



Sistem Monitoring Listrik Tiga Fasa Berbasis Panel LED P10

Ivan Suwanda

Jurusan Teknik Elektro dan Teknik Informatika, Politeknik Negeri Ketapang

ivan.suwanda@politap.ac.id

Abstract

The growing demand for electricity consumption monitoring across various sectors, including educational institutions, highlights the need for accurate, efficient, and real-time monitoring systems. This study focuses on the design and development of a three-phase electricity monitoring system utilizing a P10 LED matrix panel controlled by an Arduino Mega microcontroller. The system is intended to display voltage, current, and frequency parameters directly on the LED panel, providing better visibility compared to conventional LCD displays with limited size. The research methodology includes problem identification, data collection through literature review and observation, hardware and software design, system assembly, and performance testing. The main components used in the system are three PZEM-004T sensors for electrical data acquisition, an Arduino Mega ATmega2560 as the processing unit, and three P10 LED matrix panels as the visualization medium. The testing results indicate that the system can display real-time data with high accuracy. The average voltage measurement error was recorded at 0.0013%, while the current measurement error reached 0.057%, both of which are significantly below the 0.5% tolerance specified by the sensor. This demonstrates the system's reliability in monitoring three-phase electrical loads within the Laboratory Building of Politeknik Negeri Ketapang. In conclusion, the developed system improves the efficiency of electricity monitoring, facilitates analysis of electrical conditions, and holds potential for further enhancement through the integration of Internet of Things (IoT) technology for remote monitoring.

Keywords: Electrical monitoring system, three-phase, P10 LED panel, Arduino Mega, PZEM-004T.

Abstrak

Peningkatan kebutuhan pemantauan konsumsi listrik di berbagai sektor, termasuk lingkungan pendidikan, menuntut adanya sistem monitoring yang akurat, efisien, dan real-time. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem monitoring listrik tiga fasa menggunakan panel LED Matrix P10 yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Mega. Sistem ini dirancang untuk menampilkan parameter tegangan, arus, dan frekuensi secara langsung melalui panel LED, menggantikan tampilan LCD konvensional yang memiliki keterbatasan ukuran dan visibilitas. Metode perancangan meliputi identifikasi masalah, pengumpulan data melalui studi literatur dan observasi, perancangan perangkat keras dan lunak, perakitan, serta pengujian sistem. Komponen utama terdiri dari tiga sensor PZEM-004T untuk akuisisi data listrik, Arduino Mega ATmega2560 sebagai pusat pengolahan, dan tiga panel LED Matrix P10 sebagai media visualisasi. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu menampilkan data secara real-time dengan tingkat akurasi tinggi. Nilai error pengukuran tegangan rata-rata sebesar 0,0013% dan arus sebesar 0,057%, jauh di bawah batas toleransi spesifikasi sensor sebesar 0,5%. Sistem ini terbukti handal untuk digunakan dalam pemantauan beban listrik tiga fasa di Gedung Laboratorium Politeknik Negeri Ketapang. Kesimpulannya, sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi pemantauan energi listrik, mempermudah analisis kondisi kelistrikan, serta berpotensi dikembangkan lebih lanjut dengan integrasi teknologi Internet of Things (IoT) untuk pemantauan jarak jauh.

Kata kunci: Sistem monitoring listrik, tiga fasa, panel LED P10, Arduino Mega, PZEM-004T.

Diterima Redaksi : 15-11-2024 | Selesai Revisi : 23-12-2024 | Diterbitkan Online : 31-12-2024

1. Pendahuluan

Dalam era digitalisasi yang semakin berkembang, pemantauan konsumsi arus listrik menjadi aspek

penting di berbagai institusi pendidikan, termasuk Politeknik Negeri Ketapang. Peningkatan penggunaan perangkat elektronik dan fasilitas laboratorium teknis mendorong kebutuhan akan sistem monitoring arus

listrik yang lebih efektif dan efisien. Namun, banyak sistem yang ada masih memiliki keterbatasan dalam hal keterjangkauan, akurasi, dan kemudahan penggunaan. Kondisi ini menuntut adanya solusi yang lebih canggih dan terintegrasi untuk mendukung pemantauan listrik secara real-time.

Sistem pemantauan arus listrik yang digunakan di Politeknik Negeri Ketapang masih berbasis teknologi lama, seperti LCD I2C, yang kurang efisien dalam menyajikan informasi secara virtual dan real-time. Keterbatasan LCD I2C dalam hal visibilitas, daya tahan, serta kemampuan menampilkan data yang detail dan interaktif menjadikannya kurang optimal di lingkungan kampus yang dinamis.

