

INTISARI

Kebutuhan energi listrik terus meningkat setiap tahunnya sejalan dengan pertumbuhan beban dan ekonomi masyarakat. Untuk mengatasi permasalahan meningkatnya permintaan beban serta menjaga keberlanjutan pertumbuhan pada suatu daerah, perlu dilakukan perencanaan pengembangan pembangkit (*Generation Expansion Planning*, GEP). GEP dilakukan untuk menentukan jumlah, jenis, dan kapasitas pembangkit yang akan masuk pada sistem tiap tahunnya selama masa perencanaan yang telah ditentukan. GEP diupayakan secara optimal dengan prinsip total biaya minimum dari sistem pembangkitan dengan tetap memenuhi kekangan-kekangan tertentu. Salah satu permasalahan yang dihadapi sebagian besar negara didunia ialah memastikan keamanan energi dan isu perubahan iklim dalam waktu yang bersamaan. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal ini adalah dengan melakukan GEP dengan mempertimbangkan pembangkit EBT serta aspek lingkungan seperti pembatasan emisi CO₂.

Penelitian ini akan berfokus pada karakteristik hasil dari optimasi perencanaan pengembangan pembangkit jangka panjang pada Sistem Kelistrikan Sulawesi dengan mempertimbangkan masuknya *variable renewable energy* (VRE). Penelitian ini berfokus pada meminimalkan total biaya pembangkitan, dengan memperhatikan batasan produksi emisi CO₂. Selain itu, juga akan menyajikan sudut pandang GEP jangka panjang dengan melihat aspek masuknya *Battery Energy Storage System* (BESS) dalam optimasi GEP.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat dilihat bahwa dengan memasukkan VRE dapat meningkatkan bauran EBT hingga 26,57%, namun meningkatkan biaya investasi hingga \$60.774 juta. Selain itu, bauran EBT dapat ditingkatkan dengan memberikan batasan emisi CO₂. Dengan adanya batasan emisi CO₂, bauran EBT dapat meningkat hingga 32,39% sehingga dapat mencapai target bauran energi EBT 31% ditahun 2050. Rata-rata produksi emisi dapat turun dari 41,96 juta ton menjadi 27,04 juta ton, namun akan meningkatkan total biaya pembangkitan menjadi \$129.074 juta. Secara keseluruhan, terdapat kenaikan BPP saat memberikan batasan emisi CO₂ dengan BPP

saat GEP tanpa memasukkan batasan emisi, yaitu dari Rp1.053,6/kWh menjadi Rp1.207,1/kWh. Dengan memasukkan VRE dan BESS pada GEP, target pemerintah untuk bauran EBT sebesar 31% di tahun 2050 sangat mungkin tercapai. Berdasarkan hasil simulasi, bauran EBT saat GEP mempertimbangkan VRE, BESS dan batasan emisi dapat menghasilkan bauran EBT mencapai 37,76%, dengan total biaya sebesar \$135.900 juta dan BPP pembangkitan sebesar Rp 1.250,86/kWh.

Kata kunci – Perencanaan Pengembangan Pembangkit, Pembangkit EBT, Batasan Emisi CO₂, BESS.

ABSTRACT

Electrical energy needs continue to increase each year in line with economic growth and the demand. To overcome the problem of increasing load demand and to maintain sustainable growth in an area, it is necessary to do a generation expansion planning (GEP). GEP is carried out to determine the number, type, and capacity of plants that will enter the system each year during the planned planning period. GEP is pursued optimally with the principle of the minimum total cost of the generation system while still meeting certain constraints. One of the problems faced by most countries in the world is ensuring energy security and climate change issues at the same time. Efforts that can be made to overcome this issue are by conducting a GEP by considering renewable energy (RE) and environmental aspects such as CO₂ emissions limitations.

This research will focus on the characteristics from long-term generation expansion planning in the Sulawesi Electricity System by considering the inclusion of variable renewable energy (VRE). This research focuses on minimizing total generation costs, taking into account the limits of CO₂ emissions production. In addition, it will also present a perspective of long-term GEP by looking at aspects of inclusion of the Battery Energy Storage System (BESS) in GEP optimization.

Based on the results of the research, it can be seen that incorporating VRE can increase the RE mix up to 26.57%, but also increase investment costs up to \$ 60,774 million. In addition, the RE mix can be increased by imposing limits on CO₂ emissions. With the limitation of CO₂ emissions, the RE mix can increase to 32.39%, so the national target for RE energy mix for 31% in 2050 can be achieved. The production of emissions decreased from 41.96 million tons to 27.04 million tons and increase the total costs of generation, reaching \$ 129,074 million and the generation cost increase from Rp1,053.6/kWh to Rp1,207.1/kWh. By including VRE and BESS in the GEP, the government's target for a RE mix of 31% in 2050 can be achieved. Based on the simulation results, the RE mix with considering VRE, BESS and emission limits can produce a RE mix of 37.76%, with a total cost of \$ 135,900

million and the generation cost of Rp 1,250.86 / kWh.

***Keywords: Generation Expansion Planning, Renewable Energy, CO₂ Emission
Limitations, BESS***