

Monitoring Pemakaian Daya Listrik Rumah dengan Sistem IoT Menggunakan Aplikasi dan Prediksi Terjadinya Pencurian Arus Listrik

Andika Akbar¹, Diono¹

¹²Politeknik Negeri Batam

Jalan Ahmad Yani Batam Kota, Batam 29461

e-mail: akbarandika71@gmail.com¹, diono@polibatam.ac.id¹

Abstrak

Kebutuhan akan pemakaian listrik tidak terhindar dari kebutuhan rumah sehari – hari. Dimana pada setiap alat elektronik yang digunakan membutuhkan listrik untuk tetap hidup. Pengukuran arus listrik biasanya dilakukan dengan alat sederhana sehingga pada saat melakukan pengukuran harus di lihat secara berkala. Untuk itu teknologi yang sesuai untuk permasalahan ini yaitu teknologi sistem pengukuran daya listrik berbasis Internet Of Things (IoT) yang mampu memberikan hasil pengukuran data secara Real time dan berkala. Metode yang dilakukan adalah dengan cara mengumpulkan data dan memprediksi adanya kebocoran arus listrik dan perancangan konfigurasi dengan menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontrollernya dan sensor AC ZMPT101B sebagai sensor arus listrik dan Virtual Private Server (VPS) sebagai web servernya. Hasil dari penelitian ini menghasilkan sebuah sistem monitoring daya listrik yang mempermudah memantau daya listrik pada rumah dengan akurasi pengukuran daya oleh sistem sebesar 90%. Berdasarkan nilai error tersebut, maka sistem monitoring konsumsi daya listrik tersebut sudah cukup baik untuk di implementasikan pada rumah.

Kata kunci: **Internet of Things (IoT), NodeMCU, Sensor AC ZMPT101B, Monitoring daya listrik, Real-time**

Abstract

The demands for using the electricity are not spared from the daily home necessities. Every electronic device used requires electricity to stay alive. Electric current measurement is usually done with a simple tool, so when making measurements, they must be seen periodically. Based on this reason, the appropriate technology for this problem is the Internet of Things (IoT)-based electrical power measurement system technology that can provide data measurement results in real time and periodically. The methods are collecting data, forecasting electric current leakage, and designing configurations using NodeMCU as the microcontroller, the AC ZMPT101B sensor as the electric current sensor, and the Virtual Private Server (VPS) as the web server. The study's findings led to the development of an electrical power monitoring system that facilitates 90% accuracy in power measurement and ease of use in monitoring household electrical power. Based on the error value, the electrical power consumption monitoring system is suitable for installation at home.

Keywords: Internet of Things (IoT), NodeMCU, Power monitoring system, Sensor AC ZMPT101B, Virtual Private Server (VPS)

I. PENDAHULUAN

Arus listrik adalah kebutuhan wajib manusia pada saat ini. Sebagian besar peralatan rumah tangga yang dipakai menggunakan arus listrik sebagai energi utama. Dengan jumlah kebutuhan energi yang semakin meningkat dari tahun ketahun produsen juga semakin gencar dalam memproduksi alat elektronik rumah tangga, alat – alat kantor, industri, peralatan olahraga serta peralatan yang multifungsi seperti smartphone dan lain sebagainya.

Karena kebutuhan akan listrik semakin besar, dibutuhkan suatu alat untuk bisa melakukan perhitungan manajemen arus listrik yang dapat memonitoring pemakaian energi listrik pada perangkat yang di anggap mengkonsumsi listrik yang besar[1]. Pengukuran arus listrik biasanya menggunakan alat sederhana untuk mengukur jumlah pemakaian listrik, sehingga data yang di dapat tidak bisa disimpan dan dilakukan setiap saat dan hasilnya terlalulama untuk didapat[1]. Monitoring ini dilakukan dengan menggunakan Sistem Internet Of Thing (IoT) yang mampu memberikan hasil yang akurat secara Real time dan dapat melakukan komunikasi data melalui jaringan internet[3]. Ada beberapa penelitian terkait Seperti yang dilakukan oleh[4]. Pada penelitian tersebut monitoring daya listrik menggunakan sensor ACS 712 dengan keakuratan 92,87%.

