

TRANSFORMASI PEMANTAUAN ENERGI: KONTROL DAYA LISTRIK 3 FASA DENGAN ANTARMUKA GRAFIS PENGGUNA (GUI) SECARA LANGSUNG

ERIK WAHYU PRATAMA^[1], AGUS KISWANTONO^[2], SAIDAH^{[3]*}

Teknik Elektro, Universitas Bhayangkara Surabaya, Surabaya

e-mail: ^[1]erikwahyupratama29@gmail.com, ^[2]kiswantono@ubhara.ac.id, ^[3]saidah@ubhara.ac.id

ABSTRACT

Graphical user interface is a subset of HCI in the form of interaction between humans and machines through a graphical user interface. GUI is used by various fields of engineering, electronics, economics and even medicine. The development of graphic hardware has triggered various fields to visualize various models in order to increase knowledge. This systematic review aims to provide clear information about the influence of the graphical user interface on monitoring voltage, current, and frequency. Testing the ESP32 microcontroller that has been carried out shows that the output voltage at condition 1 averages a value of 3.5 V and when at condition 0, the output voltage is 0.38 V. Designing a 3-phase electricity monitoring system equipped with a power controller using a desktop application in real time, this is made for efficient use of electricity and control in electrical safety systems in an industry

Keywords: Monitoring, Electrical Load, GUI, Control

ABSTRAK

Graphical user interface merupakan subset dari HCI yang berupa interaksi antara manusia dengan mesin melalui user interface berbasis grafis. GUI digunakan oleh berbagai bidang teknik, elektronik, ekonomi bahkan kedokteran. Perkembangan perangkat keras grafis memicu berbagai bidang untuk memvisualisasikan berbagai model dalam rangka peningkatan pengetahuan. Tinjauan Sistematis ini bertujuan memberikan informasi yang jelas tentang pengaruh graphical user interface terhadap monitoring tegangan, arus, dan frekuensi. Pengujian mikrokontroler ESP32 yang telah dilakukan diketahui bahwa hasil keluaran tegangan saat kondisi 1 rata-rata mendapatkan nilai 3,5 V dan saat dalam kondisi 0, hasil keluaran tegangan adalah sebesar 0,38 V. Pada perancangan sistem monitoring besaran listrik 3 fasa yang dilengkapi dengan pengontrol daya menggunakan Dekstop Application secara realtime ini dibuat untuk efisiensi penggunaan listrik serta pengontrolan dalam keamanan sistem kelistrikan pada sebuah industri.

Kata kunci: Monitoring, Beban Listrik, GUI, Pengontrolan

1. PENDAHULUAN

Di era yang semakin terkoneksi dan terotomatisasi, pemantauan dan kontrol daya listrik menjadi semakin penting dalam menghadapi tuntutan kebutuhan energi yang terus berkembang. Sistem listrik 3 fasa, sebagai tulang punggung distribusi daya yang luas digunakan di berbagai sektor, memerlukan pendekatan inovatif dalam pemantauan dan pengendalian efisien. Transformasi pemantauan energi melalui antarmuka grafis pengguna (GUI) telah mengemuka sebagai solusi yang menjanjikan dalam meningkatkan visibilitas dan kendali terhadap sistem listrik.[1] [2]

Antarmuka grafis pengguna (GUI) telah memberikan kemudahan akses dan penggunaan yang signifikan dalam berbagai konteks teknologi. Dalam konteks pemantauan energi, GUI membuka peluang untuk memberikan tampilan yang intuitif dan responsif terhadap kondisi sistem. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi transformasi pemantauan energi dengan mengintegrasikan kontrol daya listrik 3 fasa secara langsung melalui antarmuka grafis pengguna.[3]

Pentingnya pengendalian daya listrik tidak hanya terletak pada efisiensi penggunaan energi, tetapi juga pada responsibilitas terhadap fluktuasi permintaan dan pemeliharaan keberlanjutan lingkungan. Dengan memahami dan menggabungkan elemen-elemen ini dalam suatu sistem, diharapkan kita dapat mencapai efisiensi dan ketanggapan yang optimal.[4]

Penelitian ini memandang pemantauan energi sebagai tahap awal menuju sistem kontrol yang lebih canggih dan responsif. Dalam konteks ini, antarmuka grafis pengguna dianggap sebagai kunci untuk membuka potensi penuh sistem kontrol daya listrik 3 fasa. Melalui penerapan GUI yang efektif, diharapkan kita dapat mencapai pemantauan yang lebih real-time, kontrol yang lebih adaptif, dan optimalisasi energi yang lebih baik.[5]

