

# SISTEM PEMANTAUAN POWER METER BERBASIS IOT DENGAN NODEMCU ESP 8266

Suhendri

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Sangga Buana

korespondensi: suhendrimtc46@gmail.com

## ABSTRACT

*Household electricity demand is a basic need that continues to increase in line with the growing use of electronic devices in daily life. Uncontrolled electricity usage can lead to energy waste and high costs. Therefore, an energy consumption monitoring system is essential to promote efficiency and energy-saving behavior. This study designs an IoT-based power meter monitoring system using the PZEM 004T sensor connected to a NodeMCU V3 (ESP8266). Measurement data such as voltage, current, power, and energy are transmitted in real time via the Blynk platform, while anomaly alerts are sent through a Telegram bot. This system is expected to raise user awareness of energy consumption and support energy efficiency in household*

*Keywords: IoT, PZEM 004T, NodeMCU V3, Electrical Energy Monitoring, Blynk, Energy Efficiency*

## ABSTRAK

*Kebutuhan energi listrik rumah tangga merupakan kebutuhan pokok yang terus meningkat seiring berkembangnya perangkat elektronik dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan listrik yang tidak terkontrol dapat menyebabkan pemborosan energi dan tingginya biaya. Untuk itu, sistem monitoring konsumsi energi listrik sangat diperlukan guna mendorong efisiensi dan gaya hidup hemat energi. Penelitian ini merancang sistem monitoring power meter berbasis IoT menggunakan sensor PZEM 004T yang terhubung dengan NodeMCU V3 (ESP8266). Data hasil pengukuran tegangan, arus, daya, dan energi dikirim secara real-time melalui platform Blynk, serta peringatan anomali dikirim melalui Telegram bot. Sistem ini diharapkan mampu meningkatkan kesadaran pengguna terhadap penggunaan energi dan mendukung efisiensi energi rumah tangga.*

*Kata Kunci: IoT, PZEM 004T, NodeMCU V3, Monitoring Energi Listrik, Blynk, Efisiensi Energi*

## PENDAHULUAN

Energi listrik memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung berbagai aktivitas manusia, dalam sektor rumah tangga energi listrik dibutuhkan untuk pemanas, penggerak, pemutar, hingga penerangan, dll. Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang terus meningkat, berbagai jenis pembangkit listrik telah dibangun dan dioperasikan guna menjamin ketersediaan energi sesuai permintaan konsumen (1). Seiring dengan perubahan gaya hidup masyarakat, konsumsi energi listrik pun mengalami peningkatan signifikan dari tahun ke tahun, mendorong PLN untuk terus meningkatkan kapasitas

pasokan energi yang didistribusikan (2). Namun, penggunaan listrik yang cenderung boros di sektor rumah tangga umumnya disebabkan oleh ketiadaan sistem pengendalian terhadap besarnya daya yang digunakan (3). Penggunaan meteran listrik pascabayar dianggap kurang efektif dalam membantu pengguna mengendalikan konsumsi listrik secara bulanan. Sebagai upaya untuk mendorong efisiensi dan penghematan energi, pemerintah melalui PLN telah mengimplementasikan sistem meteran listrik Prabayar (4). Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran konsumen dalam mengelola penggunaan energi secara

mandiri dan efisien. Meskipun demikian, masih banyak pelanggan yang kesulitan dalam memantau konsumsi energi secara real-time, yang menyebabkan saldo listrik seringkali habis tanpa disadari (5,6).

Efisiensi energi merupakan aspek penting dalam pengelolaan sumber daya listrik yang berkelanjutan. Salah satu solusi untuk mendukung efisiensi ini adalah pengembangan sistem pemantauan konsumsi daya berbasis *Internet of Things (IoT)* (7). IoT adalah jaringan perangkat yang saling terhubung dan dapat mengirim data melalui internet tanpa interaksi langsung manusia. Dengan sistem ini, pengguna dapat memantau konsumsi listrik secara real-time dan akurat (8). mengakses data kapan saja, mengenali pola konsumsi, mengidentifikasi perangkat boros energi, dan mengoptimalkan penggunaan listrik secara lebih efisien (9–13). Sistem monitoring yang dikembangkan menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor PZEM-004T untuk mengukur parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, dan energi. Data konsumsi listrik ditampilkan melalui dua media antarmuka, yaitu layar LCD untuk pemantauan lokal dan aplikasi Blynk untuk pemantauan jarak jauh.

