dan masih

banyak peralatan yang memerlukan energi agar dapat bekerja. Sebagian besar produksi energi berasal dari sumber energi fosil berupa minyak bumi dan gas alam. Berdasarkan data International Energy Agency (IEA), pada tahun 2018 produksi energi dunia adalah 14.421 Mtoe. Sebagian besar didorong oleh pembangkitan yang berasal dari bahan bakar fosil yaitu sebesar 370 Mtoe. Produksi energi yang berasal dari energi terbarukan dan nuklir juga meningkat, masing-masing sebesar 60 Mtoe dan 19 Mtoe. Bahan bakar fosil pada akhirnya menyumbang lebih dari 81% produksi energi pada tahun 2018 (Binar Academy, n.d.).

Penggunaan sumber daya energi secara konvensional semakin terbatas karena pengoperasiannya yang tidak efisien dan tidak rapi. Sektor swasta dan utilitas saat ini berkonsentrasi pada teknologi energi terbarukan dengan manfaat yang terus

bertambah karena kebersihan, modularitas, dan keandalannya. Di antara berbagai energi terbarukan misalnya tenaga angin, solar photovoltaic, turbin mikro, dan *fuel cell*, pembangkitan terdistribusi berbasis *fuel cell* dianggap sebagai salah satu teknologi yang paling menjanjikan karena efisiensi operasi yang tinggi yaitu 40 hingga 60 persen, keandalan, dan kemampuan potensial yang lebih tinggi (Isaac, 2021). *Fuel cell* merupakan perangkat elektrokimia yang menghasilkan listrik menggunakan gas hidrogen dan gas oksigen sebagai bahan bakar. Dari semua jenis *fuel cell*, *Proton Exchange Membrane Fuel Cell* (PEMFC) telah menjadi pilihan yang menarik karena efisiensinya yang tinggi, suhu operasi yang rendah pada rentang 40°C sampai 100°C, nol emisi, kepadatan daya (*power density*) yang tinggi dan memiliki umur *stack* yang panjang. Dalam penelitian terkini, *Fuel cell* beroperasi pada tegangan rendah (Techstudycell, 2020). Tujuan penelitian ini sebagai bentuk partisipasi dalam mewujudkan program pemerintah net zero emission.

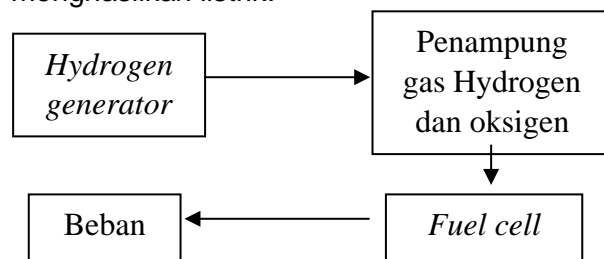
METODE

A. Desain Sistem

Sebelum merancang *fuel cell* disini harus membuat hidrogen generator terlebih dahulu. Hidrogen generator dibuat untuk menghasilkan gas hidrogen dan oksigen yang nantinya digunakan sebagai sumber energi pada *fuel cell*.

B. Diagram Blok Sistem

Pada blok diagram sistem dibawah ini, menjelaskan bagaimana proses alur kerja *fuel cell* mulai dari hidrogen hingga menghasilkan listrik.



Gambar 1. Blok Diagram Alat

Sistem ini bekerja mulai dari proses elektrolisis dari hidrogen generator lalu menghasilkan gas hidrogen dan oksigen yang di tampung pada suatu penampungan tabung atau suntikan lalu dialirkan ke inputan *fuel cell* yang nantinya akan di ubah menjadi energi listrik.

PEMBAHASAN

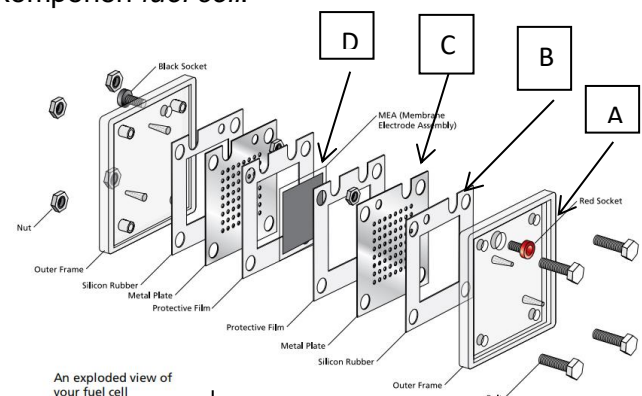
Tahapan perancangan komponen alat pada sistem hidrogen generator ini dibuat dengan menyekat ruang katalis antara anoda dan katoda untuk memisahkan gas yang di hasilkan pada proses elektrolisis, yaitu hidrogen dan oksigen.



Gambar 1. Hydrogen generator

A. Perancangan Komponen fuel cell

Gambar berikut merupakan susunan komponen *fuel cell*.



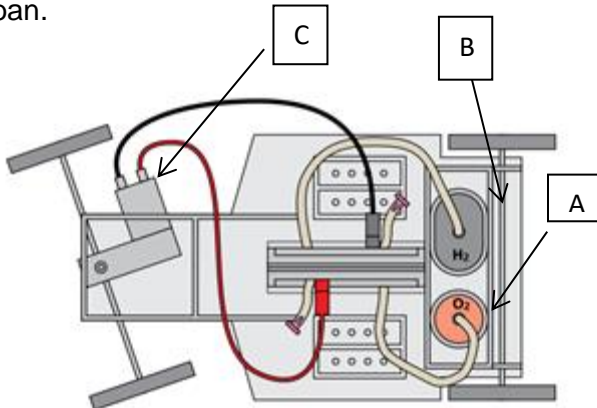
Gambar 3. Fuel cell

Berdasarkan gambar di atas dapat diberi penjelasan bahwa:

- Outer frame*: sebagai frame body yang terbuat dari akrilik
- Silicon rubber*: sebagai pelapis untuk mencegah terjadinya kebocoran gas hidrogen dan oksigen
- Metal plate*: sebagai media penyalur gas dan pembeda antara katoda dan anoda, serta pegangan Mea (*Membran elektroda assembly*).
- Mea: sebagai media pertukaran proton yang terbuat dari Nafion

B. Diagram wiring fuel cell

Gambar berikut merupakan susunan komponen yang terhubung oleh motor atau beban.



Gambar 4. Wiring fuel cell

- Tabung penyimpanan gas oksigen
- Tabung penyimpanan gas hydrogen
- Beban atau motor

Jadi untuk hidrogen di hubungkan pada inputan negatif pada *fuel cell* dan oksigen di hubungkan pada inputan positif *fuel cell* lalu *output* dari *fuel cell* langsung di hubungkan ke Motor atau beban.

C. Pengujian hydrogen generator

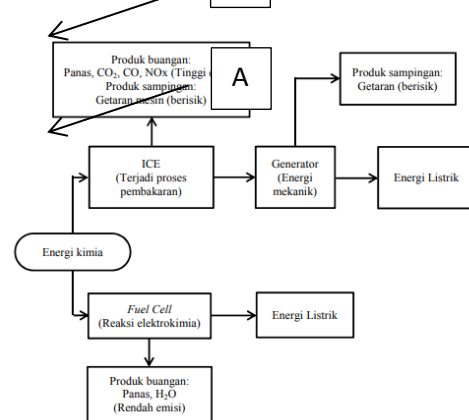
Pengujian sistem merupakan tahapan selanjutnya dalam penelitian ini. Pengujian sistem adalah proses eksekusi sistem perangkat apakah sistem tersebut cocok dan sesuai dengan sistem kerja yang telah di rencanakan. Pengujian dilakukan dengan

melakukan percobaan pada *hydrogen generator* terlebih dahulu untuk mengetahui berapa lama untuk menghasilkan gas hidrogen dan oksigen pada proses elektrolisis.

IV. Pengujian Alat

A. Cara kerja fuel cell

Fuel cell merupakan peralatan elektrokimia yang mengubah energi kimia dari bahan bakar langsung menjadi energi listrik tanpa melewati proses pembakaran. Energi listrik dihasilkan dari proses ionisasi antara hidrogen dengan oksigen sehingga menghasilkan produk buangan yang rendah emisi dan ramah lingkungan (Dincer, 2008) (Leonardo et al, 2013). Fuel cell merupakan peralatan pengubah (konversi) energi yang tidak memerlukan proses pembakaran seperti pada mesin konvensional (internal combustion engine). Diagram proses konversi energi pada ICE (internal combustion engine) dan fuel cell seperti diilustrasikan pada gambar 5.



