

## SISTEM PROTEKSI GENERATOR HIDROGEN MENGGUNAKAN SENSOR GAS HIDROGEN MQ-8 BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

Rendy Agung Pratama<sup>1</sup>, Mulkan Iskandar Nasution<sup>2</sup>, Nazaruddin Nasution<sup>3</sup>

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan

e-mail: <sup>1</sup>kkprendy@gmail.com, <sup>2</sup>mulkaniskandar@uinsu.ac.id,

<sup>3</sup>nazaruddin\_nst@uinsu.ac.id

**Abstract:** This study aims to develop and evaluate a microcontroller-based hydrogen gas monitoring system using the MQ-8 sensor. The research includes sensor calibration, sensor performance testing, and protection system testing. Results show that the MQ-8 sensor can detect hydrogen concentration changes in real time, while the protection system effectively provides warnings and activates safety controls when dangerous gas levels are detected. The system can therefore be used as an effective monitoring and protection tool for hydrogen generator safety.

**Keywords:** Internet of Things, Microcontroller, MQ-8 Sensor, Calibration, Hydrogen Protection, Air Monitoring

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan merancang dan menguji sistem monitoring serta proteksi gas hidrogen berbasis mikrokontroler menggunakan sensor MQ-8. Penelitian meliputi kalibrasi sensor, pengujian sensor, dan pengujian sistem proteksi. Hasil menunjukkan bahwa sensor MQ-8 mampu mendeteksi perubahan konsentrasi hidrogen secara real-time, sementara sistem proteksi dapat memberikan peringatan dan mengaktifkan mekanisme pengamanan saat kadar hidrogen melebihi batas aman. Sistem yang dikembangkan terbukti efektif sebagai alat *monitoring* dan proteksi untuk meningkatkan keselamatan pengguna dan lingkungan.

**Kata kunci:** Internet of Things, Mikrokontroler, Sensor MQ-8, Kalibrasi, Proteksi Hidrogen, Monitoring Udara

### PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan energi akibat perkembangan industri dan teknologi mendorong pencarian sumber energi alternatif yang ramah lingkungan. Ketergantungan pada bahan bakar fosil selain mengurangi cadangan energi juga menyebabkan emisi gas rumah kaca dan pemanasan global (Rahmah dkk., 2023). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan energi bersih sebagai pengganti bahan bakar konvensional. Hidrogen menjadi salah satu alternatif yang potensial karena memiliki nilai kalor tinggi dan tidak menghasilkan emisi karbon saat digunakan (C.Putra, 2024).

Hidrogen dapat dihasilkan melalui elektrolisis air, yaitu proses pemisahan air

menjadi H<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> dengan bantuan listrik. Metode ini sederhana dan dapat digabungkan dengan energi terbarukan seperti panel surya. Namun, karena sifat hidrogen yang mudah terbakar, diperlukan pemantauan yang ketat terhadap konsentrasi gas untuk mencegah kebocoran dan potensi bahaya keselamatan (Putra, 2024).

Perkembangan teknologi IoT memungkinkan pemantauan sistem produksi hidrogen secara *real-time* melalui integrasi sensor, mikrokontroler, dan notifikasi jaringan. Oleh karena itu, penelitian ini merancang sistem produksi hidrogen berbasis elektrolisis air yang dilengkapi proteksi dan monitoring berbasis IoT untuk meningkatkan keamanan dan keandalan sistem

(Istiawan dkk., 2022).

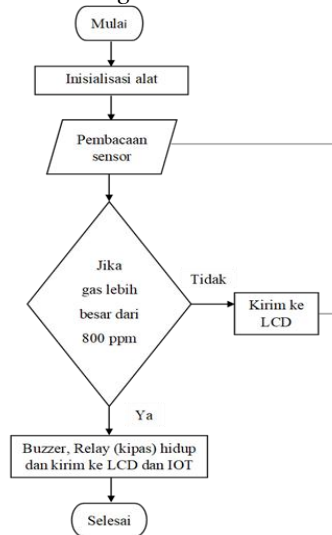
Hidrogen merupakan unsur ringan yang berpotensi sebagai sumber energi alternatif masa depan. Hidrogen dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar fuel cell dan berbagai aplikasi industri. Salah satu metode produksinya adalah elektrolisis air, yaitu pemisahan molekul air menjadi gas hidrogen dan oksigen menggunakan arus listrik (Alviero & Setiawan Nugroho, 2023). Proses elektrolisis dipengaruhi oleh tegangan, arus, jenis elektroda, dan konsentrasi elektrolit. Pada elektrolisis alkali, KOH sering digunakan karena memiliki konduktivitas ionik tinggi yang dapat meningkatkan produksi gas hidrogen. Namun, sifat korosif KOH dapat memengaruhi ketahanan elektroda dan reaktor (Alamona, 2025).

