

Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Things)

Nanda Begti Rizal Nugroho^{1*}, Bagus Adji Rohman², Burhan Yusuf Arifin³, Dinda Artika Rahmawati⁴,
Ignatius Dimas Dewanto⁵, Herliyani Hasanah⁶

¹Teknik Informatika /Fakultas Ilmu
Komputer

Universitas Duta Bangsa

^{1*} nandabexti99@gmail.com

²Teknik Informatika /Fakultas Ilmu
Komputer

Universitas Duta Bangsa

² bgsadji@gmail.com

³Teknik Informatika /Fakultas Ilmu
Komputer

Universitas Duta Bangsa

³ yusufburhan472@gmail.com

⁴Teknik Informatika /Fakultas Ilmu
Komputer

Universitas Duta Bangsa

⁴ dindaartikarahmawati@gmail.com

⁵Teknik Informatika /Fakultas Ilmu
Komputer

Universitas Duta Bangsa

⁵ dimasdewanto23@gmail.com

⁶Teknik Informatika /Fakultas Ilmu
Komputer

Universitas Duta Bangsa

⁶ herliyani_hasanah@udb.ac.id

Abstrak— Peningkatan konsumsi listrik di lingkungan rumah tangga dan kos-kosan sering kali tidak memiliki sistem monitoring yang memadai. Ketidaktahuan terhadap besarnya konsumsi daya listrik dapat menyebabkan pemborosan energi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring konsumsi listrik berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor PZEM-004T V3.0. Metode yang digunakan meliputi pemantauan parameter tegangan, arus, daya aktif, dan energi listrik secara real-time melalui aplikasi Blynk. Pengujian dilakukan terhadap tiga jenis beban listrik: lampu LED 28W, charger fast charging 33W, dan kipas angin portable. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu membedakan karakteristik beban berdasarkan data yang terbaca. Ditemukan perbedaan antara daya spesifikasi dan daya aktual, yang disebabkan oleh rendahnya faktor daya dari perangkat yang diuji. Kesimpulan utama dari penelitian ini adalah sistem menunjukkan performa yang responsif, stabil, dan mudah diakses melalui antarmuka mobile, sehingga dapat menjadi solusi monitoring konsumsi listrik skala kecil yang aplikatif dan edukatif.

Kata kunci— Internet Of Things, ESP32, PZEM-004T, Monitoring daya listrik, Blynk

Abstract— The increasing electricity consumption in households and boarding houses is often not accompanied by an adequate monitoring system. Lack of awareness of power usage can lead to unintentional energy waste. This study aims to design and implement an electricity consumption monitoring system based on the Internet of Things (IoT) using an ESP32 microcontroller and a PZEM-004T V3.0 sensor. The system monitors voltage, current, active power, and energy consumption in real-time through the Blynk mobile application. Testing was conducted on three types of electrical loads: a 28W LED lamp, a 33W fast-charging adapter, and a portable fan. The results show that the system can distinguish load characteristics based on the collected data. Differences between the specified and actual power readings were caused by low power factor values of the tested devices. The system demonstrated responsive and stable performance, and it was easily accessible through the mobile interface. Thus, this system can serve as an applicable and educational solution for small-scale electricity monitoring.

Keywords— Internet of Things, ESP32, PZEM-004T, power monitoring, Blynk.

I. PENDAHULUAN

Konsumsi energi listrik di Indonesia mengalami kenaikan yang konsisten pada setiap tahunnya. Berdasarkan data dari Kementerian dan Sumber Daya Mineral (ESDM), konsumsi listrik di Indonesia mengalami pertumbuhan rata-rata 2,8% selama 2017-2022 naik dari 1.064 kWh menjadi 1.173 kWh. Sedangkan pada tahun 2023 konsumsi energi listrik mengalami kenaikan lagi menjadi 1.285 kWh per kapita[1], [2]. Peningkatan yang signifikan ini didorong oleh sektor rumah tangga dan industri, di mana penggunaan perangkat elektronik

yang semakin sering menjadi pendorong utama[3], [4]. Hal ini menandakan betapa pentingnya energi listrik dalam menopang aktivitas ekonomi dan sosial Masyarakat, dan juga memunculkan tantangan baru dalam hal pengelolaan energi.

Masalah utama yang timbul dari tingginya konsumsi energi listrik adalah pemborosan[5][6]. Sistem pemantauan energi listrik saat ini yang masih menggunakan pengecekan langsung membuat akses terhadap data menjadi terbatas, sehingga pengguna tidak memiliki informasi yang akurat dan real-time mengenai

penggunaan daya oleh masing-masing perangkat. Akibatnya, upaya penghematan listrik rumah tangga menjadi kurang efektif. Meskipun rancangan berbasis IoT telah banyak diusulkan sebagai solusi, tantangan utama dalam penerapannya di level rumah tangga adalah memastikan akurasi pengukuran pada beragam jenis peralatan elektronik serta menyajikannya dalam format yang mudah dipahami oleh pengguna[7]. Kondisi ini pada akhirnya tetap berujung pada pemborosan yang tidak perlu dan membebani konsumen secara finansial.

Beberapa penelitian sebelumnya telah berupaya mengatasi masalah ini dengan mengembangkan sistem monitoring daya listrik berbasis IoT. Penelitian oleh Alfi Syahri dan Bintoro (2023) merancang sebuah sistem monitoring dan kontrol untuk proteksi arus berlebih pada motor industri, menggunakan sensor PZEM-004T dan Arduino Uno yang terintegrasi dengan antarmuka LabVIEW. Sistem ini terbukti dapat bekerja dengan baik, memiliki tingkat *error* pengukuran sebesar 2,5% dibandingkan multimeter dan mampu melakukan trip secara otomatis dalam 2 detik saat terjadi arus lebih[8]. Di sisi lain, penelitian yang lebih berfokus pada skala rumah tangga oleh Adiwiranto, dkk. (2022) mengembangkan prototipe monitoring dengan sensor yang sama, yang mampu memberikan estimasi biaya pemakaian bulanan dengan akurasi pengukuran tegangan mencapai 98,94%. Kedua penelitian ini menunjukkan penerapan teknologi IoT yang efektif baik untuk kebutuhan proteksi industri maupun manajemen energi di level konsumen[9].

Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pengembangan sebuah sistem monitoring daya listrik berbasis Internet of Things (IoT) sebagai solusi komprehensif. Sistem yang akan dibangun tidak hanya mengukur tegangan, arus, dan daya aktif menggunakan sensor PZEM, tetapi juga akan menyajikan data tersebut secara Blynk melalui antarmuka aplikasi blynk yang ramah pengguna. Pendekatan ini sejalan dengan penelitian oleh Sabillah dan Hidayat (2023) yang juga berhasil mengimplementasikan sistem monitoring untuk kamar kos, di mana data dari sensor dikirim ke server Blynk sehingga dapat diakses secara daring melalui aplikasi Blynk[10]. Dengan adanya visualisasi data yang jelas dan kemudahan akses, pengguna diharapkan dapat lebih mudah memahami pola

konsumsi listrik mereka, mengidentifikasi pemborosan, dan pada akhirnya mengambil tindakan konkret untuk efisiensi energi. Pengembangan sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis untuk mendorong budaya hemat energi di masyarakat.

II. METODOLOGI PENELITIAN

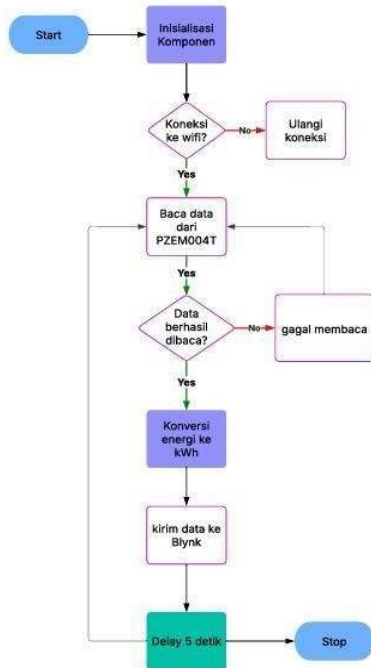
A. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental berbasis pengembangan prototipe, di mana sistem dirancang untuk melakukan pemantauan konsumsi listrik secara real-time. Tujuan dari rancang bangun alat ini adalah untuk memberikan solusi praktis dalam mengetahui besaran listrik seperti tegangan, arus, daya, dan energi listrik pada suatu beban.

