

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan masyarakat modern, baterai merupakan salah satu kebutuhan yang cukup penting. Salah satu baterai yang paling banyak dikembangkan adalah baterai sekunder (baterai yang dapat diisi ulang), seperti baterai *Lithium-Ion*. Penggunaan baterai *Lithium-Ion* sebagai penyimpanan energi listrik tidak hanya pada alat-alat elektronik seperti handphone dan laptop saja, tapi juga pada bidang transportasi khususnya mobil listrik yang belakangan ini sedang gencar-gencarnya dipromosikan kepada masyarakat guna mengurangi polusi udara (Perdana, 2021).

Baterai *Lithium-Ion* memiliki sejumlah keunggulan, seperti kapasitasnya yang besar, siklus hidup yang panjang, bobot yang ringan, dan waktu pengisian yang cepat sehingga dapat digunakan di berbagai macam aplikasi. Namun, baterai *Lithium-Ion* juga memiliki kelemahan, yaitu rentan terhadap kerusakan akibat pengisian dan pengosongan yang berlebihan, baterai rusak ketika berada pada tegangan jauh dibawah tegangan nominalnya dan menguap ketika tegangan berlebih (Yusuf dan Asrori, 2023). Masalah ini menjadi penting terutama ketika baterai digunakan untuk mobil listrik, di mana ketepatan penggunaan baterai sangat mempengaruhi performa dan keamanan kendaraan. Jika tidak dikontrol dengan baik, kondisi pengisian dan pengosongan yang tidak optimal dapat mempercepat degradasi baterai dan berdampak pada biaya perawatan yang lebih tinggi.

State of Charge (SOC) adalah ukuran tingkat energi yang tersedia dalam baterai dibandingkan dengan kapasitas energi maksimum yang bisa disimpan oleh baterai. Nilai *SOC* biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase, 0%-100% (Nasrullah, et

al. 2022). Pengukuran *SOC* merupakan tantangan dalam pengelolaan baterai. Perubahan karakteristik baterai, seperti degradasi atau penurunan kapasitas seiring penggunaan, fluktuasi arus pengisian dan pengosongan, menyebabkan estimasi *SOC* menjadi kompleks. Salah satu metode yang banyak diterapkan dalam estimasi *SOC* adalah metode *Coulomb Counting* (Rahmawan 2018). Estimasi *SOC* pada baterai sangatlah penting karena berpengaruh pada kinerja baterai, usia baterai, dan keamanan baterai. Estimasi *SOC* yang akurat diperlukan untuk mengetahui kondisi baterai secara real time. Estimasi *SOC* dapat digunakan untuk berbagai tujuan seperti, mengelola pengisian dan pengosongan baterai, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan penggunaan baterai.

Penggunaan metode *Coulomb Counting* dalam penelitian ini didasarkan pada keunggulannya dalam hal implementasi yang sederhana, biaya yang rendah, serta kemampuannya untuk memberikan estimasi *SOC* secara real time hanya dengan mengukur arus masuk dan keluar baterai. Metode ini sangat cocok diterapkan dalam sistem monitoring baterai yang tidak memerlukan sensor atau perangkat mahal lainnya. Selain itu, metode *Coulomb Counting* memiliki tingkat akurasi yang cukup baik jika dikombinasikan dengan kalibrasi awal dan pengaturan batas *SOC*. Hal ini menjadikannya sebagai pilihan yang efisien untuk sistem manajemen baterai pada kendaraan listrik yang memerlukan respons cepat terhadap perubahan status pengisian dan pengosongan baterai (Movassagh et al. 2021)

Demi keamanan dan kesehatan baterai pengisian dan pengosongan baterai *Lithium-Ion* yang optimal sangat penting, pengisian daya baterai tidak boleh mencapai 100% kapasitas maksimumnya. Sebaliknya, pengosongan daya baterai tidak boleh sampai 0%, karena dapat merusak baterai (Kim et al, 2019). Pengisian

dan pengosongan daya baterai tidak boleh melebihi kapasitasnya untuk menghindari overheating yang bisa mengakibatkan temperature pada baterai meningkat melebihi batas kemampuannya yang mengakibatkan baterai bekerja tidak secara optimal atau bahkan berpotensi meLEDak (Purnadi 2020). Kedalaman pengosongan dan pengisian baterai perlu diperhatikan karena berpengaruh pada siklus hidup atau umur pakai baterai. Siklus hidup adalah jumlah dari kemampuan siklus pengisian dan pengosongan baterai. Suhu dan kelembaban mempengaruhi jumlah maksimal siklus hidup baterai. Selain suhu dan kelembaban, tingginya presentasi *depth of Discharge (DOD)* mempengaruhi siklus hidup baterai. Semakin tinggi *depth of Discharge* maka siklus hidup baterai semakin rendah. (Wang et al. 2011)

Berdasarkan studi oleh Battery University (2023), menjaga rentang *SOC* dalam batas aman—misalnya hanya menggunakan 80% dari kapasitas baterai, yakni antara 10% hingga 90% *SOC*—dapat secara signifikan meningkatkan jumlah siklus hidup baterai hingga dua kali lipat dibandingkan jika digunakan penuh dari 0% hingga 100%. Rentang operasi *SOC* yang lebih sempit mengurangi tekanan elektrokimia pada sel baterai dan memperlambat laju degradasi kapasitas. Dengan demikian, pengaturan batas *SOC* melalui fungsi *cut-off charge* di 90% dan *cut-off discharge* di 10% merupakan strategi efektif untuk memperpanjang umur baterai *Lithium-Ion* dalam aplikasi kendaraan listrik (Keil et al. 2016).

Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang dapat mengestimasi nilai *state of Charge* baterai *Lithium-Ion*, sehingga penggunaan mobil listrik dapat diketahui kapan waktu yang tepat untuk melakukan pengisian dan kapan waktu yang baik untuk melakukan pengosongan. Estimasi *SOC* baterai akan menggunakan metode

Coulomb Counting dan kemudian dijadikan parameter untuk menjalankan fungsi *cut OFF Charge* dan *Discharge* sehingga *SOC* baterai tetap terjaga pada level yang optimal. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan penggunaan baterai *Lithium-Ion* pada mobil listrik, sehingga dapat memperpanjang masa pakai baterai dan mengurangi biaya perawatan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalahnya adalah:

1. Bagaimana cara mengestimasi nilai *state of charge* pada baterai *lithium-ion*?
2. Bagaimana cara *cut off charge* dan *discharge* otomatis pada baterai *lihium-ion*?
3. Bagaimana merancang alat estimasi *state of charge* dengan fungsi *cut off charge dan discharge* pada baterai lithium ion?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Mengestimasi nilai *state of charge* baterai *lithium-ion* dengan menggunakan metode *coulomb counting*.
2. Melakukan *cut off charge* dan *discharge* otomatis pada baterai *lihium-ion*.
3. Merancang alat estimasi *state of charge* dengan fungsi *cut off charge dan discharge* baterai lithium ion pada mobil Listrik.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Membantu dalam mengestimasi nilai *state of charge* pada baterai *lithium-ion*.
2. Mendukung pengelolaan energi baterai yang lebih efisien.
3. Meningkatkan keamanan penggunaan baterai.

1.5 Batasan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah yaitu:

1. Baterai yang digunakan adalah LiFePo₄ 48 V 100 Ah.
2. Metode estimasi *SOC* menggunakan *Coulomb Counting*.
3. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali siklus (*Charge-Discharge*)
4. Tidak dilakukan perbandingan dengan metode estimasi *SOC* lain.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika pembahasan dalam tugas akhir ini terdiri dari beberapa bagian utama yang disusun secara berurutan agar memudahkan dalam memahami keseluruhan isi dari penelitian. Adapun bagian-bagian tersebut adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini mencakup penjelasan mengenai latar belakang permasalahan, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dari penelitian yang dilakukan, serta sistematika penulisan laporan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Pada bab ini dibahas teori-teori umum yang berkaitan dengan penelitian, seperti pembahasan mengenai mikrokontroler, sensor, serta baterai *Lithium-Ion* sebagai komponen utama dan objek penelitian yang digunakan.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan tentang langkah-langkah dan metode yang dilakukan selama proses penelitian berlangsung, mulai dari tahap perancangan hingga pengujian sistem untuk mencapai tujuan penelitian.

BAB 4 PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai hasil yang diperoleh dari penelitian, termasuk analisis data dan pemahaman terhadap hasil yang telah didapatkan selama pengujian berlangsung.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini berisi mengenai kesimpulan dari hasil penelitian dan saran yang disampaikan berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh untuk pengembangan sistem atau penelitian selanjutnya.