

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN ENERGI LISTRIK DENGAN AUTOMATIC TRANSFER SWITCH

Dedi Tri Laksono¹, Rien Afrianti², Mira Wellya Fatma³, Maresa Prasafitri⁴, Hamdi Alchudri⁵

^{1,2,3,4,5}Politeknik Negeri Padang; Jl. Kampus, Limau Manis, Kec. Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat 25164; (0751) 72590

Received: 21 Oktober 2024

Accepted: 14 Januari 2025

Published: 20 Januari 2025

Keywords:

monitoring daya, *Internet of Things*, automatic transfer switch

Correspondent Email:

deditrlaksono@pnp.ac.id

Abstrak.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan energi listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan NodeMCU ESP8266, sensor PZEM-004T, serta *Automatic Transfer Switch* (ATS). Sistem ini didesain untuk meningkatkan efisiensi energi di industri rumahan dengan memanfaatkan dua sumber listrik, yaitu PLN sebagai sumber utama dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai cadangan. Pengguna dapat memantau konsumsi energi secara *real-time* melalui aplikasi Blynk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mengirim data konsumsi energi, dan ATS berfungsi dengan baik dalam mengalihkan sumber daya listrik secara otomatis tanpa gangguan. Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem ini berpotensi untuk diintegrasikan dengan penyimpanan energi dan algoritma pengoptimalan, guna meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan penggunaan energi pada skala yang lebih luas. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam penerapan teknologi IoT untuk pengelolaan energi yang lebih efisien di sektor industri.

Abstract. *This research aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based electrical energy monitoring system using NodeMCU ESP8266, PZEM-004T sensor, and an Automatic Transfer Switch (ATS). The system is designed to enhance energy efficiency in home industries by utilizing two power sources: the primary grid (PLN) and a backup solar power system (PLTS). Users can monitor real-time energy consumption through the Blynk application. Testing results indicate that the system accurately transmits energy consumption data, and the ATS effectively switches power sources automatically without disruption. With further development, this system could potentially be integrated with energy storage systems and optimization algorithms, aiming to improve energy efficiency and sustainability on a broader scale. This study is expected to contribute significantly to the implementation of IoT technology for more efficient energy management in industrial applications.*

1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, kebutuhan energi listrik di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan seiring dengan

pertumbuhan sektor industri dan populasi. Berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), konsumsi listrik nasional pada tahun 2022 mencapai 300 TWh dan diproyeksikan akan terus meningkat

seiring dengan perkembangan ekonomi nasional [1]. Namun, peningkatan konsumsi energi ini disertai dengan tantangan dalam efisiensi penggunaan energi, khususnya pada sektor industri rumahan yang kerap kali kurang terpantau serta belum dikelola secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan energi listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) yang bertujuan meningkatkan efisiensi energi di lingkungan industri rumahan.

Pengembangan sistem pemantauan energi listrik berbasis IoT telah menjadi topik yang menarik perhatian dalam beberapa penelitian terkini. Menurut Azizi dan Arinal (2023), sistem pemantauan daya listrik berbasis IoT mampu menyediakan data konsumsi energi secara real-time, yang memungkinkan pengguna untuk melakukan penghematan energi secara lebih efisien [2]. Penelitian sebelumnya juga mengindikasikan bahwa penggunaan teknologi ini dapat mengurangi biaya operasional hingga 30% pada beberapa industri skala kecil [3]. Meskipun penelitian mengenai pemantauan energi listrik sudah cukup berkembang, masih terdapat kesenjangan dalam penerapannya di industri rumahan, terutama dalam kaitannya dengan integrasi sistem pemantauan tersebut dengan sumber energi terbarukan seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

