

ABSTRAK

Algoritme Maximum Power Point Tracking (MPPT) konvensional seperti Perturb and Observe (P&O) memiliki kelemahan berupa fluktuasi daya dan periode settling yang berkepanjangan pada sistem fotovoltaik. Penelitian ini mengembangkan sistem charge controller berbasis MPPT dengan metode kontrol Fuzzy-PI untuk mengoptimalkan ekstraksi energi panel surya. Sistem menggunakan synchronous buck converter dan mikrokontroler ESP32 dual-core dengan algoritme Fuzzy-PI yang mengintegrasikan logika Fuzzy Sugeno sebagai pengendali adaptif nilai parameter Proportional-Integral (PI) dengan tiga variabel masukan: kesalahan daya, laju perubahan daya, dan stabilitas. Sistem dilengkapi proteksi berlapis OVP, UVP, OCP, OTP, dan backflow protection. Hasil pengujian menggunakan Chroma Solar Array Simulation menunjukkan algoritme Fuzzy-PI mencapai tracking dengan deviasi MPP 0,00% dan efisiensi 100% pada iradiasi 200 W/m², sedangkan P&O hanya mencapai efisiensi 90% dengan deviasi 10%. Waktu settling mengalami perbaikan signifikan dari 197 detik (P&O) menjadi 14 detik (Fuzzy-PI). Pada pengujian kenaikan iradiasi 200-400 W/m², Fuzzy-PI menunjukkan deviasi MPP 19% dengan efisiensi 99,48%, dibandingkan P&O yang menghasilkan deviasi 30% dengan efisiensi 37,64%. Penelitian ini berhasil mengimplementasikan algoritme MPPT Fuzzy-PI yang meningkatkan efisiensi tracking, mengurangi osilasi, dan memperbaiki lost of tracking pada kondisi perubahan iradiasi mendadak, meskipun keterbatasan hardware teridentifikasi pada iradiasi tinggi dengan daya maksimal terbatas 68-71W dari potensi teoritis 200W.

Kata Kunci: Maximum Power Point Tracking (MPPT), Fuzzy Logic, Proportional Integral (PI), fotovoltaik, Charge Controller