Sensor MQ-8 digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas hidrogen karena memiliki sensitivitas yang baik. Sensor ini bekerja dengan mendeteksi perubahan resistansi material semikonduktor saat bereaksi dengan gas hidrogen, yang kemudian diubah menjadi sinyal tegangan dan diproses oleh mikrokontroler menjadi data digital (ADC) (Huda & Kurniawan, 2022). Data tersebut dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi gas dalam satuan ppm. Dengan integrasi IoT, data dapat dikirim secara real-time melalui internet ke pengguna. Jika konsentrasi gas melebihi batas aman, sistem secara otomatis mengaktifkan alarm, kipas ventilasi, dan notifikasi Telegram. Hal ini membuat sistem produksi hidrogen lebih efisien, aman, dan terkontrol (Istiawan et al., 2022).

## METODE

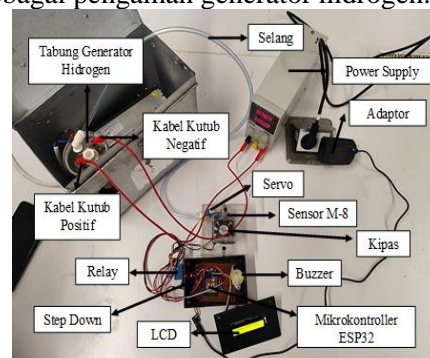
Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen menggunakan desain dan perakitan sensor, mikrokontroler, data logger, serta sistem berbasis IoT. Penelitian dilakukan dengan pendekatan eksperimen dan rancang bangun melalui perancangan

sistem produksi hidrogen berbasis elektrolisis udara yang terdiri dari reaktor elektrolisis dengan elektrolit KOH, sensor MQ-8, mikrokontroler, sistem proteksi (kipas, servo, dan *buzzer*), serta integrasi IoT melalui *Telegram*.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Setelah perakitan dan pemrograman selesai, dilakukan kalibrasi sensor dan pengujian variasi tegangan untuk menghasilkan perbedaan konsentrasi gas hidrogen. Data berupa nilai ADC, tegangan, dan konsentrasi gas dijelaskan untuk mengetahui hubungan produksi hidrogen dengan respon sistem proteksi. Selanjutnya dilakukan evaluasi kinerja sistem untuk memastikan sistem bekerja secara efektif, aman, dan layak diterapkan sebagai pengaman generator hidrogen.



Gambar 2 Alat Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem ini dirancang untuk

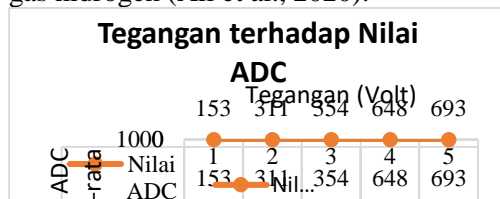
mendeteksi kebocoran gas hidrogen secara dini menggunakan sensor MQ-8, mikrokontroler, serta aktuator dan indikator sebagai sistem proteksi. Ketika konsentrasi gas melebihi batas aman, sistem secara otomatis mengaktifkan alarm, kipas, relay, dan ventilasi untuk mencegah risiko ledakan atau kebakaran. Jika kadar gas melebihi batas aman yang telah ditentukan, sistem akan segera mengaktifkan mekanisme perlindungan, seperti menyalakan alarm peringatan, relay aktif atau kipas hidup dan menyalakan sistem ventilasi terbuka. Tujuannya adalah untuk mencegah potensi bahaya berupa ledakan maupun kebakaran.

**Pengujian Kalibrasi Sensor MQ-8**

**Tabel 1 Hasil Pengambilan Nilai ADC Rata-rata dengan Tegangan**

Kondisi ADC PPM Status Pengambilan Data				
Udara bersih	153	0	AMAN	30 detik
H <sub>2</sub> rendah	311	231	AMAN	30 detik
H <sub>2</sub> sedang	354	294	AMAN	30 detik
H <sub>2</sub> tinggi	648	720	SIAGA	30 detik
H <sub>2</sub> sangat tinggi	693	788	SIAGA	30 detik
H <sub>2</sub> tinggi >700 sekali	≥800	BAHA	YA	30 detik

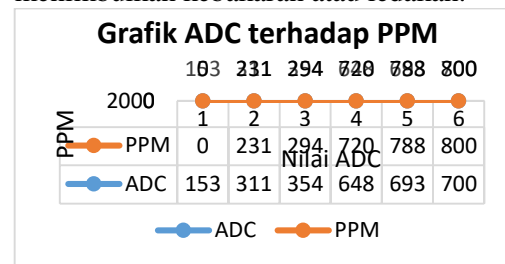
Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 3, peningkatan tegangan dari 0 V hingga 18 V menyebabkan nilai ADC rata-rata naik dari 153,22 menjadi 693,44. Hal ini menunjukkan bahwa kenaikan suhu heater meningkatkan sensitivitas sensor MQ-8 dan sensor bekerja secara konsisten dalam mendeteksi perubahan konsentrasi gas hidrogen (Ali et al., 2020).



**Gambar 3 Grafik Tegangan terhadap Nilai ADC Rata-rata**

**Pengujian Sensor MQ-8**

Berdasarkan Tabel 2, nilai ADC berbanding lurus dengan konsentrasi gas hidrogen. ADC sekitar 153 menunjukkan kondisi aman, rentang 311–354 masih aman, kisaran 648–693 berada pada status siaga, sedangkan ADC di atas 700 termasuk kategori bahaya karena berisiko menimbulkan kebakaran atau ledakan.



**Gambar 4 Grafik Nilai ADC terhadap PPM**

**Tabel 2 Hasil Pengambilan Data Ppm dengan Nilai ADC**

Kondisi	Tegangan (V)	Nilai ADC Rata-rata
Udara bersih	0 V	153
H <sub>2</sub> rendah	12 V	311
H <sub>2</sub> sedang	14 V	354
H <sub>2</sub> tinggi	16 V	648
H <sub>2</sub> sangat tinggi	18 V	693

Berdasarkan Gambar 4, nilai ADC berbanding lurus dengan konsentrasi gas hidrogen. Pada ADC 153, konsentrasi masih 0 ppm (aman), sedangkan pada ADC 311–354 konsentrasi meningkat hingga 294 ppm. Peningkatan terbesar terjadi pada ADC 354–648, dengan konsentrasi naik dari 294 ppm menjadi 720 ppm, menunjukkan sensor MQ-8 bekerja pada sensitivitas optimal (R. T. Putra dkk., 2024). Setelah ADC mencapai 648–700, peningkatan konsentrasi hidrogen mulai melambat karena sensor mendekati kondisi jenuh. Pada status Siaga (ADC 648–693), ventilasi mulai aktif, sedangkan pada kondisi Bahaya (ADC ≥700 atau sekitar 800 ppm) seluruh sistem pengamanan bekerja. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor MQ-8 dan sistem proteksi mampu merespons peningkatan kadar hidrogen sesuai tingkat

risiko yang terdeteksi (Pradana et al., 2024).

### Pengujian Respon Sistem Proteksi Pada Gas Hidrogen

Pengujian sistem proteksi gas hidrogen dilakukan menggunakan relay (kipas), buzzer, dan servo untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam mendeteksi kebocoran serta memberikan respons otomatis.

