

# Desain Sistem Monitoring terhadap Generator HHO

1<sup>st</sup> Besta Santaka Tioryona Muhammad Nur  
Mahmud  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
bestatio@student.telkomuniversity.ac.id

2<sup>nd</sup> Ekki Kurniawan  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
ekkekurniawan@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Irham Mulkan Rodiana  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
irhammulkan@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak**—Generator HHO menghasilkan gas HHO melalui proses elektrolisis air, yang kemudian digunakan sebagai tambahan bahan bakar dalam mesin pembakaran internal. Tujuan dari sistem monitoring ini adalah untuk mengawasi kinerja generator HHO menggunakan sensor dan perangkat elektronik. Parameter-parameter seperti arus listrik, tegangan, daya, energi, dan produksi gas HHO dipantau secara berkelanjutan melalui website dan aplikasi Platform Blynk untuk meningkatkan kehandalan dan keamanan operasional generator HHO. Desain sistem monitoring ini juga menyediakan data mengenai parameter tersebut dan memberikan notifikasi melalui aplikasi kepada pengguna apabila tegangan melebihi 12,99 volt atau berada di bawah 2 volt sesuai dengan datasheet generator HHO. Untuk memastikan kualitas pengiriman data dari sistem monitoring, konsep Quality of Service digunakan dengan menghitung tiga parameter yaitu throughput didapatkan sebesar 0,67 data per detik, packet loss (kehilangan paket) sebesar 0%, dan delay (latensi) selama 60,33 milidetik.

**Kata kunci**— Generator HHO, Monitoring, QoS, Blynk, LCD

## I. PENDAHULUAN

Saat Peningkatan kesadaran akan dampak negatif yang ditimbulkan oleh penggunaan sumber energi konvensional telah mendorong penelitian dan pengembangan terhadap sumber energi alternatif yang lebih ramah lingkungan. Salah satu teknologi yang menarik perhatian adalah generator HHO (*Hydrogen-Hydrogen-Oxygen*), yang menghasilkan gas HHO melalui proses elektrolisis air. [1] Gas HHO ini kemudian dapat digunakan sebagai bahan bakar tambahan dalam mesin pembakaran internal, dengan potensi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan menghemat konsumsi bahan bakar fosil. [2]

Proses pembentukan ion H<sup>+</sup> dan OH<sup>-</sup> melalui proses elektrolisis diilustrasikan menggunakan representasi diagram Pourbaix yang terbalik (Reverse Pourbaix Diagram, RPD). Pendekatan ini berasal dari konsep Persamaan Nernst dan memanfaatkan batas-batas yang ditetapkan oleh potensial reaksi redoks air baik pada kondisi reduksi maupun oksidasi. [3]

Namun, pengoperasian generator HHO tidaklah tanpa tantangan. Kinerja yang optimal dan keamanan operasional generator HHO memerlukan pemantauan yang cermat terhadap berbagai aspek yang terkait dengan operasinya.

Variabel-variabel seperti arus listrik, tegangan, daya, energi, dan produksi gas HHO perlu diawasi secara berkelanjutan untuk memastikan bahwa generator beroperasi dalam kondisi yang aman dan efisien. [4]

Dalam konteks ini, desain sistem *monitoring* yang efektif merupakan hal yang sangat penting. Sistem *monitoring* yang tepat akan memungkinkan operator atau pengguna generator HHO untuk memantau dan mengontrol berbagai parameter kritis secara *real-time*. Hal ini tidak hanya memungkinkan deteksi dini terhadap kondisi yang tidak normal atau potensi kerusakan, tetapi juga memberikan informasi yang berharga untuk analisis kinerja, perbaikan desain, dan pengembangan teknologi generator HHO di masa depan. [5]

Selain itu, sistem *monitoring* yang handal juga dapat memberikan manfaat jangka panjang dalam pemahaman karakteristik operasional generator HHO. Data yang dikumpulkan melalui sistem *monitoring* dapat dianalisis untuk mengidentifikasi pola atau tren, membantu dalam optimisasi penggunaan energi, dan memperbaiki efisiensi secara keseluruhan. [6]

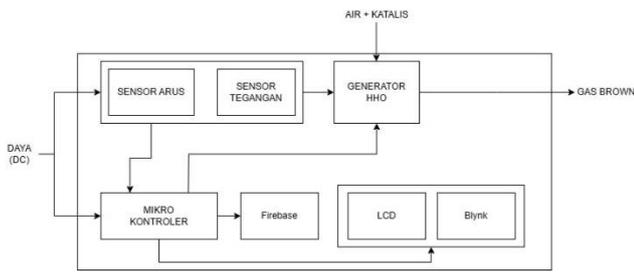
Dengan memanfaatkan fleksibilitas aplikasi *Platform Blynk* sebagai alat yang mudah digunakan untuk mengendalikan serta memantau berbagai perangkat IoT yang terhubung, seperti relay dan sensor, serta menyediakan berbagai widget yang dapat disesuaikan, seperti tombol, *slider*, grafik, dan *notifikasi push*, pengimplementasian sistem *monitoring* dapat mencapai tingkat keefektifan yang optimal.

Untuk mengatasi tantangan dan memaksimalkan potensi generator HHO sebagai sumber energi alternatif yang berkelanjutan, diperlukan sebuah desain sistem *monitoring* yang efektif dan inovatif. Dalam konteks ini, penelitian dan pengembangan terkait desain sistem *monitoring* menjadi sangat penting guna meningkatkan keandalan, keamanan, dan kinerja secara menyeluruh pada generator HHO. [7]

## II. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan memperhatikan kondisi pengiriman data untuk mengamati perubahan dalam arus listrik, tegangan, daya, energi, dan produksi gas HHO sebelum dan setelah proses pengiriman data. Dalam penelitian ini, dua jenis sensor digunakan, yaitu sensor tegangan dan sensor arus, yang terus dipantau nilainya. Selain sensor, alat tambahan seperti ESP32, yang berfungsi sebagai

mikrokontroler, digunakan untuk mengumpulkan dan mengirimkan data ke website dan aplikasi yang relevan. Selain itu, relay digunakan untuk mengontrol aliran listrik, menghidupkan dan mematikan sistem serta generator HHO.



GAMBAR 1  
diagram blok keseluruhan

Pada gambar diatas menjelaskan jalur dari alat yang dibuat, pertama sumber listrik akan masuk melalui ESP32 dan relay untuk memerintahkan semua sensor bekerja, data yang di dapatkan akan di proses oleh sistem IoT menggunakan dan aplikasi Platform Blynk. Pada penelitian ini menggunakan metode QoS (*Quality of Service*). QoS bertujuan untuk memastikan bahwa berbagai aplikasi dan layanan yang menggunakan jaringan dapat berjalan dengan kinerja yang diharapkan. [8] Metode QoS dapat diukur dengan menggunakan tiga parameter yaitu :

#### A. Throughput

*Throughput* mengacu pada kecepatan efektif transfer data, diukur dalam bentuk bps (*bit per second*). Konsep *throughput* merujuk pada laju transfer data dalam jaringan, dihitung sebagai besarnya data yang dapat dikirim dalam interval waktu tertentu. Pengukuran *throughput* dilakukan dengan tujuan untuk mengamati dan menilai kapabilitas jaringan dalam menjalankan transfer data dengan kecepatan yang memadai untuk memenuhi keperluan fungsionalitas aplikasi yang sedang berjalan. [8]

Persamaan perhitungan *throughput* :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{paket data diterima}}{\text{lama pengamatan}}$$

#### B. Packet Loss

*Packet Loss* mengacu pada situasi dimana sejumlah paket data hilang ketika dalam proses transmisi melalui medium jaringan. *Packet Loss* dapat dipicu oleh gangguan internal jaringan, peningkatan kapasitas beban transmisi, atau fluktuasi kondisi yang kurang stabil. Pada konteks aplikasi yang mengedepankan reliabilitas tinggi, tingkat *Packet Loss* perlu dikelola seoptimal mungkin demi menjaga kualitas kinerja jaringan.

Persamaan perhitungan *packet loss* :

$$\text{Paket Loss} = \frac{(\text{paket data dikirim} - \text{paket data diterima}) \times 100\%}{\text{paket data dikirim}}$$

TABEL 1  
indeks penilaian packet loss

Kategori Degradasi	Packet Loss (%)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	3	3
Sedang	15	2
Buruk	25	1

Dengan merujuk pada indeks *Tabel 1*, informasi mengenai tingkat kehilangan data yang diperoleh dari pengujian QoS dapat memberikan pemahaman yang jelas tentang performa sistem *monitoring* yang sedang diuji.