Gambar 5. Proses konversi energy mesin konvensional dan fuel cell

Proses konversi energi pada ICE memerlukan komponen yang lebih banyak sehingga potensi kerugian energy juga lebih besar. Proses konversi energi pada mesin konvensional (ICE) memerlukan proses pembakaran yang akan menyebabkan komponen di dalamnya bergerak, sehingga menimbulkan gesekan dan getaran. Gesekan diantara komponen di dalam ICE menimbulkan kerugian sehingga efisiensi akan menurun. Efisiensi teoritis mesin

konvensional sekitar $\pm 52\%$ (O'Hayre Ryan, 2016). Proses konversi energi pada peralatan fuel cell berlangsung lebih singkat, sehingga dapat mengurangi kerugian yang diakibatkan oleh jumlah peralatan. Proses konversi energi pada fuel cell berlangsung secara reaksi elektrokimia yang tidak memerlukan proses pembakaran.

Komponen di dalam fuel cell tidak mengalami pergerakan, sehingga tidak menimbulkan kebisingan dan kerugian akibat gesekan, sehingga efisiensinya lebih baik. Efisiensi peralatan fuel cell secara teoritis mencapai $\pm 83\%$ (O'Hayre Ryan, 2016). Secara umum keunggulan peralatan fuel cell apabila dibandingkan dengan mesin konvensional (ICE) adalah sebagai berikut (Matthew M., 2008):

B. Pengujian satu fuel cell

Tabel berikut adalah hasil pengujian satu fuel cell sebanyak lima kali percobaan :

Tabel 1. pengujian satu fuel cell

Electrolysis	10 menit	20 menit	30 menit	40 menit	50 menit
Tegangan	0.45 volt	1.15 volt	1.13 volt	1.14 volt	1.18 volt
2	0.43 volt	1.13 volt	1.16 volt	1.18 volt	1.18 volt
3	0.44 volt	1.14 volt	1.15 volt	1.17 volt	1.17 volt
4	0.45 volt	1.13 volt	1.15 volt	1.17 volt	1.18 volt
5	0.44 volt	1.14 volt	1.16 volt	1.17 volt	1.18 volt
Rata-rata	0,44 volt	1,13 volt	1,15 volt	1,16 volt	1,18 volt
Ketahanan	10 menit	20 menit	30 menit	40 menit	50 menit
Tegangan	1.10 volt	1.04 volt	0.89 volt	0.75 volt	0.61 volt
2	1.13 volt	1.07 volt	0.90 volt	0.77 volt	0.62 volt
3	1.11 volt	1.03 volt	0.88 volt	0.75 volt	0.61 volt

4	1.10 volt	1.03 volt	0.89 volt	0.76 volt	0.62 volt
5	1.11 volt	1.04 volt	0.89 volt	0.75 volt	0.60 volt
Rata – rata	1,11 volt	1,04 volt	0,89 volt	0,75 volt	0,61 volt

C. Pengujian dua fuel cell

Tabel berikut adalah hasil pengujian fuel cell tanpa beban dengan melihat beban maksimal yang dihasilkan fuel cell waktu mencapai tregangan maksimal dan ketahanan waktu pakai fuel cell.

Tabel 2. Pengujian dua fuel cell

Electrolysis	10 menit	20 menit	30 menit	40 menit	50 menit
Tegangan	1.71 volt	1.83 volt	2.02 volt	2.20 volt	2.39 volt
2	1.70 volt	1.81 volt	2.04 volt	2.23 volt	2.37 volt
3	1.72 volt	1.84 volt	2.04 volt	2.22 volt	2.37 volt
4	1.71 volt	1.82 volt	2.01 volt	2.20 volt	2.39 volt
5	1.71 volt	1.84 volt	2.03 volt	2.20 volt	2.39 volt
Rata – rata	1,71 volt	1,82 volt	2,02 volt	2,21 volt	2,38 volt
Ketahanan	10 menit	20 menit	30 menit	40 menit	50 menit
Tegangan	1.60 volt	1.17 volt	0.45 volt	0.43 volt	0.43 volt
2	1.62 volt	1.18 volt	0.46 volt	0.44 volt	0.43 volt
3	1.61 volt	1.17 volt	0.46 volt	0.43 volt	0.42 volt
4	1.61 volt	1.17 volt	0.46 volt	0.43 volt	0.42 volt
5	1.60 volt	1.16 volt	0.45 volt	0.43 volt	0.43 volt
Rata-rata	1,60 volt	1,17 volt	0,45 volt	0,43 volt	0,42 volt