Pada penelitian ini terdapat perbedaan dengan penelitian sebelumnya yaitu sensor yang digunakan adalah AC ZMPT101B dengan mendesain sendiri antarmuka IoT yang digunakan sebagai monitoring konsumsi daya listrik. Penelitian dilakukan bertujuan untuk dapat mengetahui pemakaian daya listrik pada setiap ruangan atau kamar yang berada didalam rumah. Sehingga user dapat mengetahui daya listrik yang digunakan pada setiap ruangan atau kamar melalui web dan menggunakan aplikasi pada smartphone untuk melihat penggunaan daya listrik secara real-time.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Beberapa penelitian terkait monitoring daya listrik telah dilakukan. Riny Sulistyowati mengembangkan sistem pengendalian konsumsi energi menggunakan sensor arus dan tegangan dengan hasil error arus 4,88% dan error daya 2,76%. Irwan Dinata merancang sistem wireless monitoring berbasis web database dengan sensor, prosesor Arduino UNO, display real-time, serta jaringan 3G yang mampu mengirimkan data ke server dengan hasil pengukuran mendekati alat konvensional. Penelitian lain menggunakan sensor ACS712 untuk pengukuran daya real-time, yang menunjukkan bahwa variasi beban induktif dan kapasitif memengaruhi tegangan dan arus, serta dapat digunakan untuk mendukung penghematan energi listrik.

A. Karakteristik sumber Listrik PLN

Sumber listrik PLN adalah sumber energi listrik yang didapatkan dari pembangkit listrik berupa generator, panas matahari, angin, ataupun yang lainnya, dengan tegangan yang dihasilkan adalah tegangan Alternating Current (AC) berkekuatan tinggi.

- Tegangan dan arus listrik bolak balik

Listrik AC menghasilkan arus bolak balik dengan nilai tegangan dan polaritasnya selalu berubah-ubah secara periodik.

- Tegangan dan arus RMS

Tegangan dan arus bolak-balik biasanya dinyatakan dalam bentuk nilai RMS (Root Mean Square). RMS sendiri biasanya dikenal sebagai kuadrat rata-rata, yang pengukuran statistik besarnya memiliki magnitudo yang berubah-ubah. Menghitung perubahan tegangan dan arus secara sinus dapat dihitung dengan persamaan 2.1

$$V_{rms} = \frac{1}{\sqrt{2}} A \quad (2.1)$$

A Merupakan nilai Amplitudo maksimum dari sinyal yang di sampling

- Daya Aktif (Real Power)

Daya aktif adalah daya sebenarnya yang digunakan oleh beban yang terpasang, dan memiliki satuan Joule/detik atau Watt. Daya aktif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.2.

$$P = V.I.\cos \phi \quad (2.2)$$

- Daya Reaktif (Reaktif Power)

Daya reaktif adalah daya yang tidak digunakan oleh beban atau daya yang diserap tetapi dikembalikan ke sumbernya, dan memiliki satuan VAR (Volt Ampere Reactive). Daya reaktif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.3.

$$Q = V.I.\sin \phi$$

$$(2.3)$$

$$Q = \text{Daya Reaktif (VAR)}$$

$$V = \text{Tegangan (V)}$$

$$I = \text{Arus (A)}$$

- Daya Semu/Tampak (Apparent Power) 7

Daya semu adalah daya yang didapat dari penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif dengan simbol S dan memiliki satuan VA. Daya semu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.4.

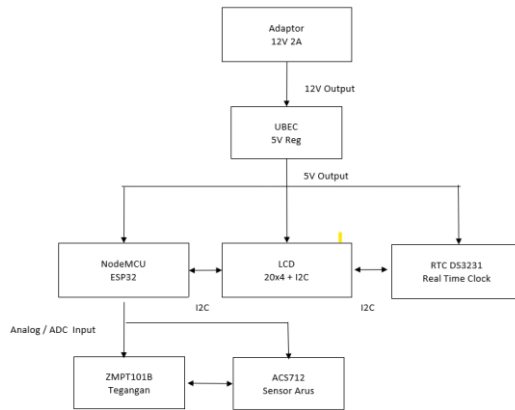
$$S = V.I \quad (2.4)$$

$$S = \text{Daya Semu (VA)}$$

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

B. Block Diagram Sistem



NodeMCU ESP32 merupakan mikrokontroler berbasis Arduino yang sudah sangat populer karena kemampuannya mendukung koneksi nirkabel seperti Wi-Fi dan Bluetooth secara built-in. Perangkat ini juga dilengkapi dengan port micro USB yang memudahkan proses pengiriman data ke komputer serta pemrograman ulang,

