

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor teknologi transportasi modern menuntut efisiensi energi dan kemudahan dalam operasional, salah satunya melalui penggunaan *Electric Wheelbarrow*. Alat ini dirancang untuk mengurangi beban fisik bagi pekerja di lokasi perkebunan dan konstruksi. Sebagai kendaraan yang beroperasi dengan tenaga listrik, kinerja *Electric Wheelbarrow* sangat dipengaruhi oleh kondisi baterai. *Electric Wheelbarrow* ini menggunakan baterai jenis *Lead-Acid* dengan tegangan 48V, yang dikenal memiliki daya tahan mekanis yang baik dan biaya yang terjangkau.

Namun, tantangan utama yang sering dihadapi oleh operator adalah kurangnya informasi tentang indikator baterai saat proses pengisian berlangsung. Sebagian besar pengisi daya yang sudah tersedia secara umum kini hanya memiliki indikator sederhana berupa lampu *LED* merah untuk proses pengisian dan lampu *LED* hijau untuk penuh. Kurangnya data asli mengenai nilai tegangan saat ini, arus masuk, dan *persentase* kapasitas baterai yang sesungguhnya dapat mempercepat usia umur baterai karena risiko gagal dalam pengisian. Sementara itu, penelitian tentang pemantauan baterai saat ini lebih banyak menggunakan arsitektur berbasis *Internet of Things* (IoT). Platform IoT membutuhkan koneksi internet nirkabel yang stabil Wi-Fi agar data bisa diakses melalui smartphone atau gadget. Penerapan teknologi IoT kurang tepat jika digunakan pada *Electric Wheelbarrow* yang beroperasi di daerah terpencil atau luar ruangan yang minim akses internet.

Oleh karena itu, dibutuhkan pengembangan alat mandiri berupa sistem pemantauan pengisian baterai secara *offline*. Sistem pemantauan secara langsung ini dikembangkan dengan kombinasi sensor PZEM-017 DC yang berfungsi sebagai unit pembaca arus dan tegangan utama yang sangat dapat diandalkan. Untuk meningkatkan efisiensi perintah kerja sistem, sistem ini dirancang menggunakan metode *Multi-Microcontroller* berbasis

komunikasi serial UART lokal, yang melibatkan ESP32 NodeMCU sebagai pengolah data dari sensor utama dan Arduino Uno R3 sebagai kontrol visual pada layar monitor LCD TFT ukuran 2,4 inci. Dengan sistem pemantauan *offline* yang terintegrasi ini, operator dapat memantau nilai visual pengisian baterai secara langsung di lokasi kerja untuk menjaga umur pemakaian baterai secara optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengintegrasikan perangkat keras sensor PZEM-017 DC, *mikrokontroler* ESP32, Arduino Uno, dan layar LCD TFT 2.4 Inchi menjadi sistem pemantauan pengisian luring yang akurat?
2. Bagaimana mengimplementasikan komunikasi serial UART antar-mikrokontroler *Master-Slave* untuk mentransmisikan data arus dan tegangan baterai tanpa terjadi kehilangan data data corrupt?
3. Berapa tingkat *persentase* kesalahan *error rate* pembacaan parameter tegangan dan arus pada sensor PZEM-017 dibandingkan dengan multimeter?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai melalui pelaksanaan penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Merealisasikan rancang bangun fisik instrumen *box panel* pemantauan pengisian baterai *Lead-Acid* 48V secara luring pada unit *Electric Wheelbarrow*.
2. Membangun sistem komunikasi data serial lokal terisolasi antara ESP32 (*Master*) dan Arduino Uno (*Slave*) untuk menjamin kelancaran pembacaan data visual secara *real-time*.
3. Mengetahui nilai eror akurasi sensor PZEM-017 DC secara akurat.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari hasil penelitian rancang bangun sistem ini adalah:

1. Mempermudah pengawasan kondisi asli *electric wheelbarrow* saat proses pengisian daya maupun saat operasional kerja lewat satu layar display terpadu.
2. Menjadi referensi akademis tambahan dalam pengembangan aplikasi teknologi kendaraan listrik *electric vehicle* berskala mikro, khususnya mengenai optimasi komunikasi data *Multi-Microcontroller*.
3. Memberikan inovasi rancangan sistem kontrol secara langsung yang ringkas, murah, dan andal untuk diterapkan pada alat-alat bantu mekanis di sektor industri maupun pertanian kelak.

1.5 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penelitian ini lebih terarah dan tidak meluas, maka diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Sumber daya sirkuit pengisian menggunakan perangkat *charger* otomatis eksternal berspesifikasi output 48V 12Ah dengan suplai input dari jaringan PLN 220V AC.
2. Parameter elektrik baterai yang dimonitor oleh sensor PZEM-017 dibatasi pada variabel tegangan (*Volt*), arus (*Ampere*), dan *persentase* kapasitas baterai (%).
3. Penelitian ini berfokus pada peran ESP 32 sebagai *Master* pengolah data kelistrikan luring dan penerima interkoneksi serial UART. Pembahasan mendalam mengenai kalibrasi sensor *load cell* (subsistem timbangan) dan pemrograman driver motor BLDC (subsistem kecepatan) merupakan bagian dari penelitian subsistem yang terpisah.