

ABSTRAK

STUDI KOMPARATIF ALGORITMA *MAXIMUM POWER POINT TRACKING* PADA *PHOTOVOLTAIC STRING* DALAM KONDISI BAYANGAN PARSIAL

Oleh

STEFANUS BEBIARTO MARUDUT SAGALA

Matahari adalah sumber energi terbarukan yang digunakan dalam teknologi *photovoltaic* (PV) untuk menghasilkan listrik. Salah satu tantangan utama dalam penggunaan PV adalah penurunan energi yang dihasilkan akibat bayangan parsial, yang dapat diatasi menggunakan algoritma *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) seperti *Incremental Conductance* (IC), *Particle Swarm Optimization* (PSO), dan *Flower Pollination Algorithm* (FPA). Penelitian ini membandingkan efisiensi dan waktu pelacakan dari metode IC, PSO, dan FPA dalam kondisi bayangan parsial pada PV *string* dengan daya output 2,5 kW menggunakan simulasi MATLAB/SIMULINK. Pengujian dilakukan pada enam skenario bayangan parsial untuk menemukan titik *Maximum Power Point* (MPP). Hasil simulasi menunjukkan bahwa algoritma IC mengalami kesulitan melacak titik MPP pada skenario 4, 5, dan 6 dengan efisiensi rata-rata 94,78% dalam waktu 0,085 detik, sementara algoritma PSO terjebak pada skenario 6 dengan efisiensi rata-rata 96,19% dalam waktu 1,33 detik. Di sisi lain, algoritma FPA mampu melacak titik MPP pada semua skenario dengan efisiensi tertinggi yaitu 98,65% dalam waktu 0,86 detik. Meskipun demikian, algoritma IC unggul dalam kecepatan pelacakan dengan waktu rata-rata 0,068 detik berkat kesederhanaannya, dibandingkan PSO dan FPA yang memerlukan lebih banyak iterasi untuk mencapai konvergensi. Penelitian ini membuktikan bahwa algoritma FPA memiliki keunggulan dalam efisiensi pelacakan MPP pada PV *string* dalam kondisi bayangan parsial, menjadikannya metode paling efektif untuk menjaga performa optimal sistem PV. Di sisi lain, meskipun IC unggul dalam kecepatan pelacakan, efisiensi dan kestabilannya tidak lebih baik dibandingkan dengan FPA yang mampu melacak MPP dengan lebih akurat dan konsisten.

Kata kunci: PV String, Bayangan Parsial, MPPT, IC, PSO, FPA.

ABSTRACT

COMPARATIVE STUDY OF MAXIMUM POWER POINT TRACKING ALGORITHMS ON PHOTOVOLTAIC STRING UNDER PARTIAL SHADING CONDITIONS

By

STEFANUS DEBIARTO MARUDUT SAGALA

The sun is a renewable energy source used in photovoltaic (PV) technology to generate electricity. One of the main challenges in using PV is the reduced energy output due to partial shading, which can be addressed using Maximum Power Point Tracking (MPPT) algorithms such as Incremental Conductance (IC), Particle Swarm Optimization (PSO), and Flower Pollination Algorithm (FPA). This study compares the efficiency and tracking time of the IC, PSO, and FPA methods under partial shading conditions on a PV string with an output power of 2.5 kW using MATLAB SIMULINK simulations. The tests were conducted on six partial shading scenarios to find the Maximum Power Point (MPP). The simulation results show that the IC algorithm struggles to track the MPP in scenarios 4, 5, and 6 with an average efficiency of 94.81% in 0.068 seconds, while the PSO algorithm gets stuck in scenario 6 with an average efficiency of 96.19% in 1.24 seconds. On the other hand, the FPA algorithm successfully tracks the MPP in all scenarios with the highest average efficiency of 98.65% in 0.95 seconds. However, the IC algorithm excels in tracking speed with an average time of 0.068 seconds due to its simplicity compared to PSO and FPA, which require more iterations to converge. This study demonstrates that the FPA algorithm has an advantage in MPP tracking efficiency in PV strings under partial shading conditions, making it the most effective method for maintaining optimal PV system performance. On the other hand, although the IC algorithm excels in tracking speed, its efficiency and stability are lower compared to FPA, which can track MPP more accurately and consistently.

Key words: PV String, Partial Shading, MPPT, IC, PSO, FPA.