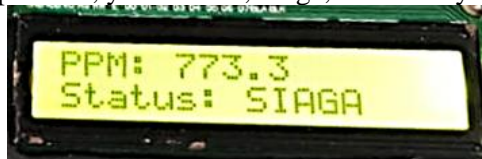
**Tabel 3 Hasil Pengujian Sistem Proteksi**

Status PPM	Relay (kipas)	Buzzer	Servo (ram)	Teleg
AMAN <300	OFF	OFF	TUTUP (0°)	✗
SIAGA 300-799	ON	OFF	BUKA (45°)	✗
BAHA ≥800 YA	ON	ON	BUKA (90°)	✓

Berdasarkan hasil pengujian, sistem proteksi bekerja sesuai rancangan. Pada konsentrasi hidrogen <300 ppm sistem berada pada kondisi aman, pada 300–799 ppm sistem siaga dengan mengaktifkan kipas dan ventilasi sebagian, sedangkan pada ≥800 ppm seluruh sistem proteksi aktif, termasuk kipas, buzzer, ventilasi penuh, dan notifikasi Telegram. Hasil ini menunjukkan sistem mampu merespons peningkatan kadar hidrogen sesuai tingkat risiko yang terdeteksi. (Hutagalung, 2018).

### Tampilan LCD 16x2

Pada penelitian ini, LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan sensor MQ-8 secara langsung. LCD menampilkan informasi konsentrasi gas hidrogen (ppm) dan status sistem proteksi, yaitu Aman, Siaga, atau Bahaya.



**Gambar 5 Tampilan LCD**

### Tampilan Telegram

Pada penelitian ini, sistem notifikasi Telegram digunakan untuk memberikan peringatan jarak jauh saat kadar gas hidrogen meningkat. Data dari sensor MQ-8 dikirim melalui WiFi, dan ketika konsentrasi gas melebihi batas bahaya, sistem secara otomatis mengirimkan pesan peringatan yang berisi status bahaya dan nilai konsentrasi hidrogen (ppm).



**Gambar 6 Tampilan Telegram**

### Pembahasan

Sensor MQ-8 bekerja berdasarkan perubahan resistansi material semikonduktor akibat keberadaan gas hidrogen. Ketika konsentrasi gas hidrogen meningkat, resistansi sensor ( $R_s$ ) menurun sehingga tegangan keluarannya meningkat. Tegangan ini kemudian dibaca oleh ADC dan dikonversi menjadi nilai digital antara 0–1023. Selanjutnya, nilai ADC diubah menjadi tegangan menggunakan persamaan  $V_{out} = \frac{ADC}{1023} \times V_{ref}$ . Tegangan ini digunakan untuk menghitung resistansi sensor  $R_s$  melalui persamaan pembagi tegangan, yaitu  $R_s = R_L \times \frac{V_{ref} - V_{out}}{V_{out}}$ . Dengan membandingkan nilai  $R_s$  terhadap resistansi referensi  $R_o$  (yang diperoleh saat kalibrasi di udara bersih), diperoleh rasio  $R_s/R_o$  yang menjadi dasar perhitungan konsentrasi gas dalam satuan ppm (Ali dkk., 2020).

Konversi dari rasio  $R_s/R_o$  ke konsentrasi gas hidrogen dilakukan menggunakan persamaan logaritmik yang berasal dari kurva karakteristik MQ-8 pada datasheet, yaitu  $\log(PPM) = \frac{\log(R_s/R_o) - b}{m}$  dengan  $m$  dan  $b$  merupakan

konstanta kemiringan dan intersep kurva. Berdasarkan perhitungan ini, sistem mampu menghasilkan nilai konsentrasi hidrogen dalam ppm secara kontinu. Data pengujian menunjukkan bahwa ketika nilai ADC meningkat, nilai PPM juga meningkat, yang berarti semakin tinggi konsentrasi gas hidrogen, semakin besar sinyal yang diterima sensor. Hubungan ini bersifat non-linier tetapi dapat dimodelkan secara matematis melalui persamaan logaritmik tersebut (Mustaghfirin et al., 2024).