Kajian literatur menunjukkan bahwa meskipun teknologi pemantauan energi telah banyak dikembangkan, implementasinya pada industri rumahan masih terbatas. Banyak pelaku industri rumahan masih bergantung pada metode tradisional dalam mengelola konsumsi energi, yang menyebabkan inefisiensi dan pemborosan energi. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya mengatasi kesenjangan tersebut dengan mengembangkan sistem pemantauan yang tidak hanya memantau konsumsi energi, tetapi juga terintegrasi dengan *Automatic Transfer Switch* (ATS) guna mengoptimalkan penggunaan energi dari PLTS. Diharapkan pendekatan ini dapat meningkatkan efisiensi energi secara keseluruhan di sektor industri rumahan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan energi listrik yang mampu menyediakan informasi akurat mengenai penggunaan energi di industri rumahan, serta mengoptimalkan

penggunaan sumber energi terbarukan. Studi ini berfokus pada tiga aspek utama: (1) mendesain sistem pemantauan energi listrik yang efektif untuk diterapkan di industri rumahan, (2) menentukan komponen yang diperlukan untuk mengintegrasikan sistem pemantauan dengan ATS dan PLTS, serta (3) menganalisis dampak implementasi sistem ini terhadap peningkatan efisiensi energi di industri rumahan.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan teknologi pemantauan energi serta solusi praktis bagi sektor industri rumahan dalam pengelolaan energi. Dengan pemanfaatan teknologi IoT dan sumber energi terbarukan, industri rumahan tidak hanya dapat mengurangi biaya operasional, tetapi juga berkontribusi terhadap upaya keberlanjutan lingkungan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Monitoring Berbasis Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang menghubungkan perangkat fisik dengan internet untuk mengumpulkan dan bertukar data. Dalam konteks pemantauan energi listrik, IoT memungkinkan pengguna untuk memantau konsumsi energi secara real-time melalui aplikasi mobile atau web. Menurut Azizi dan Arinal (2023), sistem monitoring daya listrik yang berbasis IoT dapat memberikan informasi yang akurat mengenai penggunaan energi, sehingga pengguna dapat mengambil langkah-langkah untuk mengurangi pemborosan energi [4]. Contoh implementasi IoT dalam pemantauan energi listrik dapat dilihat pada penelitian Despa et al. (2018), yang menunjukkan bagaimana sistem ini dapat diterapkan di gedung laboratorium untuk meningkatkan efisiensi energi [3].

Salah satu keuntungan utama dari sistem pemantauan berbasis IoT adalah kemampuannya untuk memberikan data yang dapat dianalisis. Dengan menggunakan sensor yang terhubung ke internet, data konsumsi energi dapat dikumpulkan dan dianalisis untuk mengidentifikasi pola penggunaan energi yang tidak efisien. Hadi et al. (2022) menyatakan bahwa dengan data historis yang terkumpul, pengguna dapat melakukan audit energi yang

lebih efektif dan merencanakan strategi penghematan energi yang lebih baik [5].

Statistik menunjukkan bahwa sektor industri yang menerapkan teknologi IoT dalam pemantauan energi dapat mengurangi konsumsi energi hingga 30% [6]. Hal ini menunjukkan potensi besar dari teknologi ini untuk meningkatkan efisiensi di berbagai sektor, termasuk industri rumahan. Selain itu, sistem ini juga dapat diintegrasikan dengan teknologi lain, seperti *Automatic Transfer Switch* (ATS), untuk meningkatkan efisiensi lebih lanjut.

2.2. Automatic Transfer Switch (ATS)

Automatic Transfer Switch (ATS) adalah perangkat yang secara otomatis beralih antara sumber daya utama dan cadangan. Dalam konteks pemanfaatan energi terbarukan seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), ATS berfungsi untuk memastikan pasokan listrik yang stabil dan efisien. Demeianto et al. (2022) menjelaskan bahwa penggunaan ATS pada sistem PLTS dapat mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional, serta meningkatkan efisiensi operasional [7]. Pada penelitian ini menggunakan komponen ATS dengan *rated current* sebesar 63A dengan tegangan kerja 230V.

Penerapan ATS dalam industri rumahan sangat penting, terutama dalam situasi di mana pasokan listrik dari PLN tidak stabil. Mahaseng et al. (2022) menunjukkan bahwa dengan menggunakan ATS berbasis photovoltaic, pengguna dapat mengalihkan sumber daya secara otomatis tanpa intervensi manual, sehingga mengurangi risiko pemadaman listrik [8]. Contoh kasus dari Wijaya dan Lutfiyani (2021) menunjukkan bahwa sistem kendali motor pompa air yang dilengkapi dengan ATS dapat beroperasi lebih efisien, mengurangi waktu downtime dan meningkatkan produktivitas [9].

