

IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK REAL-TIME BERBASIS IOT UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI ENERGI PADA MESIN PRES

Muhammad Irsyad Fauzi¹, Muhammad Rifqi Alfian Noer², Nila Hendri Afika³, Eka Nuryanto Budisusila⁴

^{1,2,3,4} Teknik Elektro, Universitas Islam Sultan Agung; Jl. Kaligawe Raya No. Km. 04, Semarang, Jawa Tengah

Keywords:

Internet of Things (IoT), monitoring daya listrik, PZEM-004T, ESP32, UMKM Carica Ni'mat.

Correspondent Email:

irsyadfauzi49@gmail.com

Abstrak. Penggunaan energi listrik pada UMKM sering kali masih dipantau secara manual sehingga berpotensi menimbulkan pemborosan energi, ketidakefisienan penggunaan daya, serta risiko beban berlebih yang dapat menyebabkan kerusakan peralatan. Permasalahan tersebut juga ditemukan pada UMKM Carica Ni'mat Dieng, khususnya pada peralatan pres kemasan yang digunakan secara intensif selama proses produksi. Penelitian ini bertujuan merancang sistem monitoring daya listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu memantau parameter kelistrikan berupa tegangan, arus, daya, dan energi listrik (kWh) secara *real-time*. Metode yang digunakan meliputi identifikasi kebutuhan, studi literatur, observasi lapangan, perancangan sistem, pembuatan prototipe, serta pengujian kinerja menggunakan sensor PZEM-004T, mikrokontroler ESP32, LCD 20×4 dengan I2C, LED, dan buzzer sebagai sistem peringatan. Sistem yang dirancang diharapkan mampu menampilkan data konsumsi energi secara akurat, memberikan notifikasi ketika terjadi beban berlebih, serta mendukung pencatatan penggunaan energi secara berkelanjutan. Hasil perancangan ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan energi listrik, memperbaiki keamanan operasional peralatan, dan menjadi solusi monitoring daya yang modern, praktis, serta mudah diterapkan pada lingkungan UMKM.



Copyright © 2026 The Author(s), Published by Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0).

Abstract. Electrical energy consumption in Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) is often monitored manually, leading to potential energy waste, inefficient power utilization, and the risk of overload that may damage electrical equipment. This issue is also found at Carica Ni'mat MSME in Dieng, particularly in the heat sealing equipment that is intensively used during the production process. This study aims to design an Internet of Things (IoT)-based electrical power monitoring system capable of monitoring electrical parameters, including voltage, current, power, and electrical energy (kWh), in real time. The research method consists of requirements identification, literature review, field observation, system design, prototype development, and performance testing using a PZEM-004T sensor, ESP32 microcontroller, 20×4 LCD, LED, and buzzer as a warning system. The proposed system is expected to accurately display energy consumption data, provide notifications when an overload occurs, and support continuous energy usage recording. The results of this system design are expected to improve the efficiency of electrical energy management, enhance the operational safety of equipment, and provide a modern, practical, and easily implementable power monitoring solution for MSMEs.

1. PENDAHULUAN

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) merupakan salah satu sektor yang berperan penting dalam mendorong pertumbuhan ekonomi nasional. Kontribusi UMKM terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia mencapai lebih dari 61% serta mampu menyerap sekitar 97% tenaga kerja, sehingga keberlangsungan sektor ini sangat menentukan stabilitas perekonomian. Untuk menjaga daya saing dan produktivitas, efisiensi proses produksi menjadi aspek yang perlu diperhatikan, termasuk dalam pengelolaan konsumsi energi listrik yang digunakan selama kegiatan operasional [1].

UMKM Carica Ni'mat Dieng merupakan salah satu pelaku usaha yang bergerak di bidang pengolahan buah carica menjadi berbagai produk olahan. Aktivitas produksi di UMKM tersebut memanfaatkan sejumlah peralatan listrik, salah satunya adalah *heat sealer* yang digunakan pada tahap penyegelan kemasan [2]. Peralatan ini dioperasikan secara berulang selama proses produksi sehingga menjadi salah satu beban listrik yang cukup dominan dalam penggunaan energi harian.

Seiring berkembangnya teknologi *Internet of Things* (IoT), berbagai penelitian telah mengembangkan sistem monitoring energi listrik yang mampu menampilkan informasi penggunaan daya secara *real-time* [3]. Integrasi sensor PZEM-004T dengan mikrokontroler ESP32 telah banyak dimanfaatkan untuk mengukur parameter kelistrikan, seperti tegangan, arus, daya, dan energi listrik, kemudian mengirimkan hasil pengukuran melalui jaringan internet. Penerapan teknologi tersebut memberikan kemudahan dalam proses pemantauan, pencatatan data konsumsi energi secara otomatis, serta membantu pengguna mendeteksi kondisi kelistrikan yang tidak normal sehingga pengelolaan energi dapat dilakukan dengan lebih efektif [4].

Meskipun demikian, implementasi sistem monitoring berbasis IoT pada UMKM, khususnya untuk memantau konsumsi daya alat pres kemasan, masih relatif terbatas. Berdasarkan hasil observasi di UMKM Carica Ni'mat Dieng, pemantauan penggunaan listrik masih dilakukan secara konvensional melalui pengamatan langsung dan evaluasi tagihan listrik bulanan. Cara tersebut belum mampu memberikan informasi mengenai besarnya daya

yang digunakan secara sesaat, energi listrik yang dikonsumsi, distribusi beban, maupun lama waktu operasi peralatan. Kondisi ini menyebabkan potensi pemborosan energi, penggunaan beban yang melebihi kapasitas instalasi, serta risiko kerusakan peralatan akibat beban berlebih sulit diidentifikasi sejak dini [5].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menawarkan pengembangan sistem monitoring daya listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) yang difokuskan pada alat pres kemasan di UMKM Carica Ni'mat Dieng. Sistem yang dirancang memanfaatkan sensor PZEM-004T dan mikrokontroler ESP32 untuk melakukan pemantauan parameter kelistrikan secara real-time, dilengkapi dengan fitur pencatatan durasi operasional serta mekanisme *warning system* ketika konsumsi daya melampaui batas yang telah ditentukan [6]. Pengembangan fitur-fitur tersebut diharapkan mampu meningkatkan efektivitas pengelolaan energi listrik, menjaga keamanan pengoperasian peralatan, serta membantu UMKM dalam mengurangi pemborosan energi dan biaya operasional [7].

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring daya listrik berbasis IoT yang mampu mengukur, merekam, dan menyajikan data tegangan, arus, daya, serta konsumsi energi listrik secara real-time pada alat pres kemasan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan mengembangkan sistem peringatan terhadap kondisi beban berlebih dan melakukan pencatatan durasi penggunaan alat sebagai upaya meningkatkan efisiensi pemanfaatan energi listrik di UMKM Carica Ni'mat Dieng.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. PZEM-004T

PZEM-004T merupakan sensor monitoring daya listrik yang digunakan untuk mengukur parameter kelistrikan, seperti tegangan (V), arus (A), daya (W), dan energi listrik (kWh) secara *real-time*. Sensor ini mendukung komunikasi serial TTL/RS485 sehingga mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler, seperti ESP32. Karena memiliki tingkat akurasi yang baik dan proses pemasangan yang sederhana, PZEM-004T banyak digunakan pada sistem monitoring energi berbasis *Internet of Things* (IoT) [8]. Bentuk sensor PZEM-004T ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 PZEM 004T