Penelitian ini tidak hanya mengusulkan solusi teknologi, tetapi juga berfokus pada dampaknya terhadap pengguna dan lingkungan. Oleh karena itu, studi ini menggabungkan aspek teknis, ergonomi, dan keberlanjutan dalam merancang dan menerapkan sistem kontrol yang inovatif.[6] [7]

Dengan membahas tantangan dan peluang dalam mengintegrasikan antarmuka grafis pengguna dalam kontrol daya listrik 3 fasa, penelitian ini memberikan kontribusi pada pemahaman kita tentang bagaimana teknologi dapat mengarah pada transformasi yang lebih besar dalam manajemen energi. [8]

2. METODE

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan tahapan perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian untuk mengevaluasi kinerja sistem. Berikut adalah rinciannya :

2.1. PERANCANGAN SISTEM:

- **Spesifikasi Sistem:** Menentukan spesifikasi sistem termasuk sensor yang digunakan (PZEM-004T), perangkat keras mikrokontroler (ESP32), dan relay untuk pengendalian daya. **Sensor PZEM-004T**[9]:
 - Digunakan untuk mengukur tegangan, arus, frekuensi, dan daya pada setiap fasa listrik.
 - Rentang pengukuran yang mendukung kebutuhan pemantauan sistem.
 - Kompatibilitas dengan mikrokontroler ESP32 untuk integrasi yang lancar.
- **Mikrokontroler ESP32:**
 - Dipilih sebagai otak sistem untuk menerima, memproses, dan mengirimkan data dari sensor.
 - Memiliki koneksi yang stabil dan cepat ke sensor dan GUI.
 - Kapasitas pemrosesan yang memadai untuk menjalankan program kontrol dan pemantauan secara efisien.
- **Relay:**
 - Digunakan sebagai aktuator untuk mengendalikan pasokan listrik ke beban.
 - Kemampuan untuk memutus atau menghubungkan daya listrik secara otomatis berdasarkan instruksi dari mikrokontroler.
 - Keandalan tinggi untuk operasi yang berulang-ulang.
- **Desain Antarmuka Grafis Pengguna (GUI):** Merancang tampilan dan fungsionalitas GUI untuk memonitor dan mengontrol data energi listrik. Tujuan Desain:
 - Menyediakan tampilan yang intuitif dan informatif bagi pengguna.
 - Memungkinkan pemantauan real-time dan kontrol daya listrik.
 - Menyajikan data dengan jelas dan terstruktur.

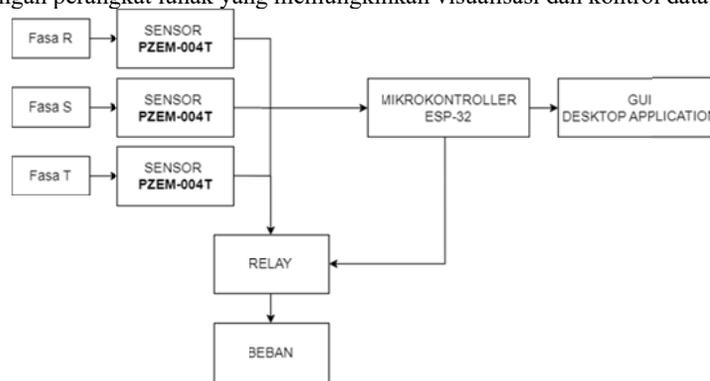
- **Fitur GUI:**
 - Tampilan utama dengan informasi tegangan, arus, dan frekuensi pada masing-masing fasa.
 - Grafik real-time untuk visualisasi dinamis dari data energi.
 - Fitur pengontrolan relay untuk mengaktifkan atau menonaktifkan daya ke beban.
 - Pemisahan data antara fasa R, fasa S, dan fasa T untuk pemantauan yang lebih terperinci.
- **Desain Estetika:**
 - Pemilihan warna dan layout yang memudahkan pengguna untuk membaca dan memahami informasi.
 - Penggunaan ikon dan tata letak yang intuitif untuk navigasi yang mudah.
- **Responsif dan User-Friendly:**
 - Desain yang responsif untuk mendukung penggunaan pada berbagai perangkat, termasuk desktop dan laptop.
 - Fitur login yang aman dan efisien untuk memastikan akses yang terbatas sesuai tingkatan pengguna.
- **Keamanan:**
 - Implementasi lapisan keamanan untuk melindungi data dan pengaturan sistem.
 - Sistem otentikasi yang memastikan hanya pengguna yang berwenang yang dapat mengakses kontrol sistem.

