

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bagian penutup yang menyajikan rangkuman hasil penelitian serta rekomendasi pengembangan sistem. Pembahasan pada bab ini disusun berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem pemantauan listrik kantor *berbasis Internet of Things* (IoT) yang telah diuraikan, meliputi pengujian akurasi sensor, tingkat error pengukuran, kinerja *Quality of Service* (QoS), serta pengujian fungsional sistem secara keseluruhan. Melalui bab ini, penulis merumuskan kesimpulan utama yang menjawab tujuan penelitian sekaligus memberikan saran sebagai bahan pertimbangan untuk pengembangan dan penyempurnaan sistem pada penelitian selanjutnya.

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem monitoring daya listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem monitoring daya listrik berbasis IoT yang dirancang telah berhasil diimplementasikan dan mampu memantau parameter kelistrikan berupa tegangan, arus, daya, energi listrik (kWh), estimasi biaya, serta emisi karbon secara real-time pada tiga jalur kelistrikan yang dilindungi oleh MCB 1, MCB 2, dan MCB 3.
2. Hasil pengujian pengukuran tegangan menunjukkan bahwa sensor PZEM-004T memiliki tingkat akurasi yang tinggi dengan nilai rata-rata akurasi di atas 99% pada seluruh jalur pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa sensor mampu membaca tegangan listrik secara konsisten dan mendekati hasil pengukuran menggunakan alat ukur konvensional.
3. Pengujian pengukuran arus menunjukkan adanya variasi tingkat akurasi yang dipengaruhi oleh karakteristik beban listrik pada masing-masing jalur. Jalur dengan beban yang relatif stabil menghasilkan nilai error yang lebih kecil, sedangkan jalur dengan fluktuasi beban yang tinggi menunjukkan nilai error yang lebih besar. Meskipun demikian, sistem tetap mampu merepresentasikan perubahan arus listrik pada setiap jalur secara real-time.
4. Hasil perhitungan daya listrik menunjukkan bahwa nilai daya yang dihasilkan oleh sistem mobile monitoring memiliki kesesuaian yang baik dengan hasil perhitungan daya berdasarkan alat ukur. Perbedaan nilai yang terjadi masih berada dalam batas toleransi dan dipengaruhi oleh selisih pembacaan tegangan dan arus.
5. Sistem yang dirancang mampu menghitung konsumsi energi listrik (kWh) dan estimasi biaya listrik secara akurat. Kesesuaian nilai antara perhitungan sensor dan tampilan pada

aplikasi mobile menunjukkan bahwa sistem dapat digunakan sebagai alat bantu pemantauan konsumsi energi dan biaya listrik secara periodik.

6. Perhitungan emisi karbon berdasarkan konsumsi energi listrik menunjukkan bahwa sistem mampu mengestimasi emisi CO<sub>2</sub> secara konsisten pada setiap jalur kelistrikan. Informasi emisi karbon ini sangat penting bagi perusahaan untuk memantau dan mengendalikan total emisi karbon bulanan agar tidak melebihi batas yang ditetapkan, yaitu sebesar 2 ton CO<sub>2</sub> per bulan.
7. Hasil pengujian *Quality of Service* (QoS) jaringan berdasarkan standar TIPHON menunjukkan bahwa kualitas jaringan berada pada kategori baik hingga sangat baik. Nilai throughput berada pada kategori sedang, *packet loss* sebesar 0% termasuk kategori sangat bagus, serta nilai *delay* dan *jitter* berada pada kategori bagus. Hal ini menunjukkan bahwa jaringan mampu mendukung komunikasi data sistem monitoring secara stabil dan andal.
8. Secara keseluruhan, sistem monitoring daya listrik berbasis IoT yang dikembangkan telah memenuhi tujuan penelitian, yaitu menyediakan solusi pemantauan kelistrikan yang akurat, real-time, dan terintegrasi, serta mendukung pengelolaan energi listrik dan pengendalian emisi karbon secara berkelanjutan.

## 5.2 Saran

Meskipun sistem telah menunjukkan kinerja yang baik berdasarkan hasil pengujian, masih terdapat beberapa peluang pengembangan untuk penelitian selanjutnya. Disarankan agar dilakukan peningkatan akurasi pengukuran arus dengan menggunakan sensor tambahan atau metode kalibrasi yang lebih presisi untuk menekan nilai error, terutama pada kondisi beban yang fluktuatif. Selain itu, pengujian sistem dalam jangka waktu yang lebih panjang dan pada variasi beban yang lebih besar perlu dilakukan untuk memperoleh gambaran kinerja sistem yang lebih komprehensif.