## **METODE**

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah metode kuantitatif eksperimental dengan pendekatan rekayasa sistem. Penelitian difokuskan pada perancangan, implementasi, dan pengujian sistem monitoring konsumsi energi listrik berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini

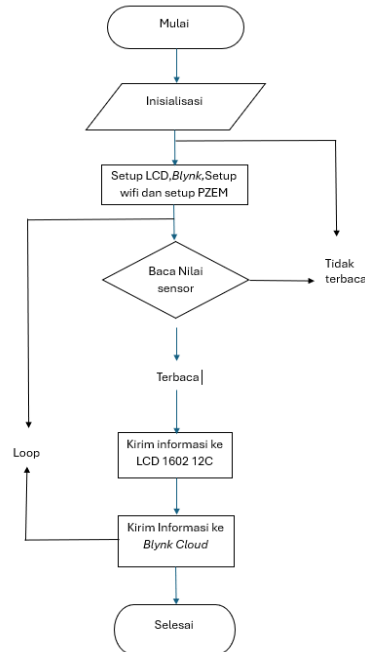
mengintegrasikan sensor PZEM-004T sebagai alat ukur parameter kelistrikan, NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama, serta platform *Blynk* sebagai media pemantauan jarak jauh secara real-time. Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan gambaran terukur mengenai performa perangkat keras dan perangkat lunak yang dirancang.

Proses penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu identifikasi kebutuhan sistem, perancangan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software), implementasi prototipe, serta pengujian sistem. Pada tahap perancangan, sensor PZEM-004T dikonfigurasi untuk membaca parameter tegangan, arus, daya, energi, dan frekuensi, kemudian data diproses oleh NodeMCU dan dikirimkan ke server Blynk. Selain itu, sistem dilengkapi dengan *Liquid Crystal Display (LCD) I2C* untuk menampilkan informasi secara lokal. Setiap tahapan dirancang secara sistematis agar prototipe yang dihasilkan sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu menghasilkan sistem monitoring energi listrik yang akurat, efisien, dan mudah diakses.

Pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi langsung terhadap kinerja sistem dan validasi hasil pengukuran sensor melalui perbandingan dengan alat ukur manual, seperti multimeter digital dan clamp meter. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengetahui tingkat akurasi sensor serta keandalan sistem dalam memantau konsumsi energi listrik. Teknik validasi dilakukan dengan menghitung deviasi, error, dan tingkat akurasi hasil pembacaan sensor dibandingkan

dengan pengukuran manual. Analisis data ini bertujuan untuk menilai sejauh mana sistem mampu memberikan hasil yang konsisten dan dapat diandalkan, sehingga dapat mendukung

efisiensi energi listrik pada skala rumah tangga. Gambar 1 menunjukkan diagram alir proses sistem monitoring power meter.



**Gambar 1:** *Flowchart Sistem Monitoring Power Meter*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini berupa rancangan dan implementasi sistem monitoring konsumsi energi listrik berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor PZEM-004T, serta platform Blynk Cloud.

*Prototype* yang berhasil dibuat ditunjukkan pada Gambar dibawah ini yang memperlihatkan perangkat sistem monitoring secara fisik, dan Gambar dibawah ini yang memperlihatkan proses pengukuran parameter beban listrik.



**Gambar 2:** *Prototype sistem Pemantauan power meter berbasis IoT*

Pada tahap pengujian, sistem diuji dengan tiga jenis beban rumah tangga, yaitu setrika (300 W), kipas angin, dan lampu 50 W. Variasi

skenario pengujian beban dilakukan sebanyak delapan kombinasi, sebagaimana disajikan dalam Tabel 1. Setiap skenario diuji selama

lima menit, sehingga total pengujian berlangsung selama 40 menit. Tabel skenario percobaan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1: Skenario Percobaan Pada 3 Beban Berbeda**

Beban Listrik		
Setrika 300 W	Kipas Angin	Lampu 50 W
ON	ON	ON
ON	OFF	OFF
ON	ON	OFF
OFF	ON	OFF
OFF	ON	ON
OFF	OFF	ON
ON	OFF	ON
OFF	OFF	OFF

Data hasil pengukuran yang diperoleh melalui sensor PZEM-004T ditampilkan pada Tabel 1, sedangkan hasil pengukuran manual menggunakan multimeter/clamp meter ditampilkan pada Tabel 1. Secara umum, sensor PZEM-004T mampu membaca parameter kelistrikan (arus, tegangan, daya, energi, dan frekuensi) secara real-time dengan

hasil yang mendekati alat ukur manual. Nilai rata-rata tegangan yang terbaca sensor berada pada 215 Volt, sedangkan hasil manual menunjukkan rata-rata 214,9 Volt. Hal ini mengindikasikan kesesuaian yang baik antara hasil pengukuran sensor dan pengukuran standar. Berikut hasil dari pengambilan data dari sensor dan manual berdasarkan Tabel 2.

**Tabel 2: Hasil Data Pengukuran Dari Sensor**

Sample Percobaan	Beban Listrik			Waktu Uji (Menit)	PZEM004-T V3				
	Beban 1 Setrika	Beban 2 kipas angin	Beban 3 Lampu		I (Ampere)	V (Volt)	Daya (Watt)	Energi (kWh)	Frekuensi (Hz)
1	ON	ON	ON	5	2.02	211	424.2	0.035	50
2	ON	OFF	OFF	5	1.8	214	381.3	0.024	50
3	ON	ON	OFF	5	1.99	211	421.2	0.030	50
4	OFF	ON	OFF	5	0.23	217	46.7	0.004	50
5	OFF	ON	ON	5	0.27	219	58.3	0.005	50

Sample Percobaan	Beban Listrik			Waktu Uji (Menit)	PZEM004-T V3				
	Beban 1 Setrika	Beban 2 kipas angin	Beban 3 Lampu		I (Ampere)	V (Volt)	Daya (Watt)	Energi (kWh)	Frekuensi (Hz)
6	OFF	OFF	ON	5	0.07	220	10.5	0.001	50
7	ON	OFF	ON	5	1.86	214	395.6	0.026	50
8	OFF	OFF	OFF	5	0	216	0.034	0	50
Rata-rata					1.03	215	217.23	0.016	50

**Tabel 3: Hasil Data Pengukuran Manual**

Sample Percobaan	Beban Listrik			Waktu Uji (Menit)	MANUAL				
	Beban 1 Setrika	Beban 2 Charger Laptop	Beban 3 Lampu		I (Ampere)	V (Volt)	Daya (Watt)	Energi (kWh)	Frekuensi (Hz)
1	ON	ON	ON	5	1.9	211.5	401.85	0.0335	50
2	ON	OFF	OFF	5	1.8	213.6	384.48	0.032	50
3	ON	ON	OFF	5	1.90	210	399	0.0332	50
4	OFF	ON	OFF	5	0.2	216.0	43.2	0.0036	50
5	OFF	ON	ON	5	0.2	218	43.6	0.0036	50
6	OFF	OFF	ON	5	0	220	0	0	50
7	ON	OFF	ON	5	1.80	213.70	396	0.033	50
8	OFF	OFF	OFF	5	0	216.60	0	0	50
Rata-rata					0.98	214.93	208.52	0.0174	50

**Tabel 4: Nilai Deviasi, Error, Dan Akurasi Pengukuran Arus**

Sample Percobaan	Beban Listrik			Waktu Uji (Menit)	PZEM		MANUAL		
	Beban 1	Beban 2	Beban 3		I (Ampere)		Deviasi	Error (%)	Akurasi (%)
					I (Ampere)	I (Ampere)			
1	ON	ON	ON	5	2.02	1.9	0.12	6.32%	93.68%
2	ON	OFF	OFF	5	1.8	1.8	0.00	0%	100.00%
3	ON	ON	OFF	5	1.99	1.9	0.09	4.74%	95.26%
4	OFF	ON	OFF	5	0.23	0.2	0.03	15%	85.00%
5	OFF	ON	ON	5	0.27	0.2	0.07	35%	65.00%
6	OFF	OFF	ON	5	0.07	0	0.07	0%	100.00%
7	ON	OFF	ON	5	1.86	1.80	0.06	3.33%	96.67%

Sample Percobaan	Beban Listrik			Waktu Uji (Menit)	PZEM	MANUAL	Deviasi	Error (%)	Akurasi (%)
	Beban 1	Beban 2	Beban 3		I	I			
					(Ampere)	(Ampere)			
8	OFF	OFF	OFF	5	0	0	0	0%	100.00%
	Rata-rata				1.03	0.98	0.06	8.05%	91.95%

Tabel 5: Nilai Deviasi, Error, Dan Akurasi Pengukuran Tegangan

Sample Percobaan	Beban Listrik			Waktu Uji (Menit)	PZEM	MANUAL	Deviasi	Error (%)	Akurasi (%)
	Beban 1	Beban 2	Beban 3		V	V			
					(Volt)	(Volt)			
1	ON	ON	ON	5	211	211.5	0.5	0.24%	99.76%
2	ON	OFF	OFF	5	214	213.6	0.4	0.19%	99.81%
3	ON	ON	OFF	5	211.0	210	1.0	0.48%	99.52%
4	OFF	ON	OFF	5	217.0	216	1.0	0.46%	99.54%
5	OFF	ON	ON	5	219	218	1.0	0.46%	99.54%
6	OFF	OFF	ON	5	220	220	0.0	0.00%	100.00%
7	ON	OFF	ON	5	214.0	213.7	0.3	0.14%	99.86%
8	OFF	OFF	OFF	5	216.0	216.6	0.6	0.28%	99.72%
	Rata-rata				215.3	214.9	0.6	0.28%	99.72%

Tabel 6: Nilai Deviasi, Error, Dan Akurasi Pengukuran Daya Aktif

Sample Percobaan	Beban Listrik			Waktu Uji (Menit)	PZEM	MANUAL	Deviasi	Error (%)	Akurasi (%)
	Beban 1	Beban 2	Beban 3		W	W			
					(Watt)	(Watt)			
1	ON	ON	ON	5	404.8	402.8	2	0.50%	99.50%
2	ON	OFF	OFF	5	400.6	383.72	16.88	4.40%	95.60%
3	ON	ON	OFF	5	401.4	402.80	1.4	0.35%	99.65%
4	OFF	ON	OFF	5	0.09	42.80	42.71	99.79%	0.21%
5	OFF	ON	ON	5	20.76	379.8	359.04	94.53%	5.47%
6	OFF	OFF	ON	5	2.70	0	2.70	0.00%	100.00%
7	ON	OFF	ON	5	389.6	372.70	16.9	4.53%	95.47%
8	OFF	OFF	OFF	5	0	0	0	0.00%	100.00%
	Rata-rata				202.5	248.08	55.20	25.51%	74.49%

**Tabel 7: Nilai Deviasi, Error, Dan Akurasi Pengukuran Energi Aktif**

Sample Percobaan	Beban Listrik			Waktu Uji (Menit)	PZEM	MANUAL	Deviasi	Error (%)	Akurasi (%)
	Beban 1	Beban 2	Beban 3						
					Energi (kWh)	Energi (kWh)			
1	ON	ON	ON	5	0.035	0.0335	0.002	4.48%	95.52%
2	ON	OFF	OFF	5	0.024	0.032	0.008	25.00%	75.00%
3	ON	ON	OFF	5	0.030	0.0332	0.003	9.64%	90.36%
4	OFF	ON	OFF	5	0.004	0.0036	0.000	11.11%	88.89%
5	OFF	ON	ON	5	0.005	0.0036	0.001	38.89%	61.11%
6	OFF	OFF	ON	5	0.001	0	0.001	0.00%	100.00%
7	ON	OFF	ON	5	0.026	0.033	0.007	21.21%	78.79%
8	OFF	OFF	OFF	5	0	0	0.000	0.00%	100.00%
	Rata-rata				0.015625	0.017363	0.0028	13.79%	86.21%

**Tabel 8: Nilai Deviasi, Error, Dan Akurasi Pengukuran Frekuensi**

Sample Percobaan	Beban Listrik			Waktu Uji (Menit)	PZEM	MANUAL	Deviasi	Error (%)	Akurasi (%)
	Beban 1	Beban 2	Beban 3						
					Freq (Hz)	Freq (Hz)			
1	ON	ON	ON	5	50	50	0	0.00%	100.00%
2	ON	OFF	OFF	5	50	50	0	0.00%	100.00%
3	ON	ON	OFF	5	50	50	0	0.00%	100.00%
4	OFF	ON	OFF	5	50	50	0	0.00%	100.00%
5	OFF	ON	ON	5	50	50	0	0.00%	100.00%
6	OFF	OFF	ON	5	50	50	0	0.00%	100.00%
7	ON	OFF	ON	5	50	50	0	0.00%	100.00%
8	OFF	OFF	OFF	5	50	50	0	0.00%	100.00%
	Rata-rata				50	50	0	0.00%	100.00%

Berdasarkan data hasil pengukuran menggunakan sensor PZEM-004T dan pengukuran manual, ditemukan perbedaan nilai pada setiap parameter kelistrikan, meliputi arus (I), tegangan (V), daya (W), energi (kWh), dan frekuensi (Hz). Secara umum, variasi nilai yang muncul dapat dijelaskan oleh karakteristik akurasi dan sensitivitas masing-masing alat ukur.

Pada parameter **arus listrik (I)**, nilai yang dihasilkan oleh PZEM-004T cenderung sedikit lebih tinggi dibandingkan pengukuran manual, meskipun pola tren keduanya tetap konsisten. Misalnya, saat arus sensor menunjukkan 2.02 A, nilai manualnya berada pada 1.9 A. Deviasi ini masih dalam batas toleransi pengukuran, dan dapat disebabkan oleh respons dinamis sensor digital yang lebih

cepat menangkap fluktuasi arus dibandingkan alat ukur manual berbasis analog atau multimeter digital biasa.

Untuk **tegangan listrik (V)**, nilai antara sensor dan manual menunjukkan kesesuaian yang sangat baik, dengan rata-rata berada pada kisaran 214–215 Volt. Fluktuasi tegangan yang tercatat sangat kecil, dan simpangan baku kedua metode juga serupa, yang menunjukkan bahwa dalam konteks pengukuran tegangan, PZEM-004T memiliki performa yang mendekati alat ukur standar.

Parameter **daya listrik (W)** Rata-rata daya aktif dari pengukuran sensor tercatat sekitar **208 W**, sementara metode manual menghasilkan rata-rata daya sekitar **217 W**. Dengan selisih rata-rata berjumlah 9 masih bisa ditoleransi dari pola data yang sejalan, hal ini mengindikasikan bahwa sensor PZEM-004T mampu merekam daya aktif secara akurat untuk keperluan pemantauan konsumsi listrik secara real-time. Meskipun demikian, perbedaan kecil tetap ada, yang kemungkinan disebabkan oleh dua faktor utama: pertama, sensitivitas waktu pengambilan data oleh PZEM yang memungkinkan pencatatan fluktuasi daya secara lebih cepat; kedua, metode manual yang umumnya mencatat daya pada satu titik waktu tertentu dan tidak selalu mencerminkan nilai rata-rata dinamis selama beban menyala.

Pada **energi (kWh)**, nilai-nilai yang tercatat dari kedua metode juga menunjukkan pola yang serupa, walaupun terdapat perbedaan kecil dalam jumlah digit desimal. Misalnya, sensor mencatat 0.035 kWh sementara manual

mencatat 0.0335 kWh. Perbedaan ini dapat terjadi akibat cara pengukuran kumulatif yang dilakukan sensor secara terus-menerus, dibandingkan metode manual yang mungkin didasarkan pada snapshot atau perhitungan tidak *real-time*.

Sementara itu, pada **frekuensi (Hz)**, kedua metode menunjukkan hasil yang identik yaitu 50 Hz secara konstan. Ini mengindikasikan bahwa baik sensor maupun alat manual mampu mengukur parameter frekuensi dengan presisi yang stabil, sesuai standar sistem kelistrikan PLN di Indonesia.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa PZEM-004T merupakan sensor yang cukup handal untuk mengukur parameter kelistrikan dasar, terutama dalam konteks tegangan dan arus. Namun, untuk parameter daya dan energi, diperlukan validasi lebih lanjut untuk mengantisipasi kemungkinan adanya noise atau outlier yang tidak terdeteksi. Analisis ini menunjukkan pentingnya melakukan kalibrasi dan validasi berkala terhadap perangkat berbasis IoT agar dapat memberikan hasil yang akurat dan dapat dipercaya dalam aplikasi nyata.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis, sistem monitoring energi listrik berbasis IoT menggunakan sensor PZEM-004T V3.0 telah berhasil direalisasikan sesuai perancangan, mampu mengukur parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, daya, energi, dan frekuensi, serta menampilkan data secara real-time melalui Blynk Cloud dan LCD 16x2.