#### C. Delay (Latency)

*Delay* atau *Latency* adalah interval waktu yang dibutuhkan untuk mentransmisikan data dari titik sumber ke titik tujuan melalui infrastruktur jaringan. *Latency* ini dapat berakar pada proses *routing* yang memerlukan waktu, pengiriman serta penanganan paket yang mengambil waktu, atau adanya batasan fisik dalam elemen jaringan. Aplikasi yang menjunjung tinggi *real-time*, seperti komunikasi suara atau video dalam waktu nyata, mengandalkan *latency* yang serendah mungkin agar pengalaman pengguna tetap lancar dan tanpa gangguan.. [8]

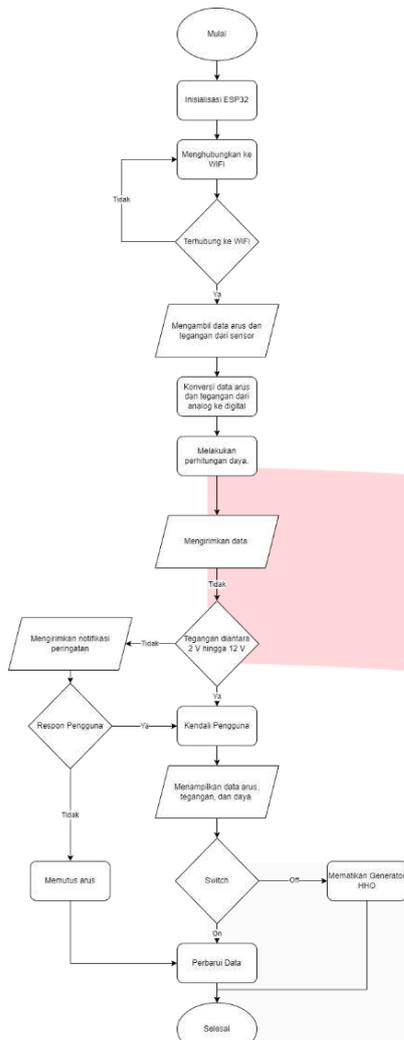
Persamaan rata-rata perhitungan delay (*latency*) :

$$\text{Rata rata delay} = \frac{\text{total delay}}{\text{total paket data yang diterima}}$$

TABEL 2  
indeks penilaian tingkat delay

Kategori Latency	Besar Delay (ms)	Indeks
Sangat Bagus	< 150	4
Bagus	150 s/d 300	3
Sedang	300 s/d 450	2
Buruk	>450	1

Berdasarkan indeks *Tabel 2*, dapat diperoleh pemahaman mengenai tingkat keterlambatan (*delay*) yang terkait dengan pengujian QoS, yang berguna untuk mengevaluasi performa sistem *monitoring* yang sedang diuji.

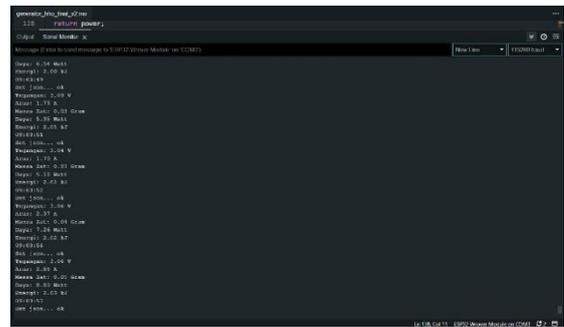


GAMBAR 2 flowchart keseluruhan

Dari Gambar 2, terdapat flowchart sistem secara keseluruhan. Mula-mula sistem akan menginisialisasi ESP32 dan menghubungkan ESP32 ke Wi-Fi. Setelah terhubung ke Wi-Fi sistem akan melakukan pengambilan, pengolahan, dan mengirimkan data ke sub-sistem kontrol dan *monitoring*. Jika nilai tegangan yang diterima dibawah 2 volt dan diatas 12 volt sistem akan memutus mengirimkan notifikasi pada platform IoT dan menunggu respon pengguna. Jika tidak ada respon dari pengguna, sistem otomatis akan memutus arus yang masuk dan memperbarui data. Jika nilai tegangan yang diterima diantara 2 volt dan 12 volt, sistem akan terus menampilkan dan memperbarui data arus, tegangan, dan daya hingga pengguna mematikan sistem.

