

ABSTRAK

*Budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) intensif sangat bergantung pada kontinuitas aerasi untuk menjaga oksigen terlarut di atas ambang kritis 4 mg/L, karena kegagalan daya dapat memicu kerusakan fisiologis ikan yang tidak dapat dipulihkan hanya dalam 10 menit. Penelitian ini merancang sistem akuisisi data daya dan estimasi energi berbasis IoT pada panel budidaya ikan nila bersuplai PLTS off-grid, dibangun atas dua Node ESP32 yang berkomunikasi via ESP-NOW. Node A mengintegrasikan dua sensor PZEM-017 melalui RS485 Modbus RTU pada sisi pengisian (panel surya menuju SSC) dan beban (baterai menuju aerator), deteksi cuaca berbasis sensor hujan dan tegangan panel surya, serta estimasi State of Charge (SoC) menggunakan Coulomb Counting yang dikoreksi Open Circuit Voltage (OCV). Pengujian melalui dua siklus berulang menunjukkan akurasi tegangan 98,30–99,82% dan akurasi arus 77,87–93,25%, dengan akurasi rendah pada arus pengisian sangat kecil ($<0,35\text{ A}$) yang teridentifikasi sebagai keterbatasan inheren shunt resistor, bukan kegagalan sistem; galat daya aktif dan energi masing-masing rata-rata 0,45% dan 0,43%. Coulomb Counting dengan koreksi OCV mengestimasi SoC dengan rata-rata selisih 4,05% (puncak 15,6% pada SoC menengah akibat drift integrasi, namun mengecil ke 0,1–0,4% mendekati batas pengosongan, dengan koreksi OCV sendiri hanya menyimpang 0,354%). Estimasi Time-to-Empty dan Time-to-Full menunjukkan galat relatif masing-masing 15,15% dan 45,06%, yang terakhir disebabkan asumsi iradiasi statis berbanding kondisi aktual yang dinamis. Klasifikasi cuaca mencapai akurasi 100% pada lima kondisi uji, sementara komunikasi ESP-NOW mempertahankan packet loss 0% hanya pada jarak 1–4 meter, memburuk hingga gagal total pada 20 meter. Data LCD lokal dan Blynk Cloud tetap tersinkronisasi sempurna, dan pengujian 24 jam kontinu membuktikan SoC baterai tetap di atas batas Depth of Discharge maksimum sepanjang satu siklus penuh pengisian–pengosongan. Meskipun ditemukan keterbatasan pada penginderaan arus rendah dan proyeksi bergantung iradiasi, sistem terbukti efektif sebagai lapisan kesadaran energi real-time yang memitigasi risiko penghentian aerasi mendadak.*

Kata Kunci: Akuisisi Data Daya, PLTS Off-grid, State of charge, Coulomb Counting, Internet of Things, Budidaya Ikan Nila.