

RINGKASAN

Implementasi Desain MPPT Berbasis Fuzzy Logic pada Solar Photovoltaic System dengan Real-Time Monitoring System Menggunakan IoT

Sulthon Rafi

Pemanfaatan energi surya sebagai energi terbarukan di Indonesia masih belum optimal, meskipun potensinya sangat besar karena posisi geografis yang dilalui garis khatulistiwa. Efisiensi panel surya sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan intensitas cahaya matahari yang tidak menentu, sehingga masih belum mencapai daya maksimum secara optimal. Permasalahan ini menuntut penerapan teknologi pengendalian yang mampu beradaptasi terhadap variasi lingkungan, teknologi yang digunakan untuk memaksimalkan produksi daya yang dapat dihasilkan untuk selalu mencapai titik daya maksimum. Penelitian ini difokuskan pada implementasi desain MPPT berbasis fuzzy logic pada solar photovoltaic system dengan skenario parameter menggunakan software Matlab Simulink serta penggunaan IoT sebagai sistem monitoring pada seluruh sistem. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi bagi peneliti lainnya dalam melacak titik daya maksimum pada solar panel untuk melakukan pengisian baterai serta pemanfaatan IoT untuk memonitoring setiap keluaran.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan perancangan dan simulasi algoritma MPPT menggunakan perangkat lunak Matlab Simulink. Rangkaian buck converter dirancang untuk mengatur tegangan keluaran, sementara mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai pusat kendali dan penghubung ke antarmuka IoT melalui aplikasi Blynk. Sistem dirancang untuk membaca data tegangan dan arus secara langsung dari panel surya, lalu mengirimkannya ke perangkat pengguna melalui jaringan internet. Pengujian dilakukan dengan variasi intensitas iradiasi dari 100 W/m^2 hingga 1000 W/m^2 untuk mengamati respons sistem terhadap perubahan kondisi lingkungan.

Dari pengujian dan analisis menunjukkan bahwa algoritma MPPT berbasis fuzzy logic mampu melacak titik daya maksimum dengan efisiensi rata – rata sebesar 94,43%. Efisiensi tertinggi tercatat sebesar 96,28% pada iradiasi 300 W/m^2 , sedangkan efisiensi terendah sebesar 92,22% pada iradiasi 1000 W/m^2 . Sistem pemantauan IoT menunjukkan deviasi standar pembacaan tegangan dan arus masing – masing sebesar $\pm 0,92\%$ dan $\pm 4,99\%$ yang masih dalam batas toleransi. Secara keseluruhan, sistem ini terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi panel surya serta memungkinkan pemantauan dari jarak jauh secara *real-time*.

Kata kunci : MPPT, Logika Fuzzy, Internet of Things, Monitoring, Photovoltaic

SUMMARY

Implementation of Fuzzy Logic Based MPPT Design on Solar Photovoltaic System with Real-Time Monitoring System Using IoT

Sulthon Rafi

The utilization of solar energy as renewable energy in Indonesia is still not optimal, although its potential is very large due to the geography crossed by the equator. The efficiency of solar panels is greatly influenced by weather conditions and the intensity of sunlight that does not decrease, so it still does not reach maximum power optimally. This problem is the application of control technology that is able to adapt to environmental variations, technology used to maximize the production of power that can be generated to always reach the maximum power point. This study focuses on the implementation of fuzzy logic-based MPPT design on solar photovoltaic systems with scenario parameters using Matlab Simulink software and the use of IoT as a monitoring system for the entire system. The results of the study are expected to provide recommendations for other researchers in tracking the maximum power point on solar panels to charge batteries and the use of IoT to monitor each output.

The method used in this study involves the design and simulation of the MPPT algorithm using Matlab Simulink software. The buck converter circuit is designed to regulate the output voltage, while the ESP32 microcontroller is used as a control center and connection to the IoT interface via the Blynk application. The system is designed to read voltage and current data directly from the solar panel, then send it to the user's device via the internet network. Testing was carried out with variations in irradiation intensity from 100 W/m² to 1000 W/m² to observe the system's response to changes in environmental conditions.

From testing and analysis, it was shown that the fuzzy logic-based MPPT algorithm was able to track power points maximally with an average efficiency of 94.43%. The highest efficiency was recorded at 96.28% at 300 W/m² irradiation, while the lowest efficiency was recorded at 92.22% at 1000 W/m² irradiation. The IoT monitoring system showed standard deviations of voltage and current readings of $\pm 0.92\%$ and $\pm 4.99\%$, respectively, which were still within tolerance limits. Overall, this system has proven effective in increasing the efficiency of solar panels and enabling real-time remote monitoring.

Keywords : MPPT, Fuzzy Logic, Internet of Things, Monitoring, Photovoltaic