

INTISARI

Target “*Net Zero Emission*” tahun 2060 telah menjadi isu prioritas nasional yang mendorong PLN dan pemerintah Indonesia untuk meningkatkan bauran energi terbarukan, sesuai Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014, yang menargetkan 23% energi terbarukan pada 2025 dan 31% pada 2050. Sebagai daerah kepulauan terpencil yang masih sangat bergantung pada PLTD, Kabupaten Kepulauan Talaud—khususnya Pulau Karakelang—menghadapi tantangan dalam penyediaan energi yang andal dan berkelanjutan. Dengan kebutuhan daya 4,8 MW dan lebih dari 10.000 pelanggan, serta potensi surya yang tinggi mencapai 4.113 kWh/kWp, Pulau Karakelang memiliki prospek kuat untuk pengembangan PLTS. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada analisis tekno-ekonomi dan dampak lingkungan dari sistem PLTS-BESS di Pulau Karakelang sebagai solusi transisi energi menuju emisi nol bersih.

Penelitian ini memodelkan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang terintegrasi dengan sistem penyimpanan energi berbasis baterai (BESS) dan dikombinasikan dengan PLTD *existing* untuk memenuhi kebutuhan energi di Pulau Karakelang. Pemodelan sistem dilakukan menggunakan perangkat lunak HOMER Pro dengan dua skenario: skenario pertama merepresentasikan kondisi eksisting yang sepenuhnya bergantung pada PLTD, sedangkan skenario kedua menggabungkan PLTS-BESS dalam sistem kelistrikan. Evaluasi dilakukan melalui analisis teknis dan ekonomi dengan indikator *Net Present Cost* (NPC), *Levelized Cost of Energy* (LCOE), *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), serta *payback period*. Selain itu, analisis lingkungan mencakup estimasi pengurangan emisi CO₂ dan manfaat tambahan berupa penghematan dari pengurangan potensi beban pajak karbon.

Hasil analisis menunjukkan bahwa dari aspek teknis, penerapan skenario kedua—yakni integrasi sistem PLTS-BESS di Pulau Karakelang mampu memenuhi kebutuhan listrik dengan kapasitas daya total sebesar 11.330 kW dan jumlah baterai sebanyak 55 unit, serta memberikan kontribusi terhadap bauran energi terbarukan sebesar 39%. Dari sisi ekonomi, proyek ini dinilai layak dengan nilai NPV dan IRR yang positif, serta penurunan *Levelized Cost of Energy* (LCOE). Selain itu, implementasi sistem PLTS-BESS juga memberikan dampak positif terhadap lingkungan melalui pengurangan emisi CO₂ secara signifikan dan potensi penghematan beban pajak karbon (*carbon tax*), sehingga memperkuat argumen keberlanjutan dan efisiensi sistem energi ini.

Kata Kunci : PLTS-BESS, Tekno-Ekonomi, *Net Zero Emission*, Emisi, Homer Pro.

ABSTRACT

The “*Net Zero Emission*” target for 2060 has become a national priority issue, prompting the Indonesian government and PLN to accelerate the integration of renewable energy into the national energy mix. This aligns with Government Regulation No. 79 of 2014 on National Energy Policy, which sets renewable energy targets of 23% by 2025 and 31% by 2050. As a remote island region still heavily reliant on diesel power plants (PLTD), the Talaud Islands Regency—particularly Karakelang Island—faces significant challenges in providing reliable and sustainable electricity. With an energy demand of 4.8 MW, serving over 10,000 customers, and a high solar potential of 4,113 kWh/kWp, Karakelang Island presents a strong case for solar PV development. This study, therefore, focuses on a techno-economic and environmental analysis of a solar *photovoltaic* and battery energy storage system (PLTS-BESS) as a transitional energy solution toward net-zero emissions.

This research models an integrated solar PV system with battery energy storage (BESS) combined with the *existing* diesel power generation infrastructure (PLTD) to meet Karakelang Island's electricity demand. The system is simulated using HOMER Pro *software* under two scenarios: the first represents the current condition reliant solely on diesel *generators*, while the second integrates PLTS-BESS into the power system. Technical and economic feasibility is assessed using several indicators, including *Net Present Cost* (NPC), *Levelized Cost of Energy* (LCOE), *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), and *payback period*. In addition, the environmental evaluation includes calculations of CO₂ emission reductions and potential cost savings through reduced *carbon taxation*.

The analysis results demonstrate that, from a technical perspective, the second scenario—integrating PLTS-BESS—is capable of meeting electricity demands with a total system capacity of 11,330 kW and 55 battery units, contributing 39% to the renewable energy mix. Economically, the project is considered feasible with a positive NPV and IRR, along with a lower LCOE compared to the *baseline* scenario. Environmentally, the implementation of PLTS-BESS leads to a significant reduction in CO₂ emissions and *offers* additional financial benefits through *carbon tax* savings, reinforcing the viability and sustainability of this *hybrid* energy system.

Keywords: PLTS-BESS, Techno-Economic Analysis, *Net Zero Emission*, Emissions, HOMER Pro.