

ABSTRACT

Maintaining the efficiency of solar panels is strongly influenced by the cleanliness of their surface. Dust and dirt can significantly reduce the power output of solar panels; therefore, an effective and safe cleaning system is required. Manual cleaning methods are considered less efficient because they require time, labor, and pose risks to technicians. Therefore, this study aims to design and develop a prototype of an automatic solar panel cleaning device based on the Internet of Things (IoT) that can monitor panel performance through voltage measurements and perform automatic cleaning.

This research includes literature review, hardware and software system design, assembly, testing, and data analysis. The system utilizes a 100 Wp solar panel, an ESP32 microcontroller as the main controller, an L298N motor driver, a DC motor and water pump as cleaning actuators, and the Blynk platform for monitoring and control. Dirty conditions are detected by comparing the panel output voltage at the same time each day using NTP time synchronization.

The results obtained from this research show that the system functions can operate, including voltage measurement, motor and pump control, communication with Blynk, and data storage. However, several problem limitations could not be implemented. Measurement of changes in the solar panel output voltage at the same time to determine the cleanliness level of the panel surface could not be carried out as planned. Testing of the types of dirt, which was limited to dust and fallen leaves, also could not be conducted consistently. In addition, the analysis of solar panel power efficiency before and after cleaning, as well as the energy consumption of the cleaning device, could not be fully carried out. These three aspects could not be implemented because there were factors during the testing process that could not be determined with certainty. Nevertheless, several tests showed an increase in the panel output voltage after the cleaning process.

Keywords: Solar panel, IoT, ESP32, automatic cleaning, voltage monitoring

ABSTRACT(Bahasa Indonesia)

Menjaga efisiensi panel surya sangat dipengaruhi oleh kebersihan permukaannya. Debu dan kotoran dapat membuat daya keluaran panel surya menurun secara signifikan, sehingga diperlukan sistem pembersihan yang efektif dan aman. Metode pembersihan manual kurang efisien karena memerlukan waktu, tenaga, dan berisiko bagi teknisi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun prototipe alat pembersih panel surya otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu memantau kinerja panel melalui pengukuran tegangan dan melakukan pembersihan secara otomatis.

Penelitian ini meliputi studi literatur, perancangan sistem perangkat keras dan perangkat lunak, perakitan, pengujian, serta analisis data. Sistem menggunakan panel surya 100 WP, mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama, driver motor L298N, motor DC dan pompa air sebagai aktuator pembersih, serta *platform Blynk* untuk monitoring dan kontrol. Deteksi kondisi kotor dilakukan dengan membandingkan nilai tegangan keluaran panel pada waktu yang sama setiap hari menggunakan sinkronisasi waktu NTP.

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa fungsi sistem dapat bekerja, meliputi pembacaan tegangan, pengendalian motor dan pompa, komunikasi dengan Blynk, serta penyimpanan data. Namun, terdapat beberapa batasan masalah yang belum dapat direalisasikan. Pengukuran perubahan tegangan keluaran panel surya pada waktu yang sama untuk menentukan tingkat kebersihan permukaan panel belum dapat dilakukan sesuai dengan yang direncanakan. Pengujian jenis kotoran yang dibatasi pada debu dan daun gugur juga belum dapat dilakukan secara konsisten. Selain itu, analisis efisiensi daya panel surya sebelum dan sesudah pembersihan serta konsumsi energi alat pembersih belum dapat dilakukan secara menyeluruh. Ketiga hal tersebut belum dapat direalisasikan karena terdapat faktor selama proses pengujian yang tidak dapat diketahui secara pasti. Meskipun demikian, pada beberapa pengujian terdapat peningkatan tegangan keluaran panel setelah proses pembersihan.

Kata kunci: Panel surya, IoT, ESP32, pembersih otomatis, monitoring tegangan.