Statistik menunjukkan bahwa penggunaan ATS dapat meningkatkan efisiensi energi hingga 20% di beberapa aplikasi industri [10]. Dengan mengintegrasikan ATS dalam sistem pemantauan energi listrik berbasis IoT, pengguna dapat memantau dan mengelola konsumsi energi dengan lebih baik, serta merespons perubahan dalam pasokan energi secara real-time.

2.3. Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk Efisiensi Energi

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu solusi energi terbarukan yang paling menjanjikan untuk meningkatkan efisiensi energi. Penggunaan PLTS dapat mengurangi biaya energi dan dampak lingkungan. Menurut Laksono et al. (2024), penerapan PLTS di industri rumahan dapat mengurangi biaya operasional hingga 40%, tergantung pada ukuran sistem dan konsumsi energi [10].

Salah satu keuntungan utama dari PLTS adalah kemampuannya untuk menghasilkan energi secara mandiri. Dengan sistem yang terintegrasi dengan ATS, pengguna dapat memanfaatkan energi matahari secara optimal, terutama pada siang hari ketika kebutuhan energi seringkali lebih tinggi. Penelitian oleh Hadi et al. (2022) menunjukkan bahwa kombinasi PLTS dan sistem pemantauan berbasis IoT dapat meningkatkan efisiensi energi dengan cara memanfaatkan data real-time untuk mengatur penggunaan energi [5].

Statistik menunjukkan bahwa penggunaan PLTS dapat mengurangi emisi karbon hingga 90% dibandingkan dengan sumber energi fosil [6]. Hal ini menjadikan PLTS sebagai pilihan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan untuk industri rumahan. Dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya keberlanjutan, banyak industri rumahan yang mulai beralih ke PLTS sebagai bagian dari strategi efisiensi energi mereka.

2.4. Integrasi Sistem Pemantauan Energi dengan Teknologi Lain

Integrasi sistem pemantauan energi dengan teknologi lain, seperti ATS dan PLTS, dapat menciptakan ekosistem energi yang lebih efisien. Dengan menggabungkan data dari berbagai sumber, pengguna dapat membuat keputusan yang lebih baik mengenai penggunaan energi. Despa et al. (2021) menekankan pentingnya integrasi ini dalam menciptakan sistem manajemen energi yang efektif [2].

Sistem pemantauan berbasis IoT dapat memberikan wawasan yang mendalam mengenai pola penggunaan energi. Dengan data ini, pengguna dapat mengidentifikasi area di mana penghematan energi dapat dicapai. Contoh kasus dari Santoso et al. (2018) menunjukkan bahwa rumah tangga yang menggunakan sistem pemantauan energi berbasis IoT dapat mengurangi konsumsi energi

hingga 25% setelah melakukan audit energi berdasarkan data yang dikumpulkan [11].

Statistik menunjukkan bahwa integrasi sistem pemantauan dengan teknologi lain dapat meningkatkan efisiensi energi secara keseluruhan hingga 35% [12]. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pendekatan yang tepat, industri rumahan dapat memanfaatkan teknologi untuk mencapai efisiensi energi yang lebih tinggi.

E. Tantangan dan Peluang dalam Implementasi Sistem Pemantauan Energi

Meskipun ada banyak manfaat dari sistem pemantauan energi, terdapat juga tantangan dalam implementasinya. Salah satu tantangan utama adalah biaya awal untuk instalasi sistem. Namun, investasi ini sering kali terbayar dalam jangka panjang melalui penghematan energi. Mulyani dan Hartono (2018) mencatat bahwa meskipun biaya awal bisa tinggi, penghematan yang diperoleh dapat mencapai 50% dalam beberapa tahun [6].

Tantangan lainnya adalah kebutuhan akan pengetahuan teknis untuk mengoperasikan dan memelihara sistem. Oleh karena itu, edukasi dan pelatihan bagi pengguna sangat penting. Penelitian oleh Suarna dan Edy (2023) menunjukkan bahwa dengan memberikan pelatihan yang memadai, pengguna dapat lebih memahami cara memanfaatkan sistem pemantauan energi dengan efektif [13].