Untuk mengatasi kendala tersebut, diusulkan implementasi sistem monitoring listrik tiga fasa menggunakan panel LED matrix P10. Panel LED P10 menggantikan LCD I2C dengan tampilan yang lebih besar, jelas, dan interaktif, sehingga dapat memudahkan pemantauan konsumsi arus listrik. Monitoring kelistrikan tiga fasa sendiri sangat penting untuk menjaga keseimbangan beban dan mencegah kerugian energi. Sistem pemantauan berbasis Arduino dan sensor PZEM-004T terbukti mampu mendeteksi ketidakseimbangan beban secara real-time [2][1]. Selain itu, integrasi PZEM-004T dengan NodeMCU juga telah diterapkan dalam pemantauan konsumsi energi industri, yang berkontribusi pada peningkatan akurasi pengukuran daya di setiap fasa [3][6]. Pada penelitian lain, modul PZEM-004T digunakan untuk memantau penggunaan daya sekaligus memberikan perlindungan terhadap beban lebih pada transformator distribusi [5][7].

Sebagai media penampil, LED matrix P10 terbukti efektif dalam menyajikan informasi listrik kepada pengguna. Integrasi Arduino dengan modul P10 berukuran 16×32 mampu menampilkan data dan pesan secara jelas, fleksibel, serta mudah diprogram [8]. P10 juga merupakan panel LED yang umum digunakan untuk menampilkan teks berjalan karena bentuknya yang kompak dan kemudahan integrasinya [1][9].

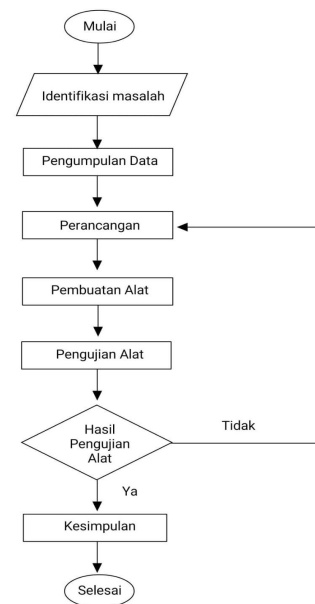
Penerapan sistem monitoring listrik tiga fasa berbasis panel LED matrix P10 di Politeknik Negeri Ketapang diharapkan memberikan manfaat signifikan. Pertama, meningkatkan akurasi dan efisiensi pemantauan listrik, sehingga mengurangi potensi pemborosan energi serta menekan biaya operasional. Kedua, tampilan data yang lebih jelas melalui panel LED P10 akan mendukung pengambilan keputusan secara cepat dan tepat. Dengan demikian, implementasi teknologi ini berkontribusi pada terciptanya lingkungan kampus yang berkelanjutan dan efisien dalam penggunaan energi [1]–[5].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini bersifat rekayasa eksperimental (rancang bangun dan pengujian). Langkah utama meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem,

2.1 Diagram alir penelitian

Diagram alir penelitian pada gambar 1 menampilkan urutan tahapan penelitian secara keseluruhan.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.1 Tahapan Penelitian

a. Studi Literatur

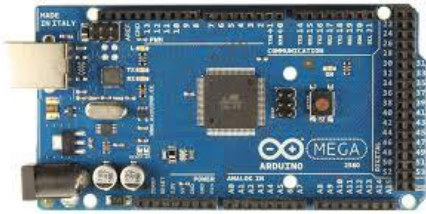
Dalam penelitian ini terdapat beberapa komponen utama yang digunakan dalam sistem monitoring 3 fasa dengan panel P10 sebagai media penampil sebagai berikut:

Yang pertama asensor arus PZEM-004T adalah Modul PZEM-004T merupakan alat multifungsi yang mampu mengukur tegangan, arus, daya, frekuensi, energi, serta faktor daya, dan umumnya digunakan dalam aplikasi monitoring kelistrikan (alat) [6]. Modul ini dilengkapi antarmuka komunikasi TTL dan trafo arus internal untuk pengukuran hingga 100 A, sehingga cocok digunakan dalam sistem monitoring kelistrikan yang memerlukan akurasi dan keandalan tinggi.



