

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pada tahun 2023, pemerintah Indonesia menargetkan peningkatan bauran energi terbarukan menjadi 23% dari total bauran energi nasional. Hal ini sejalan dengan upaya pemerintah untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil dan mewujudkan energi bersih (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), 2021). Salah satu sumber energi terbarukan yang paling berpotensi untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil adalah Energi Matahari atau Energi Surya. (Siagian Parulian et al., 2023) Berdasarkan data dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG), potensi energi surya di Indonesia mencapai 4.8 kWh/m² atau setara dengan 112.000 GWp. Potensi ini tersebar di seluruh wilayah Indonesia, dengan intensitas penyinaran matahari yang tinggi di wilayah Indonesia bagian timur (BMKG, 2024). Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk memanfaatkan energi surya adalah panel surya (Hasrul rahmat, 2021). Penggunaan energi surya juga sangat relevan dalam bidang transportasi, terutama dalam pengembangan kendaraan listrik yang lebih ramah lingkungan dan efisien dalam penggunaan energi.

Panel surya adalah perangkat yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik (Siagian Parulian et al., 2023). Panel surya terdiri dari sel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor, seperti silikon. Sel surya bekerja berdasarkan prinsip efek fotovoltai, yaitu ketika cahaya matahari mengenai sel surya, elektron-elektron di dalam sel surya akan tereksitasi dan menghasilkan arus listrik (Afif Faisal & Martin Awaludin, 2022). Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya tersebut kemudian dapat digunakan untuk berbagai keperluan, seperti penerangan, pemanas air, dan pengisian baterai (Yandri, 2012). Untuk menjaga agar baterai tetap terisi penuh dan tidak rusak, diperlukan *solar charge controller*. Dalam konteks transportasi, baterai yang terisi penuh dan terjaga kualitasnya sangat penting untuk menjamin kelancaran dan keselamatan operasi kendaraan listrik.

Solar charge controller adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Perangkat ini berfungsi untuk mencegah terjadinya *overcharging* dan *overdischarging* pada baterai (Khusnul Yaqin et al., 2020). *Overcharging* adalah kondisi ketika baterai diisi dengan arus listrik yang terlalu besar atau terlalu lama. *Overdischarging* adalah kondisi ketika baterai dibiarkan kosong atau tidak diisi selama waktu yang lama. *Overdischarging* dapat menyebabkan baterai menjadi rusak dan kehilangan kapasitasnya (Pambudi Setyo Wahyu et al., 2023). *Solar charge controller* akan menghentikan pengisian baterai ketika baterai sudah penuh. *Solar charge controller* juga akan mencegah baterai menjadi kosong dengan cara mengisi baterai secara otomatis ketika baterai sudah mulai kosong (B. Kishore & C. Barath, 2019). Namun dalam perkembangan sistem *solar charge controller* masih terdapat keterbatasan yaitu belum adanya sistem *monitoring* dan kontrol kendali jarak jauh. Perlu adanya integrasi konsep *Internet of Things* (IoT) dengan *solar charge controller* agar sistem dapat mengontrol dan memonitoring melalui website ataupun aplikasi dimanapun dan kapanpun. Sistem ini sangat penting dalam kendaraan listrik, karena kerusakan baterai dapat mengakibatkan gangguan pada kendaraan dan mengancam keselamatan pengendara.

Teknologi informasi dan konektivitas yang terus berkembang, konsep IoT telah menjadi bagian tak terpisahkan dalam pengelolaan dan pengendalian berbagai sistem. IoT memungkinkan banyak perangkat berbeda untuk terhubung ke internet dan berkomunikasi satu sama lain untuk mengumpulkan dan berbagi data secara *real time*. (Fatmah Ali Mallahi et al., 2022) Dengan menggunakan *solar charge controller* berbasis IoT, pengguna dapat memantau status baterai melalui perangkat elektronik, seperti smartphone atau komputer dengan *Raspberry Pi* yang terhubung ke jaringan internet. Dalam konteks transportasi, pemantauan *real-time* ini sangat berguna untuk memastikan kondisi baterai kendaraan listrik selalu optimal dan aman digunakan.