Dari sisi komunikasi data, pengembangan dapat diarahkan pada optimasi interval pengiriman data dan penerapan mekanisme *data buffering* untuk menjaga stabilitas QoS pada kondisi jaringan yang kurang optimal. Selanjutnya, sistem dapat dikembangkan dengan penambahan fitur analisis data historis dan prediksi konsumsi energi, serta integrasi notifikasi otomatis melalui media lain seperti email atau aplikasi pesan instan. Dengan pengembangan tersebut, diharapkan sistem pemantauan listrik berbasis IoT ini dapat memberikan manfaat yang lebih optimal dalam mendukung efisiensi energi dan keberlanjutan lingkungan di PT. PGAS Telekomunikasi Nusantara RO JABATIM.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Fath, Y., Pahlevi, R. A., Abdillah, A. M., Karim, M. H., & Diantoro, M. (2025). Sistem Monitoring Real-Time pada Pertanian Urban Mandiri Energi Terintegrasi Internet of Things (IoT). *Jurnal Fisika Unand*, 14(1), 52–60.
- Alan, A., Oktavianty, E., & Firdaus, F. (2025). Analisis kemampuan kognitif fisika materi listrik arus searah di SMA Negeri 3 Teluk Keramat. *JURNAL EDUCATION AND DEVELOPMENT*, 13(1), 229–233.
- Ardiansyah, F., Alamin, M. M., Muchibbin, M. R., Farros, M. F. Z., & Hidayat, R. (2025). Studi Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Berbasis Wireshark di Lingkungan Ruang Terbuka Publik. *Nusantara Computer and Design Review*, 3(2), 64–70.
- Azizah, N. (2025). *Menjelajahi Elektronika Dasar dengan Simulasi Proteus*. Selat Media. [https://books.google.com/books?hl=id&lr=&id=XaZMEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Daya+listrik+adalah+laju+penggunaan+energi+listrik+dalam+suatu+rangkaian,+yang+menunjukkan+seberapa+cepat+energi+listrik+dikonversi+menjadi+bentuk+energi+lain+seperti+panas,+cahaya,+atau+gerak+\(Sadiku+%26+Alexander,+2021&ots=giJLPcNyXb&sig=MK7dwofh3-Oaa4bIkth37MsjMmk](https://books.google.com/books?hl=id&lr=&id=XaZMEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Daya+listrik+adalah+laju+penggunaan+energi+listrik+dalam+suatu+rangkaian,+yang+menunjukkan+seberapa+cepat+energi+listrik+dikonversi+menjadi+bentuk+energi+lain+seperti+panas,+cahaya,+atau+gerak+(Sadiku+%26+Alexander,+2021&ots=giJLPcNyXb&sig=MK7dwofh3-Oaa4bIkth37MsjMmk)
- Dinayah, I. P., & Novembrianto, R. (2023). Analisis Penggunaan Listrik Terhadap Emisi Karbon di Lingkungan Kampus UPN" Veteran" Jawa Timur. *Envirous*, 4(1), 122–125.
- Hartanto, H., Hasan, H., Muzakkir, T., Tharam, M. Y., Ilyas, M., & Radwitya, E. (2024). Rancang Bangun Sistem Monitoring Tanaman Lidah Buaya Menggunakan ESP32 Berbasis IoT. *Electrical Network Systems and Sources*, 3(1), 23–31.
- Hidayat, M. T., Utomo, P. E. P., & Hutabarat, B. F. (2024). Implementation of a CNN-trained model for coffee type detection in an Android app with photo input of beans, fruits, and leaves. *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 15(1), 42–52.
- Irfan, A., Nursakti, N., Riskayani, R., Rachmat, Z., & Nurhidayah, F. (2025). Penerapan Metode Quality of Service (QOS) untuk Menganalisis Kualitas Jaringan Wireless di STMIK Amika Soppeng. *Jurnal Minfo Polgan*, 14(1), 585–594.
- Jokanan, J. W., Widodo, A., Kholis, N., & Rakhmawati, L. (2022). Rancang bangun alat monitoring daya listrik berbasis IoT menggunakan firebase dan aplikasi. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(1), 47–55.