Gambar 2. Sensor PZEM-004T

Komponen selanjutnya yaitu Arduino Mega. Arduino Mega adalah salah satu papan mikrokontroler berbasis ATmega2560 yang memiliki jumlah pin input/output lebih banyak dibandingkan Arduino Uno. Papan ini dilengkapi dengan 54 pin digital I/O, 16 pin analog input, serta 4 port UART (serial hardware) sehingga cocok digunakan untuk proyek yang membutuhkan banyak sensor, aktuator, atau perangkat komunikasi secara bersamaan.



Gambar 3. Arduino Mega

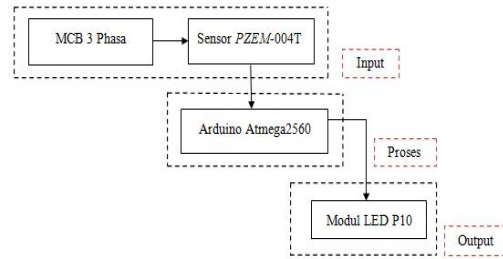
Komponen utama lainnya yang digunakan adalah panel P10. Panel LED P10 adalah modul tampilan berbentuk matriks berukuran 16×32 piksel dengan dimensi fisik sekitar 16×32 cm. Panel ini sering digunakan untuk menampilkan teks berjalan, grafik sederhana, maupun informasi digital pada sistem informasi publik. Panel P10 bekerja dengan prinsip dot matrix LED, dapat dikontrol menggunakan mikrokontroler seperti Arduino, dan mendukung penyusunan (cascading) antar-panel sehingga bisa membentuk layar dengan ukuran lebih besar sesuai kebutuhan.



Gambar 4. Panel P10

b. Spesifikasi Sistem

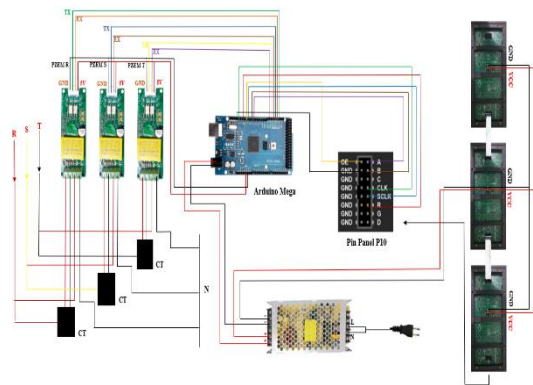
Menentukan parameter yang diukur, rentang pengukuran, ketelitian yang diharapkan, dan antarmuka pengguna (tampilan pada P10). Menentukan mikrokontroler (ATMega 2560 untuk kemampuan jaringan & kecepatan) dan protokol komunikasi antara sensor dan MCU (UART/TTL/RS485/Modbus sesuai modul PZEM). Gambar 2 menunjukkan diagram sistem sebagai landasan membuat perancangan rangkaian perangkat keras yang akan dibuat dalam penelitian ini.



Gambar 5. Diagram blok sistem perangkat keras

c. Perancangan Perangkat Keras

Skematik rangkaian: sambungan tiap fasa ke PZEM-004T, pengkondisian sinyal, catu daya untuk *minimum system* dan panel P10. Berikut gambar 3 merupakan perancangan skematik rangkaian.



Gambar 6. Skematik rangkaian

Selain perancangan perangkat keras adalah menghitung besaran arus dan tegangan trafo sehingga mampu mencukupi kebutuhan daya yang diperlukan dengan memperhitungkan beberapa aspek. Berikut merupakan perhitungan sumber daya peralatan:

$$I_t = \frac{P_t}{V} \quad (1)$$

Dimana:

P_t = Total daya

I_t = Arus total

V = tegangan

Diketahui:

$P_t = 185,05 \text{ W}$

$V = 5\text{v}$

$$I_t = \frac{185,05}{5\text{v}} = 37,01\text{A}$$

d. Perancangan Perangkat Lunak

Driver komunikasi untuk membaca data dari PZEM-04. Algoritma pembacaan, filtering sinyal (mis. moving average), konversi satuan, dan manajemen waktu sampling. Modul tampilan untuk mengirim data ke panel P10 (buffering, scrolling text, layout angka). (Opsional) Logging data ke memori lokal atau server melalui Wi-Fi (untuk analisis lebih lanjut).

e. Implementasi dan Integrasi

Merakit perangkat keras, mengunggah firmware, dan integrasi antar-modul. Pengaturan antarmuka tampilan:

tata letak nilai fasa R-S-T, status alarm, akumulasi energi.

f. Kalibrasi dan Verifikasi

Kalibrasi sensor dengan alat ukur referensi (meter kalibrasi/analog multimeter kelas standar). Prosedur kalibrasi: bandingkan pembacaan PZEM-04 dengan meter referensi pada beberapa titik beban.

g. Pengujian Stabilitas: Jalankan sistem selama periode panjang (mis. 24–72 jam) untuk mendeteksi drift pembacaan atau kegagalan komunikasi.[3]

h. Pengujian Keandalan Tampilan

Uji kecerahan, keterbacaan jarak jauh, refresh rate, dan perilaku saat terjadi gangguan komunikasi.

