

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu bentuk energi yang dibutuhkan dalam pembangunan. Karena itu, konsumsi listrik Indonesia tumbuh pesat, dengan pertumbuhan ekonomi diperkirakan sekitar 7-10% per tahun hingga tahun 2025. Untuk memenuhi kebutuhan listrik tersebut sesuai dengan kebijakan Energi Nasional (Kepres No. 5 Tahun 2006), harus dikembangkan berbagai energi alternatif termasuk energi terbarukan yang ditargetkan mencapai lebih dari 17% dari energi primer nasional. Listrik yang dihasilkan oleh sumber energi terbarukan sekarang ini lebih populer karena tingginya permintaan energi dan menipisnya cadangan bahan bakar fosil. Usaha-usaha pun dilakukan untuk mencari energi alternatif untuk menunjang permintaan energi yang terus meningkat. Dalam menanggapi krisis energi, pemerintah telah mengembangkan salah satu energi alternatif yaitu dengan memanfaatkan energi matahari, yang disebut Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau *photovoltaic* [1].

Photovoltaic berfungsi untuk mengkonversi sinar matahari menjadi energi listrik. *Photovoltaic* juga memiliki banyak keunggulan, diantaranya tidak memerlukan bahan bakar, jumlah sumber energi yang tidak terbatas, terdapat dimana-mana, emisi yang cenderung rendah, dan perawatan yang mudah. Jumlah daya yang dihasilkan oleh *photovoltaic* cenderung lebih besar dari energi terbarukan lainnya [2]. Namun, sistem kerja *photovoltaic* dalam menghasilkan energi listrik sangat bergantung pada radiasi matahari dan suhu, sehingga *photovoltaic* memerlukan media penyimpanan energi listrik berupa baterai agar daya yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara kontinu.

Hal ini kemudian dikembangkan sampai akhirnya lahir teknologi sistem hibrid *photovoltaic*-baterai. Baterai seperti *Lithium-Ion*, Sodium-Sulphur dan *flows batteries* dapat digunakan untuk aplikasi *photovoltaic*. Namun, saat ini baterai *Lead-Acid (LA)* menjadi teknologi penyimpanan energi elektrokimia yang paling umum digunakan untuk aplikasi *photovoltaic*, karena harganya yang relatif murah dan kemampuan *deep discharging* yang dimilikinya.

Hal ini didukung oleh hasil penelitian sebelumnya mengenai baterai yang digunakan sebagai media penyimpanan untuk sistem *photovoltaic*. Dimana diperoleh informasi bahwa baterai *Lead Acid* memang lebih layak dari segi ekonomi dibandingkan baterai *Li-Ion*. Studi tersebut membandingkan emisi, penilaian kinerja baterai, biaya konfigurasi, dan perbandingan detail dari komponen penyusun dari kedua jenis baterai [3]. Dibalik kelebihan yang dimiliki baterai *Lead Acid*, ternyata baterai jenis ini memiliki *life time* yang singkat. Semakin sering

baterai *Lead Acid discharge* melebihi kapasitasnya, maka semakin singkat pula masa pakai dari baterai tersebut.

Untuk mengatasi masalah tersebut, dibutuhkan sistem manajemen baterai yang baik dengan memprediksi nilai *State of Charge (SoC)* pada baterai. *SoC* didefinisikan sebagai rasio total kapasitas energi yang dapat digunakan dari sebuah baterai dengan kapasitas baterai seluruhnya. *SoC* menggambarkan energi yang tersedia dan dituliskan dalam presentase sesuai beberapa referensi, terkadang dianggap sebagai nilai kapasitas dari baterai [4]. Nilai *SoC* memiliki rentang nilai 0 – 1, dengan 0 menyatakan baterai dalam kondisi kosong, sedangkan 1 baterai dalam kondisi penuh. Nilai *SoC* juga bisa dinyatakan dalam bentuk persentase, 0%-100%. Menentukan *SoC* merupakan salah satu hal yang penting dalam penerapan baterai.

Memperkirakan nilai *SoC* merupakan hal mendasar dan sangat penting dalam sistem manajemen baterai. Dengan nilai *SoC* baterai yang akurat, pengguna dapat memperoleh informasi berupa sisa energi baterai, kapasitas maksimum baterai dan besarnya kapasitas baterai yang sewajarnya digunakan untuk menghindari kerusakan pada baterai. Selain itu, status dan kinerja baterai dapat diketahui tiap saat. Kondisi *overcharge* pada baterai dapat menimbulkan panas yang akhirnya dapat menyebabkan kerusakan pada baterai sedangkan kondisi *overdischarge* dapat menyebabkan reaksi kimia dalam baterai mengalami perubahan yang berpengaruh pada masa pakai baterai. Dengan mengetahui nilai *SoC*, kondisi *overcharge* dan *overdischarge* baterai dapat dihindari. Sehingga masa pakai pada baterai dapat diperpanjang. Dengan sistem *SoC* yang baik, penggunaan dan pemeliharaan pada baterai dapat dengan mudah dilakukan [5].