Namun, peluang untuk meningkatkan efisiensi energi melalui sistem pemantauan sangat besar. Dengan semakin banyaknya perangkat IoT yang tersedia dan penurunan biaya teknologi, lebih banyak industri rumahan dapat mengadopsi sistem ini. Handarly dan Lianda (2018) menyatakan bahwa masa depan pemantauan energi akan semakin terhubung, memungkinkan pengguna untuk mendapatkan wawasan yang lebih baik dan membuat keputusan yang lebih baik mengenai konsumsi energi [14].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dalam metode *Research and Development* (R&D) penting untuk mendukung pengembangan produk. Data pada penelitian ini diperoleh pengujian produk.. Misalnya, Liesnaningsih et al. (2022) mengumpulkan data dari rumah sakit untuk

mengembangkan robot penyemprot disinfektan [15].

3.2. Perencanaan

Setelah data terkumpul, perencanaan produk dimulai. Peneliti harus menetapkan tujuan yang jelas, seperti pengembangan aplikasi yang digunakan oleh pengguna dalam berapa bulan [16]. Perencanaan meliputi desain, pengujian, dan alokasi sumber daya agar produk sesuai dengan kebutuhan pengguna.

3.3. Uji Coba Alat

Tahap uji coba bertujuan mengevaluasi kinerja produk. Protokol uji disusun untuk mengukur kriteria keberhasilan seperti kecepatan transaksi atau kepuasan pengguna. Data yang terkumpul dari uji coba menjadi dasar untuk perbaikan lebih lanjut [15].

3.4. Revisi Produk

Revisi dilakukan berdasarkan hasil uji coba untuk memperbaiki kekurangan produk. Umpan balik pengguna sangat penting dalam proses ini. Liesnaningsih et al. (2022) menggunakan masukan dari staf medis untuk memperbaiki robot penyemprot disinfektan [15].

3.5. Penyempurnaan Produk Akhir

Tahap akhir melibatkan evaluasi menyeluruh produk yang telah direvisi. Peneliti memastikan produk berfungsi dengan baik dan mudah digunakan, serta menyiapkan dokumentasi lengkap untuk pengguna.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perencanaan Alat

Sistem pemantauan energi listrik yang dirancang dalam penelitian ini terdiri dari beberapa komponen utama yang bekerja secara sinergis untuk mengoptimalkan efisiensi dan keberlanjutan energi pada industri rumahan. Berikut adalah rincian komponen yang digunakan dalam sistem ini:

4.1.1 NodeMCU ESP8266 sebagai Mikrokontroler dan Pengendali Utama

NodeMCU ESP8266 dipilih sebagai pusat pengendali sistem. Mikrokontroler ini terhubung dengan jaringan Wi-Fi, memungkinkan integrasi dengan aplikasi Blynk

sebagai antarmuka pemantauan. Dengan aplikasi Blynk, pengguna dapat melihat secara real-time data konsumsi energi, status sumber daya listrik, dan informasi lain yang relevan melalui smartphone. Penggunaan NodeMCU juga mendukung komunikasi data antara sensor dan relay yang mengatur pengalihan sumber daya listrik secara otomatis.

4.1.2 PZEM-004T sebagai Sensor Pengukur Energi

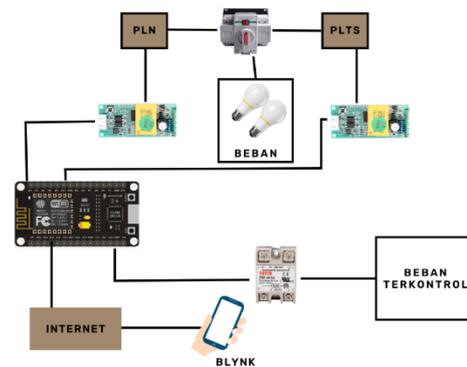
Untuk memantau konsumsi energi, sensor PZEM-004T digunakan. Sensor ini mampu mengukur tegangan, arus, daya, dan energi listrik yang digunakan oleh sistem. Data yang dihasilkan oleh PZEM-004T dikirim ke NodeMCU untuk diproses dan ditampilkan melalui aplikasi Blynk. Dengan ini, pengguna dapat melakukan pemantauan langsung terhadap penggunaan energi listrik dari PLN maupun PLTS, sehingga memungkinkan pengelolaan energi yang lebih efisien.