selain tombol reset yang memungkinkan pengguna untuk mereset program secara cepat tanpa perlu melepas sambungan daya. Hal ini membuat NodeMCU ESP32 sangat ideal untuk aplikasi Internet of Things (IoT) yang membutuhkan komunikasi data real-time dan pengendalian jarak jauh.

Untuk tampilan data secara langsung pada sistem, digunakan LCD 20x4 sebagai layar utama yang mampu menampilkan informasi dalam format teks dengan kapasitas 20 karakter per baris dan 4 baris. Penggunaan modul I2C pada LCD ini sangat membantu dalam komunikasi data karena hanya memerlukan dua pin (SDA dan SCL),

sehingga mengurangi penggunaan pin pada mikrokontroler dan membuat desain rangkaian menjadi lebih sederhana dan rapi. Dalam sistem ini juga terpasang modul RTC (Real Time Clock) DS3231 yang berfungsi untuk mencatat waktu dan tanggal pengambilan data secara akurat dan real-time.

Keunggulan DS3231 adalah kemampuannya untuk tetap menyimpan waktu meskipun sistem utama mati, berkat adanya baterai cadangan internal. Hal ini sangat penting untuk aplikasi monitoring yang membutuhkan data dengan timestamp yang valid dan konsisten.

Sistem ini mendapatkan pasokan daya dari adaptor eksternal dengan output 12V dan arus 2A. Tegangan ini kemudian diturunkan menjadi 5V melalui regulator UBEC yang berfungsi menstabilkan tegangan sesuai kebutuhan komponen elektronik dalam sistem.

Dengan cara ini, komponen-komponen sensitif terlindungi dari risiko tegangan berlebih yang dapat merusak perangkat keras.

Sensor tegangan yang digunakan adalah ZMPT101B, sebuah sensor yang mampu mengukur tegangan AC hingga 250V dengan tingkat akurasi tinggi, serta cocok untuk digunakan pada kondisi beban listrik yang tidak linear, seperti peralatan elektronik modern.

Sensor ini memungkinkan sistem untuk membaca nilai tegangan listrik secara tepat dalam berbagai kondisi operasi. Untuk pengukuran arus listrik, digunakan sensor ACS712 yang dapat mengukur baik arus AC maupun DC dengan prinsip kerja efek Hall. Sensor ini memberikan keluaran berupa sinyal analog yang proporsional terhadap besarnya arus yang mengalir, sehingga memungkinkan monitoring konsumsi listrik secara real-time dan akurat.

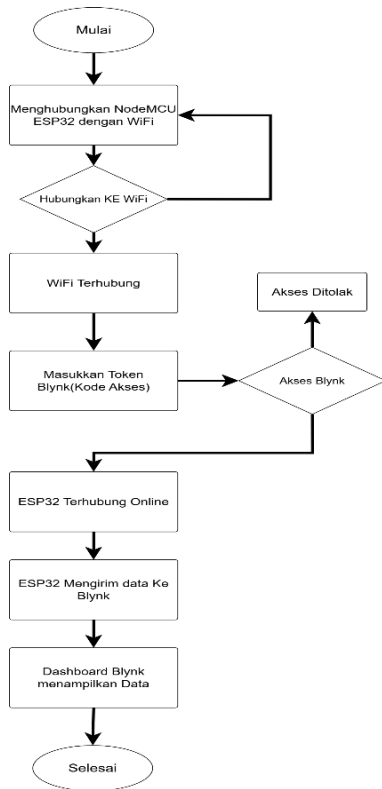
III. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam pembuatan rancangan Rancangan sistem IOT pada penggunaan daya listrik rumah beberapa komponen yaitu (1) NodeMCU; (2) Sensor Tegangan; (3) Sensor Arus (4) LCD; dan (5) Web.

