

SISTEM MINI SCADA SEBAGAI PENGONTROL RELAY PADA MODUL SISTEM DISTRIBUSI

ABSTRAK

Kemajuan teknologi ketenagalistrikan menuntut adanya sistem otomatisasi yang mampu meningkatkan efisiensi, keandalan, serta kualitas distribusi energi listrik. Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) merupakan teknologi strategis dalam pemantauan dan pengendalian jaringan listrik secara real-time, namun implementasinya di skala industri memerlukan biaya tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem *mini SCADA* sebagai solusi alternatif yang lebih sederhana dan terjangkau untuk tujuan edukasi dan riset, khususnya dalam pengendalian relay pada modul sistem distribusi. Tujuan utama penelitian ini adalah merancang serta mengimplementasikan prototipe *mini SCADA* yang mampu mengendalikan relay secara real-time, sekaligus mengevaluasi kinerja sistem dari aspek kecepatan respon, akurasi kontrol, dan reliabilitas operasional. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif-kualitatif dengan metode eksperimen laboratorium di Universitas Malikussaleh, memanfaatkan Arduino Uno, sensor PZEM-004T, modul relay, serta integrasi perangkat lunak LabVIEW untuk monitoring dan controlling. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil melakukan pemantauan parameter kelistrikan (tegangan, arus, daya, dan frekuensi) dengan tingkat akurasi sensor yang baik ($\text{error} \leq 0,03\%$), serta mampu mengaktifkan proteksi otomatis terhadap kondisi *under/over voltage* dan *over current* dengan respon cepat sesuai batas yang ditetapkan. Temuan ini menegaskan bahwa *mini SCADA* tidak hanya layak sebagai sarana pembelajaran praktis, tetapi juga berpotensi menjadi model awal penerapan kontrol distribusi berskala kecil seperti *microgrid*. Selain itu, penelitian ini memberikan bukti empiris bahwa integrasi perangkat keras sederhana dengan perangkat lunak open-source dapat menghasilkan sistem pengendalian yang efisien dan aplikatif. Kesimpulannya, penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam memperluas pemahaman mengenai integrasi SCADA dengan relay distribusi, sekaligus membuka peluang penelitian lebih lanjut terkait optimasi komunikasi sistem untuk mengurangi keterlambatan respon dan meningkatkan ketahanan operasional di masa depan.

Kata Kunci: *Mini SCADA, Relay, LabVIEW, Distribusi Tenaga Listrik, Otomatisasi.*

MINI SCADA SYSTEM AS A RELAY CONTROLLER IN A DISTRIBUTION SYSTEM MODULE

ABSTRACT

The advancement of electrical power technology demands automation systems capable of enhancing efficiency, reliability, and distribution quality. Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) has emerged as a strategic technology for real-time monitoring and control of power networks; however, its large-scale implementation requires significant investment costs. Therefore, this research develops a mini SCADA system as a simplified and cost-effective alternative for educational and research purposes, specifically focusing on relay control in distribution system modules. The main objective of this study is to design and implement a mini SCADA prototype capable of controlling relays in real-time while evaluating its performance in terms of response speed, control accuracy, and operational reliability. The research employs a quantitative–qualitative experimental method conducted in the Distribution Systems Laboratory of Universitas Malikussaleh, utilizing Arduino Uno, PZEM-004T sensors, relay modules, and LabVIEW software integration for monitoring and controlling. The experimental results show that the system successfully monitored electrical parameters (voltage, current, power, and frequency) with good sensor accuracy (error $\leq 0.03\%$) and effectively activated automatic protection against under/over voltage and over current conditions with fast response according to defined thresholds. These findings highlight that mini SCADA is not only feasible as a practical learning medium but also has potential as an initial model for small-scale distribution control such as microgrids. Furthermore, the study provides empirical evidence that integrating low-cost hardware with open-source software can result in an efficient and functional control system. In conclusion, this research contributes significantly to expanding both theoretical and practical understanding of SCADA–relay integration while opening opportunities for further studies on communication optimization to minimize response delays and strengthen operational resilience in the future.

Keywords: Mini SCADA, Relay, LabVIEW, Power Distribution, Automation.