

ABSTRAK

Potensi iradiasi surya yang tinggi di Indonesia ideal untuk energi fotovoltaik (PV), namun keluaran dayanya non-linear dengan Maximum Power Point (MPP) yang dinamis, sehingga memerlukan sistem pelacakan (MPPT). Tantangan utama adalah kondisi bayangan parsial (partial shading), yang menciptakan beberapa puncak daya dan dapat menjebak algoritma konvensional pada Local Maximum Power Point (LMPP). Untuk mengatasi ini, penelitian ini mengimplementasikan MPPT berbasis algoritma Grey Wolf Optimizer (GWO) dengan strategi pengisian multi-tahap. Algoritma GWO dieksekusi setiap 5 menit untuk melacak Global Maximum Power Point (GMPP), yang diintegrasikan dengan mode Constant Voltage (CV) saat baterai mendekati penuh (14,4 V) dan dilengkapi proteksi cutoff (High/Low Voltage Disconnect) untuk menjamin keamanan dan siklus hidup baterai. Hasil pengujian menunjukkan efektivitas sistem. Pada iradiasi seragam 1000 W/m², GWO MPPT menghasilkan 38.72 W (peningkatan 126%) dibandingkan tanpa MPPT (17.07 W). Pada kondisi partial shading, GWO berhasil melacak GMPP dan menghasilkan 11.03 W (peningkatan 27.5%). Verifikasi operasional membuktikan transisi mode yang tepat, di mana fase MPPT mencapai arus puncak 1.34 A (pada 35.72 V), yang kemudian dinonaktifkan dengan benar saat fase CV berjalan dan arus menurun ke 0.19 A. Studi ini membuktikan bahwa arsitektur sistem yang diusulkan efektif memaksimalkan ekstraksi daya di berbagai kondisi sambil menjaga siklus hidup baterai.

Kata Kunci: Maximum Power Point Tracking (MPPT), Grey Wolf Optimizer (GWO), Partial Shading, Constant Voltage, Pengisian Baterai