

BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Kondisi Iklim tropis dan tingginya intensitas penyinaran Matahari sudah selayaknya wilayah Indonesia melakukan pemasangan energi baru terbarukan (EBT) seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Satria H, 2020). Energi terbarukan telah menjadi solusi utama untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan menekan dampak perubahan iklim. *Efisiensi* pemanfaatan energi surya sangat bergantung pada sistem kendali yang mampu menyesuaikan daya keluaran panel surya dengan kondisi lingkungan yang berubah-ubah, seperti *intensitas* cahaya matahari dan suhu lingkungan (Ramya, 2023). Namun, optimalisasi efisiensi konversi energi dari panel surya masih menjadi tantangan utama yang membutuhkan solusi inovatif, terutama untuk mengatasi ketidakstabilan *output* akibat variasi intensitas cahaya.

Dalam penelitian ini akan membuat sebuah alat *Solar Charge Controller* dengan metode MPPT Fuzzy Logic yang digunakan untuk pengisian baterai dari sinar matahari yang diubah menjadi energi listrik dan memperoleh daya untuk pengisian baterai. *Solar Charger Controller* mengatur *overcharging* dan *overdischarging* tegangan dari panel surya (Titin Hamidah dan Yuli Dwi Setyawan, 2019). Untuk mendapatkan daya yang maksimal *Solar Charge Controller* ini menggunakan metode MPPT (*Maximum Power Point Tracking*). Untuk mengoptimalkan pemanfaatan energi surya, sistem *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) menjadi teknologi utama yang digunakan dalam *sistem solar charge controller*. Teknologi *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) memungkinkan *optimalisasi output* panel surya dengan menyesuaikan titik daya maksimum sesuai dengan kondisi lingkungan. Metode ini telah menjadi standar pada pengontrol daya surya, tetapi efisiensinya sering kali dipengaruhi oleh *algoritma* yang digunakan. Penelitian baru difokuskan pada penggunaan logika *fuzzy* untuk meningkatkan presisi dan *respons adaptif* pada kondisi lingkungan dinamis (Shekhar et al., 2024). Untuk penelitian ini mengambil sebuah objek dimana objek tersebut kendaraan listrik yang membutuhkan energi listrik yang tinggi.

Masalah utama yang dihadapi pengguna mobil adalah ketersediaan infrastruktur pengisian daya, terutama di lokasi terpencil yang jauh dari jaringan listrik PLN atau rest area yang memiliki stasiun pengisian. Salah satu kasus yang sempat viral di Indonesia adalah mobil listrik Wuling Air ev yang mendadak kehabisan baterai. Pengemudi melaporkan bahwa mobil mogok meskipun indikator baterai utama masih menunjukkan sisa daya. Setelah dicek oleh teknisi, ternyata masalahnya bukan pada baterai utama, melainkan pada aki 12V yang berfungsi untuk menghidupkan sistem elektronik mobil (<https://www.liputan6.com/otomotif/2025>). Kasus ini menunjukkan bahwa penyebab mobil listrik mogok tidak selalu karena baterai utama habis, tetapi sering kali disebabkan oleh komponen pendukung kecil yang bermasalah. Kendaraan listrik membutuhkan sumber daya tambahan yang dapat diandalkan untuk mengisi ulang baterai mereka dalam situasi darurat, seperti ketika sumber daya habis saat perjalanan jauh. Dengan adanya sistem *Solar Charge Controller* MPPT berbasis IoT. Hal ini akan meningkatkan mobilitas pengguna kendaraan listrik, mengurangi risiko kendaraan kehabisan daya di lokasi terpencil, serta mendukung transisi menuju energi terbarukan secara lebih luas.

Pada penelitian yang dilakukan Mochamad Adi Darmawan, (2022) RANCANG BANGUN MPPT *CHARGER CONTROLLER* UNTUK *IMPLEMENTASI SOLAR CELL* BERBASIS *ARDUINO* yang menggunakan Arduino yang bisa memonitoring baterai Mppt ini memiliki fungsi set poin yaitu difungsikan untuk mensetting tegangan *max charging* ke baterai. Sehingga jika ada kelebihan tegangan input maka tegangan tersebut akan stabil sesuai dengan *setpoint*. Kebaruan pada penelitian saya ini terletak pada kombinasi tiga komponen utama dimana komponen tersebut algoritma MPPT berbasis logika *fuzzy*, implementasi pada *platform Raspberry Pi*, dan pengintegrasian IoT. Sebelumnya, penelitian cenderung berfokus pada aspek tunggal seperti peningkatan algoritma MPPT atau *otomatisasi* berbasis IoT tanpa menyatukan semua elemen ini dalam satu sistem *holistic* (Bharati, 2024). Sebagian besar penelitian terdahulu hanya menggunakan perangkat keras sederhana seperti Arduino untuk implementasi MPPT. *Raspberry Pi*, Logika *fuzzy* menawarkan pendekatan yang lebih *fleksibel* dalam sistem MPPT dibandingkan metode

konvensional, karena mampu menangani ketidakpastian dan perubahan kondisi yang tidak terduga.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem pengontrol pengisian solar (SCC) yang pintar yang berbasis *Raspberry Pi* dan terhubung ke *Internet of Things* (IoT). Sistem ini akan memungkinkan pemantauan dalam kehidupan nyata. Pengendalian waktu dan pengisian baterai otomatis berdasarkan kondisi cuaca dan energi yang dibutuhkan. Selain itu, penggunaan teknologi ini juga diharapkan dapat meningkatkan *efektivitas* energi dalam industri transportasi, terutama untuk kendaraan yang semakin populer, karena adanya *Solar Charge Controller* berbasis IoT dapat memantau status baterai kendaraan dilakukan dalam waktu nyata untuk meningkatkan keamanan pengguna dengan melindungi baterai dari kerusakan yang dapat menyebabkan kegagalan sistem mobil saat digunakan.