2.2. ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang berfungsi untuk menerima dan mengolah data dari sensor, kemudian mengirimkannya ke server berbasis *Internet of Things* (IoT). ESP32 telah dilengkapi dengan modul Wi-Fi dan Bluetooth sehingga mendukung komunikasi data secara nirkabel. Selain memiliki kecepatan pemrosesan yang tinggi, mikrokontroler ini juga dilengkapi ADC 12-bit untuk pengolahan sinyal analog serta memiliki konsumsi daya yang relatif rendah. Oleh karena itu, ESP32 banyak digunakan dalam pengembangan sistem monitoring berbasis IoT [9]. Bentuk fisik NodeMCU ESP32 ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2 ESP32

2.3. LCD Display 2004 20x4 Module I2C

LCD 20x4 dengan modul I2C merupakan media tampilan yang digunakan untuk menampilkan informasi berupa teks dan angka. LCD ini mampu menampilkan 20 karakter pada 4 baris serta menggunakan antarmuka I2C sehingga hanya memerlukan dua pin komunikasi (SDA dan SCL) [10]. Pada penelitian ini, LCD digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran parameter kelistrikan, seperti tegangan, arus, daya, dan energi listrik secara langsung. Bentuk LCD

20x4 dengan modul I2C ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3 LCD 20x4 dengan modul I2C

2.4. Power Supply

Power Supply 5V adalah komponen yang mengubah tegangan listrik AC 220V menjadi tegangan DC 5V yang stabil untuk menyuplai daya pada mikrokontroler, sensor, dan komponen elektronik lainnya. Power supply tersedia dalam berbagai jenis, seperti adaptor, regulator linier, dan *Switching Mode Power Supply* (SMPS) [11]. Saat memilih power supply, perlu dipastikan bahwa tegangan keluarannya 5V dan kapasitas arusnya sesuai atau lebih besar dari kebutuhan perangkat agar sistem dapat bekerja dengan baik pada gambar 4.



Gambar 4 Power Supply

2.5. Buzzer

Buzzer adalah komponen elektronika yang mengubah sinyal listrik menjadi suara. Buzzer digunakan sebagai indikator atau alarm untuk memberikan peringatan ketika menerima sinyal listrik [12]. Komponen ini banyak digunakan pada sistem IoT dan rangkaian elektronik karena bunyinya mudah dikenali oleh pengguna. Bentuk buzzer dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Buzzer

2.6. Relay

Relay adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai sakelar (*switch*) yang dikendalikan oleh arus listrik. Relay memungkinkan mikrokontroler, seperti ESP32 atau Arduino, mengendalikan beban bertegangan dan berarus lebih besar tanpa terhubung langsung ke beban tersebut [13]. Bentuk relay bisa dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Relay

2.7. Blynk

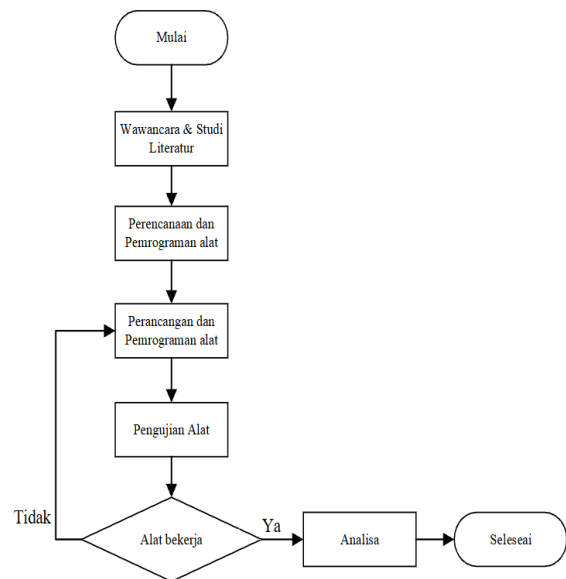
Blynk adalah platform *Internet of Things* (IoT) yang digunakan untuk menghubungkan mikrokontroler, seperti ESP32 dengan aplikasi di smartphone maupun dashboard berbasis web. Blynk memungkinkan pengguna memantau data sensor dan mengendalikan perangkat dari jarak jauh melalui koneksi internet [14].