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil percobaan pada satu fuel cell dalam waktu 50 menit menghasilkan tegangan maksimal sebesar **1,18V** , sedangkan untuk percobaan kedua menggunakan dua buah fuel cell menghasilkan tegangan maksimal **2,39 V** dalam waktu 50 menit. Maka dapat di simpulkan jumlah fuel cell , gas hydrogen, dan oksigen mempengaruhi tegangan yang dapat di hasilkan .
2. Berdasarkan hasil percobaan pada proses elektrolisis yang mempengaruhi jumlah produksi hydrogen adalah besaran voltase **18V** pada proses electrolysis. Semakin besar tegangan elektrolisis maka semakin banyak gas hydrogen dan oksigen yang di hasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Beladona, S. U. M., Purwanto, F., Jumiati, Simanjuntak, E. R., Simarmata, S. N., Kumalasari, M. R., & Iqbal, R. M. (2022). Sifat Perovskit sebagai Material Elektroda untuk Baterai Lithium-Ion (LIB): Review. *BOHR: Jurnal Cendekia Kimia*, 01(01), 13–21. <https://e-journal.upr.ac.id/index.php/bohr/13%7C>
- Budiartan, I. N. (2013). Gas Production in Electrolysis Process on Construction of Hho Gas Generator With Spiral and Sheets Shape Electrode By Using Sodium Hydroxide, Sodium Chloride and Baking Soda As Catalysts. *Maret*, 13(1), 61–67.
- Firtriyanti. (2021). Pengaruh Luas Permukaan Elektroda Dengan Penambahan Pwm Controller Terhadap Efisiensi Produksi Gas Hidrogen Pada Proses Elektrolisis. *Jurnal Sains Fisika*, 1, 42–52. <http://journal.uin-alaudidin.ac.id/index.php/sainfis>
- Ilham, M., Afgani, A., & Riandadari, D. (2019). Rancang Bangun Trainer Trafo Step Up dan Step Down Dalam Satu Sistem. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 5(1), 73–77..
- Kurniawan, S. (2018). Rancang Bangun Sistem Otomasi Pengalih Catu Daya Cadangan 5 VDC untuk Beban Daya Rendah. *Journal Online of Physics*, 2(2), 1–5. <https://doi.org/10.22437/jop.v2i2.4389>
- Sazali, N., Salleh, W. N. W., Jamaludin, A. S., & Razali, M. N. M. (2020). New perspectives on fuel cell technology. *Membranes*, 10(5), 99.
- Setyono, J. S., Mardiansjah, F. H., & Astuti, M. F. K. (2019). Potensi Pengembangan Energi Baru Dan Energi Terbarukan Di Kota Semarang. *Jurnal Riptek*, 13(2), 177–186. <http://riptek.semarangkota.go.id>
- Siagian, P., Suleman, N., Asrim, J. S. P., Tambi, Prihatini, S. E. W. W. O. Z., Budirohmi, A., & Armus, R. (2023). Energi Baru Terbarukan Sebagai Energi Alternatif. In *Yayasan Kita Menulis*. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- Staffell, I., Scamman, D., Velazquez Abad, A., Balcombe, P., Dodds, P. E., Ekins, P., Shah, N., & Ward, K. R. (2019). The role of hydrogen and fuel cells in the global energy system. *Energy and Environmental Science*, 12(2), 463–491. <https://doi.org/10.1039/c8ee01157e>
- 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.
- Wisudawati, N., & Fijra, R. (2021). Analisis Efektivitas Penggunaan Energi Baru Dan Terbarukan Di Provinsi Sumatera Selatan Guna Mendukung REUN 2025. *Integrasi : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.32502/js.v6i1.3789>