

# Proteksi Tegangan Berbasis IoT: Sistem Monitoring Cerdas dan Responsif

Agus Kiswanto<sup>1\*</sup>, Hasti Afianti<sup>2</sup>, Saidah<sup>3</sup>, Bambang Purwahyudi<sup>4</sup>

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Bhayangkara Surabaya

<sup>1</sup>aguskiswanto@ubhara.ac.id\* <sup>2</sup>hasti\_afianti@ubhara.ac.id <sup>3</sup>saidah@ubhara.ac.id <sup>4</sup>bmp\_pur@ubhara.ac.id

**Abstract** - Electricity is a crucial resource in various sectors of life, including industry, offices, and commerce. To ensure reliable and efficient operation of power systems, protection systems capable of detecting and responding to disturbances, such as overvoltage, are essential. This study develops an overvoltage protection system based on the Internet of Things (IoT) using an Over Voltage Relay (OVR) and the Blynk application. The OVR is used to protect equipment from excessive voltage, while the Blynk application enables real-time monitoring. The system employs the PZEM-004T 3.0 module and ESP32-32D for IoT integration. Testing shows that the OVR records voltages ranging from 225V to 250V, while Blynk records slightly higher values, from 225.9V to 256.9V. Despite accuracy differences between OVR measurements and Blynk display, both systems effectively monitor voltage and current. The system offers a reliable solution for voltage monitoring and protection, with potential for improved accuracy and performance through further adjustments.

**Keywords** — *Over Voltage Relay (OVR), Internet of Things (IoT), Blynk application, real-time monitoring, voltage measurement*

**Abstrak**— Energi listrik merupakan sumber daya yang krusial dalam berbagai sektor kehidupan, termasuk industri, perkantoran, dan perdagangan. Untuk memastikan sistem tenaga listrik beroperasi dengan andal dan efisien, diperlukan sistem proteksi yang mampu mendeteksi dan merespons gangguan, seperti tegangan lebih. Penelitian ini mengembangkan sistem proteksi tegangan berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan Over Voltage Relay (OVR) dan aplikasi Blynk. OVR digunakan untuk melindungi peralatan dari tegangan berlebih, sementara aplikasi Blynk memungkinkan pemantauan secara real-time. Sistem ini menggunakan modul PZEM-004T 3.0 dan ESP32-32D untuk integrasi IoT. Pengujian menunjukkan bahwa OVR mencatat tegangan antara 225V hingga 250V, sementara Blynk mencatat nilai sedikit lebih tinggi, dari 225,9V hingga 256,9V. Meskipun ada perbedaan akurasi antara pengukuran OVR dan tampilan Blynk, kedua sistem secara keseluruhan menunjukkan efektivitas dalam memantau tegangan dan arus. Sistem ini menawarkan solusi yang handal untuk pemantauan dan proteksi tegangan, dengan potensi peningkatan akurasi dan kinerja melalui penyesuaian lebih lanjut.

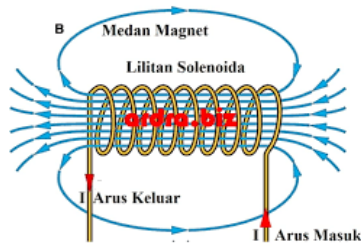
**Kata Kunci**— *Relay Tegangan Lebih (OVR), Internet of Things (IoT), aplikasi Blynk, pemantauan real-time, pengukuran tegangan.*