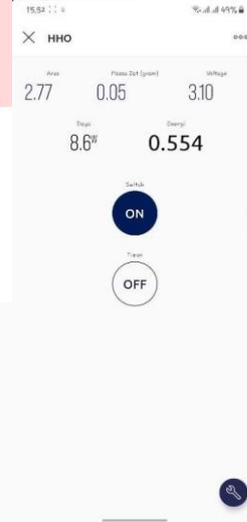
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dari penelitian ini dilakukan dengan menampilkan rangkaian keseluruhan alat dan hasil pengujian alat untuk mengetahui apakah sistem sudah berjalan sesuai yang diinginkan. Berikut data, hasil perancangan dan pengujian alat yang telah dibuat:



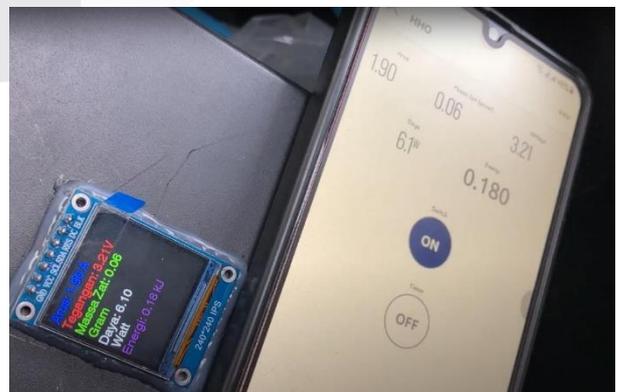
GAMBAR 3 Data pada serial monitor sebelum pengiriman

Pada penelitian ini akan dibuat sistem *monitoring* menggunakan platform Blynk dan LCD. Gambar 3 menunjukkan pemantauan mengenai proses data yang akan dikirim oleh mikrokontroler ESP32 melalui serial monitor pada *Arduino IDE*.



GAMBAR 4 Tampilan pada platform Blynk saat penerimaan data

Pada Gambar 4 merupakan tampilan antarmuka pada blynk di ponsel pengguna. Dapat dilihat terdapat parameter seperti arus, massa zat, tegangan, daya dan energi yang dapat dipantau nilainya. Data-data yang ditampilkan tersebut dicocokkan kembali antara serial monitor dengan platform blynk untuk pengecekan kesesuaian data yang dikirim dan diterima.



GAMBAR 5 Pengecekan data LCD dan Blynk

Kemudian dilakukan pengecekan kesesuaian hasil *monitoring* dengan cara memantau data platform blynk dan LCD seperti pada *Gambar 5*. untuk setiap data seperti nilai arus, tegangan, massa zat, daya dan energi.

TABEL 3  
Pengamatan stopwatch dan keselarasan data

No	Waktu Pengiriman	Waktu Penerimaan pada Blynk	Delay (s)	milli second	Data kirim dan tampil	Data LCD dan Blynk
1	00.00.54	00.00.65	0.09	90	Sesuai	Sesuai
2	00.02.06	00.02.11	0.05	50	Sesuai	Sesuai
3	00.03.58	00.03.64	0.06	60	Sesuai	Sesuai
4	00.05.03	00.05.06	0.03	30	Sesuai	Sesuai
5	00.06.55	00.06.60	0.05	50	Sesuai	Sesuai
6	00.08.04	00.08.12	0.08	80	Sesuai	Sesuai
7	00.09.52	00.09.60	0.08	80	Sesuai	Sesuai
8	00.11.01	00.11.07	0.06	60	Sesuai	Sesuai
9	00.12.53	00.12.59	0.06	60	Sesuai	Sesuai
10	00.14.04	00.14.11	0.07	70	Sesuai	Sesuai
11	00.15.55	00.15.60	0.05	50	Sesuai	Sesuai
12	00.17.03	00.17.07	0.04	40	Sesuai	Sesuai
13	00.18.56	00.18.61	0.05	50	Sesuai	Sesuai
14	00.20.08	00.20.11	0.03	30	Sesuai	Sesuai
15	00.21.57	00.21.63	0.06	60	Sesuai	Sesuai
16	00.23.02	00.23.09	0.07	70	Sesuai	Sesuai
17	00.24.62	00.24.71	0.09	90	Sesuai	Sesuai
18	00.26.10	00.26.16	0.06	60	Sesuai	Sesuai
19	00.27.57	00.27.63	0.06	60	Sesuai	Sesuai
20	00.29.03	00.29.11	0.08	80	Sesuai	Sesuai
21	00.30.51	00.30.58	0.07	70	Sesuai	Sesuai
22	00.32.09	00.32.13	0.04	40	Sesuai	Sesuai
23	00.33.58	00.33.63	0.05	50	Sesuai	Sesuai
24	00.35.02	00.35.09	0.07	70	Sesuai	Sesuai
25	00.36.52	00.36.57	0.05	50	Sesuai	Sesuai
26	00.38.06	00.38.13	0.07	70	Sesuai	Sesuai
27	00.39.54	00.39.60	0.06	60	Sesuai	Sesuai
28	00.41.03	00.41.06	0.03	30	Sesuai	Sesuai
29	00.42.55	00.42.61	0.06	60	Sesuai	Sesuai
30	00.44.08	00.44.17	0.09	90	Sesuai	Sesuai
Total Delay (ms)				1810		

