

OPTIMASI TEKNO-EKONOMI PENGEMBANGAN SISTEM PEMBANGKIT HIBRID EKSISTING MENGGUNAKAN *MULTI TOOLS* (STUDI KASUS: PULAU SEBIRA)

Hari Purnomo Adi, 202210533

Di bawah bimbingan Dr. Ir. Zainal Arifin, M.B.A

ABSTRAK

Komitmen Indonesia untuk mencapai *Net Zero Emissions* (NZE) pada 2060 mendorong dekarbonisasi mikrogrid berbasis diesel di pulau terpencil, di mana biaya bahan bakar tinggi dan keandalan menjadi tantangan. Pulau Sebir, pulau berpenghuni paling utara Jakarta, saat ini mengoperasikan sistem hibrid PV–baterai–diesel. Berdasarkan pengukuran lapangan tahun 2024, penelitian ini memodelkan aset eksisting menggunakan PVsyst untuk memperoleh profil energi PV yang akurat, kemudian melakukan optimasi teknis-ekonomi dengan HOMER Pro. Tiga skenario dianalisis: (i) sistem saat ini, (ii) ekspansi biaya optimal, dan (iii) fraksi energi terbarukan 100%. Konfigurasi optimal menambahkan PV *ground-mounted* 158,4 kWp, PV terapung 211,2 kWp, dan baterai Li-ion 1.325 kWh, menurunkan *Levelized Cost of Energy* (LCOE) menjadi Rp 4.879,36/kWh (turun 20% dibanding sistem eksisting), mengurangi konsumsi diesel ± 141 kL/tahun, dan menekan emisi CO₂ ± 372 ton/tahun serta memenuhi beban 833.872 kWh/tahun. Skenario 100% energi terbarukan secara teknis memungkinkan, tetapi memerlukan tambahan PV 1.425,6 kWp dan baterai 5.875 kWh, dengan LCOE meningkat menjadi Rp 10.938,06/kWh. Hasil penelitian ini menegaskan pentingnya pemodelan untuk pengembangan pembangkit hibrid untuk mencapai LCOE terendah serta memberikan panduan praktis pengembangan energi bersih di pulau kecil. Implikasi kebijakan menyoroti peran PV terapung saat lahan terbatas untuk pengembangan sistem hibrid eksisting.

Kata kunci:

Hibrid microgrid; solar PV; sistem penyimpanan energi baterai; optimasi tekno-ekonomi; HOMER Pro; PVsyst; PLTS terapung.

***TECHNO-ECONOMIC OPTIMIZATION OF EXISTING HYBRID POWER
SYSTEM DEVELOPMENT USING MULTI-TOOLS
(CASE STUDY: SEBIRA ISLAND)***

Hari Purnomo Adi, 202210533

Under the Guidance of Dr. Ir. Zainal Arifin, M.B.A

ABSTRACT

Indonesia's pledge to reach Net Zero Emissions (NZE) by 2060 has heightened the urgency to decarbonize diesel-reliant microgrids in remote islands, where logistics inflate fuel costs and reliability risks. Sebira Island—Jakarta's northernmost inhabited island—already operates a PV–battery–diesel hybrid system. Building on 2024 field measurements of load and solar resources, this study models the existing assets in PVsyst to obtain high-fidelity PV energy profiles, then performs techno-economic optimization with HOMER Pro. We evaluate three scenarios: (i) the current system, (ii) cost-optimal expansion, and (iii) 100% renewable fraction. The optimal configuration adds 158.4 kWp ground-mounted PV, 211.2 kWp floating PV, and 1,324 kWh Li-ion storage, lowering the Levelized Cost of Energy (LCOE) to Rp 4,879.36/kWh (–20% versus the existing system), cutting annual diesel use by ≈ 141 kL, and reducing CO₂ emissions by ≈ 372 t/year while fully meeting demand (833,872 kWh/year). Achieving 100% renewable fraction is technically feasible but requires $\sim 1,425.6$ kWp new PV and 5,875 kWh Li-ion storage, raising LCOE to Rp 10,938.06/kWh. The results of this study emphasize the importance of modeling for hybrid power plant development to achieve the lowest LCOE and provide practical guidance for clean energy development on small islands. Policy implications highlight the role of floating PV when land is limited for developing existing hybrid systems.

Keywords

Hybrid microgrid; solar PV; battery energy storage; techno-economic optimization; HOMER Pro; PVsyst; floating PV.