

ABSTRAK

Degradasi modul *photovoltaic* (PV) merupakan tantangan teknis kritis dalam pengelolaan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), khususnya di kawasan tropis dengan karakteristik iklim ekstrem seperti Papua Barat. Penelitian ini bertujuan: menganalisis faktor lingkungan dan teknis yang memengaruhi laju degradasi modul PV di Laboratorium Komputer Balai Penjaminan Mutu Pendidikan Provinsi Papua Barat; mengembangkan dan membandingkan model degradasi berbasis pendekatan linear, eksponensial, dan model empiris Papua Barat; serta mengevaluasi dampak degradasi terhadap kinerja sistem PLTS-Hybrid *on-grid* dan merumuskan rekomendasi teknis mitigasi. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain studi kasus longitudinal, berbasis data monitoring 24 bulan dimulai pada Januari 2024 sampai dengan Desember 2025 yang mencakup daya DC, energi AC, suhu modul, dan kondisi cuaca harian. Analisis dilakukan menggunakan metode *Year-on-Year* (YoY), regresi *least square*, dan validasi *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil menunjukkan laju degradasi tahunan 1,44% (di tahun pertama) dan 1,41% tahun kedua), dengan degradasi kumulatif 2,85% dalam dua tahun—melampaui standar IEC 61215 (0,8%/tahun) sebesar 80%. Faktor dominan meliputi *thermal stress* (suhu modul 45–110°C), kelembaban >80%, dan *Potential Induced Degradation* (PID). Model empiris Papua Barat menghasilkan akurasi proyeksi tertinggi (MAPE 0,005%) dibandingkan model linear dan eksponensial standar, dengan proyeksi daya residual 748,3 W pada tahun ke-20. Total produksi energi dua tahun mencapai 2.106,45 kWh dengan pola musiman yang jelas. Penelitian ini merekomendasikan *oversizing* sistem 120–130%, pemeliharaan berkala 3–4 kali per tahun, modul anti-PID (IEC 62804), dan monitoring IoT *real-time*.