Pada Data pada *Tabel 3* didapatkan menggunakan metode pengamatan *QoS* dengan bantuan *stopwatch*. Didapatkan sebanyak 30 data selama 44 detik dengan pengujian pada lokasi berkoordinat -6.96776433829835, 107.6277368093319; (<https://goo.gl/maps/MLB79eU1zxovbt dcA>) dan menggunakan koneksi dari Operator *Telkomsel*. Dengan memantau waktu ketika data dikirim dan diterima, dan dapat diketahui *delay* serta *throughput* setiap data dengan perhitungan sebagai berikut :

a. Perhitungan Throughput

$$\text{Throughput} = \frac{\text{paket data diterima}}{\text{lama pengamatan}} = \frac{30 \text{ data}}{45 \text{ s}} = 0,67 \text{ bps}$$

Hasilnya menunjukkan bahwa pengujian sistem *monitoring* dilakukan dengan perhitungan tiga parameter *QoS*. Pada pengujian pada *Throughput* didapatkan kecepatan yang dibutuhkan pada penerimaan paket data dari sistem yaitu sebesar 0,67 paket data setiap detiknya. Dengan kata lain, dibutuhkan waktu sekitar 1,5 detik untuk mengirimkan setiap paket data. *Throughput* ini sesuai dengan kebutuhan aplikasi dan kinerja yang diharapkan, dapat dikatakan bahwa sistem memiliki *throughput* yang memadai untuk tujuan pengiriman data.

b. Perhitungan Packet Loss

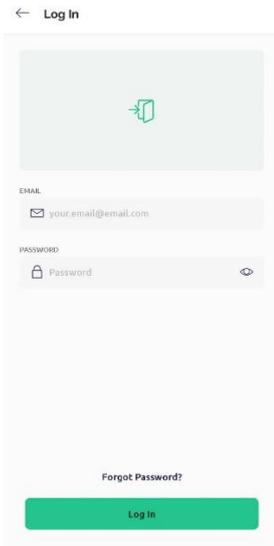
$$\text{Packet Loss} = \frac{\text{paket data diterima} - \text{paket data dikirim}}{\text{paket data dikirim}} = \frac{30 - 30}{30} \times 100\% = 0\%$$

Pada perhitungan *packet loss* atau paket data yang mengalami kehilangan maka didapatkan hasil 0% yang artinya tidak ada paket data yang hilang selama pengujian. Berdasarkan tabel 1, sistem *monitoring* mendapatkan nilai indeks 4 yang berarti termasuk kategori sangat bagus.

c. Perhitungan Delay

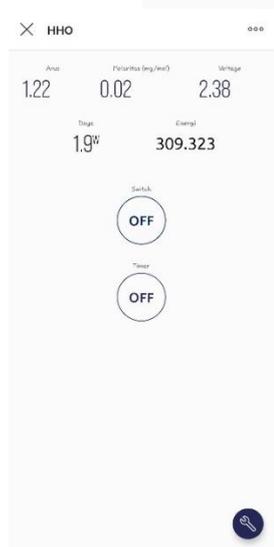
$$\text{Delay} = \frac{\text{total delay}}{\text{paket data diterima}} = \frac{1810}{30} = 60,33 \text{ ms}$$

Dalam perhitungan *delay*, telah terdeteksi adanya *delay* sebesar 60,33 ms. *Delay* ini dapat berasal dari berbagai faktor, seperti waktu respons perangkat keras, kecepatan transmisi data, lokasi dan pengolahan informasi di dalam sistem. Berdasarkan tabel 2, sistem *monitoring* mendapatkan nilai indeks 4 karena waktu *delay* <150 ms yang berarti termasuk kategori sangat bagus. Dapat disimpulkan pada sistem *monitoring* ini sudah layak dalam melakukan pengiriman dan penerimaan data.