## 1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu sumber daya yang paling banyak digunakan dan dimanfaatkan oleh manusia. Pemanfaatan energi listrik telah diterapkan dalam berbagai aspek kehidupan, seperti di sektor industri, perkantoran, pertanian, perdagangan, dan sektor lainnya [1] [2][3]. Hampir semua kegiatan yang mendukung perekonomian suatu negara tidak terlepas dari peranan energi listrik, menjadikannya elemen penting yang mendukung pertumbuhan ekonomi, termasuk di Indonesia [4][5]. Pemantauan jumlah daya dan energi listrik yang digunakan sangat penting untuk menentukan kualitas daya pada sistem jaringan listrik yang terpasang [6][7]. Hal ini memungkinkan perusahaan untuk menentukan langkah pemeliharaan dan pemanfaatan energi yang tepat agar sistem tenaga listrik menjadi andal dan efisien [8]. Dalam sistem tenaga listrik pada industri, biasanya terdapat sistem proteksi yang melindungi semua peralatan dan komponen dari gangguan yang tidak diinginkan, salah satunya adalah gangguan tegangan tinggi [9][10]. Gangguan ini, jika tidak terpantau dan terkontrol, dapat menyebabkan kerusakan serius pada peralatan dan komponen yang rentan terhadap tegangan tinggi. Dengan menggunakan sistem monitoring dan Relay Tegangan Lebih (Over Voltage Relay), diharapkan dapat mengurangi risiko kerusakan akibat tegangan lebih. Relay tegangan lebih ini bekerja berdasarkan kenaikan atau penurunan tegangan yang mencapai atau melebihi nilai setingnya [11][12][13]. Untuk mempermudah proses pengawasan dan kontrol, sistem monitoring berbasis IoT dikembangkan dengan menggunakan aplikasi Blynk. Rancang bangun ini memanfaatkan modul PZEM-004T 3.0 dan ESP32-32D sebagai komponen utama dalam menerapkan teknologi berbasis IoT [14][15][16].

### 1.1. OVER VOLTAGE RELAY (OVR)

Over Voltage Relay adalah relay yang berfungsi untuk melindungi peralatan instalasi dari dampak perubahan tegangan lebih. Peralatan di gardu induk memiliki batas maksimum tegangan operasional. Jika tegangan melebihi nilai maksimum ini, hal tersebut berpotensi mengurangi umur kerja peralatan bahkan bisa menyebabkan kerusakan. Oleh karena itu, untuk melindungi peralatan dari perubahan tegangan yang signifikan, diperlukan sistem proteksi berupa Over Voltage Relay [17][18].



Gambar 1. Over Voltage Relay (OVR)

Besarnya medan magnet B pada titik di tengah solenoida dapat dirumuskan sebagai:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i \cdot N}{l} \tag{1}$$

Besarnya medan magnet pada titik di ujung solenoid :

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i \cdot N}{2 \cdot l} \tag{2}$$

Keterangan :

- B : Besarnya medan magnet(Wb/m<sup>2</sup> atau tesla)
- $\mu_0$  : permeabilitas ruang hampa =  $4\pi \cdot 10^{-7}$  Wb/A m
- i : Kuat arus listrik (A)
- l : Panjang kawat (m)
- N : Jumlah lilitan

Over Voltage Relay yang digunakan pada rancang bangun ini adalah Over Voltage Relay TOMZN 60A. Relay ini dirancang untuk melindungi peralatan dari tegangan lebih dengan kapasitas arus maksimum 60A. Relay TOMZN 60A bekerja dengan memantau tegangan yang masuk dan secara otomatis akan memutuskan rangkaian jika tegangan melebihi batas yang telah diatur sebelumnya. Ini memberikan perlindungan yang efektif terhadap peralatan listrik, mencegah kerusakan yang disebabkan oleh tegangan berlebih[19][20].



Gambar 2 : Over voltage relay

Spesifikasi:

- Input Voltage: 140-300VAC 50/60Hz
- Power-ON Delay time: 1-500s (default: 10s)
- Over-voltage protection value: 230V~300V (default:270V)
- Over-voltage recovery value: 225V-295V(default:265V)

Relay ini juga dilengkapi dengan pengaturan tegangan yang fleksibel, memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan batas tegangan sesuai dengan kebutuhan spesifik aplikasi. Dengan desain yang kokoh dan andal, relay TOMZN 60A ideal untuk digunakan dalam berbagai instalasi listrik, terutama di lingkungan industri dan komersial di mana perlindungan tegangan lebih sangat penting[21][22].

### 1.2. MODUL PZEM-004T

PZEM-004T adalah modul elektronik canggih yang memudahkan pengukuran berbagai parameter dalam sistem tenaga listrik, seperti tegangan, arus, daya, frekuensi, energi, dan faktor daya. Diproduksi oleh Peacefair, modul ini sangat ideal untuk digunakan dalam proyek dan eksperimen yang melibatkan pengukuran daya pada jaringan listrik, baik di lingkungan domestik maupun industri. PZEM-004T memberikan data akurat dan real-time, memungkinkan pengguna untuk memantau dan menganalisis kinerja sistem listrik dengan mudah[23][24][25].



Gambar 3 : Modul PZEM-004T

Fitur-fitur lengkap dari modul ini menjadikannya alat yang praktis dan efisien untuk berbagai aplikasi pemantauan energi. Keandalannya dalam menyediakan informasi penting mendukung sistem monitoring berbasis IoT, berkontribusi pada peningkatan efisiensi dan stabilitas operasional sistem listrik yang lebih baik[26].

## 2. METODE PENELITIAN

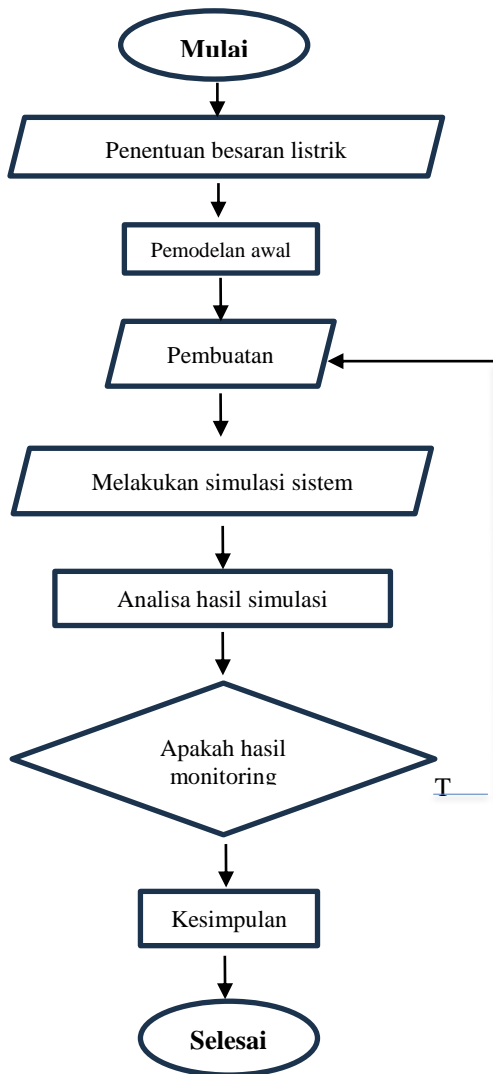
### 2.1. DESAIN PENELITIAN

Desain penelitian ini fokus pada pengembangan dan evaluasi sistem proteksi tegangan berbasis IoT, menggunakan Over Voltage Relay TOMZN 60A dan modul PZEM-004T 3.0 dengan ESP32-32D. Penelitian mencakup pembuatan dan pengujian sistem monitoring untuk mendeteksi dan merespons tegangan lebih. Metode eksperimen digunakan untuk menilai

kinerja sistem, dengan analisis data kuantitatif dan kualitatif untuk memastikan efektivitas dan keandalan sistem.

### 2.2. DIAGRAM ALUR PENELITIAN

Diagram alur penelitian menggambarkan langkah-langkah sistematis yang diambil dalam penelitian untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Berikut adalah diagram alur penelitian pada Proteksi Tegangan Berbasis IoT: Sistem Monitoring Cerdas dan Responsif :