Implementasi Perangkat Keras: Pemilihan dan Pemasangan Sensor: Memilih dan memasang sensor PZEM-004T untuk membaca tegangan, arus, dan frekuensi dari setiap fase listrik.[10]

Konfigurasi Mikrokontroler ESP32: Mengonfigurasi mikrokontroler ESP32 untuk menerima data dari sensor, melakukan pemrosesan data, dan mengontrol relay.[11]

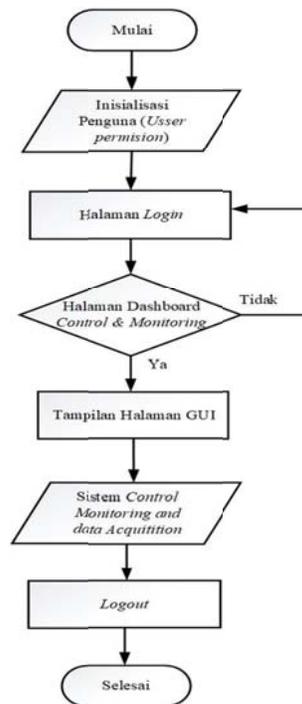
Implementasi Perangkat Lunak: Pengembangan Program Mikrokontroler: Menulis program untuk mikrokontroler ESP32 yang mengambil data dari sensor, mengolahnya, dan mengirimkan data ke GUI.[12]

Pengembangan GUI Desktop Application: Membangun aplikasi desktop menggunakan platform pengembangan perangkat lunak yang memungkinkan visualisasi dan kontrol data listrik.



Gambar 1. Blok Diagram Perancangan Sistem

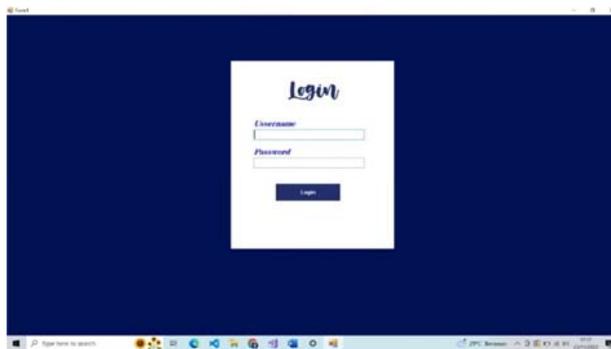
Berdasarkan Gambar 1. di atas dijelaskan bahwa sensor PZEM-004T membaca besaran-besaran listrik. Setiap satu sensor PZEM-004T bertugas membaca besaran listrik satu fasa (fasa R, fasa S, fasa T)[13].



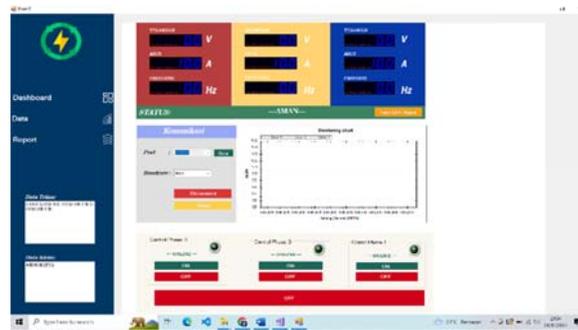
Gambar 2. Diagram Alir Sistem

2.2. PENGUJIAN:

- **Pengujian Perangkat Keras:** Memastikan bahwa sensor, mikrokontroler, dan relay berfungsi dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi.
- **Pengujian Perangkat Lunak:** Menguji fungsionalitas GUI untuk memastikan tampilan data yang akurat dan kontrol yang efektif.
- **Integrasi dan Pengujian Sistem:** Mengintegrasikan perangkat keras dan lunak, lalu melakukan pengujian keseluruhan sistem untuk memastikan kestabilan dan keandalan operasional.[14]