3. Hasil dan Pembahasan

a. Pengujian tegangan

Pengujian tegangan ini dilakukan pada sumber tegangan pada panel induk yang sudah dipasang sensor tegangan dan arus PZEM-004T berikut merupakan hasil dari pengukuran salah satu pasha yang terdapat pada panel induk:



Gambar 7. Pengukuran Tegangan listrik

Hasil dari pengukuran tegangan adalah 227,5V pada salah satu pasha yang berada dipanel induk lantai 2 gedung kuliah prodi teknologi listrik. Nilai ini sesuai dengan standar PLN yaitu 5% batas bawah dan atas dari 230V berdasarkan PUIL 2011 sehingga nilai tersebut masih berada pada nilai *range* yang sesuai dengan standar.

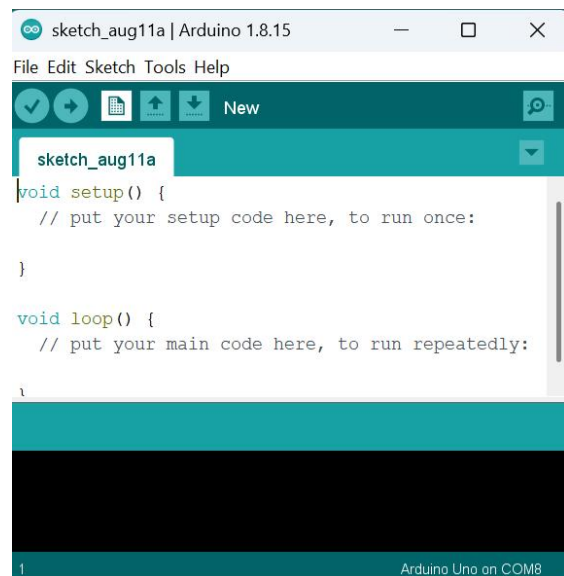
Kemudian juga dilakukan pengukuran arus listrik yang berada pada panel induk khusus beban *air conditioner* (AC) sebagai perbandingan nilai dari pengukuran langsung dan yang ditampilkan oleh panel P10 yang dapat dilihat pada gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 8. Pengukuran Arus listrik

b. Implementasi Perangkat Lunak

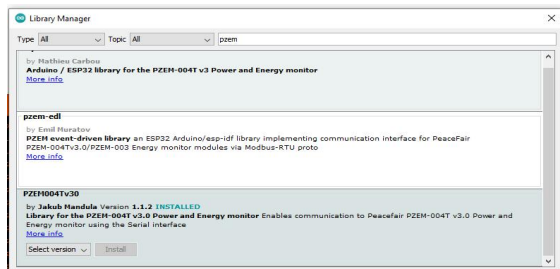
Setelah merancang keras kegiatan selanjutnya adalah implementasi perangkat lunak yaitu pemrograman node MCU Esp8266 untuk sebagai otak dari sistem komponen yang digunakan untuk mengendalikan dan membaca nilai dari sensor-sensor yang sudah dipasang. Beberapa Langkah yang dilakukan adalah membuat kode pemrograman, penambahan *library* kemudian selanjutnya menguji hasil kode pemrograman, jika tidak ada kendala maka dilakukan *upload* data kedalam Arduino Mega dan mengamati hasil dan melakukan Analisa terhadap hasil tersebut. Yang pertama yaitu membuat kode pemrograman pada aplikasi IDE versi 8 yang menggunakan Bahasa C++ dimana komponen Arduino ini sendiri menggunakan Bahasa pemrograman tersebut dan salah satu aplikasi yang bisa digunakan adalah Arduino IDE. Berikut merupakan tampilan awal dari Arduino IDE yang dapat kita lihat pada gambar 4.