GAMBAR 6  
Tampilan menu login Platform Blynk pada mobile

Dari Gambar 6 di atas, dapat diketahui bahwa gambar tersebut merupakan tampilan menu login atau menu awal dari antarmuka aplikasi Blynk. Setelah proses pembuatan sistem dan desain aplikasi selesai dengan baik, langkah selanjutnya adalah mengunduh dan menginstal aplikasi tersebut di smartphone. Setelah aplikasi terpasang, dapat dilihat logo aplikasi seperti yang ditampilkan pada gambar, dan selanjutnya diminta untuk melakukan proses autentikasi dengan memasukkan alamat email dan kata sandi yang telah terdaftar sebelumnya.



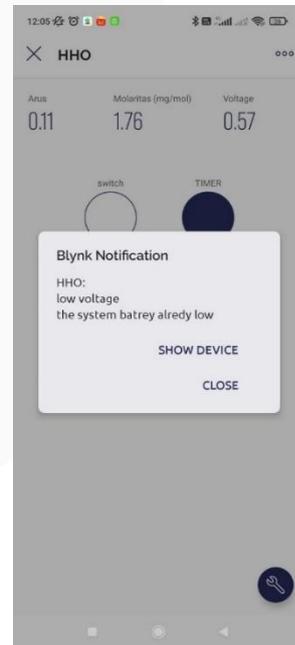
GAMBAR 7  
Tampilan antarmuka Platform Blynk pada mobile untuk generator HHO

Pada Gambar 7 merupakan tampilan dari antarmuka aplikasi Platform Blynk yang akan dilihat oleh pengguna setelah proses autentikasi. Data yang ditampilkan seperti arus listrik, masa zat gas hidrogen, tegangan, daya dan energi. Serta tombol switch untuk mengaktifkan-menonaktifkan generator hho jika terjadi malfungsi dan mode timer untuk mengaktifkan generator HHO agar bisa hidup dalam interval tiap waktu tertentu, yakni hidup dan mati setiap lima menit.

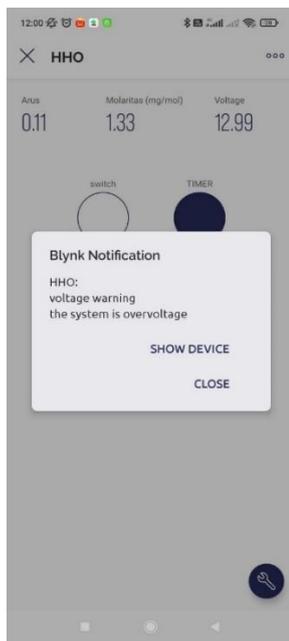
TABEL 4 Kesesuaian notifikasi dan data kirim-tampil

No.	Nilai Tegangan (Volt)	Notifikasi	Data kirim dan data tampil	Keterangan notifikasi
1	0.57	Low-Voltage	sesuai	sesuai
2	12.99	Over-Voltage	sesuai	sesuai
3	3.56	Tidak muncul	sesuai	sesuai
4	12.5	Over-Voltage	sesuai	sesuai
5	12.2	Over-Voltage	sesuai	sesuai
6	3.61	Tidak muncul	sesuai	sesuai
7	3.58	Tidak muncul	sesuai	sesuai
8	1.2	Low-Voltage	sesuai	sesuai
9	13.1	Over-Voltage	sesuai	sesuai
10	12.35	Over-Voltage	sesuai	sesuai

Pada Tabel 4, terperinci status notifikasi yang muncul seiring variasi nilai tegangan yang diaplikasikan pada sistem. Perbandingan dilakukan terhadap nilai-nilai tegangan yang telah disesuaikan dengan spesifikasi operasional generator HHO. Analisis tabel ini menunjukkan bahwa dari 10 sampel data yang diobservasi, tidak ada notifikasi yang muncul pada kondisi dimana tegangan memiliki nilai 3,56; 3,61; dan 3,58 volt. Notifikasi hanya muncul ketika tegangan bernilai dibawah 2 volt atau diatas 12 volt. Kesesuaian ini sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Selain itu, pengecekan kesesuaian data kirim dan tampil dilakukan untuk memastikan keselarasan antara data yang dikirimkan oleh mikrokontroler ESP32 melalui serial monitor pada Arduino IDE dengan data yang diterima dan ditampilkan pada LCD dan Platform Blynk terkait nilai-nilai arus, tegangan, massa zat, daya, dan energi. Tidak ada ketidaksuaian antara data yang dikirim dan diterima, begitu juga LCD dan blynk yang menampilkan data yang selaras satu sama lain.