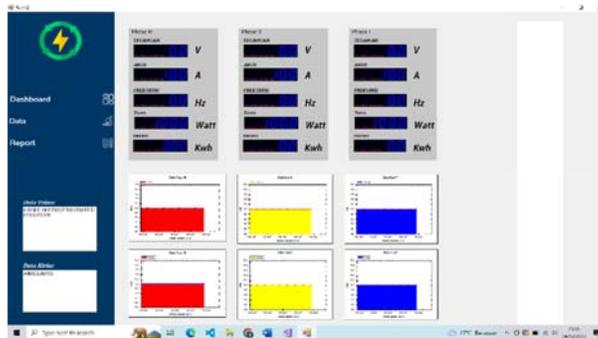


Gambar 3. Tampilan Awal Login Desktop Application

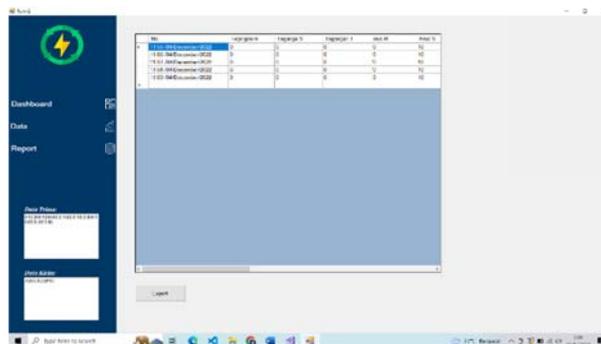


Gambar 4. Tampilan Dashboard pada Desktop Application

Pada Halaman data dan grafik terdapat grafik dan tabel secara realtime lengkap dengan informasi waktu pada masing-masing fasa (fasa R, fasa S, dan fasa T) [15]. Berikut ini tampilan Berikut ini merupakan gambar tampilan halaman grafik dan data pada Desktop Application[16] :



Gambar 5. Tampilan menu data pada Desktop Application



Gambar 6. Tampilan Tabel pada Desktop Application

2.3. ANALISIS DAN EVALUASI:

- **Analisis Data:** Menganalisis data yang dihasilkan oleh sistem, termasuk nilai tegangan, arus, frekuensi, dan daya.
- **Evaluasi Performa:** Menilai kinerja sistem dalam hal responsifitas, akurasi, dan keandalan.



Gambar 7. Board hardware Mikrokontroler ESP32

Penelitian dilakukan pengecekan setiap jalur yang terhubung dengan pin apakah tersambung atau tidak untuk mengatasi troubleshooting serta dilakukan penyetelan pada mikrokontroler ESP32 dengan memberikan catu daya listrik dan mengetes setiap pin yang digunakan serta memberikan program yang telah diatur yaitu pengambilan data tegangan keluarannya diatur pada kondisi 1 (Tegangan Max 3V) dan kondisi 0 (tegangan minimum 0 V) seperti pada gambar di atas.

2.4. OPTIMALISASI DAN PENINGKATAN:

- **Identifikasi Peningkatan:** Jika ditemukan kelemahan atau area untuk perbaikan, identifikasi langkah-langkah yang dapat meningkatkan kinerja atau fungsionalitas sistem.
- **Optimalisasi Sistem:** Melakukan perbaikan atau peningkatan berdasarkan temuan evaluasi untuk mencapai optimalisasi sistem.

Metodologi ini memastikan bahwa proses perancangan, implementasi, dan evaluasi sistem dilakukan secara terstruktur dan sistematis untuk mencapai tujuan penelitian dengan efektif.

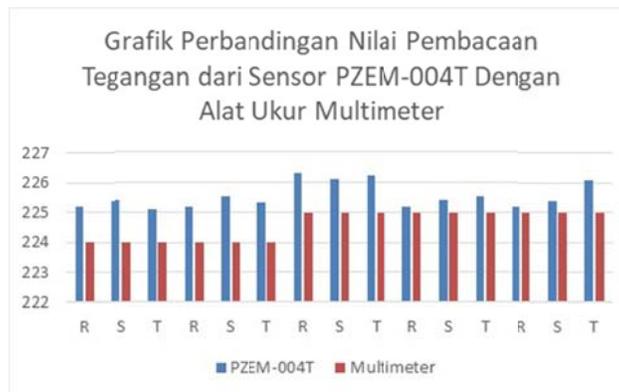
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Pengujian pin mikrokontroler ESP32

Pin	Tegangan Pada Kondisi 1 (V)	Tegangan Pada Kondisi 0 (V)
D13	3.28	0.03
D16 (RX)	5.11	0.13
D17 (TX)	3.33	0.41
D18	3.28	0.54
D19	3.28	0.91
D21(SDA)	3.52	0.10
D22(SCL)	3.82	0.10
D23	3.28	0.12
D25	3.28	0.57
D26	3.28	0.43
D27	3.28	0.51
D33	3.28	0.67