Ada 2 jenis metode estimasi *SoC* yang sering digunakan, yaitu metode *Coulomb Counting (CC)* dan *Piecewise Open Circuit Voltage (OCV)*. Metode *coulomb counting* disebut juga *Ampere Hour Counting* [6]. *Coulomb counting* digunakan untuk memperkirakan *SoC* oleh hubungan *piecewise* linier antara *SoC* dan *OCV* [7]. Pada metode ini nilai estimasi *State of Charge* pada baterai dapat dihitung dengan menghitung muatan listrik (*coulomb*) yang masuk atau keluar melalui baterai. Arus listrik dihasilkan dari sejumlah muatan listrik yang bergerak per satuan waktu (dalam sekon). Oleh karena itu proses perhitungan jumlah *coulomb* pada baterai dapat dilakukan dengan proses integral jumlah arus yang masuk dan keluar per satuan waktu. Kelebihan metode ini karena mudah diimplementasikan. Kekurangannya adalah tingkat akurasi bergantung pada pengukuran sensor [8], dan akan membutuhkan waktu lama untuk memperkirakan *SoC* tersebut. Pada penghitungan *coulomb*, ini memerlukan akurasi yang tepat pada perkiraan *SoC* awal, jadi perlu untuk mengetahui nilai *OCV* baterai. Teknik estimasi *SoC* baterai dengan *Piecewise OCV* ini adalah metode termudah dari estimasi *SoC* meskipun bisa terjadi kesalahan [9]. *OCV* dari baterai tergantung pada suhu sekitar sel baterai [10]. Selain itu, setiap sel dalam baterai memiliki karakteristik kimia yang berbeda sehingga setiap sel memiliki nilai tegangan yang berbeda. Semua

jenis pada baterai yang menggunakan metode ini, menunjukkan bahwa karakteristik suhu pada sel baterai dapat mendistorsi pengukuran tegangan baterai. Sedangkan untuk metode *OCV*, kelemahannya terletak pada ketidakmampuan menghitung estimasi nilai *SoC* saat berbeban dengan kondisi untuk mendapatkan nilai tegangan *SoC* harus dilakukan dengan rangkaian terbuka (*open circuit*).

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan perancangan dan perhitungan estimasi *SoC* pada baterai yang hanya digunakan untuk melakukan *monitoring* langsung nilai *SoC* di lapangan [11]. Berdasarkan pemaparan tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian sejenis dengan menggunakan metode *Coulomb Counting* berbasis *Internet of Things (IoT)* yang dapat melakukan *monitoring SoC* baterai dari jarak jauh. Sehingga judul yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah “Perancangan Sistem Monitoring dan Pengendalian *State of Charge (SoC)* baterai dengan Metode *Coulomb Counting* Berbasis *Internet of Things (IoT)*”.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem monitoring yang efektif untuk memantau tingkat *State of Charge (SoC)* baterai secara *real-time*?
2. Bagaimana mengimplementasikan metode *Coulomb Counting* dalam pengukuran *SoC* baterai dengan akurasi tinggi?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang sistem monitoring yang mampu memberikan informasi *real-time* tentang tingkat *SoC* baterai.
2. Mengimplementasikan metode *Coulomb Counting* sebagai cara akurat untuk mengukur *SoC* baterai.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan pemahaman lebih baik tentang kondisi dan performa baterai melalui sistem monitoring *SoC* yang efektif.
2. Menyediakan solusi pengukuran *SoC* dengan akurasi tinggi menggunakan metode *Coulomb Counting*.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas dalam penelitian ini, maka perlu ditentukan batasan masalah yang akan dibahas. Tujuannya adalah untuk menyempurnakan penelitian ini dan mencapai hasil yang diinginkan. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Menggunakan jenis baterai VRLA 12V 100Ah.
2. Berfokus pada pembacaan sensor arus dan sensor tegangan.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori-teori pendukung yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan informasi mengenai metodologi penelitian yang digunakan berupa diagram alir penelitian, metoda penelitian,serta alat dan bahan penelitian yang digunakan.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi penjabaran hasil penelitian dan analisis hasil yang didapatkan selama melakukan penelitian.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