Raspberry Pi adalah komputer mini yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan, termasuk untuk memantau status baterai. *Raspberry Pi* dapat diprogram untuk menerima data dari *solar charge controller* berbasis IoT dan menampilkannya di layar (Ridho Hantoro et al., 2020). Selain itu, *Raspberry Pi* juga dapat mengirimkan data-data baterai, seperti tegangan, arus, dan suhu ke cloud. Data-data ini kemudian dapat dianalisis untuk menentukan apakah baterai dalam kondisi normal atau tidak. Misalnya, jika baterai mengalami *overcharging*, *solar charge controller* akan memberikan notifikasi pada *webiste*. Hal ini dapat mencegah kerusakan baterai. Dengan begitu, *Raspberry Pi* mengirimkan peringatan kepada pengguna jika baterai mengalami masalah.(Musrianto & Fithri, 2021) Dalam sistem transportasi, hal ini sangat penting untuk mencegah kerusakan mendadak yang dapat menyebabkan kecelakaan atau gangguan operasional.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem *Solar Charge Controller (SCC)* yang cerdas berbasis *Raspberry Pi* yang terhubung ke *Internet of Things (IoT)*. Sistem ini akan memungkinkan pemantauan *real-time* dan pengendalian otomatis dari pengisian baterai berdasarkan kondisi cuaca dan kebutuhan energi. Selain itu, implementasi teknologi ini juga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi energi dalam sektor transportasi, terutama pada kendaraan listrik yang semakin berkembang. Dengan adanya SCC berbasis IoT, pemantauan kondisi baterai kendaraan listrik dapat dilakukan secara *real-time* sehingga dapat meningkatkan keselamatan pengguna dengan mencegah kerusakan baterai yang dapat menyebabkan kegagalan sistem kendaraan saat digunakan.

I.2 Rumusan Masalah

Dalam konteks latar belakang yang telah diuraikan, terdapat beberapa permasalahan yang akan dipecahkan dalam skripsi ini, yaitu:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem *Solar Charge Controller (SCC) Maximum Power Point Tracking (MPPT)* yang terintegrasi dengan *Raspberry Pi* berbasis IoT untuk memaksimalkan efisiensi pengisian daya dan mendukung pemantauan jarak jauh?

2. Bagaimana memanfaatkan *Firebase* untuk memonitoring dan menganalisis data keluaran dari sistem *Solar Charge Controller* (SCC) secara *real-time*?

I.3 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penyelesaian masalah pada tugas akhir ini, maka batasan yang akan diangkat adalah sebagai berikut:

1. Desain *Solar Charge Controller* (SCC) ini menggunakan metode *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) dan algoritma *Petrub & Observe* (P&O) untuk menentukan titik daya maksimum panel surya.
2. *Solar charger controller* ini didesain untuk digunakan pada system dengan tegangan saat daya maksimum panel surya (V_{MPP}) lebih besar dari tegangan baterai karena menggunakan *buck boost converter* sehingga lebih efektif dalam pengeluaran daya maksimum.
3. *Input* untuk kontroler ini hanya berasal dari panel surya dengan daya maksimum 50 Wp.
4. Menggunakan mikrokontroler *Arduino Nano* dan *Raspberry Pi Zero Model W*.
5. Sistem menggunakan metode statis tanpa menggerakkan panel surya
6. Mengirimkan data keluaran PV ke *firebase* agar bisa melakukan *monitoring* secara *realtime*.

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang, membangun, dan menguji sebuah sistem *Solar Charge Controller* yang terhubung dengan *Raspberry Pi* berbasis IoT untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi surya. Tujuan penelitian ini meliputi:

1. Merancang dan membangun sistem *Solar Charge Controller* (SCC) *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) yang terintegrasi dengan *Raspberry Pi* berbasis IoT untuk memaksimalkan efisiensi pengisian daya dan mendukung pemantauan jarak jauh.
2. Memanfaatkan *Firebase* untuk memonitoring dan menganalisis data keluaran dari sistem *Solar Charge Controller* (SCC) secara *real-time*.

I.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Kontribusi terhadap pengembangan teknologi energi terbarukan dengan meningkatkan efisiensi penggunaan energi matahari.
2. Penerapan 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.6 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini akan terstruktur dalam beberapa bab, yaitu:

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* 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* berbasis *internet of things* (iot).

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pengujian dan analisis system dari rancang bangun *solar charge controller* dengan *raspberry pi* berbasis *internet of things* (iot).

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang terdiri dari kesimpulan dan saran sebagai penunjang pengembangan penelitian kedepannya.