I.2. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah ini berasal dari celah yang ada pada teknologi yang sudah ada dan tantangan teknis dalam merancang sistem yang lebih baik.

1. Sistem SCC yang umum digunakan dengan metode PWM memiliki *efisiensi* rendah karena tidak mampu melacak titik daya maksimum (MPP) dari panel surya. Energi yang dihasilkan menjadi tidak optimal, terutama saat kondisi cuaca mendung atau tidak stabil.
2. *Algoritma* MPPT tradisional seperti *P&O* dan *Incremental Conductance* sering kali mengalami osilasi di sekitar MPP dan kurang stabil saat terjadi perubahan cuaca yang cepat. Hal ini dapat mengurangi efisiensi sistem secara keseluruhan.
3. Sistem SCC yang ada umumnya bersifat *standalone* mandiri dan tidak menyediakan data kinerja secara *real-time*. Kurangnya akses data jarak jauh ini menyulitkan pengguna dalam memantau, mendiagnosis, dan menganalisis kinerja sistem secara efektif.
4. Penerapan metode *Fuzzy Logic* sebagai algoritma MPPT yang lebih stabil dan *adaptif* masih jarang ditemukan, terutama yang terintegrasi dengan platform IoT seperti *Raspberry Pi*. Ini menjadi celah penelitian untuk menciptakan sistem yang tidak hanya efisien tetapi juga canggih dalam hal pemantauan.

I.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun sistem *Solar Charge Controller (SCC) Maximum Power Point Tracking (MPPT) Logic Fuzzy*?
2. Bagaimana cara kerja alat SCC MPPT Fuzzy Logic untuk memonitoring dan menganalisis data *Solar Charge Controller* secara real-time ?.
3. Bagaimana kinerja dari alat SCC MPPT *Fuzzy Logic* untuk memonitoring dan menganalisis data SCC ?

I.4. Batasan Masalah

Untuk ruang lingkup penelitian, maka ditetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Menggunakan Mikrokontroler *Raspberry Pi*.
2. Desain *Solar Charge Controller* ini menggunakan metode MPPT.
3. Metode MPPT menggunakan teknik pengambilan data *Logic Fuzzy*
4. Input untuk controller ini hanya berasal dari panel surya daya *maximum* 50 Wp.
5. Sistem menggunakan metode statis tanpa menggerakkan panel surya.
6. Menggunakan Raspberry Model Pi 3B.
7. Mengirimkan data keluaran PV ke *Firestore* agar bisa melakukan monitoring secara *real-time*.

I.5. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem *Solar Charge Controller (SCC) Maximum Power Point Tracking (MPPT)* yang terintegrasi dengan *Raspberry Pi* berbasis IoT untuk memaksimalkan efisiensi mendukung pemantauan jarak jauh.
2. Memanfaatkan *Firestore* untuk memonitoring dan menganalisis data keluaran dari sistem *Solar Charge Controller (SCC)* secara real-time.
3. Untuk mengetahui bagaimana kinerja dari alat SCC MPPT Fuzzy Logic yang berbasis IoT.

I.6. Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kontribusi terhadap pengembangan teknologi energi terbarukan dengan meningkatkan efisiensi penggunaan energi matahari.
2. Penerapan *Internet of Things* IoT dalam pengelolaan sistem tenaga surya untuk pemantauan dan kendali yang lebih baik.
3. Pengetahuan yang dapat digunakan sebagai dasar untuk proyek proyek serupa atau pengembangan lebih lanjut dalam bidang ini.

I.7. Sistematika Penulisan

Untuk mengetahui pembahasan pada penelitian ini secara menyeluruh, maka sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagian Awal Skripsi

Bagian awal memuat halaman sampul depan, halaman judul, halaman persetujuan, halaman pengesahan, halaman pernyataan, halaman persembahan, halaman kata pengantar, halaman daftar isi, halaman daftar tabel, halaman daftar gambar dan halaman daftar lampiran.

2. Bagian Utama

Bagian utama terbagi atas bab dan subbab sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori dan alat yang digunakan dalam rancang bangun system *Solar Charge Controller* dengan *Raspberry Pi 3* berbasis *Internet of Things* (iot).

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode dan langkah-langkah dalam pengerjaan system rancang bangun *Solar Charge Controller* dengan *Raspberry Pi 3* berbasis *Internet of Things* (iot).

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pengujian, cara kerja dan analisis system dari rancang bangun *Solar Charge Controller* dengan *Raspberry Pi* berbasis internet of things

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari kesimpulan dan saran sebagai penunjang pengembangan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Bab ini berisi tentang jurnal, artikel, website dan ebook untuk menemukan kebaruan dan penelitian terdahulu serta studi literaturnya.

LAMPIRAN

Berisi tentang dokumentasi pengujian dan codingan untuk penelitian saya ini.