Dalam pembuatan rancangan di atas terdiri dari 3 elemen yaitu, elemen yang dikendalikan sensor dan elemen pengendali. Elemen yang dikendalikan oleh sensor terdiri dari LCD, Web, rangka dari penggunaan pemantauan daya listrik rumah. Dengan menggunakan sensor tegangan dan arus maka akan didapatkan nilai daya yang diminta dan akan di kalkulasikan menggunakan perhitungan yang ada pada bab 2 yang nantinya akan ditransfer menggunakan NodeMCU ke web dan akan menampilkan secara digital melalui Smartphone, dan juga LCD sebagai hasil nilai aktual yang diperlihatkan.

Dalam melakukan pengembangan dibutuhkan beberapa tahapan yang harus dilalui. Tahapan yang harus dilalui adalah sebagai berikut.

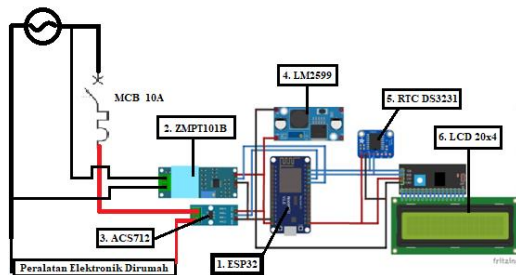
Flowchart diagram system secara keseluruhan.



A. Perancangan Perangkat Keras

Dalam perancangan perangkat keras dibutuhkan beberapa komponen untuk bisa mendeteksi terjadinya pencurian arus listrik. Berikut adalah fungsi dari komponen-komponen yang digunakan:

1. ESP32: Memungkinkan pemantauan jarak jauh dengan kemampuan Wi-Fi, berfungsi sebagai mikrokontroler utama.
2. ZMPT101B: Mengukur tegangan Listrik pada rumah yang di pasang secara paralel.
3. ACS712: Mengukur arus Listrik pada rumah yang di pasang secara seri.
4. LM2596: Digunakan untuk penurun tegangan.
5. RTC DS3231: Berfungsi sebagai pewaktu utama untuk menyimpan data atau informasi.
6. LCD 20x4: Berfungsi untuk menampilkan data melalui LCD.



Rangkaian elektronik untuk memonitoring

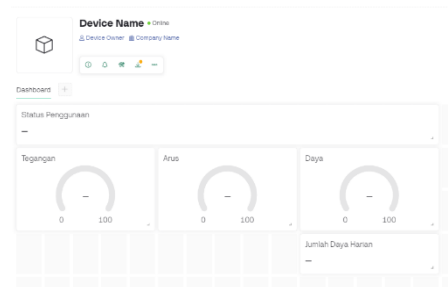
pemakaian daya listrik rumah. Terdapat 1 buah NodeMCU sebagai mikrokontroler utama, Sensor Tegangan ZMPT101B, Sensor Arus ACS712, RTC DS3231, LCD 20x4, dan LM2596. Yang kemudian dihubungkan dengan MCB(10A).

B. Perancangan Sistem IoT

1. Perancangan Blynk

Penggunaan server Blynk, membantu untuk membuat dan menampilkan nilai hasil tegangan, arus dan daya yang dicari, yang bisa dibuka dengan aplikasi Blynk di playstore.

2. Pembuatan Tampilan Blynk



Tampilan Blynk bisa kita buat dengan cara membuat dashboard baru dan menambahkan komponen – komponen yang terkait dengan pengukuran, sesudah itu save tampilan dashboard yang sudah dibuat. Pada tampilan terdapat 3 buah gauge untuk menampilkan Tegangan, Arus, dan Daya. Juga terdapat 2 buah label untuk menampilkan Status Penggunaan dan Jumlah Daya Harian

C. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilaksanakan dengan mengambil data dari jumlah daya yang dihasilkan secara real dengan menggunakan multimeter dan nilai pembacaan sensor yang ditampilkan pada dashboard Blynk lalu data tersebut akan dibandingkan jumlah nilai Kesalahannya.

