

MONITORING PROSES PRODUKSI GAS HIDROGEN MELALUI ELEKTROLISIS AIR BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Putri Rahmadani Pohan¹, Mulkan Iskandar Nasution²,

Masthura³, Syahrul Ardiansyah Nasution⁴

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan

e-mail: ¹putrirahmadanipohan@gmail.com, ²mulkaniskandar@uinsu.ac.id,

³masthura@uinsu.ac.id

Abstract: *This research, entitled "Design and Construction of Hydrogen Gas Production Process Through Water Electrolysis Based on Internet of Things (IoT)", aims to design a hydrogen production system and IoT-based remote monitoring. The electrolysis process is carried out using stainless steel electrodes with KOH electrolyte solution and is powered by a DC power supply. The system is equipped with an MQ-8 sensor to detect hydrogen gas concentration and a K-type thermocouple temperature sensor with a MAX6675 module to monitor the solution temperature. Sensor data is processed by an ESP32 microcontroller, displayed via LCD, and sent to the Blynk application for real-time monitoring. Test results show that the increase in voltage and current is directly proportional to the increase in temperature and the concentration of hydrogen gas produced. At a voltage of 31 V with a current of around 0.48 A, hydrogen gas production of 293 ppm with a temperature of 31.8 °C was obtained. The designed system is proven to be able to produce hydrogen gas through water electrolysis, while providing effective, efficient, and remotely accessible IoT-based monitoring.*

Keyword: *Water Electrolysis, Hydrogen Gas, MQ-8 Sensor, K-Type Thermocouple, ESP32, Internet of Things (IoT)*

Abstrak: Penelitian ini berjudul “Rancang Bangun Proses Produksi Gas Hidrogen Melalui Elektrolisis Air Berbasis *Internet of Things* (IoT)” yang bertujuan merancang sistem produksi hidrogen sekaligus *monitoring* jarak jauh berbasis IoT. Proses elektrolisis dilakukan menggunakan elektroda stainless steel dengan larutan elektrolit KOH dan diberi suplai daya dari *power supply* DC. Sistem dilengkapi sensor MQ-8 untuk mendeteksi konsentrasi gas hidrogen dan sensor suhu termokopel tipe-K dengan modul MAX6675 untuk memantau temperatur larutan. Data sensor diolah oleh mikrokontroler ESP32, ditampilkan melalui LCD, dan dikirim ke aplikasi Blynk agar dapat dimonitor secara *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan tegangan dan arus berbanding lurus dengan kenaikan suhu serta konsentrasi gas hidrogen yang dihasilkan. Pada tegangan 31 V dengan arus sekitar 0,48 A, diperoleh produksi gas hidrogen sebesar 293 ppm dengan suhu 31,8 °C. Sistem yang dirancang terbukti mampu memproduksi gas hidrogen melalui elektrolisis air, sekaligus menyediakan pemantauan berbasis IoT yang efektif, efisien, dan dapat diakses jarak jauh.

Kata kunci: *Elektrolisis Air, Gas Hidrogen, Sensor MQ-8, Termokopel Tipe-K, ESP32, Internet of Things (IoT)*

PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi, muncul berbagai sumber energi baru atau alternatif seperti biogas, biodiesel, dan sel bahan bakar hidrogen. Contohnya, di Jepang, sel

bahan bakar hydrogen sudah digunakan untuk menggerakkan kendaraan bermotor seperti mobil (Sarii, 2024). Di Indonesia, sumber energi ini mulai dikembangkan sebagai pembangkit listrik (Rahmawati et al., 2025). Indonesia sebagai negara yang

terletak di khatulistiwa mempunyai sumber energi yang melimpah, meliputi sumber energi fosil maupun non-fosil (Afif & Martin, 2022). Namun sampai saat ini hidrogen besar energi yang dihasilkan dan digunakan berasal dari fosil yaitu sebesar 95% dari total baruan energi (Suryanto et al., 2021).