Gambar 9. Tampilan antar muka Arduino IDE

Langka selanjutnya adalah upload library yang berfungsi sebagai kumpulan kode siap pakai yang berisi fungsi, kelas, dan definisi yang mempermudah kita untuk mengontrol perangkat keras atau menambahkan fitur tertentu tanpa harus menulis semua kode dari nol. Secara umum beberapa fungsi library adalah mempercepat pengembangan program,

menyediakan antarmuka sederhana untuk perangkat keras, mengurangi resiko kesalahan, serta memudahkan pembelajaran dan pemeliharaan program. Gambar 5 merupakan salah satu library yang sudah terpasang dan siap untuk digunakan.



Gambar 10. Library terpasang

Langkah selanjutnya adalah membuat kode pemrograman yang kita dapatkan dari studi literatur dan buku yang menjadi rujukan kemudian dikombinasikan sesuai dengan kebutuhan. Gambar 6 merupakan potongan kode pemrograman yang digunakan untuk memprogram Arduino Mega.

```
// jumlah panel x,y (X untuk panel menyamping,
// Y untuk susunan panel ke bawah)
SoftDMD dmd(3,1);
//fungsi transisi atas ke bawah untuk tulisan
//sensor 1-3
void drawWithTransition(const char* text, int
delayTime, int holdTime, const uint8_t* font,
bool fromTop) {
  dmd.selectFont(font);
  for (int i = 0; i < 16; i++) {
    dmd.clearScreen();
    if (fromTop) {
      dmd.drawString(10, i - 16, text);
    } else {
      dmd.drawString(10, 16 - i, text);
    }
    delay(delayTime);
  }

  dmd.clearScreen();
  dmd.drawString(10, 0, text);
  delay(holdTime);
  for (int i = 0; i < 16; i++) {
    dmd.clearScreen();
    if (fromTop) {
      dmd.drawString(10, i, text);
    } else {
      dmd.drawString(10, -i, text);
    }
    delay(delayTime);
  }
}
```

Langkah selanjutnya adalah melakukan compile program dengan cara pilih menu sketch pada toolbar atas dan pilih compile, jika program yang dibuat bermasalah maka tidak ada *highlight* berwarna *orange* yang menandakan program error. Jika tidak ada error kita lakukan upload program dan amati hasilnya apakah sudah rangkaian sudah berjalan semestinya.

c. pengujian antarmuka panel P10

pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah panel P10 dapat menampilkan variable yang sudah ditentukan sesuai dengan kebutuhan. Pengujian ini dilakukan pengamatan secara visual. Yang di

tampilkan oleh panel P10 ini adalah urutan sensor, tegangan, arus, dan frekuensi listrik. Gambar 6 merupakan tampilan antarmuka yang sudah berhasil deprogram.



Gambar 11. Tampilan panel P10

d. Pengujian nilai toleransi

Pengujian nilai toleransi yang dimaksud adalah pengujian untuk melihat antara selisih nilai dari pengukuran yang menggunakan alat ukur dan hasil yang ditampilkan oleh panel P10 untuk nilai untuk melihat tingkat akurasi dari nilai setiap variable. Variable yang dimaksud meliputi tegangan, arus, dan frekuensi listrik. Table 1 dibawah ini adalah data hasil pengujian selama satu minggu pada jam 8.00, 11.00, dan 16.00. alasan mengambil tiga waktu tersebut adalah jam 8.00 berdasarkan pengamatan lapangan waktu tersbut adalah jam mahasiswa masuk dan penggunaan AC tidak full hanya Sebagian saja. Kemudian jam 11.00 waktu siang hari penggunaan AC sudah full karena matahari pada tingkat cerah tertinggi dan jam 16.00 hampir seluruh mahasiswa sudah menyelesaikan kegiatan belajar pada hari tersebut.

Table 1. Nilai alat ukur

Pengukuran Alat Ukur				
Hari	Jam	Tegangan (v)		Arus (A)
Senin	08.00	227		5,6
	11.00	227		24,5
	16.00	227		2
Selasa	08.00	225		4,2
	11.00	225,5		24,6
	16.00	225		2
Rabu	08.00	227		4,9
	11.00	227		20,7
	16.00	226		2,2
Kamis	08.00	227		8
	11.00	227		18,8
	16.00	227		1,8
Jumat	08.00	227		7,3
	11.00	227		19,9
	16.00	225		1,1

Table 2. Nilai pada panel P10

Tampilan P10				
Hari	Jam	Tegangan (v)	Arus (A)	Frekuensi (Hz)
Senin	08.00			
	0	217	5	50
	11.00			
	0	217	23	50
	16.00	217	2	50