GAMBAR 8  
Notifikasi Platform Blynk dalam keadaan tegangan terlalu rendah



GAMBAR 9

Notifikasi dalam keadaan tegangan terlalu rendah

Dari Gambar 8, terlihat adanya notifikasi yang ditampilkan pada aplikasi Platform Blynk ketika tegangan masukan turun di bawah 2 volt. Saat notifikasi tersebut muncul, relay pada sistem akan diberi instruksi untuk mematikan generator HHO agar memastikan optimalisasi kinerja dari generator HHO. Sementara itu, pada Gambar 9, terlihat notifikasi yang ditampilkan ketika tegangan masukan melebihi 12,99 volt. Dalam situasi ini, relay juga akan diberi instruksi untuk mematikan generator HHO. Kedua tindakan tersebut disesuaikan dengan spesifikasi yang terkait dengan generator HHO yang digunakan. Dari percobaan tersebut, dapat diketahui bahwa sistem *monitoring* pada ponsel dapat bekerja sesuai yang diinginkan yaitu dengan adanya notifikasi peringatan pada ponsel saat terjadi malfungsi.

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem *monitoring* berfungsi dengan baik dan memiliki beberapa fitur penting. Berikut adalah analisis dari pengujian yang dilakukan:

1. Sistem mampu menampilkan parameter penting seperti arus, tegangan, massa zat, daya, dan energi pada generator HHO. Data yang ditampilkan memungkinkan pengguna untuk memonitor kondisi sistem secara

keseluruhan dengan lebih baik. serta menampilkan data tersebut secara *real-time* melalui platform sebagai media penyimpanan dan pengolahan data.

2. Sistem menggunakan platform aplikasi Platform Blynk pada ponsel pengguna sebagai antarmuka untuk memantau data. Integrasi dengan platform aplikasi Platform Blynk pada ponsel memberikan keuntungan dalam hal portabilitas dan kenyamanan, sehingga pengguna dapat memantau sistem secara *real-time* dari jarak jauh.
3. Fitur penting dari sistem ini adalah kemampuannya untuk memberikan peringatan saat terjadi malfungsi. Notifikasi peringatan muncul ketika tegangan mengalami penurunan hingga 0.57 V karena aki yang *low*, dan ketika nilai tegangan melebihi batas *datasheet* generator HHO yaitu 12 V. Fitur ini sangat penting untuk melindungi sistem dari potensi kerusakan atau bahaya saat kondisi tidak normal.
4. Sistem mampu memantau data secara *real-time*, sehingga notifikasi peringatan muncul saat terjadi malfungsi. Pengguna dapat merespons segera saat ada masalah dan mengambil tindakan yang diperlukan.
5. Data yang terkumpul melalui sistem *monitoring* dapat mendukung penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan teknologi HHO yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

#### REFERENSI

- [1] A. H. Kazunari Sasaki, *Hydrogen Energy Engineering: A Japanese Perspective*, Springer, 2016.
- [2] F. M. O. V. Pasquale Corbo, *Hydrogen Fuel Cells for Road Vehicles*, Springer, 2011.
- [3] R. M. D. N. K. EKKI KURNIAWAN, *Portable Mineral Water Ionizer Alat Produksi Air Alkali dan Air Asam untuk Membantu Penderita Covid-19 di Indonesia*, Bandung: Gunung Djati Conference Series, 2022.
- [4] A. B. Ram B. Gupta, *Hydrogen Fuel: Production, Transport, and Storage*, CRC Press, 2016.
- [5] R. J. Press, *Introduction to Hydrogen Technology, Wiley-VCH*, 2012.
- [6] S. Sherif, *Handbook of Hydrogen Energy*, CRC Press, 2014.
- [7] B. Sørensen, *Hydrogen and Fuel Cells: Emerging Technologies and Applications*, Academic Press, 2012.
- [8] C. Doukas, *Quality of Service in Internet of Things*, Springer, 2016.