Tingkat ketergantungan yang tinggi terhadap energi fosil yang jumlahnya hidrogen terbatas dapat memicu krisis energi di negeri ini. Oleh karena itu masalah energi akan terus menjadi perhatian utama pemerintah di masa mendatang apalagi dengan meningkatnya masalah dampak lingkungan akibat pembakaran energi fosil untuk berbagai kegiatan sosialekonomi nasional (Suryanto et al., 2021). Tujuan pengembangan ini adalah untuk mengurangi polusi udara, karena hasil dari proses energi ini adalah H_2O atau uap air, sementara beberapa pembangkit listrik lainnya menghasilkan CO_2 . Energi Terbarukan merupakan salah satu sumber energi yang dapat memenuhi kebutuhan energi dan menyumbang kepada bauran energi nasional dan membantu usaha mitigasi dampak perubahan iklim global. (Suryanto et al., 2021).

Oleh karena itu dibutuhkan energi yang ramah lingkungan dan terbarukan. Penelitian mengenai energi terbarukan sudah mulai dikembangkan. Salah satu contoh energi terbarukan adalah gas H_2O atau disebut dengan *brown gas*. H_2O dihasilkan menggunakan sebuah alat yang dinamakan generator H_2O dan menjadi sebuah solusi. Cara kerja alat generator ini akan memisahkan senyawa kimia berupa gas hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2) dengan menggunakan arus listrik. Proses tersebut disebut dengan elektrolisis air, yaitu pembentukan gas H_2O menggunakan plat elektroda yang diberikan arus listrik searah. Elektrolisis air adalah peristiwa penguraian senyawa air (H_2O) menjadi gas Hidrogen (H_2) (R. T. Putra et al., 2024).

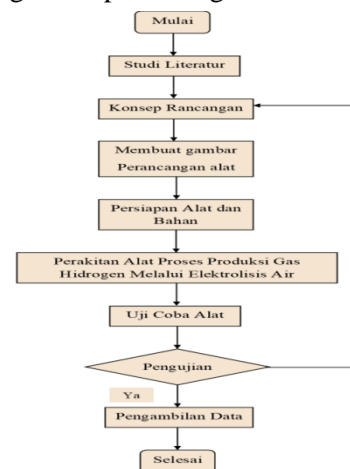
Salah satu metode yang umum digunakan adalah elektrolisis air. Elektrolisis air adalah proses kimia di mana air dipecah menjadi hidrogen dan

oksigen menggunakan listrik. Dalam elektrolisis air, dua elektroda (anoda dan katoda) dicelupkan ke dalam air yang mengandung elektrolit. Ketika arus listrik melewati air, reaksi elektrokimia terjadi di elektroda. Pada elektroda anoda, oksidasi terjadi dan oksigen (O_2) dihasilkan. Pada elektroda katoda, reduksi terjadi dan hidrogen (H_2) dihasilkan. Pada elektroda katoda, reduksi terjadi di mana ion hidrogen (H^+) menerima elektron dan membentuk molekul hidrogen (H_2). Pengembangan gas hidrogen sebagai salah satu energi terbarukan tentu harus diikuti dengan penerapan sebuah hidrogen modern yang mampu mengoptimalkan proses produksi gas hidrogen. Salah satu system yang populer adalah *Internet of Things* (IoT) yang mana sistem ini dapat mengontrol dan memonitoring parameter penting dalam proses produksi gas hidrogen. Selain itu, penerapan *Internet of Things* (IoT) dalam penelitian energi terbarukan juga dapat mendukung regulasi dan standar *Internet of Things* (IoT) dalam skala kecil (C. S. Putra, 2024).

METODE

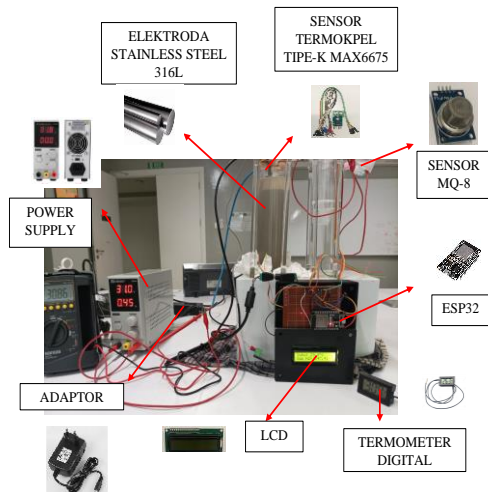
Berikut pada gambar 1. adalah diagram alir (*flow chart*) dalam penelitian ini:

Dari hasil kajian tersebut dibuat konsep rancangan dan dituangkan ke dalam gambar perancangan alat, kemudian



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

dilanjutkan dengan persiapan komponen dan bahan yang dibutuhkan. Selanjutnya dilakukan perakitan alat produksi gas hidrogen melalui proses elektrolisis air dan dilakukan uji coba awal untuk memastikan semua komponen bekerja. Jika alat telah berfungsi, maka dilakukan pengujian lebih lanjut; apabila hasil belum sesuai, proses kembali ke tahap rancangan untuk perbaikan. Setelah pengujian berhasil, penelitian dilanjutkan dengan pengambilan data berupa parameter suhu, arus, tegangan, serta kadar gas hidrogen yang dihasilkan dan dimonitor melalui sistem IoT.



Gambar 2 Alat Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Power Supply (PSA)

Tabel 1 Indikator Tegangan dan Arus

Tegangan (V)		Besar	Koreksi
PSA (V)	Multimeter (V)	Arus (A)	(%)
23	22,91	0,30	0,3
25	24,89	0,35	0,4
27	26,94	0,39	0,2
29	28,90	0,43	0,3
31	30,89	0,48	0,3

Dari tabel 1 diatas dapat terlihat bahwa semakin besar nilai tegangan yang diatur pada PSA (23–31 V), semakin besar pula nilai tegangan aktual yang terbaca pada multimeter. Tegangan diatur dimulai

dengan 23V dan dinaikkan setiap 2V untuk melihat nilai arus meningkat secara signifikan atau terjadinya penurunan terhadap arus. Selisih antara PSA dan Multimeter sangat kecil (0,06 – 0,11 V).

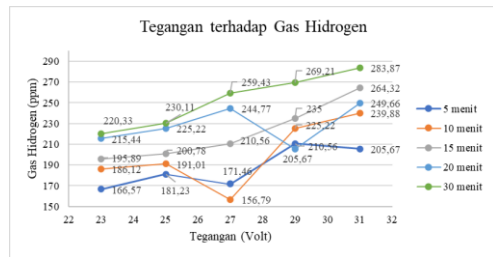
Dengan nilainya koreksi yang cukup kecil (0,2%–0,4%) yang dapat dilihat pada lampiran 2 yaitu pada pengujian tegangan power supply. Hal ini menunjukkan akurasi power supply cukup tinggi. Seiring peningkatan tegangan, arus juga meningkat dari 0,30 A-0,48A yang berarti bahwa semakin tinggi tegangan maka semakin besar arus dan semakin tinggi energi listrik yang masuk ke elektrolit. Peningkatan arus terjadi karena semakin besar beda potensial, semakin kuat gaya dorong elektron. Sesuai dengan Hukum Ohm: $I = V/R$. Dengan asumsi hambatan elektrolit relatif konstan dengan kenaikan tegangan dan meningkatkan arus. Peningkatan arus berbanding lurus dengan laju reaksi elektrolisis. Artinya, semakin tinggi arus, semakin banyak ion H^+ dan OH^- yang bergerak dan semakin banyak molekul H_2 dan O_2 yang dihasilkan (Anggraini et al., 2021)

Pengujian Sensor MQ-8 Menggunakan Power Supply

Tabel 2 Hasil Pengambilan Data Besar Gas Hidrogen dengan Power Supply

Tegangan (Volt)	Gas Hidrogen Yang Dihasilkan (ppm)					
(s)	5 (s)	10 (s)	15 (s)	20 (s)	25 (s)	30 (s)
23	166,5186,127	195,89205,67215,44220,337				
25	181,2191,013	200,78195,89225,22230,113				
27	171,4156,79210,56239,88244,77259,436					
29	210,5225,22235,00254,77205,67269,216					
31	205,6239,88264,32288,76249,66283,877					

Berdasarkan tabel 2 diatas, dapat diketahui bahwa semakin tinggi tegangan yang diberikan pada proses elektrolisis, maka semakin besar pula arus listrik yang mengalir terlihat pada gambar grafik dibawah ini (Anggraini et al., 2021).