Gambar 7 Blynk

3. METODE PENELITIAN

Secara umum, tahapan penelitian dalam perancangan alat ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Proses penelitian dimulai dengan melakukan wawancara dan studi literatur untuk mengetahui permasalahan serta mengumpulkan informasi yang dibutuhkan. Selanjutnya dilakukan perencanaan, perancangan, dan pemrograman sistem. Setelah alat selesai dibuat, dilakukan pengujian untuk memastikan seluruh komponen berfungsi dengan baik. Jika alat belum bekerja sesuai harapan, maka dilakukan perbaikan pada tahap perancangan dan pemrograman, kemudian diuji kembali. Apabila alat sudah bekerja dengan baik, hasil pengujian dianalisis dan penelitian dinyatakan selesai.

3.1. Tahapan Review

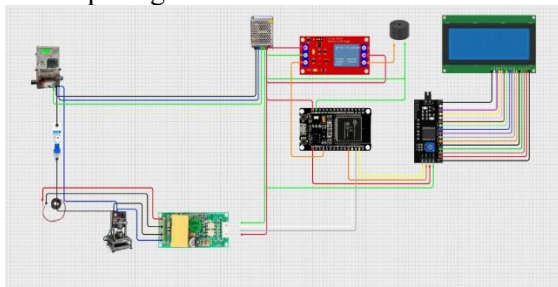
Harap Berdasarkan hasil survei terhadap salah satu UMKM di Desa Patakbanteng, Kecamatan Kejajar, Kabupaten Wonosobo yang memiliki usaha carica didapatkan hasil seperti pada tabel 1.1 sebagai berikut.

Pertanyaan	Jawaban
Di mana lokasi realisasi alat?	Di UMKM Carica Ni'mat, Desa Patakbanteng, Kecamatan Kejajar, Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah.
Berapa luas ruang produksi?	Luas ruang produksi sekitar 16 m ² (4 × 4 meter).
Apa penyebab terjadinya <i>short circuit</i> ?	Alat pres memiliki daya tinggi dan sering digunakan bersamaan sehingga terjadi beban

	berlebih. Untuk mencegah gangguan, beberapa peralatan harus dimatikan saat alat pres digunakan.
Bagaimana sistem monitoring bekerja?	Sistem memantau penggunaan daya listrik alat pres secara <i>real-time</i> , mulai dari pengukuran, pengolahan data, hingga menampilkan hasil melalui platform IoT.
Apakah sebelumnya sudah ada sistem monitoring?	Belum. Pemantauan masih dilakukan secara manual berdasarkan tagihan listrik bulanan.

3.2. Perancangan Alat

Perancangan alat yaitu menggunakan perancangan elektronik dirancang menggunakan perangkat lunak Circuit Designer untuk memastikan keteraturan dan keakuratan dalam proses pengembangan. Ilustrasi dari hasil perancangan rangkaian elektronik dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 8 Rangkaian elektronik sistem monitoring daya listrik pada alat pres produksi carica berbasis IoT

Gambar 8 menunjukkan rangkaian sistem monitoring daya listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) yang digunakan untuk memantau konsumsi daya pada mesin produksi. Sumber listrik AC 220 V dari PLN terlebih dahulu melewati MCB (*Miniature Circuit Breaker*) sebagai pengaman terhadap arus lebih dan hubung singkat, kemudian dialirkan ke mesin produksi dan sensor PZEM-004T. Sensor ini mengukur parameter kelistrikan berupa tegangan, arus, daya aktif, energi listrik,

frekuensi, dan faktor daya, lalu mengirimkan data ke ESP32 melalui komunikasi UART.

Selanjutnya, ESP32 mengolah data dan menampilkannya pada LCD 20×4 melalui modul I2C, sekaligus mengirimkan data ke platform IoT melalui koneksi Wi-Fi sehingga dapat dipantau secara real-time. Sistem juga dilengkapi relay sebagai pengendali beban dan buzzer sebagai alarm ketika arus atau daya melebihi batas yang telah ditentukan. Seluruh komponen memperoleh catu daya dari power supply AC-DC. Dengan demikian, sistem mampu memantau penggunaan daya secara akurat, menampilkan data secara lokal maupun jarak jauh, serta memberikan peringatan dini terhadap potensi gangguan pada peralatan listrik [15].