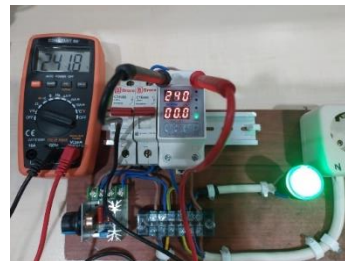


Gambar 4 : Diagram alir

Diagram alur pada gambar 3 merupakan penelitian dimulai dengan identifikasi masalah dan studi literatur, diikuti oleh desain dan pengembangan sistem proteksi tegangan berbasis IoT. Sistem diuji untuk efektivitasnya, data dikumpulkan dan dianalisis, kemudian dilakukan penyesuaian berdasarkan hasil. Penelitian diakhiri dengan kesimpulan dan rekomendasi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pengujian sistem proteksi tegangan berbasis IoT, langkah pertama adalah mempersiapkan voltage regulator dan memastikan tegangan outputnya dengan menggunakan multimeter. Setelah mendapatkan nilai yang benar, tegangan pada Over Voltage Relay (OVR) diatur secara bertahap, dimulai dari 235V. Voltage regulator kemudian disesuaikan hingga tegangan mencapai 235V untuk mengaktifkan OVR. Proses ini memastikan bahwa OVR merespons pada nilai tegangan yang telah ditetapkan. Selanjutnya, tegangan pada OVR dinaikkan secara bertahap hingga mencapai 250V. Selama pengujian, perbedaan antara pembacaan Blynk diamati dan dicatat untuk mengevaluasi akurasi dan kinerja sistem. Pengujian dilakukan dalam empat siklus percobaan untuk mendapatkan data yang konsisten dan akurat. Setiap siklus mencatat perbedaan tegangan yang terdeteksi oleh OVR dibandingkan dengan nilai yang ditampilkan oleh aplikasi Blynk, serta hasil pengukuran multimeter. Data yang diperoleh dari siklus percobaan ini memberikan wawasan tentang efektivitas sistem monitoring dan deteksi tegangan lebih, serta kesesuaian antara hasil pengukuran dan tampilan aplikasi.



Gambar 5 :

Alat uji AVR

Gambar 4 alat uji Automatic Voltage Regulator (AVR), yang dilengkapi dengan panel kontrol untuk mengatur tegangan output, meter pengukuran untuk memantau tegangan secara real-time, dan terminal input/output untuk koneksi dengan sumber dan beban. Alat ini juga mungkin dilengkapi dengan relay proteksi untuk melindungi dari kelebihan tegangan.



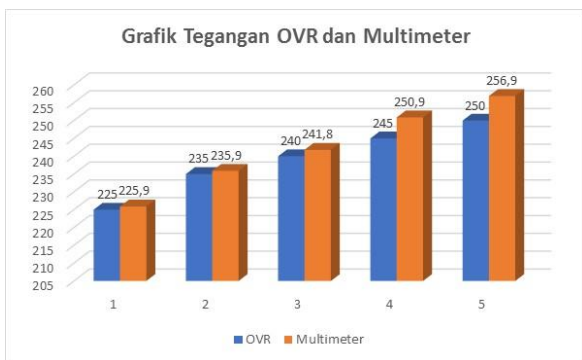
Gambar 6 : Pengukuran sistem proteksi

Gambar 5 menunjukkan proses pengukuran dalam sistem proteksi tegangan, termasuk penggunaan multimeter untuk mengukur tegangan dan arus, Over Voltage Relay (OVR) untuk deteksi tegangan lebih, dan modul sensor seperti PZEM-004T. Kabel dan terminal menghubungkan perangkat untuk memastikan pengukuran yang akurat dan koneksi yang stabil.

**Tabel 1** Hasil Pengukuran OVR Dan Multimeter

Percobaan	OVR	Multimeter
1	225	225,9
2	235	235,9
3	240	241,8
4	245	250,9
5	250	256,9

Tabel 1 menunjukkan perbandingan hasil pengukuran tegangan antara Over Voltage Relay (OVR) dan multimeter. Terdapat perbedaan antara nilai OVR dan multimeter di setiap percobaan, dengan selisih meningkat seiring meningkatnya tegangan yang diukur. Sebagai contoh, pada percobaan pertama, OVR mencatat 225V sementara multimeter mencatat 225,9V, dan pada percobaan terakhir, OVR mencatat 250V sedangkan multimeter menunjukkan 256,9V.



**Gambar 7.** Grafik hasil pengukuran tegangan OVR dan Multimeter

Gambar 7 menunjukkan grafik perbandingan hasil pengukuran tegangan antara Over Voltage Relay (OVR) dan multimeter. Grafik ini menampilkan dua kurva untuk setiap perangkat, dengan sumbu horizontal menunjukkan nomor percobaan dan sumbu vertikal menunjukkan nilai tegangan. Grafik memperlihatkan perbedaan antara pengukuran OVR dan multimeter, menunjukkan bahwa nilai multimeter umumnya lebih tinggi dibandingkan OVR.