	0			
	08.0			
Selasa	0	217	4	50
	11.0			
	0	210	26	50
	16.0			
	0	210	2	50
	08.0			
Rabu	0	217	4	50
	11.0			
	0	217	22	50
	16.0			
	0	211	2,2	50
	08.0			
Kamis	0	217	8,7	50
	11.0			
	0	217	18,7	50
	16.0			
	0	217	3	50
	08.0			
Jumat	0	217	7	50
	11.0			
	0	217	22	50
	16.0			
	0	220	2	50

Dari selisih kedua nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa selisih dari pengukuran menggunakan alat ukur dan nilai yang ditampilkan pada panel P10 cukup akurat yaitu 99,72%. Ada beberapa hal yang menyebabkan hal tersebut tidak akurat berdasarkan pengamatan peneliti yaitu nilai arus listrik yang dapat berubah dalam sepersekian detik dan kalibrasi alat yang tidak sempurna sehingga nilai pada tampilan dan pengukuran secara langsung masih terdapat perbedaan.

4. Kesimpulan

Setelah melakukan analisis data maka dapat disimpulkan bahwa,

1. Sistem monitoring listrik tiga fasa telah berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan memanfaatkan panel LED matrix P10 sebagai media penampil data parameter listrik secara real-time.
2. Sistem ini memungkinkan pengguna melakukan pemantauan konsumsi listrik tanpa harus berada di lokasi fisik. Informasi berupa tegangan, arus, dan frekuensi dapat ditampilkan secara langsung melalui panel LED matrix P10 yang terpasang di Gedung Laboratorium Politeknik Negeri Ketapang lantai 2.
3. Penggunaan sensor PZEM-004T terbukti efektif dalam mengukur parameter listrik utama dengan tingkat akurasi tinggi, sehingga dapat mendukung analisis kondisi kelistrikan secara cepat dan tepat.
4. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh persentase galat (error) pengukuran tegangan sebesar 0,0013% dan arus sebesar 0,057%, yang keduanya berada jauh di bawah batas toleransi spesifikasi sensor (0,5%). Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dirancang memiliki tingkat keandalan yang tinggi untuk aplikasi monitoring.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Politeknik Negeri Ketapang melalui

Jurusan Teknik Elektro dan Teknik Informatika yang telah menyediakan dukungan fasilitas, peralatan, dan lingkungan yang kondusif untuk pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Penulis juga menghargai dukungan teknis dan bantuan yang diberikan oleh rekan-rekan laboratorium, baik dalam penyediaan komponen, perakitan perangkat keras, maupun pelaksanaan pengukuran di lapangan. Tanpa dukungan semua pihak, penelitian ini tidak dapat terselesaikan dengan baik.

Daftar Rujukan

- [1] Zulfikar, M. (2021). *Rancang bangun running text menggunakan modul LED matrix P10 berbasis Arduino UNO*. Jurnal Zetroem, 3(2), 67–73.
- [2] Budiman, R. S., Renaldy, R., Hakim, A. R. L., & Aziz, F. A. (2021). *Monitoring daya listrik secara real time berbasis internet of things*.
- [3] Pongoh, D., & Budiman, M. (2022). *Rancang bangun alat praktek simulasi monitoring keseimbangan beban listrik 3 fasa berbasis iot*. J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika), 6(2), 1268-1282.
- [4] Kausalam, D. A. (2023). *Rancang bangun alat monitoring perangkat hubung bagi tegangan rendah berbasis internet of things (iot)* (Doctoral dissertation, Politeknik negeri Ujung Pandang).
- [5] Adham, A. N. S. (2023). *Perancangan prototipe sistem monitoring listrik tiga fasa berbasis iot menggunakan module pzem-004t secara real-time* (Doctoral dissertation, Universitas Kebangsaan Republik Indonesia).
- [6] Fitrah, A., Sari, D., & Pratama, R. (2024). *IOT-based three phase load imbalance monitoring using Arduino and PZEM-004T sensor*. COT Journal, 6(2), 55–61.
- [7] Patel, J., & Desai, H. (2024). *Industrial energy consumption monitoring using PZEM-004T sensor module and NodeMCU*. International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science, 6(8), 245–250.
- [8] Sinha, A., Kumar, P., & Yadav, R. (2024). *Power usage monitoring and overload protection system for distribution transformer (IoT)*. International Journal of Advanced Research in Science and Software, 12(3), 102–108.
- [9] Bhor, A., Jadhav, R., & Mane, S. (2024). *Arduino based wireless LED matrix display system*. International Journal for Scientific Research & Development, 12(4), 45–49.