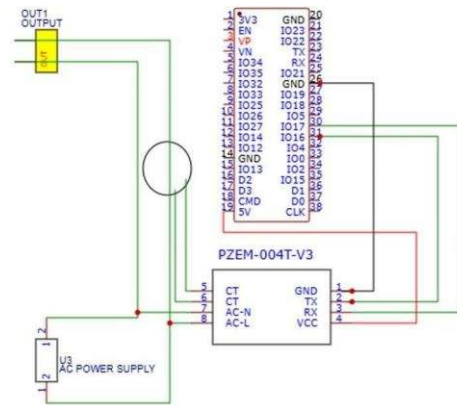
B. Rancangan Sistem

Sistem monitoring listrik yang dikembangkan bertujuan untuk membaca besaran listrik seperti tegangan, arus, daya, dan energi listrik dari suatu beban, lalu mengirimkannya secara real-time ke platform Blynk melalui koneksi internet. Proses kerja sistem dimulai dari inisialisasi mikrokontroler ESP32 dan sensor PZEM004T V3.0. Setelah sistem menyala dan terhubung ke WiFi (hotspot HP), ESP32 akan secara berkala membaca data listrik dari sensor menggunakan komunikasi UART. Data yang diperoleh dikonversi (jika diperlukan, seperti energi Wh ke kWh), lalu dikirim ke server Blynk menggunakan virtual pin.

Alur kerja sistem digambarkan dalam flowchart berikut:



Gambar 1. Flowchart sistem monitoring daya listrik berbasis IoT



Gambar 2. Skematik rangkaian perangkat keras

C. Rangkaian Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu:

- 1) ESP32 DevKit sebagai pusat kontrol sistem
- 2) Sensor PZEM-004T V3.0 untuk membaca parameter listrik (tegangan, arus, daya, energi)
- 3) CT Clamp Sensor bawaan dari PZEM, untuk mendeteksi arus melalui kabel fasa
- 4) Expansion Board ESP32 untuk memudahkan koneksi antar pin
- 5) Charger HP (USB Type-C) sebagai sumber x daya untuk ESP32
- 6) PZEM004T terhubung ke ESP32 melalui jalur komunikasi UART dengan konfigurasi sebagai berikut:
 - o TX PZEM → RX ESP32 (GPIO16)
 - o RX PZEM → TX ESP32 (GPIO17)
 - o VCC PZEM → 5V ESP32
 - o GND PZEM → GND ESP32

Sensor arus berupa CT Clamp dijepitkan pada kabel fasa dari beban listrik AC 220V. Tegangan input sensor berasal langsung dari jalur listrik yang dihubungkan ke terminal input PZEM. Sistem tidak menggunakan tampilan LCD, karena data akan dikirim secara real-time ke aplikasi Blynk melalui koneksi WiFi.

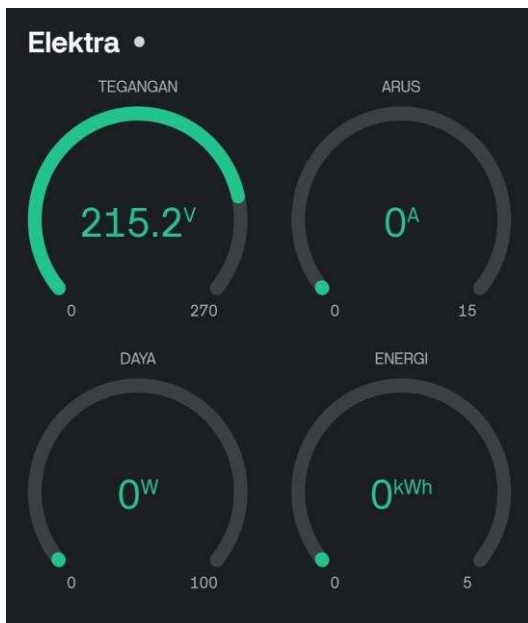
D. Integrasi dengan Platform IoT (Blynk)

Sistem ini terintegrasi dengan platform IoT Blynk untuk menampilkan data listrik secara real-time melalui smartphone. Mikrokontroler ESP32 mengirimkan data hasil pembacaan sensor PZEM-004T V3.0 ke server Blynk menggunakan koneksi WiFi dari hotspot HP. Pengiriman data dilakukan melalui virtual pin, dengan konfigurasi sebagai berikut:

Tabel 1. Konfigurasi Pin Sensor PZEM-004T

PARAMETER	VIRTUAL PIN	SATUAN
Tegangan	V0	Volt
Arus	V1	Ampere
Daya	V2	Watt
Energi	V3	Kwh

Aplikasi Blynk menampilkan data melalui widget yang sesuai, dan memperbarui informasi setiap 5 detik secara otomatis selama koneksi WiFi aktif, berikut tampilan dari Aplikasi Blynk:



Gambar 3. Tampilan UI Aplikasi Blynk

E. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa alat monitoring listrik berfungsi sesuai dengan perancangan. Pengujian difokuskan pada keberhasilan alat dalam:

- 1) Terkoneksi dengan jaringan WiFi
- 2) Membaca data tegangan, arus, daya, dan energi dari sensor PZEM004T
- 3) Mengirim dan menampilkan data secara real-time di aplikasi Blynk
- 4) Pengujian dilakukan di lingkungan kos, menggunakan beban listrik ringan seperti charger, lampu, dan kipas angin. Perubahan nilai konsumsi listrik diamati melalui aplikasi Blynk. Meskipun tidak dilakukan validasi menggunakan alat ukur profesional (seperti multimeter), pembacaan dianggap berhasil jika:
 - 5) Nilai tegangan konsisten sekitar 220V
 - 6) Nilai arus meningkat saat beban dinyalakan
 - 7) Nilai daya dan energi bertambah sesuai durasi penggunaan beban

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Umum Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem monitoring konsumsi listrik berbasis ESP32 dan sensor PZEM-004T V3.0. Sistem dirancang

untuk membaca parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, daya, dan energi, lalu menampilkannya secara real-time melalui aplikasi Blynk. Pengujian dilakukan di lingkungan kos menggunakan tiga jenis beban listrik berbeda: lampu LED 28W, charger fast charging 33W, dan kipas angin portable. Setiap alat diuji selama kurang lebih satu menit dengan interval pembacaan data setiap 5 detik.

B. Hasil Pengujian dan Analisis

1) Pengujian Lampu LED 28W

Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya terbaca berkisar antara 3.9–4.0 Watt dengan arus konstan sekitar 0.08 A. Meskipun spesifikasi lampu menunjukkan konsumsi daya sebesar 28W, daya yang terbaca oleh sistem lebih rendah karena sensor hanya membaca daya aktif (real power). Fenomena ini umum terjadi pada lampu LED dengan *power factor* rendah.

Tabel 2. Hasil Pengujian Lampu LED 28W

WAKTU (s)	TEGANGAN (V)	ARUS (A)	DAYA (W)	ENERGI (kWh)
0	0	0,08	4.00	0
5	228,50	0,08	4.00	0
10	228,60	0,08	4.00	0
15	228,70	0,08	4.00	0
20	228,80	0,08	4.00	0
25	227,60	0,08	3.90	0
30	228,40	0,08	3.90	0
35	228,70	0,08	3.90	0
40	229,30	0,08	3.90	0
45	229,70	0,08	4.00	0
50	229,9	0,08	4.00	0
55	229,70	0,08	4.00	0
60	229,80	0,08	4.00	0

C. Pengujian Charger Fast Charging 33W

Pengujian menunjukkan arus meningkat dari 0.02 A menjadi 0.24 A secara bertahap, dengan daya terbaca mencapai 28.2 Watt. Ini mencerminkan perilaku dinamis charger fast charging yang meningkatkan daya saat proses charging berlangsung.

Tabel 3. Hasil pengujian charger fast charging

WAKTU (s)	TEGANGAN (V)	ARUS (A)	DAYA (W)	ENERGI (kWh)
0	0 V	0	0	0
5	229.20	0.02	1.30	0
10	229.10	0.09	8.60	0
15	228.90	0.12	12.50	0
20	227.90	0.12	22.20	0
25	227.60	0.20	25.60	0
30	227.50	0.22	22.30	0
35	227.60	0.23	25.60	0
40	227.90	0.24	27.30	0
45	227.80	0.24	27.90	0
50	227.70	0.24	27.70	0
55	227.70	0.24	28.00	0
1.00	227.40	0.24	28.20	0