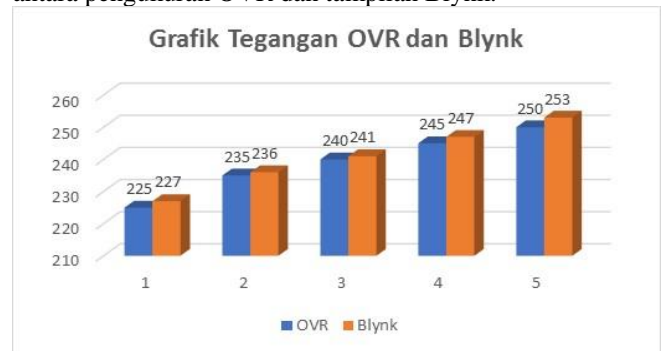
Gambar 8 : Pengukuran dan simulasi sistem proteksi

Gambar 8 menunjukkan hasil simulasi perbandingan nilai tegangan antara Over Voltage Relay (OVR) dan aplikasi Blynk. Grafik ini menampilkan dua kurva: satu untuk nilai tegangan yang dicatat oleh OVR dan satu untuk nilai yang ditampilkan oleh Blynk, memperlihatkan sejauh mana kedua sistem mencatat nilai yang konsisten.

**Tabel 2** Hasil simulasi pengukuran tegangan OVR

Percobaan	OVR	Blynk
1	225	227
2	235	236
3	240	241
4	245	247
5	250	253

Tabel 2 menunjukkan perbandingan hasil pengukuran tegangan antara Over Voltage Relay (OVR) dan aplikasi Blynk. Tabel ini mencatat nilai tegangan untuk setiap percobaan dari kedua sumber, memperlihatkan perbedaan antara pengukuran OVR dan tampilan Blynk.



**Gambar 9.** Grafik pengukuran tegangan OVR dan Blynk

Gambar 9 menunjukkan grafik perbandingan pengukuran tegangan antara Over Voltage Relay (OVR) dan aplikasi Blynk. Grafik ini menampilkan kurva untuk nilai tegangan dari OVR dan Blynk, memperlihatkan perbedaan antara keduanya pada setiap titik pengukuran.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis, sistem proteksi tegangan berbasis IoT yang melibatkan Over Voltage Relay (OVR) dan aplikasi Blynk terbukti efektif dalam memantau tegangan dan arus. Pengukuran tegangan menunjukkan bahwa OVR mencatat nilai antara 225V hingga 250V, sedangkan Blynk menampilkan nilai yang sedikit lebih tinggi, antara 225,9V hingga 256,9V. Pengukuran arus sesuai dengan batas aman yang ditetapkan oleh sistem proteksi. Meskipun terdapat

