

## INTISARI

Pasokan listrik di Indonesia saat ini masih didominasi oleh Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), yang menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca dan pemanasan global serta menurunnya kualitas udara. Untuk mengatasi hal ini, Indonesia menargetkan pengurangan emisi sebesar 29% pada tahun 2030 dengan beralih ke pembangkit energi baru dan terbarukan (EBT). Berhubungan dengan hal tersebut, pemerintah merencanakan Sumba *iconic island* (SII), yang dikembangkan untuk memanfaatkan pembangkit EBT secara bertahap dengan target sebesar 100%. Target ini juga didukung oleh potensi energi EBT sebesar 19 GW di pulau Nusa Tenggara Timur (NTT). Salah satu potensi besar pembangkit EBT terdapat di pulau Sumba, dengan potensi energi gelombang laut sebesar 10 hingga 50 MW. Dengan demikian, berdasarkan RUPTL, diperlukan kajian studi kelayakan penyambungan pembangkit untuk dapat diimplementasikan dengan optimal.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menguji kelayakan penyambungan PLTGL terhadap fluktuasi energi gelombang laut pada sistem kelistrikan Sumba, NTT, menganalisis respons PLTGL terhadap gangguan yang menyebabkan kondisi Low Voltage Ride Through (LVRT) dan High Voltage Ride Through (HVRT), menentukan peran dan efektivitas Battery Energy Storage System (BESS) dalam meningkatkan kestabilan sistem setelah penyambungan PLTGL, serta mengetahui usulan skenario penyambungan PLTGL terbaik yang layak diimplementasikan di sistem kelistrikan Sumba, NTT. Pada sistem kelistrikan Sumba NTT, terdapat 3 sistem terpisah, yaitu Waikabubak, Waitabula, dan Waingapu. Berdasarkan perhitungan *reserve margin* dari tiap sistem, dibentuk 3 skenario penyambungan PLTGL yang menjadi landasan pengujian terhadap stabilitas sistem. Skenario tersebut mencakup penyambungan PLTGL 1 MW di sistem *isolated* Waikabubak, penyambungan PLTGL 3 MW di Sistem Waikabubak dengan skema interkoneksi ke Sistem Waitabula, dan penyambungan PLTGL 5 MW di Sistem Waikabubak dengan skema interkoneksi ke seluruh Sistem Sumba, NTT. Skenario tersebut kemudian diuji dan dievaluasi kelayakannya sesuai dengan PM ESDM No 2 Tahun 2020 yang mengatur tentang aturan penyambungan (CC) pada sistem kelistrikan menggunakan perangkat lunak DiGSILENT PowerFactory.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa skenario penyambungan PLTGL dengan kapasitas 1 MW yang dilengkapi dengan penambahan BESS mampu menjamin kestabilan sistem kelistrikan secara optimal. Hal ini ditunjukkan dengan frekuensi deviasi yang dihasilkan saat terjadi fluktuasi daya pada PLTGL hanya sebesar 0,05 Hz. Selain itu, saat dilakukan pengujian transien atau pemutusan PLTGL, frekuensi nadir yang dihasilkan hanya sebesar 49,80 Hz. Kondisi ini menunjukkan bahwa skenario penyambungan PLTGL 1 MW dengan BESS 500 kW sangat layak diimplementasikan pada sistem kelistrikan Sumba, NTT.

Kata kunci : Pembangkit Listrik Gelombang Laut, Stabilitas sistem ketenagalistrikan, *Battery Energy Storage System*, Interkoneksi sistem ketenagalistrikan, Pemodelan sistem ketenagalistrikan

## ABSTRACT

*Indonesia's electricity supply is currently dominated by coal-fired power plants (PLTU) and diesel power plants (PLTD), contributing significantly to greenhouse gas emissions, global warming, and declining air quality. In response, Indonesia aims to reduce emissions by 29% by 2030 by shifting to renewable energy sources. Regarding those target, Indonesia government make a plan of Sumba iconic island (SII), with the plan of using 100% renewable energy resources for the electricity production. This plan is supported with the potential of renewable energy sources by 19 GW in Nusa Tenggara Timur (NTT) island. One of the big potential renewable energy sources located in Sumba island, which has the potential of ocean wave energy up to 50 GW. Therefore, based on RUPTL, to ensure the feasibility of integrating ocean wave power plant into Sumba grid, it is mandatory to make a feasibility study and ensuring all of the simulations is comply with the grid code standards.*

*This study aims to assess the feasibility of integrating PLTGL into the Sumba grids under fluctuating wave energy conditions. It analyzes the PLTGL response to disturbances resulting in Low Voltage Ride Through (LVRT) and High Voltage Ride Through (HVRT) conditions, determines the role and effectiveness of Battery Energy Storage Systems (BESS) in enhancing system stability, and identifies the most feasible PLTGL integration scenario for implementation. The Sumba power system consists of three isolated networks Waikabubak, Waitabula, and Waingapu. Based on reserve margin calculations, three PLTGL integration scenarios were developed, 1 MW PLTGL in the isolated Waikabubak system, 3 MW PLTGL in Waikabubak with interconnection to Waitabula, and 5 MW PLTGL in Waikabubak with interconnection to the entire Sumba system. Each scenario was tested and evaluated using DIGSILENT PowerFactory in accordance with the Ministry of Energy and Mineral Resources Regulation No. 2 of 2020 regarding grid code compliance.*

*The results indicate that the 1 MW PLTGL integration scenario, when combined with a 500 kW BESS, effectively ensures optimal system stability. This is shown by a minimal frequency deviation of 0.05 Hz during power fluctuations and a frequency nadir of 49.80 Hz during transient disconnection of the PLTGL. These findings demonstrate that the 1 MW PLTGL scenario with BESS is highly feasible for implementation in the Sumba, NTT power system.*

**Keywords :** *Ocean Wave Power Plant, Power system stability, Battery Energy Storage System, Power system Interconnection, Power system modelling.*