4.1.3 Automatic Transfer Switch (ATS) untuk Pengalihan Sumber Daya

ATS berperan penting dalam sistem ini, yakni mengatur pengalihan otomatis antara sumber listrik utama (PLN) dan sumber cadangan (PLTS). Saat sumber utama dari PLN terganggu atau tidak tersedia, ATS akan secara otomatis mengalihkan beban listrik ke sumber cadangan, yaitu PLTS. Begitu sumber utama kembali tersedia, ATS akan kembali mengalihkan beban ke PLN. Proses pengalihan ini terjadi secara otomatis tanpa intervensi pengguna, memastikan suplai listrik tetap berkelanjutan tanpa gangguan.

4.1.4 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai Sumber Cadangan

PLTS berfungsi sebagai sumber listrik alternatif yang digunakan saat suplai dari PLN tidak tersedia. Sistem PLTS ini dilengkapi dengan panel surya yang menangkap energi matahari dan menyimpannya dalam baterai untuk digunakan ketika diperlukan. PLTS tidak hanya sebagai cadangan darurat, tetapi juga berkontribusi pada efisiensi energi dengan mengurangi ketergantungan terhadap listrik dari PLN, khususnya pada saat beban listrik lebih rendah atau ketika energi surya cukup memadai untuk menyuplai kebutuhan.



Gambar 1. Skema rangkaian

Sistem ini dirancang untuk memaksimalkan penggunaan energi terbarukan dengan tetap menjaga kestabilan suplai listrik bagi pengguna di industri rumahan.

4.2. Uji Coba Alat

Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap kinerja peralatan yang telah dirangkai. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan setiap komponen berfungsi sesuai dengan rancangan. Berikut adalah tiga pengujian utama yang dilakukan:

4.2.1 Pengujian Fungsi NodeMCU dan Aplikasi Blynk

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa NodeMCU ESP8266 dapat berfungsi sebagai pengendali utama yang terhubung dengan aplikasi Blynk untuk menyediakan antarmuka pengguna. NodeMCU dihubungkan ke jaringan Wi-Fi, kemudian aplikasi Blynk digunakan untuk memantau data energi secara real-time. Pengujian ini berhasil ketika data yang diperoleh dari sensor PZEM-004T, seperti tegangan, arus, dan daya listrik, ditampilkan secara akurat pada aplikasi Blynk. Selain itu, pengujian memastikan bahwa aplikasi Blynk berfungsi sebagai alat kontrol yang memudahkan pengguna dalam memantau kondisi sistem dari jarak jauh.



Gambar 2. Tampilan aplikasi Blynk

4.2.2 Pengujian PZEM-004T sebagai Sensor Pengukur Energi

Sensor PZEM-004T diuji untuk memverifikasi kemampuannya dalam mengukur parameter listrik seperti tegangan, arus, daya, dan energi yang digunakan. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dengan alat ukur standar yang telah terkalibrasi, guna memastikan akurasi data yang dihasilkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa PZEM-004T mampu memberikan hasil yang akurat dan konsisten, dengan data yang ditampilkan pada aplikasi Blynk sesuai dengan pengukuran aktual. Sensor ini juga diuji untuk mendeteksi perubahan konsumsi energi pada saat sistem beralih antara sumber daya PLN dan PLTS.

4.2.3 Pengujian Automatic Transfer Switch (ATS)

Pengujian ATS dilakukan untuk memastikan sistem dapat secara otomatis mengalihkan sumber daya listrik antara PLN dan PLTS. Simulasi gangguan pada sumber daya PLN dilakukan untuk menguji respons ATS dalam mengalihkan suplai listrik ke PLTS. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ATS berfungsi dengan baik, mengalihkan beban listrik ke PLTS dalam waktu singkat tanpa adanya gangguan pada sistem. Pengujian dilakukan beberapa kali untuk menguji konsistensi pengalihan, dan setiap kali sumber daya PLN kembali stabil, ATS secara otomatis mengembalikan beban ke PLN dengan lancar. Waktu jeda pengalihan juga dicatat untuk mengevaluasi kinerja ATS secara keseluruhan.

Pengujian ini memastikan bahwa setiap komponen bekerja secara sinergis untuk menyediakan pemantauan energi yang efektif dan pengalihan sumber listrik yang stabil pada industri rumahan.