Gambar 3 Grafik Tegangan Terhadap Gas Hidrogen

Terjadinya penurunan nilai gas hidrogen pada titik-titik tertentu pada grafik tersebut disebabkan selama proses elektrolisis, tegangan tinggi menyebabkan suhu larutan meningkat. Peningkatan suhu bisa mengurangi efisiensi ionisasi atau memicu penguapan air, sehingga konsentrasi gas hidrogen tidak stabil (Li et al., 2024).

Sesuai hukum Faraday Elektrolisis yaitu Produksi gas hidrogen secara teoritis berbanding lurus dengan jumlah muatan listrik (Q) yang masuk: $Q = I \times t$. Yang berarti bahwa semakin besar arus (I), semakin besar pula jumlah mol hidrogen yang terbentuk.

Pengujian Sensor Suhu Termokopel tipe-k MAX6675

Monitoring data dilakukan secara *real-time* menggunakan sensor suhu (MAX6675). Pengukuran dilakukan selama 50 menit dengan interval setiap 5 menit dan tegangan input 30V maka hasil arus yang berbeda juga. Parameter yang diukur meliputi tegangan input (Vin), tegangan *output* (Vout), arus (Iout), suhu (°C), dan konsentrasi gas yang dihasilkan (ppm) yang dapat dilihat pada tabel 3.

Dari hasil pengujian yang ditunjukkan pada tabel 1. yaitu pada tegangan *input* 31 V, diperoleh bahwa tegangan keluaran (Vout) relatif stabil pada kisaran 30,84–30,95 V dengan arus (Iout) yang juga konstan di sekitar 0,45–0,47 A, menunjukkan bahwa sistem kelistrikan bekerja secara stabil selama proses elektrolisis berlangsung. Suhu larutan elektrolit meningkat perlahan dari 27,3 °C pada menit ke-5 hingga 31,8 °C pada menit ke-50 akibat konversi sebagian energi listrik menjadi panas, meskipun

terdapat sedikit fluktuasi atau terjadi penurunan pada menit tertentu yaitu pada menit ke-15 mencapai 239,32ppm, menit ke-30 mencapai 254,55ppm, dan menit ke-40 mencapai 278,98ppm.

Tabel 3 Hasil Pengambilan Data Sensor Suhu Termokopel Tipe-K MAX6675

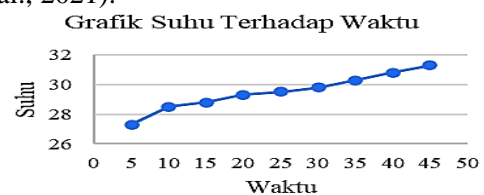
Menit	Vin (V)	Vout (V)	Iout (A)	Suhu (°C)	Gas (ppm)
5	31	30,92	0,46	27,3	205,67
10	31	30,94	0,46	28,5	269,21
15	31	30,94	0,46	28,8	239,32
20	31	30,95	0,46	29,3	264,32
25	31	30,91	0,47	29,5	269,21
30	31	30,92	0,46	29,8	254,55
35	31	30,90	0,45	30,3	283,87
40	31	30,84	0,46	30,8	278,98
45	31	30,84	0,46	31,3	288,76
50	31	30,84	0,46	31,8	293,63

Yang kemungkinan disebabkan oleh akumulasi gelembung pada elektroda maupun karakteristik sensor MQ-8. Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu elektrolisis dengan tegangan tetap, maka semakin besar produksi gas hidrogen yang dihasilkan.

Hubungan Suhu terhadap Waktu

Gambar 4 menunjukkan perubahan suhu larutan elektrolit selama proses elektrolisis dari menit ke-5 hingga menit ke-50. Kenaikan terbesar terjadi pada awal proses (5–10 menit) sebesar +1,2 °C akibat akumulasi panas cepat, kemudian stabil dengan rata-rata +0,3 hingga +0,5 °C setiap 5 menit.

