

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penggunaan energi terbarukan kini semakin menjadi sorotan utama dalam agenda pembangunan berkelanjutan di tingkat global. Hal ini didorong oleh meningkatnya kekhawatiran terhadap dampak lingkungan dari penggunaan energi fosil serta kebutuhan akan sumber energi yang bersih, efisien, dan berkelanjutan dalam jangka panjang. Salah satu sumber energi terbarukan yang terus mengalami pertumbuhan signifikan adalah energi surya. Di berbagai negara, termasuk Indonesia yang terletak di wilayah khatulistiwa dan memiliki intensitas cahaya matahari yang tinggi sepanjang tahun, pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi solusi yang sangat potensial untuk diversifikasi energi nasional dan pengurangan emisi karbon. PLTS bekerja dengan mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik melalui panel surya berbasis teknologi *fotovoltaik* [1]. Energi listrik yang dihasilkan ini dapat langsung digunakan untuk kebutuhan rumah tangga, industri, fasilitas umum, hingga pengisian baterai sebagai media penyimpanan energi untuk digunakan di malam hari atau saat kondisi cuaca tidak mendukung.

Sistem PLTS tidak hanya menawarkan sumber daya yang melimpah dan gratis dari alam, tetapi juga memiliki karakteristik yang ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi karbon maupun polusi udara [2]. Salah satu komponen kunci dalam sistem PLTS yang menentukan efisiensi dan keandalan kinerjanya adalah *Solar Charge Controller* (SCC). SCC berfungsi sebagai pengatur aliran daya dari panel surya menuju baterai, dengan tujuan untuk mencegah kerusakan akibat kelebihan pengisian (*overcharging*) maupun pengosongan daya yang berlebihan (*over-discharging*). Dengan mengatur tegangan dan arus pengisian secara optimal, SCC berkontribusi terhadap kestabilan sistem dan umur pakai baterai yang lebih panjang. Terdapat dua metode utama yang umum digunakan dalam teknologi SCC, yaitu *Pulse Width Modulation* (PWM) dan *Maximum Power Point Tracking* (MPPT). Metode PWM bekerja dengan cara menyesuaikan tegangan output panel surya agar sesuai dengan tegangan baterai melalui teknik modulasi pulsa. Keunggulan metode ini terletak pada kesederhanaan rangkaian dan biaya implementasi yang relatif rendah, sehingga cocok digunakan pada sistem

skala kecil atau kebutuhan yang tidak terlalu sensitif terhadap efisiensi energi. Namun demikian, metode PWM memiliki keterbatasan signifikan dalam hal pemanfaatan daya maksimum [3], khususnya pada kondisi pencahayaan matahari yang tidak stabil, seperti saat mendung atau tertutup bayangan. Berbeda dengan itu, metode MPPT menawarkan efisiensi yang lebih tinggi dengan memaksimalkan daya yang dihasilkan panel surya melalui penyesuaian titik daya maksimum (*maximum power point*) secara dinamis sesuai dengan kondisi lingkungan yang berubah-ubah, seperti suhu dan intensitas cahaya. Meskipun memerlukan algoritma kontrol yang lebih kompleks dan biaya perangkat yang lebih tinggi, metode MPPT mampu meningkatkan efisiensi sistem hingga 30% dibandingkan dengan PWM, menjadikannya pilihan yang lebih unggul untuk aplikasi skala menengah hingga besar, terutama di wilayah dengan variabilitas cuaca yang tinggi. Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk menganalisis performa sistem Pembangkit Listrik

Tenaga Surya (PLTS) yang menggunakan *Solar Charge Controller* (SCC) dengan metode PWM maupun MPPT. Namun, sebagian besar studi tersebut cenderung hanya berfokus pada aspek keluaran daya dari panel surya, tanpa memberikan perhatian yang mendalam terhadap proses pengisian baterai sebagai bagian penting dalam sistem PLTS, khususnya pada sistem *off-grid* yang sangat bergantung pada penyimpanan energi. Sebagai contoh, penelitian oleh Perdana Fianti dkk. (2020) mengevaluasi kinerja daya keluaran dari panel surya dengan SCC PWM dan MPPT, namun tidak melibatkan baterai dalam pengujian, sehingga belum memberikan gambaran nyata mengenai bagaimana kedua metode tersebut mempengaruhi efisiensi pengisian dan kondisi baterai dalam jangka waktu tertentu. Di sisi lain, studi yang dilakukan oleh Galih Ismoyo (2021) memang membahas efisiensi pengisian baterai menggunakan SCC tipe PWM dalam konteks pengisian baterai sepeda listrik, tetapi penelitian tersebut tidak menyertakan perbandingan dengan metode MPPT, sehingga belum dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai keunggulan relatif dari masing-masing metode [4]. Melihat adanya celah dalam penelitian-penelitian sebelumnya, studi ini bertujuan untuk memberikan kontribusi yang lebih lengkap dan menyeluruh dengan menganalisis serta membandingkan efisiensi pengisian baterai pada sistem PLTS *off-grid* yang menggunakan dua jenis SCC, yaitu tipe PWM dan MPPT.

