

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini penting untuk memberikan konteks dan pemahaman awal tentang penelitian karena membahas latar belakang masalah, identifikasi masalah, tujuan penelitian, kebaruan, dan kerangka penulisan.

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan kendaraan listrik (*Electric Vehicle*) di Indonesia mengalami pertumbuhan pesat, bersamaan dengan keluarnya Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 yang bertujuan untuk mempercepat program kendaraan listrik berbasis baterai. *E-cargo bike* merupakan salah satu varian kendaraan listrik yang popularitasnya kian meningkat. Kendaraan ini berperan sebagai solusi logistik berwawasan lingkungan yang bertujuan untuk menekan emisi karbon serta mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil (Aziz et al., 2020; Derisman & Ridha Fauzi, 2022). Namun, pemantauan konsumsi energi yang akurat dan *real-time* masih menjadi tantangan utama dalam meningkatkan efisiensi operasional kendaraan ini.

Untuk memastikan efisiensi penggunaan energi, diperlukan sistem pemantauan daya yang mampu mengukur tegangan (V), arus (A), kapasitas baterai (Ah), dan konsumsi energi (Wh) secara *real-time*. Kebutuhan akan sistem monitoring baterai ini krusial tidak hanya pada level residensial, tetapi juga pada level komersial untuk menunjang operasional secara efektif (Burgio et al., 2023). Salah satu solusi yang umum digunakan adalah *energy meter*, yang berfungsi sebagai alat pemantau konsumsi energi dalam sistem kendaraan listrik (Mardiansyah, 2022). Namun, sebagian besar modul *energy meter* komersial yang tersedia saat ini belum ada yang mendukung spesifikasi tersebut, sedangkan *e-cargo bike* membutuhkan modul dengan rentang pengukuran 50-100V / 0-30A untuk memastikan kinerja optimal (Ristiana et al., 2024).

Saat ini, belum tersedia *energy meter* komersial yang secara khusus dirancang untuk kendaraan listrik seperti *e-cargo bike*, terutama yang memiliki rentang pengukuran 50-100V / 0-30A serta menggunakan metode perhitungan

konsumsi energi berbasis integrasi numerik. Sebagian besar *energy meter* di pasaran lebih berfokus pada pemantauan daya listrik rumah tangga atau sistem industri, yang memiliki beban relatif stabil dibandingkan kendaraan listrik (Ristiana, 2024). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan modul *energy meter* yang lebih sesuai untuk kendaraan listrik, dengan kemampuan pemantauan konsumsi daya secara real-time serta tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan produk yang telah ada.

Selain keterbatasan dalam rentang pengukuran, metode perhitungan yang digunakan oleh sebagian besar *energy meter* konvensional masih berbasis rata-rata sederhana. Metode ini cukup efektif untuk sistem dengan beban tetap atau konstan, tetapi dalam kondisi beban dinamis, akurasinya dapat menurun secara signifikan (Zulfadli et al., 2021). Akibatnya, pengukuran konsumsi energi menjadi kurang presisi, yang berpotensi menyebabkan tidak efisien dalam pengelolaan daya dan penurunan umur baterai.

Untuk meningkatkan akurasi pengukuran energi dalam sistem *e-cargo bike*, penelitian ini mengusulkan penggunaan Metode integrasi numerik sebagai pendekatan dalam perhitungan kapasitas baterai dan konsumsi daya listrik. Metode ini dipilih karena implementasinya yang sederhana dalam sistem tertanam (*embedded system*), serta kemampuannya dalam melakukan perhitungan berbasis integral numerik tanpa memerlukan komputasi yang kompleks (Yahya et al., 2019). Meskipun demikian, metode ini juga memiliki keterbatasan dalam menangani perubahan beban yang cepat, sehingga perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut terhadap keakuratan pengukurannya.

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan sistem pemantauan energi yang lebih akurat dan terintegrasi, berbagai penelitian telah mengembangkan *smart energy meter* berbasis *IoT*, yang memungkinkan pemantauan konsumsi energi secara real-time melalui jaringan internet dan aplikasi berbasis *Android* (Fadlu Rahman et al., n.d.; Soedjarwanto et al., 2024). Namun, sistem ini lebih banyak diterapkan dalam pemantauan daya listrik rumah tangga, bukan pada kendaraan listrik yang memiliki karakteristik konsumsi daya yang lebih dinamis dan kompleks (Irsyadi et al., 2024).

Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk membuat modul energi (*energy meter*) dengan rentang 50-100V / 0-30A yang menggunakan integrasi numerik. Dengan pendekatan ini, diharapkan akurasi pemantauan energi pada *e-cargo bike* dapat ditingkatkan, mendukung manajemen daya yang lebih efisien, serta memperpanjang umur baterai, sehingga kendaraan listrik dapat digunakan secara lebih optimal.