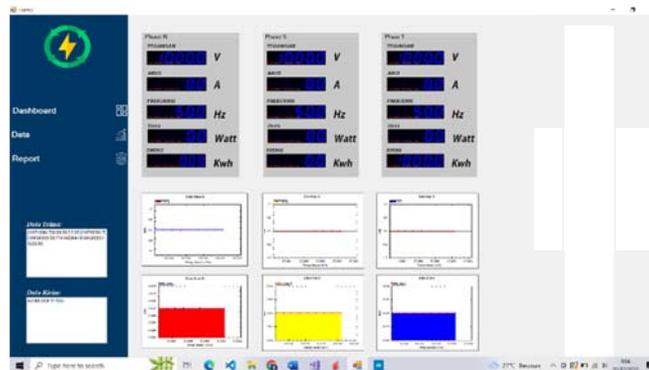
Tabel 2. Hasil Perbandingan Tegangan dari Sensor PZEM-004T Dengan Alat Ukur Multimeter

Pengujian Ke-		Hasil Pengukuran (V)		Error (%)	Rata-Rata Error (%)
		PZEM-004T	Multimeter		
1	R	225,20	224,0	0,54	0,55
	S	225,40	224,0	0,63	
	T	225,10	224,0	0,49	
2	R	225,20	224,0	0,54	0,60
	S	225,50	224,0	0,67	
	T	225,30	224,0	0,58	
3	R	226,30	225,0	0,58	0,53
	S	226,10	225,0	0,49	
	T	226,20	225,0	0,53	
4	R	225,20	225,0	0,09	0,16
	S	225,40	225,0	0,18	
	T	225,50	225,0	0,22	
5	R	225,20	225,0	0,09	0,25
	S	225,40	225,0	0,18	
	T	226,10	225,0	0,49	
Rata-Rata Error Keseluruhan					0,42



Gambar 8. Grafik Perbandingan Tegangan

Berdasarkan tabel di atas yaitu hasil perbandingan nilai pembacaan tegangan dari sensor PZEM-004T dengan alat ukur multimeter., didapatkan bahwa nilai rata-rata error pembacaan sensor PZEM-004T secara keseluruhan adalah sebesar 0,42%.



Gambar 9. Tampilan Grafik Penggunaan Listrik Secara

4. SIMPULAN

Melalui penelitian dan implementasi sistem monitoring dan kontrol daya listrik 3 fasa dengan menggunakan sensor PZEM-004T, mikrokontroler ESP32, dan antarmuka grafis pengguna (GUI), dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. **Efektivitas Sensor PZEM-004T:**
 - Sensor PZEM-004T berhasil digunakan untuk membaca tegangan, arus, frekuensi, dan daya pada masing-masing fasa listrik dengan akurasi yang memadai.
 - Rentang pengukuran sensor sesuai dengan kebutuhan pemantauan sistem listrik 3 fasa.
2. **Performa Mikrokontroler ESP32:**
 - Mikrokontroler ESP32 menunjukkan kinerja yang baik dalam mengolah dan mentransmisikan data dari sensor ke GUI secara real-time.
 - Kapasitas pemrosesan mikrokontroler memadai untuk menjalankan program kontrol dan pemantauan dengan responsif.
3. **Fungsionalitas Relay:**
 - Relay berfungsi efektif sebagai aktuatur untuk mengendalikan daya listrik ke beban.
 - Sistem relay dapat mengatasi instruksi dari mikrokontroler dengan keandalan yang baik.
4. **Antarmuka Grafis Pengguna (GUI):**
 - GUI dirancang dengan baik untuk memberikan tampilan yang intuitif dan informatif bagi pengguna.
 - Fitur pemantauan real-time, visualisasi grafik, dan kontrol daya dapat diakses dengan mudah melalui GUI.
5. **Pengontrolan dan Keamanan:**
 - Sistem mampu mengontrol daya listrik dengan baik, memberikan opsi untuk mengaktifkan atau menonaktifkan daya ke beban sesuai kebutuhan.
 - Keamanan GUI diimplementasikan untuk melindungi data dan pengaturan sistem.
6. **Keandalan dan Responsivitas:**
 - Sistem menunjukkan keandalan dan responsivitas yang baik dalam pemantauan dan pengendalian daya listrik secara real-time.
7. **Kemampuan Monitoring dan Pengontrolan:**
 - GUI menyediakan informasi yang komprehensif tentang tegangan, arus, frekuensi, dan daya pada masing-masing fasa.
 - Pemisahan data antara fasa R, fasa S, dan fasa T memungkinkan pemantauan yang lebih terperinci.

