

Implementasi Sistem Pemantauan Energi Kendaraan Listrik Berbasis Lora Pada Area Kompetisi Terbatas Internet

Oleh:

Achmad Rifa'i

Indah Sulistiyowati, ST., MT.

Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Februari, 2026



Pendahuluan



Perkembangan kendaraan listrik di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring dengan upaya global dalam mengurangi emisi karbon dan ketergantungan terhadap bahan bakar minyak. Melalui ajang kompetisi seperti Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) dan Shell Eco-Marathon (SEM), mahasiswa dari berbagai perguruan tinggi berinovasi menciptakan kendaraan yang hemat energi dan ramah lingkungan.

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA) melalui IMEI Team aktif mengembangkan kendaraan listrik hemat energi. Namun, dalam pengembangannya tim menghadapi kendala dalam memperoleh data konsumsi energi kendaraan secara real-time di lintasan uji maupun saat perlombaan. Akibatnya, analisis performa dan strategi berkendara belum dapat dilakukan secara optimal selama kompetisi berlangsung.

Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem monitoring energi berbasis LoRa (Long Range). Teknologi ini memungkinkan pengiriman data tegangan, arus, daya, dan energi secara real-time tanpa memerlukan koneksi internet, sehingga tim dapat memantau dan menganalisis performa kendaraan secara langsung di area kompetisi.

Pertanyaan Penelitian (Rumusan Masalah)

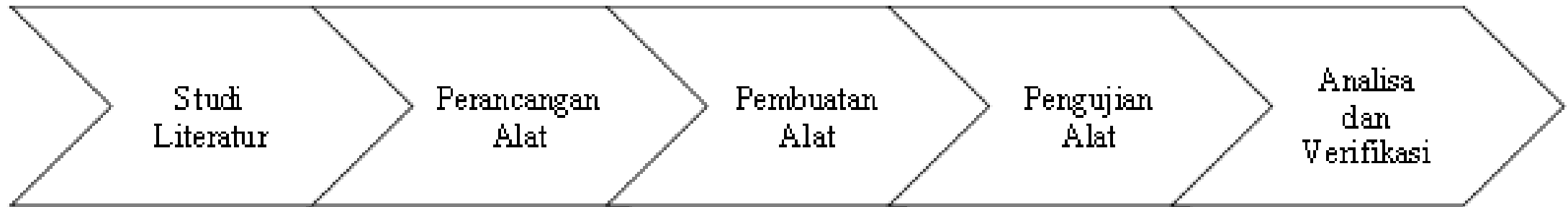
- 1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan energi yang mampu mengukur tegangan, arus, daya, dan energi kendaraan listrik secara real-time?**
- 2. Bagaimana menerapkan komunikasi nirkabel berbasis LoRa (Long Range) agar data hasil pengukuran dapat dikirim dari kendaraan listrik ke tempat pemantauan dengan jangkauan luas tanpa bergantung pada koneksi internet?**
- 3. Bagaimana sistem monitoring ini dapat memberikan hasil pengukuran yang akurat dan stabil untuk mendukung analisis efisiensi energi kendaraan selama kompetisi berlangsung?**

Metode

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh dasar teori mengenai sistem monitoring energi, sensor arus dan tegangan, ESP32, serta komunikasi LoRa sebagai acuan perancangan sistem tanpa internet.

Tahap pembuatan meliputi perakitan rangkaian sesuai desain serta pemrograman ESP32 untuk membaca sensor, menghitung daya dan energi, dan mengirim data melalui LoRa.

Analisa dan verifikasi dilakukan untuk mengevaluasi tingkat akurasi, keandalan transmisi data, serta memastikan sistem bekerja optimal tanpa koneksi internet.



Pada tahap ini dirancang sistem yang terdiri dari unit transmitter dan receiver, dimana data arus dan tegangan diproses oleh ESP32 lalu dikirim melalui LoRa untuk ditampilkan secara real-time.

Pengujian dilakukan untuk memastikan akurasi sensor, kestabilan komunikasi LoRa, dan kesesuaian data antara transmitter dan receiver.

Hasil

Pada tahap hasil, sistem monitoring energi berbasis LoRa telah berhasil dirancang dan diimplementasikan pada kendaraan listrik. Sistem mampu mengukur parameter tegangan, arus, daya, dan energi secara real-time menggunakan sensor CT, rangkaian pembagi tegangan, serta modul ADS1115 yang terhubung ke ESP32. Data yang diperoleh kemudian berhasil dikirimkan secara nirkabel menggunakan LoRa RA-02 dan ditampilkan pada sisi receiver.

Berdasarkan pengujian, sensor tegangan memiliki rata-rata error sekitar $\pm 0,05\%$, sedangkan sensor arus memiliki rata-rata error $\pm 1,97\%$. Komunikasi LoRa mampu bekerja stabil hingga jarak ± 500 meter dengan RSSI -102 dBm. Sistem juga mampu menghitung daya dan energi secara konsisten sesuai perubahan beban dan waktu operasi kendaraan.

Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang baik dan layak digunakan untuk monitoring energi kendaraan listrik pada kompetisi. Nilai error yang rendah membuktikan bahwa rangkaian sensor dan proses kalibrasi berjalan dengan optimal. Perhitungan daya dan energi yang meningkat proporsional terhadap waktu menunjukkan algoritma bekerja dengan benar.

