

ABSTRAK

Pemanfaatan energi surya menggunakan panel statis memiliki keterbatasan efisiensi karena tidak mampu mengikuti pergerakan matahari. Teknologi solar tracker konvensional berbasis sensor cahaya Light Dependent Resistor (LDR) seringkali mengalami instabilitas dan kegagalan pelacakan saat kondisi cuaca berawan atau mendung. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun sistem dual-axis solar tracker berbasis kecerdasan buatan (Artificial Neural Network) menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk meningkatkan akurasi pelacakan pada kondisi cuaca dinamis. Metode yang digunakan adalah Feed Forward Neural Network dengan arsitektur Multi-Layer Perceptron (MLP) konfigurasi 4-32-16-2 yang dilatih menggunakan algoritma Levenberg-Marquardt. Dataset pelatihan merupakan gabungan dari tiga kondisi pencahayaan (cerah, berawan, dan mendung) untuk menghasilkan model yang robust. Hasil pelatihan menunjukkan bahwa model dengan dataset gabungan memiliki performa terbaik dengan nilai Mean Squared Error (MSE) sebesar 19,0129 dan koefisien korelasi (R) mencapai 0,99. Pengujian lapangan selama dua hari menunjukkan karakteristik respon sistem yang variatif terhadap kondisi cuaca. Pada kondisi cuaca cerah berawan, sistem mencatatkan rata-rata error bayangan penunjuk sebesar 4,83 cm, yang setara dengan estimasi efisiensi penyerapan energi optis sebesar 94,5% berdasarkan Hukum Kosinus Lambert. Sistem juga terbukti memiliki kemampuan self-recovery pasca gangguan awan sesaat. Namun, pada kondisi mendung tebal dan intensitas cahaya rendah, rata-rata error meningkat menjadi 8,56 cm dengan estimasi efisiensi 85,3% akibat penurunan Signal-to-Noise Ratio (SNR) pada sensor. Penelitian ini membuktikan bahwa integrasi ANN mampu mengatasi keterbatasan respons sensor LDR dan menjaga efisiensi penyerapan energi tetap tinggi pada kondisi cuaca cerah hingga berawan.

Kata Kunci: Dual-axis Solar Tracker, Artificial Neural Network, ESP32, LDR, Efisiensi Optis