Gambar 3. Rangkaian perangkat

Tabel 1. Hasil pengujian alat

| Pengujian | Parameter | Hasil | Kondisi |
|---------------------------|------------------------------|---|----------|
| Fungsi NodeMCU dan Blynk | Data real - time | Data energi tampil di Blynk | Berhasil |
| PZEM - 004T | Akurasi pengukuran energi | Hasil pengukuran sesuai dengan alat ukur | Berhasil |
| Automatic Transfer Switch | Waktu pengalihan sumber daya | Simulasikan batas pemakaian sumber listrik utama, uji pengalihan otomatis | Berhasil |

Pada penelitian ini, sistem pemantauan energi listrik dengan kombinasi NodeMCU ESP8266, PZEM-004T, dan Automatic Transfer Switch (ATS) dirancang untuk mendukung efisiensi energi pada industri rumahan dengan memanfaatkan dua sumber listrik, yakni PLN sebagai sumber utama dan PLTS sebagai sumber cadangan. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa masing-masing komponen bekerja sesuai dengan fungsinya.

1. **NodeMCU ESP8266:** Sebagai mikrokontroler yang terintegrasi dengan aplikasi Blynk, NodeMCU berfungsi dengan baik dalam mentransmisikan data dari sensor PZEM-004T ke platform Blynk. Aplikasi Blynk memberikan antarmuka yang mudah digunakan, di mana data seperti tegangan, arus, daya, dan energi listrik dapat dipantau secara real-time

oleh pengguna. Pengujian menunjukkan bahwa data yang ditampilkan pada Blynk akurat dan update-nya berjalan lancar tanpa adanya keterlambatan yang signifikan.

2. **PZEM-004T**: Sensor ini diuji untuk memantau parameter listrik dengan tingkat akurasi yang memadai. Perbandingan hasil pengukuran dari sensor dengan alat ukur kalibrasi menunjukkan bahwa sensor PZEM-004T memberikan hasil yang konsisten, membuatnya andal dalam memantau konsumsi listrik pada sistem. Sensor ini juga mampu mendeteksi perubahan konsumsi daya yang terjadi ketika sistem beralih dari PLN ke PLTS atau sebaliknya.
3. **Automatic Transfer Switch (ATS)**: Pengujian ATS melibatkan simulasi gangguan pada sumber listrik utama (PLN) untuk memverifikasi bahwa sistem dapat secara otomatis mengalihkan beban ke PLTS sebagai sumber cadangan. Hasilnya menunjukkan bahwa ATS berfungsi dengan baik, di mana pengalihan daya berjalan cepat dan tanpa mengganggu suplai listrik. Ketika sumber listrik PLN kembali normal, ATS secara otomatis mengembalikan beban ke sumber utama dengan waktu jeda yang minimal.

Sistem yang dirancang ini memberikan solusi yang efektif untuk memantau dan mengelola konsumsi energi, serta memastikan suplai listrik yang stabil dengan menggunakan dua sumber daya.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa:

1. NodeMCU ESP8266 berfungsi dengan optimal dalam memantau dan mengirim data energi secara *real – time* melalui aplikasi Blynk. Sistem ini memberikan kemudahan akses bagi pengguna untuk memantau konsumsi energi dari jarak jauh.

2. PZEM-004T memberikan hasil pengukuran parameter listrik yang akurat dan konsisten, menjadikannya andal dalam mendeteksi perubahan konsumsi energi pada sistem.

3. **Automatic Transfer Switch (ATS)** bekerja dengan baik dalam mengalihkan sumber daya secara otomatis antara PLN dan PLTS tanpa adanya gangguan pada suplai listrik, sehingga sistem selalu mendapatkan daya meskipun terjadi gangguan pada sumber utama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Padang atas dukungan pendanaan yang telah diberikan untuk penelitian ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada seluruh tim peneliti dan Laboratorium D3 Teknik Listrik PSDKU Kabupaten Pelalawan atas dedikasi dan dukungan teknis yang memungkinkan terlaksananya penelitian ini dengan baik. Semoga kerjasama ini terus berlanjut dan memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agus Cahyono Adi, “Konsumsi Listrik Masyarakat Meningkat, Tahun 2023 Capai 1.285 kWh/Kapita,” <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/konsumsi-listrik-masyarakat-meningkat-tahun-2023-capai-1285-kwh-kapita>.
- [2] D. Despa, R. Widyawati, G. F. Nama, and T. Septiana, “Edukasi Aplikasi Teknologi *Internet of Things* Untuk Audit Dan Manajemen Energi Dalam Rangka Konservasi Dan Efisiensi Energi,” *Sakai Sambayan—Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 15, no. 1, 2021.
- [3] D. Despa, G. F. Nama, Y. Martin, A. Hamni, M. A. Muhammad, and A. Surinanto, “Monitoring dan Manajemen Energi Listrik Gedung Laboratorium Berbasis *Internet of Things* (IoT),” 2018.
- [4] D. Azizi and V. Arinal, “Sistem Monitoring Daya Listrik Menggunakan *Internet Of Thing* (Iot) Berbasis Mobile,” *Jurnal Indonesia: Manajemen Informatika dan Komunikasi*, vol. 4, no. 3, pp. 1808–1813, 2023.

- [5] S. Hadi, A. S. Anas, and L. G. R. Putra, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis *Internet of Things*," *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 6, no. 1, pp. 54–66, 2022.
- [6] D. Mulyani and D. Hartono, "Pengaruh efisiensi energi listrik pada sektor industri dan komersial terhadap permintaan listrik di Indonesia," *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan*, vol. 11, no. 1, pp. 1–17, 2018.
- [7] B. Demeianto *et al.*, "Rancang Bangun Panel *Automatic Transfer Switch* (Ats) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Catu Daya Kincir Air Pada Tambak Perikanan," *Aurelia Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 203–218, 2022.
- [8] Y. Mahaseng, M. Masarrang, Y. Arifin, M. Mustofa, and S. Dewi, "Rancang Bangun Panel *Automatic Transfer Switch* (Ats) Berbasis Photovoltaic," *Foristek*, vol. 12, no. 1, pp. 12–20, 2022.
- [9] A. R. Wijaya and Z. Lutfiyani, "Rancang Bangun Prototype Kendali Motor Pompa Tendon Air Dengan *Automatic Transfer Switch* (ATS) PLTS Dan PLN," *Jurnal Teknik Elektro Raflesia*, vol. 1, no. 2, pp. 1–7, 2021.
- [10] D. T. Laksono, N. Dodi, R. Afrianti, and R. S. Hasibuan, "Penggunaan Energi Terbarukan PLTS untuk Efisiensi Biaya dan Keberlanjutan Usaha Bubur Bayi Shashi di Bukittinggi," *JPMNT: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT NIAN TANA*, vol. 2, no. 3, pp. 136–142, 2024.
- [11] H. B. Santoso, S. Prajogo, and S. P. Mursid, "Pengembangan Sistem Pemantauan Konsumsi Energi Rumah Tangga Berbasis *Internet of Things* (IoT)," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 6, no. 3, p. 357, 2018.
- [12] I. G. P. M. E. Putra and I. K. Darminta, "Monitoring Penggunaan Daya Listrik Sebagai Implementasi *Internet of Things* Berbasis ESP8266," in *Prosiding Sentrinov (Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif)*, 2017, pp. TE313–TE327.
- [13] D. Suarna and E. S. Edy, "Implementasi *Internet of Things* (IoT) dalam Memonitoring Komsumsi Listrik," *Bulletin of Information Technology (BIT)*, vol. 4, no. 2, pp. 163–170, 2023.
- [14] D. Handarly and J. Lianda, "Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (*Internet of Thing*)," *J. Electr. Electron. Control Automot. Eng*, vol. 3, no. 2, pp. 205–208, 2018.
- [15] L. Liesnaningsih, D. Kasoni, and D. Djamaludin, "Prototipe Robot Penyemprot Disinfektan Dengan Metode Research And Development," *JIKA (Jurnal Informatika)*, vol. 6, no. 2, pp. 135–140, 2022.
- [16] D. T. Laksono, M. A. R. Waskita Wicaksono, M. F. Fahmi, and D. T. Laksono, "PENGATURAN WATER PUMP DAN DETEKSI KOIN PADA VENDING MACHINE JAMU TRADISIONAL MADURA," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 1, Jan. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3863.