Kesalahan

$$= \frac{\text{Hasil Pembacaan Sensor} - \text{Nilai Pengukuran}}{\text{Nilai Pengukuran}}$$

No	Alat Uji Coba	Spesifikasi Alat	Tegangan Terukur	Tegangan Pada Sensor	Arus Terukur	Arus Pada Sensor	Daya Aktif	Daya Pada Sensor
1	Solder	30W	223V	218V	0.1A	0.11A	19.6W	20W
2	Lampu	20W	223V	217V	0.08A	0.083A	17.8W	18W
3	Kipas	46W	220V	217V	0.16A	0.17A	29.9W	32W
4	Rice cooker	300W	222V	218V	0.76A	0.8A	143.4W	148W

Pada pengujian ini dilakukan pembacaan kedua buah sensor melalui serial monitor dan secara manual dengan multimeter Dan perhitungan daya aktif menggunakan rumus:

$$P=V.I.\cos \phi$$

$P = \text{Daya Aktif}$

$V = \text{Tegangan Terukur/Tegangan Pada Sensor}$

$I = \text{Arus Terukur/Arus Pada Sensor}$

$\cos \phi = 0.85$ (Menggunakan nilai Standard PLN)

No	Alat Uji Coba	Pengukuran Arus (Dengan Alat Ukur)	Pengukuran Arus (Dengan Sensor)	Persentase Kesalahan
1	Solder	0,88	0,91	3,4%
2	Lampu	0,08	0,083	3,75%
3	Kipas	0,16	0,17	6%
4	Rice cooker	0,76	0,8	5%
Rata-rata Persentase kesalahan				4,7%

Pada pengujian ini dilakukan pembacaan sensor ACS712 melalui serial monitor dan secara manual dengan multimeter. Dapat disimpulkan bahwa nilai dari pembacaan dan pengukuran hanya terdapat persentase kesalahan dibawah 7 persen.

No	Alat Uji Coba	Pengukuran Arus (Dengan Alat Ukur)	Pengukuran Arus (Dengan Sensor)	Persentase Kesalahan
		1	Solder	
2	Lampu	217V	223V	2,76%
3	Kipas	217V	220V	1%
4	Rice cooker	218V	222V	2%
Rata-rata Persentase kesalahan				2,1%

Pada pengujian ini dilakukan pembacaan sensor ZMPT101B melalui serial monitor dan secara manual dengan multimeter. Dapat disimpulkan bahwa nilai dari pembacaan dan pengukuran hanya terdapat persentase kesalahan dibawah 3 persen.

IV. HASIL DAN ANALISIS

Pada bagian ini berisi hasil dari pengujian dan pembahasan dari *blynk* untuk memantau kebocoran arus listrik rumah, secara jarak jauh yang terdiri dari hasil perancangan *hardware*, pengujian sensor dan hasil kinerja web server. Pengujian dilakukan dengan cara pengambilan data secara manual dan menggunakan sensor ZMPT101B dan ACS712 secara *realtime*.

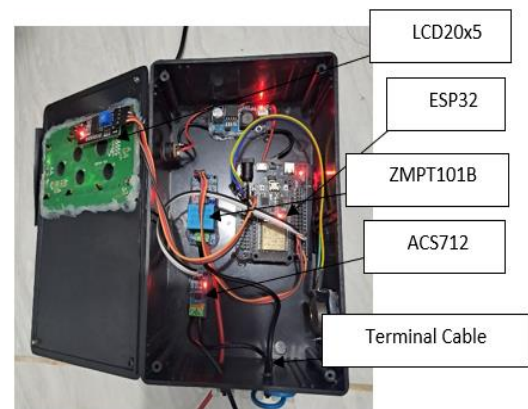
A. Implementasi Perangkat Keras

Pada bagian ini menjelaskan terkait implementasi *blynk* untuk pemantauan kebocoran arus Listrik pada

rumah secara jarak jauh. Sumber yang digunakan adalah tegangan Listrik rumah yang sudah dipasangkan dengan sensor tegangan ZMPT101B dan Sensor arus ACS712.

1. Rangkaian Alat

Rangkaian system pengujian dapat dilihat pada gambar, rangkaian ini terdiri dari rangkaian hardware dan komunikasi ESP32. Pengujian system dilakukan untuk mengukur Tingkat keberhasilan system dalam monitoring ini. Pengujian system dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu hasil pemcaan sensor melalui secara realtime dan hasil pembacaan melalui sensor tegangan ZMPT101B dan ACS712.