3.3. Pemrograman Alat

Proses pemrograman dalam pengembangan sistem pendeteksi kualitas air berbasis IoT melibatkan beberapa tahapan utama, yang meliputi:

1. Pengembangan Program

Program dibuat menggunakan Arduino IDE untuk mengatur kerja mikrokontroler dalam membaca data dari sensor PZEM-004T, mengolah data, serta mengirimkan hasil monitoring ke platform IoT.

2. Pemuatan Program ke Mikrokontroler

Setelah program selesai, kode diunggah ke ESP32 melalui kabel USB menggunakan Arduino IDE agar mikrokontroler dapat menjalankan seluruh fungsi sistem sesuai rancangan.

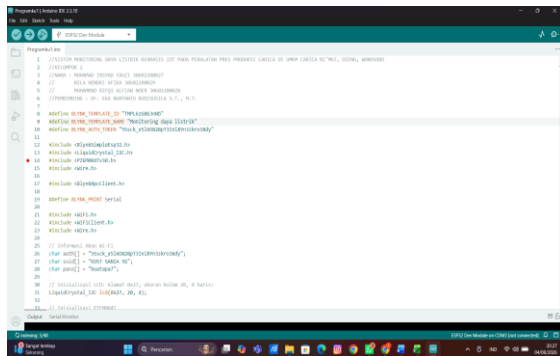


Gambar 9 Perograman sistem monitoring daya listrik pada alat pres produksi carica berbasis IoT

3. Mengecek Kesalahan

Sistem diuji untuk memastikan seluruh komponen bekerja dengan baik dan data yang ditampilkan akurat. Jika ditemukan kesalahan pada program atau pembacaan sensor, dilakukan perbaikan kode, kemudian program

diunggah kembali hingga sistem berfungsi dengan baik.



Gambar 10 Perograman sistem monitoring daya listrik pada alat pres produksi carica berbasis IoT

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Produk

Sistem monitoring daya listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) pada peralatan pres produksi Carica di UMKM Carica Nikmat Dieng, Wonosobo ini dirancang dengan mengintegrasikan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (Software) dalam satu kesatuan fungsional. Pada sisi hardware, sistem menggunakan sensor PZEM-004T sebagai akuisisi data listrik, ESP32 sebagai pusat kendali, relay 1 channel sebagai aktuator, LCD I2C 20×4 sebagai tampilan lokal, Buzzer sebagai peringatan dini terhadap *overload*, MCB sebagai proteksi serta panel indikator merah sebagai indikator status alat tersebut berfungsi.



Gambar 11 Hasil produk

4.2. Hasil Pengujian

Data pengukuran diperoleh melalui pengukuran manual, tampilan LCD I2C, dan aplikasi Blynk. Data tersebut diolah untuk menentukan nilai rata-rata, selisih, dan error pengukuran. Pengolahan data bertujuan

mengevaluasi akurasi sensor PZEM-004T dibandingkan alat ukur acuan. Parameter yang dianalisis meliputi tegangan, arus, dan daya, yang menjadi dasar penilaian kelayakan sistem monitoring dan proteksi overload pada alat pres. Bisa dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1 Monitoring Daya dengan Beban 1 Alat Pres

No	Manual (W)	LC D I2C (W)	Blynk (W)	Selisih (Manual -LCD) (W)	Selisih (Manual -Blynk) (W)
1	235,50	235,90	235,90	0,4	0,4
2	231,30	231,90	231,90	0,6	0,6
3	234,10	234,70	234,70	0,6	0,6
4	234,50	234,90	234,90	0,4	0,4
5	235,30	235,70	235,70	0,4	0,4