- Kurniawan, H., & Sutanto, Y. (2022). Perancangan dan Pembuatan Smart Garden Lamp Berbasis *Internet of Things* (IoT) Menggunakan Mikrokontroler Untuk Efisiensi Penggunaan Energi Listrik. *Respati*, 17(2), 58–65.
- Laurentinus, L., Rizan, O., Hamidah, H., & Sarwindah, S. (2024). Desain Sistem Monitoring Gardu Listrik Kota Pangkalpinang berbasis Platform Android. *REMIK: Riset Dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, 8(1), 260–273.
- Lestari, M., Irwan, I., & Pratiwi, I. R. (2024). Sistem Pemantauan Daya Listrik Berbasis Website. *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, 2(1), 61–70.
- Manurung, S. H., Marliyah, M., & Nasution, M. S. A. (2025). Analisis Pengaruh Sistem Monitoring Terhadap Kelancaran Pembayaran Kredit Usaha Rakyat (KUR) di Bank Syariah Indonesia KCP Setia Budi. *JPEK (Jurnal Pendidikan Ekonomi Dan Kewirausahaan)*, 9(3), 990–1006.
- MARDIATI, D., & SAPUTRA, Y. (2025). Implementasi sistem informasi manajemen klinik menggunakan metode black box testing. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 13(1). <https://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jitet/article/view/6015>
- Nasrudin, D., Setiawan, A., & Rahmat Fadhli, E. M. (2024). *Pendidikan Energi*. Indonesia Emas Group. <https://books.google.com/books?hl=id&lr=&id=sHvsEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA72&dq=Nasrudin+et+al.,+2022+energy+listrik&ots=w8LMERQSpB&sig=XTv4yksZnpoL99BpIKBG4gohP8Y>
- Natasya, A. R. (2025). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis Internet of Things Menggunakan Protokol Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)* [PhD Thesis, Universitas Hayam Wuruk Perbanas]. <http://eprints.perbanas.ac.id/12990/>
- Nurfauziah, H., & Jamaliyah, I. (2022). Perbandingan metode testing antara blackbox dengan whitebox pada sebuah sistem informasi. *Jurnal Visualika*, 8(2), 105–113.
- Pradipta, K. A., Santiary, P. A. W., & Teresna, I. W. (2023). *Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Suhu pada Alat Pirolisis Berbasis Internet of Things* [PhD Thesis, Politeknik Negeri Bali]. <https://repository.pnb.ac.id/id/eprint/8575/>
- Prasetyo, D., Fachri, M., Ramadhani, N., Damastuti, F. A., Hariadi, M., & Mutiaz, I. R. (2023). Digital Twin Framework for Human to Environment Interaction in Interactive Spaces. *2023 Eighth International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, 1–6. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10382118/>
- Purba, I. B., Putra, H. A., & Da Cruz, L. S. (2025). Tinjauan sistem monitoring dan manajemen perawatan mesin kapal: integrasi teknologi digital dan pendekatan prediktif: review of

- ship engine maintenance monitoring and management systems: integration of digital technology and predictive approaches. *Blueprint Journal*, 1(3), 99–104.
- Putra, A. E., & Suryana, N. (2023). Design of home control system *prototype* using Arduino uno microcontroller based on smartphone. *JESII: Journal of Elektronik Sistem InformasI*, 1(1), 11–21.
- Rasyid, M., & Kristina, A. (2021). Estimation of demand system for household energy consumption: Empirical evidence from Indonesia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(6), 289–295.
- Rifa'i, R., Lestari, W., & Maulindar, J. (2025). Implementasi *Internet of Things* untuk Sistem Pemantauan dan Optimasi Energi Rumah Tangga. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 5(3), 5540–5554.
- Setiawan, D., Jaya, H., Nurarif, S., Syahputra, T., & Syahril, M. (2022). Implementasi Esp32-Cam Dan Blynk Pada Wifi Door Lock System Menggunakanteknik Duplex. *Journal of Science and Social Research*, 5(1), 159–164.
- Setiawan, P. R., Ramadhan, R. A., & Labellapansa, A. (2022). Pelatihan Pemrograman Flutter. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Penerapan Ilmu Pengetahuan*, 3(1), 22–27.
- Sidiq, M. F. (2023). ANALISIS PERBANDINGAN KARAKTERISTIK ARUS DAN TEGANGAN PADA RANGKAIAN LISTRIK SERI DAN PARALEL. *Tatal*, 2(01). <https://e-jurnal.unisfat.ac.id/index.php/TATAL/article/view/97>
- Wonohadidjojo, D. M., & Wibawa, J. A. (2023). Sistem Pemantauan dan Pengendalian Alat Elektronik Dengan Stop Kontak Pintar Menggunakan Aplikasi Smartphone. *JUSTIN (Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 11(2), 330–338.