1.2 Identifikasi Masalah

Dalam penelitian ini, kendala utama yang ditemukan adalah akurasi pengukuran kapasitas baterai dan konsumsi energi pada *energy meter* untuk *e-cargo bike* yang belum optimal, serta belum adanya analisis mendalam mengenai efektivitas metode integrasi numerik yang telah diterapkan. Selain itu, integrasi *energy meter* dengan sistem kendaraan listrik masih perlu dikaji lebih lanjut agar dapat digunakan secara efektif dalam operasional kendaraan listrik.

1.2.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan modul *energy meter* yang dapat membaca dan menganalisis parameter energi secara *real-time*?
2. Bagaimana mengukur akurasi *energy meter* yang dikembangkan?
3. Bagaimana melakukan pengujian terhadap modul *energy meter* agar dapat digunakan secara optimal dalam *e-cargo bike*?

1.2.2 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus dan kejelasan, ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada beberapa aspek. Batasan-batasan masalahnya adalah sebagai berikut.

1. Sistem kendaraan listrik yang diuji terbatas pada *e-cargo bike* dengan spesifikasi tertentu.
2. Rentang pengukuran *energy meter* yang dikembangkan adalah 50-100V untuk tegangan dan 0-30 untuk arus.

3. Tidak mencakup integrasi sistem *IoT* untuk pemantauan berbasis *cloud*, melainkan hanya pemantauan melalui tampilan *display*.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, berikut adalah tujuan penelitian ini.

1. Tersedianya modul *energy meter* yang dapat mengukur tegangan, arus, kapasitas baterai, dan konsumsi daya listrik secara *real-time* dalam rentang 50-100V / 0-30A.
2. Mengetahui kinerja algoritma perhitungan konsumsi daya berbasis metode *integrasi numerik* untuk meningkatkan akurasi.
3. Mengetahui tingkat akurasi *energy meter* yang dikembangkan melalui serangkaian pengujian.

1.4 Manfaat Penelitian

Berikut adalah rangkuman dan penjelasan keuntungan dari penelitian ini bagi tiga pihak: masyarakat, peneliti, dan ilmu pengetahuan.

1.4.1 Manfaat bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat dalam beberapa hal, seperti berikut.

1. Meningkatkan efisiensi kendaraan listrik dengan sistem pemantauan energi yang lebih akurat.
2. Mendukung penggunaan kendaraan listrik untuk transportasi ramah lingkungan.

1.4.2 Manfaat bagi Peneliti

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu peneliti dalam hal berikut.

1. Menjadi referensi dalam pengembangan sistem pemantauan energi listrik untuk kendaraan listrik.

2. Mendukung pengembangan teknologi sistem tertanam dalam pemantauan konsumsi daya listrik.

1.4.3 Manfaat bagi Ilmu Pengetahuan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menguntungkan beberapa bidang ilmu pengetahuan, antara lain sebagai berikut.

1. Menambah kajian mengenai penggunaan metode integrasi numerik dalam pengukuran energi listrik.
2. Mengembangkan studi tentang efisiensi daya kendaraan listrik berbasis *energy meter*.

1.5 Kebaruan

Kebaruan dari penelitian ini adalah pengembangan modul *energy meter* berbasis sistem tertanam yang dapat membaca parameter energi secara akurat dengan tampilan *real-time* pada layar *OLED*. Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi akurasi *energy meter*.

1.6 Kerangka Penulisan

Panduan yang dibuat oleh Lembaga Penjamin Mutu Universitas Pembangunan Jaya digunakan dalam penyusunan laporan ini. Ini juga selaras dengan adendum mengenai sistematika penulisan Program Studi Informatika, yang mencakup enam bab.

BAB I PENDAHULUAN

Latar belakang masalah, identifikasi masalah, tujuan penelitian, kebaruan, dan kerangka penulisan merupakan beberapa subbab dalam bab ini yang memberikan penjelasan mengenai konteks dan tujuan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini, terdapat sub-bab yang membahas penelitian sebelumnya dan tinjauan teoritis yang mendukung kerangka penelitian.

BAB III TAHAPAN PELAKSANAAN

Dalam bab ini, diuraikan semua langkah-langkah yang diambil untuk melakukan penelitian hingga selesai, dan diberikan penjelasan tentang metode penelitian yang dipilih.

BAB IV PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan berbagai tahapan yang dilakukan dalam proses pengembangan sistem pada penelitian ini.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Temuan dan analisis penelitian dibahas dalam bab ini, bersama dengan deskripsi hasil penelitian dan spesifikasi sistem yang berhasil dibangun.

BAB VI KESIMPULAN

Uraian bab ini mencakup sejumlah rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut serta temuan penelitian yang dinyatakan secara ringkas.