Dari menit ke-20 hingga menit ke-50, laju kenaikan berada pada kisaran +0,5 °C per 5 menit. Koreksi pengujian tercatat 5,5 °C, dengan deviasi rata-rata 0,6 °C per menit,. Grafik ini menunjukkan bahwa durasi waktu berbanding lurus dengan kenaikan suhu larutan elektrolit (Saputra et al., 2021).

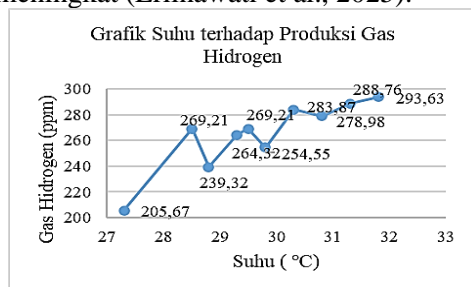


Gambar 4 Grafik Hubungan Suhu Terhadap Waktu

Kenaikan suhu masih dalam rentang aman (<35 °C), sehingga tidak merusak elektrolit maupun sensor. Namun, apabila proses elektrolisis dilakukan lebih lama atau dengan tegangan lebih tinggi, maka suhu dapat terus meningkat dan berpotensi menurunkan efisiensi proses elektrolisis karena sebagian energi terbuang sebagai panas (Li et al., 2024).

Hubungan Suhu terhadap Produksi Gas Hidrogen

Pada gambar 5 grafik ini menunjukkan korelasi positif antara suhu dan produksi gas. Ketika suhu meningkat dari 27,3°C hingga 31,8°C, produksi gas juga meningkat dari 205,67 ppm menjadi 293,63 ppm. Yang berarti bahwa suhu larutan mengalami peningkatan dari 27,3°C menjadi 31,8°C selama 50 menit proses berlangsung. Peningkatan suhu ini berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi gas hidrogen. Sesuai hukum kinetika kimia, yaitu: Semakin tinggi suhu, maka laju reaksi kimia juga akan meningkat (Erlinawati et al., 2025).



Gambar 5 Grafik Hubungan Suhu Terhadap Produksi Gas Hidrogen

Dalam proses elektrolisis air bahwa suhu yang lebih tinggi memperkecil resistansi larutan, sehingga memudahkan pergerakan ion. Dengan demikian, suhu terbukti menjadi parameter penting dalam memengaruhi efisiensi dan produktivitas sistem elektrolisis. Semakin tinggi suhu, tegangan yang dibutuhkan menurun dan sel lebih efisien. Hal ini karena molekul air lebih mudah dipecah pada suhu tinggi. Kenaikan suhu dan konsentrasi elektrolit menurunkan resistansi dan meningkatkan efisiensi. Hal ini disebabkan tumbukan ion lebih sering pada suhu tinggi dan arus lebih

mudah mengalir. Produksi H₂ meningkat seiring kenaikan suhu dan arus listrik.

Tampilan LCD 16x2

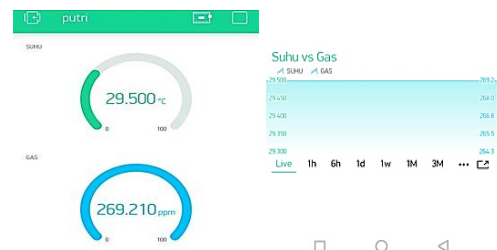
Pada penelitian ini LCD yang digunakan yaitu tipe LCD 16x2, yang dimana LCD ini merupakan jenis LCD yang dapat menampilkan 32 karakter dengan ketentuan 16 kolom dan 2 baris. LCD ini memiliki fungsi sebagai outputan untuk menampilkan data yang dihasilkan dari sensor suhu termokopel tipe-k max6675 dan sensor mq-8.