• Hasil pembacaan sensor ZMPT101B dan ACS712

NO	Sensor		Alat Ukur	
	ZMPT101B (Volt)	ACS712 (Ampere)	Voltmeter (Volt)	AmpMeter (Ampere)
1	223.87 V	2.03A	225.57 V	2.20A
2	224.18 V	1.89A	222.90 V	1.93A
3	223.63 V	2.02A	224.73 V	2.50A
4	224.13 V	2.03A	225.50 V	1.98A
5	222.39 V	1.92A	223.89 V	2.32A
6	223.83 V	2.03A	224.93 V	1.93A
7	223.81 V	2.07A	222.85 V	1.97A
8	223.35 V	2.03A	221.10 V	1.83A
9	224.22 V	2.00A	224.50 V	1.87A
10	223.44 V	2.14A	222.80 V	2.34A

Pada pengujian ini, dilakukan pengambilan data dari kedua sensor ZMPT101B dan ACS712. Bahwa hasil pembacaan tegangan dari sensor ZMPT101B memiliki nilai yang stabil yaitu 222V - 224V.

- Hasil perbandingan sensor ZMPT101B dan ACS712

NO	Pembacaan Sensor		
	ZMPT101 B (Volt)	ACS712 (Ampere)	DAYA (Watt)
1	223.87 V	2.03A	453.67W
2	224.18 V	1.89A	424.55W
3	223.63 V	2.02A	452.62W
4	224.13 V	2.03A	456.06W
5	222.39 V	1.92A	426.30W
6	223.83 V	2.03A	455.35W
7	223.81 V	2.07A	453.03W
8	223.35 V	2.03A	463.81W
9	224.22 V	2.00A	455.42W
10	223.44 V	2.14A	447.80W

Pada pengujian ini, dilakukan pengambilan data dari kedua sensor ZMPT101B dan ACS712. Bahwa hasil pembacaan tegangan dan arus tidak jauh berbeda dengan alat ukur.

- Hasil Pengujian pada Kebocoran Arus Dengan Batas 1A Ampere

No	Kondisi Pemakaian				Nilai arus terbaca	Status	Jumlah nilai kebocoran
	Rice Cooker	Kipas	Solder	Lampu			
1	ON	ON	ON	ON	1.70A	BOCOR	0.7A
2	OFF	ON	ON	ON	0.93A	TIDAK BOCOR	0A
3	ON	OFF	ON	ON	1.12A	BOCOR	0.12A
4	ON	ON	OFF	ON	1.52A	BOCOR	0.52A
5	ON	ON	ON	OFF	0.98A	TIDAK BOCOR	0A

Pada pengujian ini jumlah pemakaian yang terdapat pada 1 kamar dapat di katakan bocor jika nilai arus yang terbaca melebihi 1 Ampere, sehingga jika nilai arus masih di bawah 1 Ampere maka dapat di katakan tidak ada terjadi kebocoran.

- Hasil Pengujian pada Kebocoran Arus Dengan Batas 1.5 Ampere

No	Kondisi Pemakaian				Nilai arus terbaca	Status	Jumlah nilai kebocoran
	Rice Cooker	Kipas	Solder	Lampu			
1	ON	ON	ON	ON	1.68A	BOCOR	0.18A
2	OFF	ON	ON	ON	0.88A	TIDAK BOCOR	0A
3	ON	OFF	ON	ON	1.02A	TIDAK BOCOR	0A
4	ON	ON	OFF	ON	1.62A	BOCOR	0.12A
5	ON	ON	ON	OFF	0.98A	TIDAK BOCOR	0A

Pada pengujian ini jumlah pemakaian yang terdapat pada 1 kamar dapat di katakan bocor jika nilai arus yang terbaca melebihi 1.5 Ampere, sehingga jika nilai arus masih di bawah 1.5 Ampere maka dapat di katakan tidak ada terjadi kebocoran.

