

ANALISIS TEKNO-EKONOMI DAN OPTIMASI SISTEM HYBRID PLTD, PLTS DAN BESS UNTUK KEANDALAN PENYEDIAAN LISTRIK DI DAERAH TERPENCIL: STUDI KASUS DESA KASONAWEJA, PAPUA

Agung Anugrahito, 202210023

Dr. Ignatius Rendroyoko, S.T., M.Eng.Sc., IPU., ASEAN Eng

ABSTRAK

Desa Kasonaweja di Kabupaten Mamberamo Raya, Papua, merupakan wilayah terpencil yang masih sepenuhnya bergantung pada PLTD 400 kW dengan Biaya Pokok Penyediaan (BPP) mencapai Rp 5.581/kWh. Penelitian ini mengevaluasi kelayakan sistem hybrid yang mengintegrasikan PLTS, BESS, dan PLTD eksisting menggunakan HOMER Pro pada tiga skenario margin cadangan daya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi dengan margin cadangan 10% (Skenario 2) memberikan keseimbangan terbaik. Pada Tahap 1, sistem PLTS 900 kW menghasilkan LCOE Rp 4.234/kWh. Pada Tahap 2, ekspansi PLTS 4.750 kW dan BESS 21.653 kWh menghasilkan LCOE Rp 4.413/kWh dengan porsi energi terbarukan 82,2%, serta mampu mengurangi konsumsi BBM 169.457 liter/tahun dan emisi CO₂ 955 ton/tahun. Analisis finansial menunjukkan Skenario 2 Tahap 1 menghasilkan IRR 16,11% dengan NPV Rp 4,76 miliar (tarif HPT) dan IRR 12,51% dengan NPV Rp 8,74 miliar (tarif BPP Papua). Pada Tahap 2, Skenario 2 tetap paling unggul dengan IRR 5,24% dan NPV negatif terkecil (-Rp 36,46 miliar) dibanding skenario lainnya. Kebutuhan lahan untuk implementasi mencapai ±2,71 hektar. Penelitian ini membuktikan bahwa sistem hybrid dengan margin cadangan 10% layak secara teknis, ekonomis, dan lingkungan untuk diterapkan di wilayah terpencil seperti Kasonaweja.

Kata kunci: sistem hybrid, PLTS, PLTD, Battery Energy Storage System, HOMER Pro

TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF A DIESEL, SOLAR & BATTERY HYBRID SYSTEM FOR RELIABLE ELECTRICITY SUPPLY IN REMOTE AREAS: A CASE STUDY OF KASONAWEJA VILLAGE, PAPUA

Agung Anugrahito, 202210023

Dr. Ignatius Rendroyoko, S.T., M.Eng.Sc., IPU., ASEAN Eng

ABSTRACT

Kasonaweja Village in Mamberamo Raya Regency, Papua, is a remote area that still fully depends on a 400 kW diesel power plant (PLTD) with a cost of supply (BPP) reaching Rp 5,581/kWh. This study evaluates the feasibility of a hybrid power system integrating solar PV, Battery Energy Storage System (BESS), and the existing diesel generator using HOMER Pro under three reserve margin scenarios. The results show that the configuration with a 10% reserve margin (Scenario 2) provides the best balance between reliability and cost. In Phase 1, a 900 kW PV system achieves an LCOE of Rp 4,234/kWh. In Phase 2, expansion with 4,750 kW PV and 21,653 kWh BESS results in an LCOE of Rp 4,413/kWh with a renewable energy share of 82.2%, while reducing fuel consumption by 169,457 liters/year and CO₂ emissions by 955 tons/year. Financial analysis shows that Scenario 2 Phase 1 generates an IRR of 16.11% with an NPV of Rp 4.76 billion (HPT tariff) and an IRR of 12.51% with an NPV of Rp 8.74 billion (BPP Papua tariff). In Phase 2, Scenario 2 remains the most superior with an IRR of 5.24% and the smallest negative NPV (-Rp 36.46 billion) compared to other scenarios. Land requirement for implementation reaches ±2.71 hectares. This study proves that a hybrid system with a 10% reserve margin is technically, economically, and environmentally feasible to be implemented in remote areas such as Kasonaweja.

Keywords: *hybrid power system, solar photovoltaic, diesel generator, battery energy storage, HOMER Pro*