Sensor menunjukkan tingkat akurasi yang baik dengan selisih hasil pengukuran yang kecil dibandingkan metode manual, meskipun tetap memerlukan kalibrasi berkala untuk menjaga ketelitian. Selain itu, nilai faktor daya ( $\cos \phi$ ) sebesar 0,94 mengindikasikan bahwa beban bersifat dominan resistif dengan efisiensi penyaluran daya yang cukup baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Kiswantono A, Aminullah S Y. Pengukuran Energi Listrik Dengan Modul Single On Circuit (Soc). *Akiratech J Comput Electr Eng*. 2024;1(3):127–35.
2. Pt. Pln. Statistik Pln 2023. Vol. 03001. 2023.
3. Nursamsi Adiwiranto M, Budi Waluyo C. Prototipe Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Serta Estimasi Biaya Pada Peralatan Rumah Tangga Berbasis Internet Of Things. *Electron J Ilm Tek Elektro*. 2021;2(2):13–22.
4. Andre G, Yulisman, Kamil M. Analisa Perbandingan Pengukuran Energi Pada Kwh Meter Pascabayar Dan Kwh Meter Prabayar. *Ensiklopedia Res Community Serv Rev*. 2024;3(3):75–83.
5. Febyola, Zakariah A, Novita. Manajemen Pengelolaan Pembayaran Tagihan Listrik Pasca Bayar Untuk Meningkatkan Kepatuhan Pelanggan (Studi Kasus Pada Pln Ulp Kolaka). *Jiic J Intelek Insa Cendikia*. 2025;2(2):3987–92.
6. Likumahwa Fm. Analisis Pengaruh Kualitas Listrik Terhadap Kepuasan Pelanggan Listrik Prabayar Pt . Pln ( Persero ) Up3 Manokwari ( Analysis Of The Impact Of Electricity Quality On Customer Satisfaction Of Pt . Pln ( Persero ) Up3 Manokwari Prepaid Electricity Customers. *J Inf Sci Technol*. 2025;14(1):1–8.
7. Muslihi Mt. Pengembangan Dan Evaluasi Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Berbasis Iot Dengan Sensor Pzem-004t Dan Esp8266. *J Fasilkom*. 2025;15(1):77–83.
8. Krishnaveni B, Saravanan S, Sathwik B, Pragna B, A V. Lot-Enabled Power Factor Monitoring And Correction With Pzem Integration. In: 2024 Ieee Third International Conference On Power Electronics, Intelligent Control And Energy Systems (Icpeices). Ieee; 2024. Hal. 885–90.
9. Ma'shumah S, Pramartaningthyas Ek, Rokhim Ag. Implementasi Internet Of Things (Iot) Pada Sistem Monitoring Dan Notifikasi Pemakaian Listrik Rumah Tangga BERBASIS APLIKASI BLYNK. *Power Elektron J Orang Elektro*. Mei 2024;12(3):144–9.
10. Ashad BA, Mansur, Ramdaniah, Sriwijanaka. Pengembangan Alat Kontrol Pemakaian Energi Listrik Berbasis Internet of Things (IoT) Pada kWh Meter Pascabayar. *J Fokus Elektroda Energi List Telekomun Komputer, Elektron dan Kendali*. 2024;9(2):53–6.
11. Pela MF, Pramudita R. Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Internet of Things Pada Rumah Dengan Menggunakan Aplikasi Blynk. *Infotech J Technol Inf*. 2021;7(1):47–54.
12. Hailan MA, Albaker BM, Alwan MS. Transformation to a smart factory using NodeMCU with Blynk platform. *Indones J Electr Eng Comput Sci*. April 2023;30(1):237–45.
13. Ibrahim MI, Abrianto H, Sidik AD. Implementasi Sistem Pemantauan Beban Listrik Real-Time Pada Instalasi Rumah Tangga Berbasis Internet of Things. *J Sci Mandalika*. 2025;6(5):2025.