D. Pengujian Kipas Angin Portable

Kipas angin menghasilkan arus tinggi yang langsung stabil di 0.8–0.9 A, dengan daya terbaca sekitar 26.5–27.5 Watt. Tegangan berada di kisaran 227–229 V.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kipas Angin Portable

WAKTU (s)	TEGANGAN (V)	ARUS (A)	DAYA (W)	ENERGI (kWh)
0	0	0	0	0
5	227.90	0.9	26.70	0
10	227.80	0.8	27.50	0
15	227.70	0.8	26.10	0
20	227.60	0.8	26.20	0
25	227.90	0.8	26.50	0
30	228.90	0.8	26.50	0
35	229.70	0.8	26.40	0

40	228.80	0.8	26.40	0
45	228.80	0.8	26.40	0
50	228.80	0.8	26.50	0
55	228.70	0.8	26.40	0
60	228.70	0.8	26.50	0

E. Evaluasi Kinerja Sistem

Sistem monitoring konsumsi listrik yang dikembangkan menunjukkan performa yang baik dalam mengidentifikasi karakteristik beban listrik yang berbeda. Pengujian dilakukan terhadap tiga jenis beban, yaitu lampu LED 28W, charger fast charging 33W, dan kipas angin portable. Ketiga beban ini merepresentasikan variasi beban resistif, semi-dinamis, dan induktif.

Pada pengujian pertama, lampu LED 28W menghasilkan daya terbaca sebesar 3.90 hingga 4.00 Watt, dengan arus sebesar 0.08 A dan tegangan yang stabil di kisaran 228–229 V. Perbedaan antara daya spesifikasi dan daya terbaca disebabkan oleh rendahnya faktor daya (power factor) pada lampu LED. Sensor PZEM-004T hanya membaca daya aktif (real power), sehingga pembacaan lebih rendah dari nilai apparent power. Meskipun demikian, nilai yang diperoleh tetap logis secara teknis dan membuktikan bahwa sistem dapat membaca beban berdaya kecil secara konsisten.

Pengujian kedua menggunakan charger fast charging 33W menunjukkan peningkatan daya secara bertahap, dari 1.3 Watt hingga mencapai 28.2 Watt dalam waktu satu menit. Arus meningkat dari 0.02 A hingga 0.24 A, mencerminkan karakteristik dinamis proses pengisian daya cepat pada perangkat seluler. Sistem mampu menangkap perubahan daya secara responsif dan real-time, serta menyajikannya melalui platform Blynk tanpa keterlambatan.

Pengujian ketiga menggunakan kipas angin portable menghasilkan arus stabil sebesar 0.8–0.9 A dan daya sebesar 26.5–27.5 Watt. Nilai ini sesuai dengan karakteristik kipas sebagai beban induktif yang bekerja pada daya menengah. Selama pengujian, sistem mampu membaca nilai arus dan daya secara stabil tanpa fluktuasi berlebihan, yang mengindikasikan bahwa pembacaan sensor dapat

diandalkan bahkan untuk beban dengan karakteristik motorik.

Secara keseluruhan, sistem terbukti mampu membedakan jenis beban berdasarkan nilai arus dan daya yang terukur, serta mengirimkan data secara real-time melalui jaringan WiFi. Nilai tegangan tetap berada dalam batas normal PLN (~227–229 V), dan tidak terdapat anomali selama proses pengujian. Kemampuan sistem dalam menampilkan data secara responsif melalui aplikasi Blynk menunjukkan bahwa sistem ini dapat menjadi solusi praktis dalam pemantauan konsumsi listrik skala kecil di lingkungan rumah tangga atau kos.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang dan mengimplementasikan sebuah prototipe sistem monitoring konsumsi listrik berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 dan sensor PZEM-004T V3.0. Sistem yang dibangun mampu membaca parameter listrik berupa tegangan, arus, daya aktif, dan energi listrik, serta menampilkannya secara real-time melalui platform Blynk pada perangkat mobile. Berdasarkan hasil pengujian terhadap tiga jenis beban—lampu LED 28W, charger fast charging 33W, dan kipas angin portable—sistem mampu membedakan karakteristik masing-masing alat berdasarkan pola konsumsi daya yang terbaca, dengan performa pembacaan yang stabil dan akurat. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi dan merepresentasikan variasi beban listrik secara efektif dalam kondisi penggunaan nyata.