Berdasarkan Tabel 1, dilakukan perbandingan antara hasil pengukuran daya secara manual dengan hasil pembacaan yang ditampilkan pada LCD I2C dan aplikasi Blynk. Hasil pengukuran manual menunjukkan nilai daya berkisar antara 231,30 W hingga 235,50 W, sedangkan hasil pembacaan pada LCD I2C maupun Blynk berada pada rentang 231,90 W hingga 235,90 W. Nilai yang ditampilkan pada LCD I2C dan aplikasi Blynk memiliki kesesuaian karena keduanya memperoleh data dari sensor PZEM-004T yang diproses oleh mikrokontroler ESP32.

Perbedaan hasil antara pengukuran manual dengan sistem monitoring berada pada kisaran 0,4 W hingga 0,6 W. Selisih tersebut tergolong sangat kecil sehingga menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat ketelitian yang baik dalam melakukan pengukuran daya listrik. Perbedaan yang muncul dipengaruhi oleh toleransi sensor, ketelitian alat ukur pembanding, serta perubahan kecil pada kondisi tegangan dan arus selama proses pengukuran. Oleh karena itu, sistem monitoring yang dirancang mampu menyajikan informasi daya secara real-time dengan hasil yang mendekati nilai pengukuran manual.

Tabel 2 Monitoring Daya dengan Beban 1 Alat Pres

No	Manual (W)	LCD I2C (W)	Blynk (W)	Selisih (Manual-LCD) (W)	Selisih (Manual-Blynk) (W)
1	455,70	456,30	456,30	0,6	0,6
2	454,50	454,90	454,90	0,4	0,4
3	454,60	455,20	455,20	0,6	0,6
4	456,10	456,70	456,70	0,6	0,6
5	454,90	455,50	455,50	0,6	0,6

Berdasarkan Tabel 2, pengujian dilakukan dengan mengoperasikan dua alat pres secara bersamaan untuk mengetahui kinerja sistem pada kondisi beban yang lebih besar. Hasil pengukuran manual menunjukkan nilai daya berada pada rentang 454,50 W hingga 456,10 W, sedangkan hasil pembacaan pada LCD I2C dan aplikasi Blynk berkisar antara 454,90 W hingga 456,70 W. Data yang ditampilkan oleh LCD I2C dan Blynk tetap menunjukkan nilai yang sama, sehingga membuktikan bahwa proses pengiriman data dari ESP32 ke aplikasi Blynk berlangsung dengan baik tanpa terjadi perubahan nilai.

Selisih antara hasil pengukuran manual dan hasil pembacaan sistem tetap berada pada kisaran 0,4 W hingga 0,6 W, meskipun daya yang diukur meningkat hampir dua kali lipat dibandingkan pengujian pada satu beban. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan kestabilan dan akurasi pengukuran ketika digunakan pada beban yang lebih besar. Dengan demikian, sensor PZEM-004T yang terintegrasi dengan ESP32 mampu memberikan hasil monitoring yang konsisten, baik melalui tampilan LCD I2C maupun aplikasi Blynk.

4.3. Analisa Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1 dan Tabel 2, sistem monitoring daya listrik berbasis ESP32 dan sensor PZEM-004T mampu menampilkan nilai daya yang sangat mendekati hasil pengukuran manual. Nilai daya yang ditampilkan pada LCD I2C dan aplikasi

Blynk memiliki hasil yang sama, sehingga menunjukkan bahwa proses pengiriman data dari ESP32 ke platform IoT berjalan dengan baik dikarenakan sama maka untuk perhitungan manual, *error*, akurasi dijadikan satu. Perhitungan tingkat manual, akurasi, dan error diambil dari data tabel 1 dan tabel 2 yang mana dihitung menggunakan perhitungan berikut:

4.3.1. Perhitungan Manual

$$\Delta X = X_{alat} - X_{manual}$$

Tabel 3 Perhitungan manual

No	Selisih (Manual-LCD) (W) dengan beban 1 alat pres	Selisih (Manual-LCD) (W) dengan beban 2 alat pres
1	0,4	0,6
2	0,6	0,4
3	0,6	0,6
4	0,4	0,6
5	0,4	0,6

Berdasarkan Tabel 3, selisih antara hasil pengukuran manual dan pembacaan LCD I2C dihitung menggunakan persamaan perhitungan manual. Hasil pengujian menunjukkan bahwa selisih pengukuran pada beban 1 alat pres maupun 2 alat pres berada pada rentang 0,4–0,6 W. Selisih yang kecil dan konsisten menunjukkan bahwa sensor PZEM-004T mampu mengukur daya dengan baik meskipun beban berubah. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh toleransi alat ukur, fluktuasi tegangan, atau proses pembulatan data. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa sistem monitoring memiliki tingkat akurasi yang baik dan layak digunakan untuk pemantauan daya listrik secara *real-time*.

4.3.2. Error (%)

$$Error (\%) = \frac{(X_{alat} - X_{manual})}{X_{manual}} \times 100$$

Tabel 4 Perhitungan Error

No	Error % dengan beban 1 alat pres	Error % dengan beban 2 alat pres
1	0,16	0,13
2	0,25	0,08
3	0,25	0,13
4	0,17	0,13

5	0,16	0,13
---	------	------

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai error pada 1 alat pres berada pada rentang 0,16–0,25%, sedangkan pada 2 alat pres berada pada rentang 0,08–0,13%. Nilai *error* yang sangat kecil menunjukkan bahwa hasil pengukuran sensor PZEM-004T sangat mendekati hasil pengukuran manual. Dengan demikian, sistem monitoring memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan layak digunakan untuk pemantauan daya listrik secara *real-time*.

4.3.3. Akurasi (%)

$$\text{Akurasi (\%)} = 100\% - \text{Error (\%)}$$

Tabel 5 Perhitungan Akurasi

No	Akurasi pada beban 1 alat pres	Akurasi pada beban 2 alat pres
1	99,84	99,87
2	99,75	99,92
3	99,75	99,87
4	99,83	99,87
5	99,84	99,87

Hasil pengujian menunjukkan bahwa akurasi sistem pada 1 alat pres berada pada rentang 99,75–99,84%, sedangkan pada 2 alat pres berada pada rentang 99,87–99,92%. Nilai akurasi yang mendekati 100% menunjukkan bahwa sensor PZEM-004T mampu mengukur daya listrik dengan sangat baik. Dengan demikian, sistem monitoring yang dirancang memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan dapat diandalkan untuk pemantauan daya listrik secara *real-time*.

5. KESIMPULAN

1. Sistem monitoring daya listrik berbasis IoT berhasil dirancang menggunakan ESP32 dan sensor PZEM-004T untuk memantau parameter kelistrikan secara *real-time* melalui LCD 20×4 dan aplikasi Blynk.
2. Sistem warning berhasil bekerja dengan menyalakan LED, buzzer, dan mengirimkan notifikasi ke Blynk secara otomatis saat daya melebihi batas 230 Watt.
3. Hasil pengujian menunjukkan sensor PZEM-004T memiliki tingkat akurasi yang tinggi, dengan selisih pengukuran yang kecil dibandingkan alat ukur pembanding, sehingga layak digunakan sebagai sensor utama.

