

## ABSTRACT

The transition to renewable energy is crucial for Indonesia to achieve its NZE target by 2060. Despite its vast renewable energy potential, its utilization in island-based power systems remains low due to technical, financial, and infrastructural challenges. This study aims to develop optimal planning scenarios for renewable energy-based power plants in island systems using the Balmorel model, focusing on two main scenarios: isolated and interconnected. The case study covers four key regions: Java-Bali, Lombok, Sumbawa-Bima, and Sumba, with an analysis focusing on technical, economic, and environmental aspects over the simulation period from 2024 to 2060.

The findings indicate that the interconnected scenario is superior in economic and environmental terms, despite requiring higher investment (USD 63.42 billion compared to USD 58.46 billion in the isolated scenario). The interconnected scenario reduces the average electricity supply cost (BPP) to 8.5 cents USD/kWh compared to 9.2 cents USD/kWh in the isolated scenario. Additionally, renewable energy utilization increases up to 95% in some regions, and CO<sub>2</sub> emissions are reduced by 12.3 million tons. The interconnected scenario supports national energy transition policies by integrating local renewable energy-based power plants, energy storage technologies, and inter-island transmission networks. This study recommends prioritizing transmission infrastructure development, providing incentives for renewable energy investment, and advancing energy storage technologies to achieve an efficient, sustainable energy system and support the NZE target by 2060.

**Keywords :** renewable energy, inter-island interconnection, island power system, Balmorel, net zero emission

## INTISARI

Transisi ke energi terbarukan sangat penting bagi Indonesia untuk mencapai target NZE pada tahun 2060. Meskipun potensi energi terbarukan sangat besar, pemanfaatannya dalam sistem pembangkit listrik berbasis kepulauan masih rendah akibat tantangan teknis, finansial, dan infrastruktur. Penelitian ini bertujuan mengembangkan skenario optimal perencanaan pembangkit listrik berbasis energi terbarukan pada sistem kepulauan menggunakan model Balmorel, dengan meninjau dua skenario utama, yaitu *isolated* dan *interconnected*. Studi kasus mencakup empat wilayah utama, yaitu Jawa-Bali, Lombok, Sumbawa-Bima, dan Sumba, dengan fokus analisis pada aspek teknis, ekonomi, dan lingkungan dalam periode simulasi 2024–2060.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa skenario *interconnected* lebih unggul secara ekonomi dan lingkungan meskipun membutuhkan investasi lebih besar (63,42 miliar USD dibandingkan 58,46 miliar USD pada skenario *isolated*). Skenario *interconnected* mampu menurunkan BPP listrik menjadi 8,5 sen USD/kWh dibandingkan 9,2 sen USD/kWh pada skenario *isolated*. Selain itu, pemanfaatan energi terbarukan meningkat hingga 95% di beberapa wilayah dan emisi karbon berkurang sebesar 12,3 juta ton CO<sub>2</sub>. Skenario *interconnected* mendukung kebijakan transisi energi nasional dengan mengintegrasikan pembangkit berbasis energi terbarukan lokal, teknologi penyimpanan energi, dan jaringan transmisi antar pulau. Penelitian ini memberikan rekomendasi untuk prioritas pembangunan infrastruktur transmisi, insentif investasi energi terbarukan, dan pengembangan teknologi penyimpanan energi guna mencapai sistem energi yang efisien, berkelanjutan, dan mendukung target NZE tahun 2060.

**Kata kunci** – energi terbarukan, interkoneksi antar pulau, sistem tenaga listrik kepulauan, Balmorel, net zero emission.