Perbedaan antara daya terukur dan spesifikasi alat, khususnya pada perangkat dengan faktor daya rendah, mengindikasikan bahwa sistem bekerja sesuai prinsip pengukuran daya aktif, yang menjadikannya lebih representatif terhadap konsumsi energi aktual. Sistem ini juga memiliki keunggulan dari sisi kemudahan instalasi, antarmuka pengguna yang intuitif, serta fleksibilitas akses melalui perangkat mobile. Dengan demikian, tujuan utama penelitian untuk menghasilkan prototipe sistem monitoring konsumsi listrik yang efisien, informatif, dan mudah diakses telah tercapai.

Sistem ini memiliki potensi untuk diterapkan secara luas di lingkungan rumah tangga, kos-kosan, atau skala kecil lainnya sebagai media edukasi dan

penghematan energi. Pengembangan lebih lanjut dapat diarahkan pada penambahan fitur kontrol beban otomatis, penyimpanan data historis, serta integrasi dengan sistem notifikasi atau peringatan penggunaan daya berlebih.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen mata kuliah Elektronika yang telah membimbing dan memberikan arahan selama proses pengembangan sistem monitoring ini. Juga kepada seluruh rekan kelompok yang telah berkontribusi aktif dalam setiap tahap kegiatan. Bantuan teknis dan dukungan dari teman-teman selama proses perakitan dan pengujian di lingkungan kos sangat berarti bagi keberhasilan proyek ini.

REFERENSI

- [1] C. Anditya *et al.*, “Handbook of Energy & Economic Statistics in Indonesia 2023,” pp. 1–106, 2024.
- [2] Surhayati, N. I. Pratiwi, S. H. Pambudi, and J. L. Wibowo, “Outlook Energi Indonesia 2023,” p. 36, 2023, [Online]. Available: https://suaraenergi.com/wp-content/uploads/2024/01/Buku-Outlook-Energi-Indonesia-2023-2033-suaraenergi.com_.pdf
- [3] N. Nurwidiana, D. Nugroho, W. Fatmawati, and P. J. Mondhe, “Design of Solar Home Charging for Individual Electric Vehicles: Case Study for Indonesian Household,” *Indones. J. Electr. Eng. Informatics*, vol. 12, no. 4, pp. 1063–1073, 2024, doi: 10.52549/ijeei.v12i4.5078.
- [4] A. Prastika, “Hubungan Antara Tingkat Konsumsi Energi Listrik dengan Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia,” *J. Ilmu Ekon. JIE*, vol. 7, no. 01, pp. 18–29, 2023, doi: 10.22219/ije.v7i01.25042.
- [5] L. M. K. Amali, Y. Mohamad, A. I. Tolago, N. Elysiantobuo, and A. Y. Dako, “Analisis Konsumsi Energi Listrik Menggunakan Metode Internsitas Konsumsi Energi,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 103–107, 2024, doi: 10.37905/ijee.v6i1.22567.
- [6] U. Surahman, D. Hartono, E. Setyowati, and A. Jurizat, “Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID- 19 . The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect , the company ’ s public news and information ,” no. January, 2020.
- [7] P. W. Setiawan, A. L. Hananto, E. Novalia, and A. Hananto, “Sistem Monitoring Dan Visualisasi Data Konsumsi Energi Listrik Rumah Berbasis IoT Dengan Aplikasi Blynk,” pp. 455–466, 2025.
- [8] A. Syhari and A. Bintoro, “Monitoring dan Controlling Daya Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor PZEM-004T,” *J. Energi Elektr.*, vol. 12, no. 1, p. 43, 2023, doi: 10.29103/jee.v12i1.9836.
- [9] M. N. Adwiranto, C. B. Waluyo, and B. Sudibya, “Prototipe Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Serta Estimasi Biaya Pada Peralatan Rumah Tangga Berbasis Internet of Things,” *J. Edukasi Elektro*, vol. 6, no. 1, pp. 32–41, 2022, doi: 10.21831/jee.v6i1.44272.
- [10] Lulu Sabillah and R. Hidayat, “Sistem Monitoring Pemakaian Energi Listrik Pada Kamar Kost Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis

