

Pulau Sumba memiliki potensi energi terbarukan besar dari tenaga surya (167,5 GW), angin (4,4 GW), dan gelombang laut (1,1 GW). Pemanfaatan potensi ini memerlukan dukungan *Battery Energy Storage System* (BESS) untuk meningkatkan fleksibilitas sistem tenaga listrik. Di sisi lain, Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) memiliki potensi yang besar dan belum diterapkan secara konvensional. Penelitian ini mengkaji perencanaan sistem tenaga listrik di Pulau Sumba melalui prakiraan beban, optimasi ekspansi pembangkit dengan OSeMOSYS berbasis *Linear Programming* (LP), dan ekspansi jaringan interkoneksi berbasis analisis statis kondisi normal serta kontingen-si N-1. Perencanaan yang diterapkan menimbang keandalan sistem, Kebijakan Energi Nasional (KEN), target bauran energi baru terbarukan (EBT), serta program pengembangan daerah. Penerapan skenario perencanaan meliputi *Business as Usual* (BAU), pemanfaatan VRE (*Variable Renewable Energy*) dengan BESS, dan investasi dini PL-TGL. Hasil menunjukkan Biaya Pokok Penyediaan (BPP) tahun 2050 pada skenario BAU sebesar Rp1.483,1/kWh, pemanfaatan VRE sebesar Rp1.249,4/kWh, dan investasi dini PLTGL sebesar Rp1.280,1/kWh. Skenario BAU memperlihatkan ketergantungan pada pembangkit berbahan bakar gas (LNG) yang meningkatkan BPP, sedangkan pemanfa-atan VRE dengan BESS mampu menurunkannya secara signifikan. Investasi dini pada PLTGL dapat mengubah komposisi optimal pembangkit, sementara investasi yang ideal dapat diterapkan ketika biayanya lebih kompetitif.

Kata kunci : energi terbarukan, Sumba, *linear programming*, Biaya Pokok Penyediaan (BPP), PLTGL

ABSTRACT

Sumba Island possesses abundant variable renewable energy potential from solar power (167.5 GW), wind (4.4 GW), and ocean waves (1.1 GW). Harnessing this potential requires support from Battery Energy Storage System (BESS) to enhance power system flexibility. On the other hand, the vast ocean wave potential has not yet been conventionally utilized. This study examines power system planning in Sumba Island through load forecasting, Generation Expansion Planning (GEP) optimization using OSeMOSYS based on Linear Programming (LP), and Transmission Expansion Planning (TEP) using static network analysis under normal conditions and N-1 contingencies. The planning approach considers system reliability, national energy policy, renewable energy mix targets, and regional development programs. The applied scenarios include Business as Usual (BAU), utilization of VRE with BESS, and early investment in ocean wave power plants (OWPP). The results show that the Levelized Cost of Electricity (LCOE) in 2050 is 9.12 cent/kWh under the BAU scenario, 7.69 cent/kWh with VRE utilization, and 7.87 cent/kWh with early OWPP investment. The BAU scenario highlights dependency on gas-fired (LNG) power plants, which increases the LCOE, while VRE utilization with BESS can significantly reduce it. Early investment in OWPP reshapes the optimal generation mix, while ideal investment timing can be achieved when costs become more competitive.

Keywords : *variable renewable energy, Sumba, linear programming, LCOE, ocean wave power plant*