

INTISARI

Ketidakseimbangan arus pada sistem tenaga listrik tiga fasa dapat mengakibatkan peningkatan rugi-rugi daya, penurunan efisiensi, dan risiko kerusakan pada peralatan listrik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring dan koreksi ketidakseimbangan beban tiga fasa menggunakan sensor PZEM-004T dan mikrokontroler ESP32. Sistem ini mampu membaca parameter listrik seperti arus, tegangan, daya aktif, daya semu, frekuensi, dan faktor daya pada setiap fasa secara *real-time*, serta mendeteksi ketidakseimbangan melalui perhitungan arus deviasi.

Arsitektur perangkat keras sistem ini menggunakan dua buah ESP32 yang terbagi menjadi unit *Master* dan *Slave*. ESP32 *Master* bertanggung jawab atas pembacaan sensor, penyimpanan data (*data logging*) ke modul SD Card, tampilan pada OLED, dan pengiriman data ke platform Blynk. Sementara itu, ESP32 *Slave* difokuskan pada pembacaan sensor tambahan dan pengendalian sembilan buah *relay* yang terhubung ke bank resistor sebagai beban pengganti (*Resistor bank*) untuk proses penyeimbangan otomatis.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dibangun dapat beroperasi dengan sangat baik dalam mendeteksi serta merespons perubahan beban. Berdasarkan serangkaian uji coba skenario beban, sistem mencapai tingkat keberhasilan sebesar 96,3% dalam keberhasilan mengaktifkan *relay* sesuai dengan ambang batas deviasi yang telah ditentukan. Lebih lanjut, sistem menunjukkan performa yang sangat impresif dengan tingkat keberhasilan 100% dalam menyeimbangkan beban tidak seimbang, di mana sistem mampu menarik arus pada fasa terlemah menuju titik keseimbangan yang stabil. Kesimpulannya, rancang bangun ini terbukti efektif dan layak digunakan sebagai alat mitigasi ketidakseimbangan beban pada instalasi listrik tiga fasa.

Kata kunci: PZEM-004T, ESP32, Arus Deviasi, Blynk.

ABSTRACT

Current imbalance in a three-phase power system can result in increased power losses, reduced efficiency, and the risk of damage to electrical equipment. This research aims to design a three-phase load unbalance monitoring and correction system using the PZEM-004T sensor and an ESP32 microcontroller. This system is capable of reading electrical parameters such as current, voltage, active power, apparent power, frequency, and power factor on each phase in real time, and detecting unbalance by calculating the deviation current.

The system's hardware architecture utilizes two ESP32 units, divided into a Master and a Slave unit. The Master ESP32 is responsible for sensor readings, data logging to an SD card, OLED display, and data transmission to the Blynk platform. Meanwhile, the Slave ESP32 focuses on reading additional sensors and controlling nine *relays* connected to a resistor bank as a replacement load for the automatic balancing process.

The test results show that the system can operate very well in detecting and responding to load changes. Based on a series of load scenario trials, the system achieved a success rate of 96.3% in successfully activating the relay according to the predetermined deviation threshold. Furthermore, the system showed very impressive performance with a 100% success rate in balancing unbalanced loads, where the system was able to draw current on the weakest phase towards a stable balance point. In conclusion, this design has proven effective and is suitable for use as a tool to mitigate load imbalance in three-phase electrical installations.

Keyword: PZEM-004T, ESP32, Current Deviation, Blynk.