4. Sistem mampu menampilkan data secara *real-time* dan melakukan monitoring secara praktis, sehingga memudahkan pengguna UMKM dalam memantau penggunaan daya listrik.
5. Implementasi sistem memberikan manfaat pada aspek teknologi, ekonomi, dan sosial, yaitu meningkatkan kemudahan monitoring, membantu efisiensi operasional, serta mengurangi risiko kerusakan alat akibat beban berlebih.
6. Secara keseluruhan, sistem berhasil menggantikan proses monitoring manual di UMKM Carica Ni'mat Dieng. Namun, kinerja sistem masih bergantung pada kestabilan pasokan listrik dan koneksi internet.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Islam Sulta Agung, UMKM Carica Ni'mat, Kedua Orang Tua, serta semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penelitian ini. Dukungan dan kerjasama yang diberikan sangat berarti dalam keberhasilan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. M. Harahap, J. Situngkir, and R. A. Wijaya, "Peran Peran UMKM dalam Mendorong Pertumbuhan Ekonomi Indonesia," vol. 1, no. 1, 2025.
- [2] B. Prayitno, P. Palupiningsih, and B. Agtriadi, "PROTOTYPE SISTEM MONITORING PENGGUNAAN DAYA LISTRIK PERALATAN ELEKTRONIK RUMAH TANGGA," vol. 12, no. 1, pp. 72–80, 2019.
- [3] C. Vision, "Perancangan Loker Cerdas untuk Penerimaan Paket di rumah menggunakan Sistem Pengenalan Wajah," vol. 12, pp. 1293–1305, 2023.
- [4] P. Studi, S. Informasi, U. Islam, and N. Sumatera, "SISTEM INFORMASI MONITORING STOK MOTOR LISTRIK ALAT PRODUKSI BERBASIS MOBILE ANDROID Muhamad Alda," vol. 7, no. 1, pp. 68–77, 2023.
- [5] A. D. Dwipaneegara, F. L. N, and M. Zaenudin, "Perancangan Dan Pembuatan Alat Inkubator Berbasis Mikrokontroler," *J. Ind. Elektro dan Penerbangan*, vol. 10, no. 1, p. 2020, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.unnur.ac.id/index.php/indept/article/view/374>
- [6] A. F. Ikhfa and M. Yuhendri, "Monitoring

- Pemakaian Energi Listrik Berbasis Internet of Things,” vol. 3, no. 1, pp. 257–266, 2022.
- [7] D. Handarly, “Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Thing),” vol. 3, no. 2, pp. 205–208, 2018.
- [8] I. Chairunnisa *et al.*, “Rancang Bangun Alat Pemantau Biaya Pemakaian Energi Listrik Menggunakan Sensor PZEM-004T dan Aplikasi Blynk,” vol. 11, no. 2, pp. 249–255, 2022.
- [9] R. Suppa, M. Muhallim, T. Informatika, and S. Selatan, “RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAYA,” vol. 13, no. 2, 2025.
- [10] L. I. Sucita and Y. Suprihartini, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Fasa dan Daya berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan Smartphone Design of Monitoring System Fasa and Power-based Internet of Things using Smartphone,” vol. 4, pp. 145–154, 2021.
- [11] D. Azizi and V. Arinal, “Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika dan Komunikasi SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK MENGGUNAKAN Abstrak Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika dan Komunikasi,” vol. 4, no. 3, pp. 1808–1813, 2023.
- [12] G. C. Lismana, A. Muhammad, and B. S. Rintyarna, “Perancangan Dan Implementasi Sensor MQ-4 Gas Metana (CH₄) Pada Sistem Biogas Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno,” vol. 7, pp. 99–108, 2025.
- [13] M. Muliadi and S. Hadi, “Manajemen Inovasi Mode Hybrid Menuju Sekolah Kejuruan Mandiri Energi,” *J. Ilm. Profesi Pendidik.*, vol. 8, no. 4, pp. 2652–2661, 2023, doi: 10.29303/jipp.v8i4.1875.
- [14] A. Soba, V. A. Suoth, and H. S. Kolibu, “Optimasi Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) di Pulau Bunaken Menggunakan Software HOMER,” *J. MIPA*, vol. 8, no. 1, p. 7, 2019, doi: 10.35799/jm.8.1.2019.22370.
- [15] S. Bandung, “SISTEM MONITORING PENGGUNAAN DAYA LISTRIK BERBASIS IOT,” vol. 12, no. 2, pp. 36–52, 2023.