ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sering mengalami penurunan efisiensi daya akibat *Partial Shading Condition* (PSC). Pada kondisi ini, algoritma *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) konvensional seperti *Perturb and Observe* (P&O) memiliki kelemahan karena mudah terjebak pada titik daya lokal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem kendali MPPT menggunakan metode PID-*Based Search Algorithm* (PSA) untuk melacak *Global Maximum Power Point* (GMPP). Sistem diimplementasikan dalam bentuk *prototype* perangkat keras menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor arus dan tegangan INA219, serta *Asynchronous Buck Converter*. Kinerja algoritma PSA diuji dan dibandingkan langsung dengan P&O pada kondisi normal maupun PSC, menggunakan skenario bayangan layangan dan bayangan tubuh manusia. Hasil pengujian menunjukkan *buck converter* yang dirancang mampu mencapai efisiensi konversi sebesar 96,39%. Pada kondisi normal, algoritma PSA lebih unggul dari P&O dengan waktu konvergensi 4 detik, daya rata-rata 67,88 W, dan osilasi lebih rendah 4,99%. Pada kondisi PSC, PSA terbukti lebih adaptif pada skenario bayangan layangan, PSA memiliki daya puncak baru sebesar 34,01 W dan waktu konvergensi 8 detik, sedangkan P&O hanya mencapai 22,67 W dan waktu konvergensi 10 detik. Secara keseluruhan, algoritma PSA terbukti lebih unggul dibandingkan P&O dengan memiliki respons pelacakan lebih cepat, serta mampu menghasilkan ekstraksi daya yang lebih optimal dibandingkan algoritma P&O konvensional.

Kata Kunci: Panel Surya, *Maximum Power Point Tracking, Partial shading Condition, PID-Based Search Algorithm, Perturb and Observe*.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG

ABSTRAK

Solar Photovoltaic (PV) systems often experience a decline in power efficiency due to Partial Shading Conditions (PSC). Under these conditions, conventional Maximum Power Point Tracking (MPPT) algorithms such as Perturb and Observe (P&O) suffer from a drawback: they easily become trapped at local power points. Therefore, this study aims to design and implement an MPPT control system utilizing a PID-Based Search Algorithm (PSA) to track the Global Maximum Power Point (GMPP). The system was implemented as a hardware prototype using an ESP32 microcontroller, INA219 current and voltage sensors, and an asynchronous buck converter. The performance of the PSA algorithm was tested and directly compared against P&O under both normal and PSC conditions, employing "kite-shaped" and human-body shading scenarios. Test results indicate that the designed buck converter achieved a conversion efficiency of 96.39%. Under normal conditions, the PSA algorithm outperformed P&O, demonstrating a convergence time of 4 seconds, an average power output of 67.88 W, and 4.99% less oscillation. Under PSC conditions, PSA proved more adaptive; in the kite-shaped shading scenario, PSA achieved a new peak power of 34.01 W with a convergence time of 8 seconds, whereas P&O reached only 22.67 W with a convergence time of 10 seconds. Overall, the PSA algorithm proved superior to P&O, offering faster tracking response and enabling more optimal power extraction than the conventional P&O algorithm.

Keywords: *Solar Panel, Maximum Power Point Tracking, Partial Shading Condition, PID-Based Search Algorithm, Perturb and Observe.*

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG