

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik sangat penting bagi masyarakat Indonesia, karena setiap aspek kehidupan sehari-hari sangat bergantung padanya. Konsumsi listrik per orang Indonesia mencapai 1.411 kilowatt/jam pada tahun 2024. Data statistika menyebutkan bahwa konsumsi listrik pada 2019, 2020, 2021 naik setiap tahunnya, kemudian terjadi kelonjakan di 2022 ke 2023 dan dari 2023 ke 2024 (Solikah dan Bramastia, 2024). Angka ini naik hingga 5,53%. Indonesia sendiri sangat kaya akan energi terbarukan dengan potensi lebih dari 400.000 MW, dan 50% diantaranya adalah potensi dari energi surya. Namun kenyataannya pemanfaatan energi surya hanya sekitar 0,08% atau sekitar 150 MW saja (Anditya dkk., 2024). Oleh karena itu, penting untuk memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi listrik melalui media panel surya (Setiya Raharja dkk., 2024).

Sel surya adalah komponen utama sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang menggunakan teknologi fotovoltaik. Saat ini pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indonesia telah memiliki dasar kebijakan yang cukup kuat. Namun pada tahap implementasi, pemanfaatan potensi energi surya masih belum optimal. Salah satu penyebabnya adalah kurangnya sistem pemantauan (monitoring) yang efektif terhadap kinerja panel surya dan penyimpanan energinya.

Beberapa studi sebelumnya telah menjawab tantangan ini, diantaranya Sistem Monitoring Daya Tersimpan *Solar Cell* Pada *Accu* Menggunakan Sensor Nirkabel oleh Rizy Yakub (2017), berfokus pada jumlah daya yang dihasilkan dan disimpan. Selanjutnya, penelitian Laurencia Giovanni Dwiputri (2019), Sistem Monitoring Produktivitas Panel Surya Menggunakan Nirkabel Sensor dengan Algoritma *Rule Based*, hanya berfokus pada produktivitas panel surya. Kedua penelitian tersebut belum memasukkan elemen produksi serta penyimpanan energi secara menyeluruh. Maka, penelitian ini berkonsentrasi pada analisis optimalisasi

daya panel surya dengan mempertimbangkan produksi serta penyimpanan energi pada SONETOR.

Solar Energy Harvester (SONETOR) merupakan salah satu inovasi dalam bidang energi terbarukan yang bertujuan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik secara efisien dan berkelanjutan. Pemanfaatan teknologi ini sangat potensial, khususnya dalam menjawab tantangan global terhadap krisis energi dan kebutuhan akan sumber energi ramah lingkungan. Salah satu kendala dalam pengembangan sistem ini adalah belum tersedianya mekanisme pemantauan yang efektif dan berkelanjutan, terutama yang bersifat *real-time* dan berbasis internet (*online*). Tanpa adanya sistem pemantauan yang memadai, pengguna akan kesulitan dalam mengetahui kondisi aktual panel surya dan baterai, sehingga potensi masalah seperti penurunan daya *output*, kerusakan sel panel, atau degradasi baterai seringkali tidak terdeteksi sejak dini. Akibatnya, efisiensi sistem menjadi menurun dan dapat mengganggu kontinuitas suplai daya.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sistem pemantauan yang terintegrasi dan responsif. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem pemantauan produktivitas panel surya dan penyimpanan energi dalam baterai melalui pendekatan berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem ini dirancang dengan mengintegrasikan berbagai sensor dan mikrokontroler ESP32 yang dikendalikan menggunakan platform Arduino IDE. Pemrograman sistem dilakukan dengan pendekatan logika berbasis aturan (*rule-based*) dan dilengkapi dengan FreeRTOS untuk memungkinkan penerapan sistem multitasking secara efisien. Dengan arsitektur tersebut, sistem SONETOR dapat memberikan data yang akurat, cepat, dan dapat diakses secara *online* serta *real-time*.

Melalui penelitian ini, sistem ini diharapkan data yang diperoleh dapat menjadi acuan awal untuk analisis kinerja panel surya dan penyimpanan daya baterai serta menjadi acuan dalam pengambilan keputusan terkait efisiensi panel surya dan kapasitas penyimpanan energi.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Merancang serta mengimplementasikan sistem akuisisi data pada panel surya.

2. Memantau serta menganalisis produktivitas panel serta energi tersimpan dalam baterai.
3. Mengimplementasikan *multitasking* menggunakan FreeRTOS pada mikrokontroler ESP32.
4. Merancang klasifikasi berbasis logika *rule-based* untuk menentukan produktivitas panel surya dan daya tersimpan dalam baterai.

1.3 Manfaat Penelitian

Dengan tujuan penelitian tersebut, maka penelitian ini memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Tersusunnya sistem akuisisi data panel surya yang terintegrasi dengan sensor dan mikrokontroller.
2. Tersedianya informasi mengenai produktivitas panel surya serta kapasitas energi yang tersimpan dalam baterai.
3. Menunjukkan penerapan FreeRTOS dalam pengelolaan multitasking pada sistem monitoring SONETOR.
4. Teraplikasinya logika *rule-based* dalam klasifikasi status produktivitas panel surya dan pengisian serta penyimpanan energi baterai.