

ABSTRAK

Peningkatan suhu global yang disebabkan oleh perubahan iklim mendorong perlunya transformasi sektor energi listrik menuju sistem yang rendah karbon. Indonesia, khususnya Pulau Sumatera, menghadapi tantangan besar untuk mencapai target *Net Zero Emissions* (NZE) pada tahun 2060, mengingat dominasi pembangkit listrik berbasis fosil yang masih signifikan. Penelitian ini bertujuan merumuskan strategi optimal untuk perencanaan pengembangan pembangkit tenaga listrik di Sumatera guna mendukung pencapaian target NZE dengan mempertimbangkan aspek teknis dan finansial. Metode penelitian dilakukan melalui pendekatan simulasi berbasis skenario menggunakan perangkat lunak *Low Emissions Analysis Platform* (LEAP). Tiga skenario dianalisis dalam penelitian ini yaitu *Business as Usual* (BaU), *Renewable Indonesia Base* (RE Base) yang memanfaatkan energi terbarukan dengan integrasi *Battery Energy Storage System* (BESS), dan *Accelerated Renewable Energy Development* (ARED), yang merupakan pengembangan skenario RE Base dengan tambahan pemanfaatan energi nuklir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa skenario RE Base dan ARED mampu mencapai 100% bauran energi terbarukan, dengan emisi CO₂ mencapai kondisi *Net Zero* pada tahun 2060. Sebaliknya, skenario BaU masih menghasilkan emisi sebesar 80,75 juta ton CO₂. Secara ekonomi, skenario RE Base memiliki biaya total sebesar USD 449,28 miliar dengan *Levelized Cost of Electricity* (LCOE) sebesar 6,77 cent/kWh (USD), sementara skenario ARED menunjukkan biaya tertinggi sebesar USD 565,49 miliar dengan LCOE 8,53 cent/kWh (USD) karena investasi tambahan energi nuklir. Dengan demikian, penelitian ini merekomendasikan integrasi energi terbarukan dengan sistem penyimpanan energi sebagai strategi dalam mencapai NZE di Sumatera pada tahun 2060.

Kata Kunci – NZE, EBT, energi nuklir, BESS, Pulau Sumatera.

ABSTRACT

The global temperature rise driven by climate change necessitates the transformation of the electricity sector toward a low-carbon system. Indonesia, particularly the island of Sumatra, faces significant challenges in meeting its Net Zero Emissions (NZE) target by 2060 due to the continuing dominance of fossil fuel-based power plants. This research aims to develop an optimal strategy for power generation expansion planning in Sumatra to support the NZE target by considering both technical and financial aspects. The study employs a skenario-based simulation approach using the Low Emissions Analysis Platform (LEAP) software. Three skenarios are analyzed: Business as Usual (BaU), Renewable Indonesia Base (RE Base) which integrates renewable energy sources with a Battery Energy Storage System (BESS), and Accelerated Renewable Energy Development (ARED), an enhancement of the RE Base skenario with additional utilization of nuclear energy. The findings indicate that both RE Base and ARED skenarios achieve a 100% renewable energy mix, successfully reaching Net Zero CO₂ emissions by 2060. In contrast, the BaU skenario still emits 80.75 million tons of CO₂. Economically, the RE Base skenario incurs a total system cost of USD 449.28 billion with a Levelized Cost of Electricity (LCOE) of 6,77 cent/kWh, whereas the ARED skenario exhibits the highest cost at USD 565.49 billion and an LCOE of 8,53 cent/kWh due to additional investments in nuclear power. Therefore, this research recommends integrating renewable energy with energy storage systems as a strategic pathway to achieve NZE in Sumatra by 2060.

Keywords: NZE, renewable energy, nuclear energy, BESS, Sumatra.