V. KESIMPULAN

Dalam bab ini, kami menyimpulkan hasil penelitian dan pengujian mengenai sistem pengisian baterai pada solar charging. Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, kami dapat merumuskan beberapa kesimpulan penting:

1. Dalam penggunaan Aplikasi Blynk pada Monitoring Pemakaian Daya Listrik Rumah dengan Sistem IoT Menggunakan Aplikasi dan Prediksi Terjadinya Pencurian Arus Listrik, sistem pemantauan kebocoran sistem cenderung lebih cepat dan juga responsif.
2. Hasil pembacaan sensor sudah sesuai dengan pengukuran sehingga nilai error yang dihitung tidak terlalu besar.
3. Aplikasi yang sudah di buat melalui Blynk memungkinkan pengguna untuk monitoring secara realtime dan sistem pengiriman data yang cepat.
4. Alat ini dapat mendeteksi kebocoran arus listrik dengan cara menentukan batas arus penggunaan pada program yang ada didalam mikrokontroler.
5. Arus dapat di katakan bocor ketika penggunaan sudah ditentukan dengan mengukur seluruh penggunaan alat elektronik yang ada.

REFERENCES

- [1] R. Sulistyowat and D. D. Febriantoro, "Perancangan Prototype Sistem Kontrol Dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler," *J. IPTEK* Vol 16 No.1 Mei 2012, vol. 16, no. 1, pp. 10–21, 2012.
- [2] R. Sulistyowat and D. D. Febriantoro, "Perancangan Prototype Sistem Kontrol Dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler," *J. IPTEK* Vol 16 No.1 Mei 2012, vol. 16, no. 1, pp. 10–21, 2012.
- [3] I. Dinata and W. Sunanda, "Implementasi Wireless Monitoring," *Nas. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 83–88, 2015.
- [4] B. G. Melipurbowo, "Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor Arus ACS712," *Orbith*, vol. 12, no. 1, pp. 17–23, 2016.
- [5] A. W. Wardhana et al., "Perancangan Sistem Monitoring Voltage Flicker Berbasis Arduino Dengan Metode Fast Fourier Transform (Fft)," *Tek. Elektro ITS*, pp. 1–6, 2016. [11] E. B. Prasetya, "Aplikasi Kontrol dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikokontroler ATMEGA328," *J. UMJ*, no. 10510, pp. 53–56, 2017.
- [6] Pela, Maria Febrianti, and Rully Pramudita. "Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Internet of Things Pada Rumah Dengan Menggunakan Aplikasi Blynk." *Infotech: Journal of Technology Information 7.1* (2021): 47-54.
- [7] Handarly D, Lianda J. 2018. Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Thing). *JEECAE (Journal Electr. Electron. Control. Automot. Eng.* 3: 205–208.
- [8] Adam, Putri Ramadhani, Purwanto Gendroyono, and Nur Hanifah Yuninda. "Monitoring Suplai Tegangan Pada Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Mikrokontroler Arduino Dan Sensor Tegangan Zmpt101B." *Journal Of Electrical Vocational Education and Technology 5.2* (2020): 37-43.
- [9] ADDINILLAH, NAJAW IZZA. *RANCANG BANGUN PEMANTAUAN DAN PENDETEKSI PENCURIAN LISTRIK MENGGUNAKAN TITIK KOORDINAT GPS SECARA REAL TIME BERBASIS IOT*. Diss. Universitas Mercu Buana-Buncit, 2024.
- [10] □ F. Zakwansyah, F. Yusra dan A. Haikal, "Monitoring Pemakaian Daya Listrik Rumah Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal EE-TECH*, vol. 3, no. 2, pp. 49–55, 2024. [Online]. Tersedia: <https://ejournal.ft-undar.ac.id/index.php/jeeotech/article/view/249>
- [11] □ R. F. Amalinda dan D. Triono, "Monitoring Daya Listrik Menggunakan IoT dan Metode Simple Exponential Smoothing," *Jurnal Cyclotron*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2024. [Online]. Tersedia: <https://journal.um-surabaya.ac.id/cyclotron/article/view/17948>
- [12] □ A. Yusuf, I. Fauzi dan R. P. Prakoso, "Implementasi IoT dalam Monitoring Konsumsi Energi Listrik Rumah Pintar," *DBESTI: Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknologi dan Informasi*, vol. 5, no. 2, pp. 134–140, 2025. [Online]. Tersedia: <https://journal.nurulfikri.ac.id/index.php/DBESTI/article/view/1354>
- [13] □ A. Ma'shumah, D. D. Haris dan R. Ramdani, "Monitoring dan Notifikasi Pemakaian Listrik dengan Aplikasi Blynk Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Power Elektro*, vol. 7, no. 1, pp. 42–50, 2024. [Online]. Tersedia: <https://ejournal.poltekharber.ac.id/index.php/powerelektro/article/view/5282>
- [14] □ R. Atmanto, "Monitoring dan Prediksi Konsumsi Energi Listrik Berbasis IoT dengan Deep Learning," Tugas Akhir, Universitas Pendidikan Indonesia, 2024. [Online]. Tersedia: <https://repository.upi.edu/120101/>
- [15] □ Jeffin, S. V., Paul, P., Ashwini dan K. Sangeetha, "Internet of Things Enabled Power Theft Detection and Smart Meter Monitoring System," dalam *2020 Sixth International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)*, Coimbatore, India, 2020, pp. 398–402. doi: 10.1109/ICACCS48705.2020.9074292
- [16] □ Y. Xu, Y. He, T. Zhang, J. Wang, dan Y. Liu, "IoT and Machine Learning-Based Electricity Theft Prevention System With Demand Response," *Journal of Cloud Computing*, vol. 12, no. 42, pp. 1–18, 2023. doi: 10.1186/s13677-023-00525-4
- [17] □ R. Zheng, Z. Fang dan M. Liu, "A Combined Data-Driven Approach for Electricity Theft Detection in Smart Meter Data," *arXiv preprint arXiv:2411.06649*, 2024. [Online]. Tersedia: <https://arxiv.org/abs/2411.06649>
- [18] □ M. A. Nabil, M. F. Elrawy, H. F. A. Hamed dan M. A. Roushdy, "Deep Recurrent Electricity Theft Detection in AMI Networks," *arXiv preprint arXiv:1809.01774*, 2018. [Online]. Tersedia: <https://arxiv.org/abs/1809.01774>
- [19] □ N. Ibrahim, M. Mahmoud dan S. Abdel-Hafez, "Privacy-Preserving Electricity Theft Detection in AMI Networks," *arXiv preprint arXiv:2005.13793*, 2020. [Online]. Tersedia: <https://arxiv.org/abs/2005.13793>
- [20] R. K. Kamila, N. P. D. Ayu Martini, dan L. Krisnawati, "Sistem Pemantauan dan Kendali Konsumsi Listrik Rumah Tangga dengan Logika Fuzzy Berbasis Internet of Things," *Transmisi:*

- Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 26, no. 4, pp. 214–223, Okt. 2024. DOI: 10.14710/transmisi.26.4.214-223
- [21] M. Lestari, I. Irwan, dan I. R. Pratiwi, “Sistem Pemantauan Daya Listrik Berbasis Website,” *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, vol. 2, no. 1, pp. 61–70, Feb. 2024. DOI: 10.33504/jitt.v2i1.179
- [22] A. W. Aditya, N. R. Alham, R. M. Utomo, dan H. Hilmansyah, “Sistem Pemantauan Konsumsi Energi Listrik Berbasis Web Sebagai Upaya Konservasi Energi,” *Techno.Com*, vol. 22, no. 1, 2023. DOI: 10.33633/tc.v22i1.7276
- [23] M. Fadhilur Rahman, T. Ilyas, dan R. Armando, “Sistem Pemantauan Energi Penggunaan Listrik Pada Bangunan Pintar Dengan Sistem IoT (Internet of Things),” *Brahmana: Jurnal Penerapan Kecerdasan Buatan*, 2023.
- [24] X. Chen, C. Huang, Y. Zhang, dan H. Wang, “Smart Energy Guardian: A Hybrid Deep Learning Model for Detecting Fraudulent PV Generation,” *arXiv preprint arXiv:2505.18755*, Mei 2025.
- [25] Aska, R. Suppa, dan M. Muhallim, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 2, Apr. 2025. doi: 10.23960/jitet.v13i2.6160