perbedaan antara OVR dan Blynk, sistem ini secara keseluruhan memberikan pemantauan yang handal. Penyesuaian lebih lanjut dapat meningkatkan keselarasan antara hasil pengukuran OVR dan data yang ditampilkan oleh aplikasi Blynk, sehingga meningkatkan kestabilan sistem.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Kiswanto, A. Irwan, P. S. Elektro, F. Teknik, and U. B. Surabaya, "Inovasi Energi Hijau: Piezoelektrik Untuk Mengubah," vol. 12, no. 3, pp. 1829–1835, 2024.
- [2] A. Kiswanto and Y. A. Setiawan, "Antena Televisi Sederhana: Memanfaatkan Kaleng Minuman Simple Television Antenna: Utilizing Beverage Cans," vol. 1, no. 2, pp. 101–111, 2024.
- [3] A. Kiswanto and M. I. Saifullah, "Kendali Beban Pintar: Mengoptimalkan Efisiensi Energi Dengan IoT," *Inter Tech*, vol. 2, no. 1, pp. 10–17, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal.ubhara.ac.id/intertech/article/view/1057%0Ahttps://ejournal.ubhara.ac.id/intertech/article/download/1057/256>
- [4] A. Kiswanto, E. W. Pratama, T. Elektro, F. Teknik, and U. B. Surabaya, "Rancang kendali daya 3 phase real time 1 1,2," pp. 1–6.
- [5] D. B. Prasetyo and A. Kiswanto, "Sinkronisasi Dan Monitoring Generator Dengan Pengendali Berbasis Arduino Mega 2560," vol. 3, no. 2.
- [6] N. Prastyana, "Monitoring Arus dan Tegangan dari 9 Unit Pembangkit Di Indonesia Ke Kantor Pusat PLN Menggunakan Etap," pp. 654–655.
- [7] J. I. Tech, "Transformasi Pemantauan Energi: Kontrol Daya Listrik 3 Fasa Dengan Antarmuka Grafis Pengguna (Gui) Secara Langsung," vol. 1, no. 2, pp. 76–84, 2023.
- [8] I. B. dll Agus K, Riostantieka, Beny H, Hasti A, Indonesia's Energy Transition Preparedness Framework Towards 2045. 2023.
- [9] A. Kiswanto, "Pengembangan Sistem Energi Terbarukan: Pendekatan Multigenerator Dan Simulasi Etap," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 2, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i2.4147.
- [10] T. Elektro, F. Teknik, and U. B. Surabaya, "Fuzzy Control Innovation: Optimizing DC Motor Performance with Solar Energy Matahari," pp. 31–44.
- [11] A. Kiswanto, A. Rozak, F. Syah, and M. A. M. A, "Realizing Energy Independence: Automation Solutions with Visual Studio for PLN and PLTS Integration via ATS Panel Studio untuk Integrasi PLN dan PLTS melalui Panel ATS".
- [12] A. Kiswanto and Y. Hermanto, "Peningkatan Kinerja Pltb Melalui Kendali," Vol. 12, no. 1, pp. 137–147, 2024.
- [13] O. Suhu, P. Studi, T. Elektro, F. Teknik, and U. B. Surabaya, "Revitalisasi Sistem ATS: Integrasi Smart Relay dan Teknologi," pp. 56–63, 2023.
- [14] Y. Hermanto and A. Kiswanto, "Stability Control of Frequency and Voltage in Wind Power Plant Using Complementary Load with Pid Control, Pwm and Thingspeak Monitor," *JEECS (Journal Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 7, no. 1, pp. 1159–1168, 2023, doi: 10.54732/jeees.v7i1.211.
- [15] H. T. P. Ryko and A. Kiswanto, "Analisis Stabilitas Tegangan Listrik Menggunakan Panel Surya Pada Lampu Penerangan Jalan Umum (Pju) Berbasis Arduino," *Aisyah J. Informatics Electr. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 148–152, 2021, [Online]. Available: <http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE>
- [16] A. Syaefudin, A. Kiswanto, and B. Purwahyudi, "Sistem Kendali Kinerja Motor 1 Phasa pada WTP Menggunakan ESP8266 Tipe 01," *Sent. Vi 2021*, no. November 2021, pp. 110–119, 2021.
- [17] H. D. Paminto and A. Kiswanto, "Volume 3 Issue 1 Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering Rancang Simulasi Sistem Over Current Relay Pada Jaringan Distribusi 20kv Menggunakan ETAP," vol. 3, no. 1, pp. 45–49.
- [18] A. Kiswanto, "Design Analysis of Solar Powered Systems Full Flexible 10 WP Capacity," pp. 113–118, 2017.
- [19] 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.
- [20] R. Bangun, S. Proteksi, S. B. Motor, P. Waktu, and W. Heater, "Design of Single Phase Motor Current, Voltage, Over Temperature Protection System and Temperature Timing in Water Heater".
- [21] A. Kiswanto and A. P. Putra, "Analisa Perancangan Sistem Transmisi Pembangkit dengan Power 150 KVA dan proteksi gangguan listrik di penyaluran 10 KVA," pp. 565–568.
- [22] T. M. Iot, "Remote reading beban listrik pada rumah yang terintegrasi menggunakan iot," vol. 3, no. 2, pp. 143–147.
- [23] A. Yuli Hermanto, "Voltage and Frequency Controller for Wind Turbine With PID Controller, PWM and Thingspeak Monitor," *JTECS*, vol. 3:1, 2023.
- [24] A. Kiswanto and D. I. Firmansyah, "STUDY Aliran Daya (Load Flow) Pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik Gedung Pasca Sarjana," Pp. 133–140, 2020.
- [25] E. N. Cahyono, "Profil Otomatisasi Distribusi Sistem Tenaga Listrik Universitas Bhayangkara Surabaya," No. 1, Pp. 18–24, 2021.
- [26] M. A. Faza, T. Elektro, F. Teknik, And U. B. Surabaya, "Rancang Bangun Alat Monitoring Online Temperatur Klem Pada," Vol. 14, No. 1, 2022.