Pengujian grafik hubungan antara PPM dan sudut servo menunjukkan adanya hubungan linier yang dirancang secara terkontrol. Ketika konsentrasi hidrogen meningkat dari sekitar 300 ppm ke 800 ppm, sudut servo meningkat dari 0° ke 90°. Hubungan ini mengikuti persamaan linier  $\theta = \frac{PPM - PPM_{min}}{PPM_{max} - PPM_{min}} \times 90$ , sehingga sistem dapat menyesuaikan bukaan ventilasi secara proporsional terhadap tingkat bahaya. Hal ini penting untuk mencegah akumulasi gas di dalam ruang generator dan mengurangi risiko ledakan.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa sensor MQ-8 mampu mendeteksi konsentrasi gas hidrogen secara sensitif dan mengonversinya ke satuan ppm melalui perhitungan resistansi dan rasio  $R_s/R_o$ , sehingga dapat membedakan kondisi Aman (<300 ppm), Siaga (300–799 ppm), dan Bahaya (>800 ppm). Sistem proteksi otomatis yang terdiri dari kipas, servo, dan buzzer juga terbukti merespons peningkatan kadar gas secara bertahap sesuai tingkat risiko, mulai dari ventilasi preventif hingga aktivasi penuh saat kondisi berbahaya. Selain itu, integrasi Internet of Things (IoT) melalui Telegram memungkinkan pemantauan dan pengiriman peringatan secara real-time tanpa perbedaan data yang signifikan, sehingga sistem tidak hanya berfungsi sebagai pengaman lokal, tetapi

juga sebagai monitoring jarak jauh yang meningkatkan keselamatan dan keandalan operasional generator hidrogen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alamona, D. (2025). *Analisis Produksi Gas Hidrogen Yang Dipengaruhi Oleh Konsentrasi KOH Pada Proses Water Splitting*.
- Ali, D., Fakra, H., Armel, D., & Andriatoavina, S. (2020). *A simple and low-cost integrative sensor system for methane and hydrogen measurement*. 1(June). <https://doi.org/10.1016/j.sintl.2020.100032>
- Alviero, A. L., & Setiawan Nugroho, D. (2023). Pengaplikasian Sensor Arus ACS712 Sebagai Sistem Proteksi Pada Alat Penghitung Kertas Otomatis Berbasis IoT. *Metrotech (Journal of Mechanical and Electrical Technology)*, 2(1), 7–13. <https://doi.org/10.33379/metrotech.v2i1.2067>
- Huda, M. B. R., & Kurniawan, W. D. (2022). Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Menggunakan Sensor Ds18B20 Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 7(2), 18–23. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-rekayasa-mesin/article/view/47897/39982>
- Istiawan, A., Sunardi, H., & Iot, K. K. (2022). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gas Hidrogen Di Dalam Kendaraan Roda Empat Berbasis Internet Of Things ( IoT ) dengan ruangan tertutup seperti pada kabin kendaraan roda empat . Salah satu gas berbahaya sehingga sangat berbahaya bagi kesehatan manusia apabi. *UNIVERSITAS INDO GLOBAL MANDIRI*, 629.
- Mustaghfirin, M. A., Heriyansyah, R. A., Tamimah, N., & Novianarenti, E. (2024). Pengaruh Penambahan Katalis KOH , NaCl , dan NaOH terhadap Performa Hidrogen

- Generator untuk Proton Exchange Membrane Fuel Cell ( PEMFC ). *Jurnal Teknologi Maritim*, 8(1), 1–8. <https://doi.org/10.35991/jtm.v8i1.49>
- Pradana, R. W., Pratiwi, G. F., Arifin, T. N., Elektro, S. T., Industri, F. T., & Gunadarma, U. (2024). Rancang Bangun Sistem Pemantauan Ketinggian Air Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonic (HC-SR04) Berbasis Arduino Uno Dengan Antarmuka Kompouter Berbasis Microsoft Visual Basic 6.0. *Jurnal Teknik dan Sciene*, 3(1), 13
- Putra, C. S. (2024). Sistem Kontrol Dan Monitoring Hidrogen - Oksigen ( HHO ) Generator Berbasis Internet Of Things ( IoT ). *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK)*, 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. *Journal Engineering*, 11(1), 411–416.
- Rahmah, R. A., Studi, P., Masyarakat, K., Masyarakat, F. K., Airlangga, U., & Mulyorejo, K. (2023). *MENUJU INDONESIA BEBAS POLUSI UDARA : SUMBER ENERGI*. 4.