

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan baterai lithium terus berkembang seiring meningkatnya kebutuhan energi portabel dan ramah lingkungan pada berbagai sektor, mulai dari kendaraan listrik, perangkat elektronik, hingga sistem penyimpanan energi terbarukan. Keunggulan utama baterai lithium terletak pada densitas energi yang tinggi, bobot yang ringan, dan siklus hidup yang panjang. Namun demikian, baterai ini juga memiliki kerentanan terhadap degradasi performa akibat kondisi pengisian yang tidak terkontrol, suhu ekstrem, atau siklus penggunaan yang berlebihan. Tanpa sistem pemantauan yang memadai, risiko seperti penurunan kapasitas, overcharging, bahkan kegagalan termal dapat terjadi, yang berpotensi membahayakan keselamatan pengguna.

Salah satu tantangan utama dalam pengoperasian baterai lithium, khususnya pada kendaraan listrik seperti sepeda listrik, adalah ketiadaan sistem pemantauan kesehatan baterai (*battery health monitoring*) yang mampu memberikan informasi real-time mengenai parameter penting seperti tegangan, arus, State of Charge (SOC), dan State of Health (SOH)[1]. Sistem Manajemen Baterai (Battery Management System/BMS) konvensional umumnya hanya menawarkan fitur proteksi dasar tanpa memberikan visibilitas menyeluruh terhadap kondisi baterai secara dinamis. Selain itu, pendekatan pemantauan berbasis perangkat lokal memiliki keterbatasan dalam hal fleksibilitas akses dan integrasi data historis.

Seiring berkembangnya teknologi Internet of Things (IoT), pendekatan pemantauan berbasis jaringan mulai banyak digunakan. Sistem

ini memungkinkan pemantauan jarak jauh, pencatatan data secara otomatis, serta integrasi dengan antarmuka visual untuk analisis dan pengambilan keputusan. Berbagai studi sebelumnya telah menggunakan protokol komunikasi seperti Wi-Fi, GSM, LoRa, hingga Bluetooth, namun protokol MQTT menawarkan keunggulan dalam hal efisiensi data, kecepatan komunikasi, dan kemudahan integrasi dengan platform seperti Node-RED. Meskipun demikian, penerapan MQTT dalam sistem pemantauan baterai sepeda listrik masih terbatas dan belum banyak dikaji secara mendalam.

Berdasarkan permasalahan tersebut, skripsi ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan kesehatan baterai lithium berbasis ESP-32 yang ditujukan untuk sepeda listrik. Sistem ini menggunakan rangkaian voltage divider untuk pengukuran tegangan, sensor arus ACS758 berbasis efek Hall, serta metode *coulomb counting* manual untuk menghitung nilai SOC dan SOH. Seluruh data dikirimkan menggunakan protokol MQTT dan divisualisasikan melalui platform Node-RED, yang memungkinkan akses real-time dari perangkat yang terhubung jaringan. Dengan pendekatan ini, diharapkan sistem mampu meningkatkan keandalan pemantauan baterai, memperpanjang usia pakai, serta meningkatkan efisiensi penggunaan energi dalam kendaraan listrik.

1.2 Perumusan Masalah

Seiring dengan meningkatnya penggunaan baterai lithium dalam berbagai aplikasi seperti kendaraan listrik, perangkat elektronik portabel, dan sistem penyimpanan energi terbarukan, terdapat sejumlah tantangan dalam memastikan keamanan dan efisiensi penggunaan baterai ini. Baterai lithium, meskipun memiliki kinerja yang baik, rentan terhadap masalah degradasi, seperti overheating, overcharging, dan penurunan kapasitas jika tidak

dipantau dengan baik. Permasalahan-permasalahan ini dapat memengaruhi masa pakai baterai, menurunkan kinerjanya, dan bahkan menimbulkan risiko keselamatan. Beberapa masalah yang menjadi fokus dalam penelitian ini meliputi:

1. Bagaimana cara memantau kondisi baterai secara real time?
2. Bagaimana cara mengumpulkan parameter dari baterai?
3. Bagaimana cara memanfaatkan teknologi IoT untuk memantau kondisi baterai dari jarak jauh?

1.3 Batasan Masalah

Dalam skripsi ini, terdapat beberapa batasan masalah yang ditetapkan untuk memastikan fokus skripsi. Batasan-batasan ini mencakup aspek-aspek yang akan diteliti serta elemen-elemen yang tidak akan menjadi fokus utama dari penelitian ini. Berikut adalah batasan masalah yang ditetapkan:

1. Skripsi ini akan terfokus pada pemantauan kesehatan baterai lithium. Aki basah dan aki VRLA akan dijadikan sebagai pembanding.
2. Parameter yang akan dipantau meliputi tegangan, arus, SOC dan SOH baterai. Parameter lain yang mungkin terkait, seperti kelembaban dan tekanan, tidak akan dimasukkan dalam sistem ini untuk menjaga fokus penelitian.
3. Sistem pemantauan yang dikembangkan akan menggunakan sensor-sensor berbasis analog dan digital yang sederhana. Penggunaan sensor yang lebih kompleks atau mahal, seperti sensor berbasis fotonik, tidak akan dipertimbangkan dalam penelitian ini.

4. Skripsi ini akan menggunakan platform komunikasi data tertentu seperti MQTT untuk pengolahan dan penyimpanan data. Platform lain yang tidak tercakup dalam daftar ini tidak akan dibahas dalam skripsi ini.

1.4 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah merancang dan mengembangkan sistem pemantauan kesehatan baterai berbasis Internet of Things (IoT), yang berfokus pada baterai lithium. Sistem ini akan memantau parameter penting seperti tegangan, arus, dan suhu secara real-time, serta memberikan peringatan dini jika terjadi kondisi abnormal seperti overcharging atau overheating. Dengan menggunakan mikrokontroler ESP32, data dari sensor akan dikirim ke platform komunikasi data seperti MQTT, memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi baterai dari jarak jauh. Selain itu, algoritma akan digunakan untuk menghitung State of Charge (SOC) dan State of Health (SOH) baterai, membantu dalam pemeliharaan dan perpanjangan masa pakai baterai.

1.5 Relevansi

Relevansi dari ide penelitian ini sangat erat kaitannya dengan tren peningkatan penggunaan teknologi baterai lithium dalam berbagai bidang, seperti kendaraan listrik, perangkat portabel, dan energi terbarukan. Baterai lithium- menjadi pilihan utama karena kapasitasnya yang tinggi dan siklus hidup yang panjang, tetapi masalah terkait keselamatan dan efisiensi masih menjadi tantangan penting. Teknologi pemantauan kesehatan baterai berbasis Internet of Things (IoT) semakin relevan karena memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi baterai secara real-time, mendeteksi potensi

masalah lebih awal, dan meningkatkan masa pakai baterai dengan pemeliharaan yang lebih baik.

1.6 Metodologi Perancangan Alat

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Studi Literatur

Tahap awal penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur terkait teknologi baterai lithium, sistem pemantauan kesehatan baterai (SOC dan SOH baterai), dan pemanfaatan IoT dalam manajemen daya. Literatur ini mencakup jurnal ilmiah, buku, dan artikel teknis yang membahas baterai lithium. Dari analisis ini, dilakukan identifikasi kebutuhan sistem, seperti parameter baterai yang harus dipantau (tegangan, arus, SOC, SOH), serta teknologi yang relevan untuk mengembangkan alat pemantauan berbasis IoT.

2. Perancangan Alat

Membuat diagram blok sistem, merancang alur kerja sistem dan mendesain rangkaian elektronik dan hardware yang akan digunakan.

3. Konstruksi Alat

Perakitan hardware sesuai dengan rancangan yang sudah dibuat (alur kerja alat dan rangkaian pengendali)

4. Pengukuran dan Pengujian Alat

Setelah perangkat keras dan perangkat lunak selesai dirancang, dilakukan pengujian terhadap sistem pemantauan untuk memastikan bahwa alat bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan

5. Pembuatan Buku

Hasil akhir dari penelitian ini akan didokumentasikan dalam buku skripsi, yang mencakup seluruh tahap perancangan, pengujian, dan evaluasi

sistem. Buku ini akan memuat penjelasan detail tentang komponen yang digunakan, metode yang diterapkan, hasil pengujian, serta kesimpulan dari penelitian.

1.7 Sistematika Penulisan

Dalam sistematika penulisan proposal terdapat penjelasan bab-bab yang akan dibahas dalam penulisan proposal, antara lain :

BAB I : Pendahuluan

Bab ini berisi pendahuluan, Latar belakang, Perumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan, Relevansi, Metodologi Perancangan Alat, dan Sistematika penulisan.

BAB II : Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi teori dan tinjauan pustaka yang mendukung dalam perancangan alat

BAB III : Perancangan Alat

Bab ini berisi tentang metode perancangan perangkat keras dan lunak

BAB IV : Pengukuran dan Pengujian Alat

Bab ini menyajikan hasil pengukuran dan pengujian alat yang telah dibuat

BAB V : Kesimpulan

Bab ini berisi kesimpulan dari perencanaan pembuatan alat, pengambilan data, dan analisis terhadap data tersebut.