

ABSTRAK

Pemanfaatan energi surya di Indonesia masih relatif rendah meskipun potensinya besar. Salah satu penyebabnya adalah kurangnya sistem pemantauan yang efektif untuk kinerja panel surya dan penyimpanan energi, terutama yang bersifat *real-time* dan dapat diakses dari jarak jauh. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan Sistem Monitoring *Solar Energy Harvester* (SONETOR) berbasis mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan platform *thingsboard*. Sistem ini memanfaatkan sensor INA219 untuk mengukur arus dan tegangan pada panel surya dan baterai, dan sensor BH1750 untuk mengukur intensitas cahaya. Data diproses menggunakan logika berbasis aturan untuk menentukan produktivitas panel dan status penyimpanan energi baterai, dan dikirim ke *dashboard thingsboard* melalui protokol MQTT secara *real-time*. Implementasi *FreeRTOS* memungkinkan sistem untuk melakukan tugas multitasking seperti akuisisi data, pemrosesan, dan pengiriman secara efisien. Hasil pengukuran menunjukkan *error* pengujian menunjukkan 0,38% untuk tegangan panel surya, 0,80% tegangan baterai, 0,3032% untuk arus panel surya, 0,4420% untuk arus baterai. Hal ini menunjukkan bahwa kesalahan pengukuran rata-rata semua sensor berada di bawah toleransi $\pm 2\%$, dengan klasifikasi kinerja sistem yang akurat dalam memantau produktivitas panel surya dan kapasitas daya baterai. Sistem ini dapat menjadi solusi efektif untuk pemantauan jarak jauh kinerja pembangkit listrik tenaga surya, sekaligus mendukung pengelolaan energi terbarukan yang optimal.

Kata Kunci : panel surya, monitoring, IoT, ESP32, *Thingsboard*, *rule-based*, *FreeRTOS*.

ABSTRACT

The utilization of solar energy in Indonesia is still relatively low despite its large potential. One of the causes is the lack of effective monitoring system for solar panel performance and energy storage, especially those that are real-time and can be accessed remotely. This study designs and implements a Solar Energy Harvester (SONETOR) Monitoring System based on an ESP32 microcontroller integrated with the Thingsboard platform. The system utilizes INA219 sensors to measure current and voltage on solar panels and batteries, and BH1750 sensors to measure light intensity. Data is processed using rule-based logic to determine panel productivity and battery energy storage status, and sent to the Thingsboard dashboard via the MQTT protocol in real time. The implementation of FreeRTOS allows the system to perform multitasking tasks such as data acquisition, processing, and delivery efficiently. The measurement results show that the test error shows 0.38% for solar panel voltage, 0.80% for battery voltage, 0.3032% for solar panel current, 0.4420% for battery current. This shows that the average measurement of all sensors is below the tolerance of $\pm 2\%$, with an accurate classification of system performance in meeting solar panel productivity and battery power capacity. This system can be an effective solution for remotely monitoring the performance of solar power plants, while supporting optimal renewable energy management..

Keywords: *solar panel, monitoring, IoT, ESP32, Thingsboard, rule-based, FreeRTOS.*