Dari sisi komunikasi, LoRa terbukti efektif digunakan pada area kompetisi tanpa koneksi internet. Meskipun terdapat keterbatasan jarak di atas 500 meter, sistem tetap mampu melakukan pengukuran dan perhitungan secara mandiri pada sisi transmitter. Hal ini menjadi keunggulan dibandingkan sistem berbasis IoT yang bergantung pada jaringan internet.

Temuan Penting Penelitian

Penelitian ini menghasilkan sistem monitoring energi kendaraan listrik berbasis LoRa yang mampu bekerja tanpa koneksi internet, sehingga sangat cocok digunakan pada kompetisi seperti KMHE. Sistem berhasil mengukur tegangan, arus, daya, dan energi secara real-time dengan tingkat akurasi tinggi (error tegangan $\pm 0,05\%$ dan arus $\pm 1,97\%$).

Selain itu, komunikasi menggunakan modul LoRa RA-02 frekuensi 433 MHz mampu mentransmisikan data hingga jarak ± 500 meter secara stabil. Keunggulan utama sistem ini adalah tetap dapat melakukan pengukuran dan perhitungan energi meskipun koneksi komunikasi terputus, sehingga menjamin keandalan data selama pengujian maupun kompetisi.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan solusi sistem monitoring energi kendaraan listrik yang dapat digunakan pada area kompetisi tanpa ketergantungan jaringan internet. Sistem ini membantu tim dalam memantau konsumsi energi secara real-time sehingga dapat mendukung analisis performa kendaraan dan efisiensi penggunaan daya selama pengujian maupun lomba.

Selain itu, data tegangan, arus, daya, dan energi yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar evaluasi strategi berkendara dan optimasi manajemen energi. Dengan demikian, sistem ini berkontribusi dalam peningkatan performa kendaraan pada kompetisi kendaraan hemat energi seperti KMHE serta mendukung pengembangan teknologi monitoring energi berbasis LoRa yang lebih andal dan efisien.

Referensi

- [1] N.-T. Hoang, H.-P. Vo, P.-T. Le, C.-L. Tran, N.-D. Trinh, and T.-A.-D. Pham, "The Innovative Design of the Electric Vehicles for Shell Eco-Marathon Asia Contest," in *2022 6th International Conference on Green Technology and Sustainable Development (GTSD)*, 2022, pp. 296–302. doi: 10.1109/GTSD54989.2022.9988988.
- [2] A. Dukenderov, A. Abilez, A. Onabek, A. Aitbayev, Y. Baimukhan, and E. Shehab, "Systems Engineering Approach for Designing Electrical Vehicle for Shell Eco-Marathon," in *2023 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)*, 2023, pp. 451–456. doi: 10.1109/SIST58284.2023.10223502.
- [3] S. Iliev and D. Lyubenov, "Investigation Dynamic Characteristics of Electric Vehicle Participating in the Competition Shell Eco-Marathon," in *2022 International Conference on Communications, Information, Electronic and Energy Systems (CIEES)*, 2022, pp. 1–4. doi: 10.1109/CIEES55704.2022.9990721.
- [4] S. Sabarad and S. Sanyal, "Establishing an optimal eco-driving strategy for an electric vehicle through testbed simulation — A case study from Shell Eco-Marathon 2018," in *2019 IEEE Students Conference on Engineering and Systems (SCES)*, 2019, pp. 1–6. doi: 10.1109/SCES46477.2019.8977209.
- [5] J. Wang, "Research on Monitoring Strategy of New Energy Vehicle Power System Based on the Internet of Things," in *2022 2nd International Signal Processing, Communications and Engineering Management Conference (ISPCEM)*, 2022, pp. 105–108. doi: 10.1109/ISPCEM57418.2022.00027.
- [6] M. A. Fudin, I. Sulistiyowati, and A. H. Falah, "IoT Integrated Electric Car Energy Monitoring System: Case Study of IMEI TEAM UMSIDA," *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 6, no. 2, pp. 189–195, 2024, doi: 10.37905/jjee.v6i2.25198.
- [7] Z. J. R. Kamoona and M. Ilyas, "Investigating the Performance of LoRa Communication for Nominal LoRa and Interleaved Chirp Spreading LoRa," in *2022 International Conference on Artificial Intelligence of Things (ICAIoT)*, 2022, pp. 1–7. doi: 10.1109/ICAIoT57170.2022.10121818.
- [8] Y. Liu, J. Cai, and M. Qiu, "Research on low-power and low-cost smart animal husbandry positioning system based on LoRa transmission," in *2025 5th International Symposium on Computer Technology and Information Science (ISCTIS)*, 2025, pp. 571–575. doi: 10.1109/ISCTIS65944.2025.11065437.
- [9] K. P. Kamble, "LoRa Communication based Wireless Sensor Monitoring system," in *2022 International Conference on Sustainable Computing and Data Communication Systems (ICSCDS)*, 2022, pp. 1127–1131. doi: 10.1109/ICSCDS53736.2022.9760796.
- [10] H. Aghajari, S. Ahmadinabi, H. B. Babadegani, and M. N. Soorki, "Empirical Performance Analysis and Channel Modeling of UAV-Assisted LoRa Networks," in *2022 30th International Conference on Electrical Engineering (ICEE)*, 2022, pp. 463–468. doi: 10.1109/ICEE55646.2022.9827258.