Penelitian ini dilakukan melalui simulasi berbasis MATLAB Simulink, yang memungkinkan visualisasi dan analisis performa sistem secara dinamis dan akurat. Simulasi akan mempertimbangkan berbagai skenario nyata, seperti fluktuasi intensitas cahaya matahari dan variasi beban listrik, guna mengevaluasi respons dan efisiensi dari masing-masing metode dalam mengisi baterai [5]. Dengan pendekatan ini, diharapkan hasil penelitian dapat memberikan wawasan yang lebih dalam terkait efektivitas metode SCC dalam mengoptimalkan sistem PLTS, serta menjadi acuan dalam pemilihan teknologi yang sesuai untuk implementasi energi surya yang efisien dan andal di lapangan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Untuk menganalisis dampak integrasi plts terapung cirata terhadap stabilitas frekuensi dengan memperhatikan hal-hal berikut:

1. Bagaimana respons efisiensi keluaran dari *Solar Charge Controller* (SCC) tipe PWM ketika dimodelkan dan dianalisis menggunakan perangkat lunak Simulink ?
2. Bagaimana respons efisiensi keluaran dari *Solar Charge Controller* (SCC) tipe MPPT jika dimodelkan dan diuji menggunakan Simulink ?
3. Bagaimana kajian perbandingan efisiensi antara *Solar Charge Controller* SCC MPPT dan PWM berdasarkan hasil simulasi di Simulink ?

## 1.3 Tujuan dan Manfaat

Untuk menjawab permasalahan yang ada pada penelitian ini, maka fokus dari tujuan penelitian ini yaitu :

1. Menganalisis data yang dikeluarkan SCC dalam pengisian baterai dengan metode SCC tipe PWM dan MPPT.
2. Menghitung dan mengevaluasi nilai efisiensi pengisian baterai berdasarkan perbandingan antara energi yang disimpan dalam baterai dengan energi yang diterima dari panel surya.

## 1.4 Batasan Masalah

Untuk menjaga agar diskusi tetap sesuai dengan lingkup penelitian ini, penulis menetapkan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Sistem PLTS yang dianalisis bersifat *off-grid* (tidak terhubung ke jaringan listrik PLN).
2. Perbandingan hanya dilakukan pada dua jenis *Solar Charge Controller*, yaitu tipe PWM dan MPPT.

3. Pengujian dilakukan secara simulasi menggunakan perangkat lunak MATLAB Simulink.
4. Simulasi difokuskan pada proses pengisian daya baterai dengan mempertimbangkan fluktuasi intensitas cahaya dan suhu.
5. Jenis panel surya dan baterai yang digunakan dalam simulasi mengikuti parameter standar umum yang berlaku di lingkungan tropis seperti Indonesia
6. Kondisi baterai yang digunakan adalah kondisi baterai dengan State of Charge *Soc* 40%

### **1.5 Sistematika Penulisan**

Laporan skripsi ini disusun secara sistematis agar memudahkan pembaca dalam memahami isi dan pembahasannya. Penulisan laporan ini dibagi menjadi beberapa bab yang tersusun rapi dan disesuaikan dengan standar penulisan akademik, sehingga setiap bagian dapat dijelaskan secara runtut dan jelas.

## **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, Batasan masalah, dan sistematika penulisan mengenai analisis efisiensi pengisian baterai pada plts *off grid* dengan sistem SCC PWM dan MPPT menggunakan simulink.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini memberikan penjelasan mendalam mengenai konsep dasar dan teori yang menjadi landasan penelitian, seperti pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), Daya dan Energi, *Solar Charge Controller* (SCC), *Maximum Power Point Tracking* (MPPT), *Pulse With Modulation* (PWM), perangkat lunak Matlab Simulink, dan lain-lain.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

bab ini membahas tentang flowchart sistem, desain sistem kelistrikan PLTS *Off Grid* yang telah dibuat pada software Matlab simulink, serta data parameter yang digunakan untuk melakukan simulasi.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini akan membahas dan menganalisis mengenai hasil simulasi pengisian baterai yang di lakukan dengan 2 metode pengisian yaitu SCC dan MPPT.

## **BAB V PENUTUP**

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil analisis dan temuan dari penelitian yang telah dilakukan. Selain itu, bab ini juga menyajikan saran-saran yang diharapkan dapat menjadi masukan atau acuan untuk penelitian selanjutnya, serta memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan penerapan praktis di bidang terkait.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Daftar pustaka berisi kumpulan referensi yang digunakan sebagai dasar teori, acuan, dan pendukung dalam penyusunan penelitian ini.

Halaman Ini Sengaja Dikosongi