

RANCANGAN MANAJEMEN ENERGI PLTS OFF-GRID UNTUK CHARGING STATION ALAT PERTANIAN

Nama Mahasiswa : Mufti Amalia Ikhsan
NIM : 04221091
Dosen Pembimbing Utama : Happy Aprillia, S.ST., M.T., M.Eng., Ph.D.
Dosen Pembimbing Pendamping : Yun Tonce Kusuma Priyanto, S.T., M.T

ABSTRAK

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid* memerlukan sistem manajemen energi yang mampu memantau kondisi energi dan mengatur beban secara otomatis agar suplai daya tetap stabil serta baterai tidak mengalami pengosongan berlebih. Pada kondisi eksisting, PLTS di lokasi penelitian belum dilengkapi sistem monitoring dan pengendalian beban berbasis kondisi aktual. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan prototipe *Energy Management System* (EMS) pada PLTS *off-grid* untuk *charging station* alat pertanian menggunakan mikrokontroler ESP32. Sistem mengintegrasikan sensor PZEM-017 untuk membaca parameter DC pada sisi panel surya dan baterai, sensor PZEM-004T untuk parameter AC pada sisi beban, serta sensor DS18B20 untuk suhu baterai. Estimasi *State of Charge* (SoC) baterai dilakukan menggunakan metode *Coulomb Counting*. *Fuzzy Logic Controller* tipe Mamdani digunakan untuk menentukan level beban aktif berdasarkan tiga input, yaitu SoC, daya PV, dan daya beban, sedangkan mode operasi ditentukan berdasarkan selisih daya antara daya PV dan daya beban. Hasil validasi sensor menunjukkan error maksimum PZEM-017 sebesar 0,80%, PZEM-004T sebesar 0,84%, dan DS18B20 sebesar 2,74%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa keputusan fuzzy bervariasi sesuai kondisi energi, yaitu menghasilkan Level 2 dan Level 3, sehingga sistem dapat melakukan pelepasan beban prioritas rendah secara adaptif ketika daya beban meningkat. Implementasi fuzzy pada ESP32 juga telah diverifikasi terhadap model acuan MATLAB dengan keputusan level yang identik. Analisis energi selama pengujian menunjukkan total energi PV sebesar 66,68 kWh dan energi beban sebesar 20,66 kWh, sehingga terdapat surplus energi sebesar 46,02 kWh yang menunjukkan bahwa kapasitas pembangkitan masih jauh melebihi kebutuhan beban saat ini. Pengembangan selanjutnya disarankan menggunakan sensor arus dua arah serta pengujian yang lebih lama pada variasi cuaca dan kondisi SoC yang lebih beragam.

Kata kunci: PLTS *off-grid*, manajemen energi, logika fuzzy, *State of Charge*, ESP32.