Gambar 7 Tampilan Pengujian LCD

Tampilan Blynk

Pada penelitian ini blynk digunakan sebagai pengontrol jarak jauh. Blynk merupakan aplikasi yang berjalan diperangkat keras android maupun ios dan dapat diunduh secara gratis dari *playstore*. Menggunakan transfer data internet atau intranet (jaringan LAN), Blynk dirancang untuk mengontrol media, menampilkan data sensor, menyimpan data, mengoperasikan visualisasi, dan memantau perangkat keras dari jarak jauh. Berikut merupakan tampilan blynk seperti nilai data suhu, data gas hidrogen. Semua data ditampilkan secara realtime ke smartphone.



Gambar 8 Tampilan Blynk

SIMPULAN

Perancangan alat produksi gas hidrogen melalui elektrolisis air berbasis IoT berhasil dibuat menggunakan power supply DC Longwei LW-K305D, elektroda stainless steel, larutan KOH, sensor MQ-8, sensor suhu MAX6675, mikrokontroler ESP32, LCD 16x2, dan aplikasi Blynk. Sistem ini mampu melakukan monitoring suhu dan konsentrasi gas hidrogen secara real-time melalui LCD dan perangkat mobile.

Hasil pengujian menunjukkan konsentrasi hidrogen meningkat dari 205,67 ppm pada menit ke-5 hingga 293,63 ppm pada menit ke-50 dengan tegangan 31V, sedangkan suhu stabil pada kisaran 27,3°C–31,8°C. Hal ini membuktikan proses elektrolisis berjalan efisien dengan sistem monitoring yang akurat dan konsisten.

DAFTAR PUSTAKA

- Afif, F., & Martin, A. (2022). Tinjauan Potensi dan Kebijakan Energi Surya di Indonesia. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 6(1), 43–52.
- Anggraini, I. N., Nugroho, W. S., Rinaldi, R. S., & Herawati, A. (2021). Analisis Pengaruh Tegangan Terhadap Karakteristik Kerja Sel Electrolyzer Dengan Variasi Bahan Elektroda. *Jurnal Amplifier: Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro Dan Komputer*, 9(1), 9–15. <https://doi.org/10.33369/jamplifier.v9i1.15395>
- Erlinawati, Mahesi, T. Z., Saputra, R., Febriana, I., & Effendy A, S. (2025). Pengaruh Jumlah Sel Elektroda Terhadap Produksi Gas Hidrogen dengan Proses Elektrolisis sebagai Sumber Energi Fuel Cell. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 14(1), 10–18. <https://doi.org/10.32734/jtk.v14i1.18064>
- Li, G., Song, C., Han, G., Chen, Z., & Huang, J. (2024). Optimization of Hydrogen Production System Performance Using Photovoltaic/Thermal-Coupled PEM. *Energies*, 17(21).
- Putra, C. S. (2024). *Sistem Kontrol Dan Monitoring Hidrogen - Oksigen (HHO) Generator Berbasis Internet Of Things (IoT)*. 2(2), 46–52.
- Putra, R. T., Kurniawan, E., & Usman, U. K. (2024). *Pengukuran Sensor HC-SR04 Untuk Membaca Volume Air dan Sensor MQ-8 Untuk Membaca Konsentrasi Gas HHO pada Sistem Monitoring dan Control Generator HHO Tipe Wet Cells pada Generator Set*. 11(1), 411–416.
- Rahmawati, R., Baidowi, B., & Suntoko, I. (2025). Perbandingan Model Pembelajaran Case Method Dan Diskusi Dengan Menggunakan Hipotesis Uji Mann Whitney Dan Kolmogorov Smirnov. *Mandalika Mathematics and Educations Journal*, 7(1), 13–24.
- Sarii, A. E. (2024). Potensi energi terbarukan pengganti bahan bakar fosil. *Maliki Interdisciplinary Journal (MIJ) EISSN*, 2(11), 1167–1176. <http://urj.uin-malang.ac.id/index.php/mij/index>
- Suryanto, B., Hanim, U., & Adiansyah, A. (2021). Sistem Pemantauan Gas H₂ Dengan Metode Elektrolisis. *Jurnal Analis Laboratorium Medik*, 6(2), 107–111.
- Wang, T., Cao, X., & Jiao, L. (2022). PEM water electrolysis for hydrogen production: fundamentals, advances, and prospects. *Carbon Neutrality*, 1(1), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s43979-022-00022-8>