Berdasarkan hasil perbandingan nilai pembacaan tegangan dari sensor PZEM-004T dengan alat ukur multimeter, ditemukan bahwa nilai rata-rata error pembacaan sensor PZEM-004T secara keseluruhan adalah sebesar 0,42%. Dengan demikian, sistem ini berhasil mencapai tujuan dalam monitoring dan kontrol daya listrik 3 fasa dengan tingkat akurasi yang memuaskan. Peningkatan selanjutnya dapat difokuskan pada optimalisasi sistem berdasarkan temuan evaluasi untuk mencapai efisiensi maksimal.

REFERENSI

- [1] P. Hermawan and A. Kiswantono, "Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (Ats) Dan Automatic Main Failure (Amf) Berbasis Arduino Uno R328P Pada Prototipe Pembangkit," *Semin. Nas. Fortei7-3*, pp. 101–106, 2020.
- [2] E. N. Cahyono and A. Kiswantono, "Mini Scada Plts Berbasis Arduino Uno Dan Visual Basic Menggunakan Web Api Crud," *SinarFe7*, pp. 441–446, 2019, [Online]. Available: <http://ejournal.fortei7.org/index.php/SinarFe7/article/download/88/84>
- [3] D. B. Prasetyo and A. Kiswantono, "SINKRONISASI DAN MONITORING GENERATOR DENGAN PENGENDALI BERBASIS ARDUINO MEGA 2560," vol. 3, no. 2, pp. 163–170.
- [4] Y. Hermanto, "Prototype Monitoring Electricity System 220v of Wind Power Plant (PLTB)

- based on the Internet of Things,” vol. 01, 2021, doi: 10.31763/iota.v1i3.469.
- [5] S. Permana, “PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU MENGGUNAKAN BEBAN”.
- [6] A. Kiswanto, P. Studi, T. Elektro, U. B. Surabaya, B. Arus, and P. Daya, “Analisa kelistrikan pada gedung fakultas teknik universtas bhayangkara surabaya”.
- [7] A. Kiswanto and D. I. Firmansyah, “STUDY ALIRAN DAYA (LOAD FLOW) PADA SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK GEDUNG PASCA SARJANA,” pp. 133–140, 2020.
- [8] T. M. Iot, “Remote reading beban listrik pada rumah yang terintegrasi menggunakan iot,” vol. 3, no. 2, pp. 143–147.
- [9] E. N. Cahyono, “Profil otomatisasi distribusi sistem tenaga listrik universitas bhayangkara surabaya,” no. 1, pp. 18–24, 2021.
- [10] A. Fahri, Z. Fauzi, and A. Kiswanto, “Power Outage Sensing Device based on IOT for Service Quality Evaluation in the PLN Distribution System,” vol. 13, no. 2, pp. 155–160, 2021.
- [11] M. A. Syahjehan, “ISSN (Print) : 2621-3540 ISSN (Online) : 2621-5551,” pp. 581–584.
- [12] A. Kiswanto and A. P. Putra, “Analisa Perancangan Sistem Transmisi Pembangkit dengan Power 150 KVA dan proteksi gangguan listrik di penyaluran 10 KVA,” pp. 384–387.
- [13] R. Bangun, B. Charge, C. Atmega, and M. Sepeda, “Design of Atmega2560 Charge Controller Battery Using Static Bicycle,” vol. 7, no. 1, pp. 79–93, 2023.
- [14] M. Thingspeak, “Voltage and Frequency Controller for Wind Turbine With PID Controller , PWM and Thingspeak Monitor”.
- [15] A. Transfer, S. Ats, and M. Arduino, “Automatic Transfer Switch (ATS) Using Arduino Uno , IoT-Based Relay and Monitoring dan Monitoring Berbasis IoT,” pp. 1–8.
- [16] M. A. Faza, T. Elektro, F. Teknik, and U. B. Surabaya, “RANCANG BANGUN ALAT MONITORING ONLINE TEMPERATUR KLEM PADA,” vol. 14, no. 1, 2022.