

## INTISARI

Pertumbuhan penduduk di Indonesia tiap tahunnya selalu meningkat, salah satunya adalah wilayah Maluku Utara yang memiliki angka pertumbuhan penduduk sebesar 1,98% pada 2016-2017. Rata-rata pertumbuhan penjualan energi listrik di daerah Maluku tahun 2018 sebesar 7,7%. Namun demikian, Rasio elektrifikasi di Provinsi Maluku Utara tahun 2018 masih di bawah 100 persen, yaitu sebesar 89,33 persen. Sebagian besar pembangkit yang digunakan pada daerah Maluku Utara adalah jenis diesel atau dikenal dengan PLTD, dengan komposisi pembangkitan energi listrik menggunakan PLTD pada wilayah Maluku adalah 88%. Kondisi wilayah Maluku Utara yang terdiri dari banyak pulau-pulau kecil juga menjadi salah satu faktor kesulitan integrasi pembangkit listrik sehingga memaksa penggunaan PLTD di beberapa pulau utama. Berdasarkan latar belakang masalah ini, perlu adanya perencanaan sistem pembangkit listrik yang mampu menyediakan energi listrik yang lebih ekonomis, handal, serta tetap menjaga ketersediaan sumber daya alam dengan memanfaatkan potensi EBT lokal sekaligus mencapai target pemanfaatan EBT yang sudah ditetapkan pemerintah Indonesia. Dengan perencanaan pembangkit yang dapat terinterkoneksi antar sistem diharapkan dapat meningkatkan keandalan dan elektrifikasi di Maluku Utara. Obyek *Capstone Project* ini adalah perencanaan pengembangan pembangkit Maluku Utara pada Sistem Ternate-Tidore, Halmahera, dan Daruba pada tahun 2026-2050.

Perencanaan dilakukan dengan melakukan optimasi pembangkit sehingga diperoleh optimasi pembangkitan dalam jangka panjang dan pengaruh optimasi terhadap BPP pembangkitan, *reserve margin*, bauran energi, dan keandalan sistem yang direncanakan. OSeMOSYS digunakan sebagai alat bantu dalam optimasi dengan MoManI sebagai *interface* nya. Skenario yang digunakan dalam perencanaan ini adalah skenario BAU, target EBT, serta interkoneksi pada sistem Ternate-Tidore, Halmahera, dan Daruba. Untuk menentukan skenario yang tepat sebagai rekomendasi, hasil simulasi antar skenario pada suatu sistem dibandingkan berdasarkan faktor ekonomis, keandalan, serta ketercapaian target pemanfaatan EBT-nya sesuai standar yang telah ditentukan sehingga diperoleh rekomendasi skenario terbaik untuk sistem tersebut. Metode yang digunakan adalah untuk skenario *isolated* dan LP pada skenario interkoneksi.

Hasil simulasi yang dilakukan menunjukkan bahwa perencanaan keseluruhan sistem telah mampu memenuhi kekangan produksi, bauran EBT sebesar 23% pada 2025 dan 31% pada 2050,



LOLP di bawah 0,274%, dan *reserve margin* yang mampu bertahan di atas standar 35% pada sistem setiap tahunnya. Skenario EBT lebih direkomendasikan untuk diterapkan pada seluruh sistem karena BPP Pembangkitan yang tidak jauh berbeda dengan skenario BAU dan dapat memenuhi target EBT yang telah direncanakan pemerintah, sedangkan skenario BAU tidak. Simulasi interkoneksi yang dilakukan dinilai memiliki biaya total yang lebih murah daripada tanpa interkoneksi karena biaya kapital pembangkit yang lebih murah.

Kata kunci: perencanaan pengembangan pembangkit, keandalan, EBT, interkoneksi, OSeMOSYS.

## **ABSTRACT**

Population growth in Indonesia is always increasing every year, one of which is the North Maluku region which has a population growth rate of 1.98% in 2016-2017. The average growth in electricity sales in the Maluku region in 2018 is 7.7%. However, the electrification ratio in North Maluku Province in 2018 is still below 100 percent, which is 89.33 percent. Most of the power plants used in the North Maluku region are diesel types, with the composition of electricity generation using diesel in the Maluku region at 88%. The condition of the North Maluku region, which consists of many small islands, is also one of the factors causing difficulties in the integration of power plants, forcing the use of diesel on several main islands. Based on the background of this problem, it is necessary to have a power plant system planning that is able to provide electricity that is more economical, reliable, while maintaining the availability of natural resources by utilizing the potential of local renewable energi (RE) while achieving the RE utilization targets set by the Indonesian government. With the power plant planning that can be interconnected between systems, it is expected to increase the reliability and electrification in North Maluku. The object of the Capstone Project is the planning of developing the North Maluku plant in the Ternate-Tidore, Halmahera and Daruba systems in 2026-2050.

Planning is done by optimizing the plant so that a long-term optimization is obtained and the effect of the optimization on the cost of the generation, reserve margin, energy mix, and planned system reliability. OSeMOSYS is used as an aid in optimization with MoManI as its interface. The scenarios used in this planning are the BAU scenario, the RE target, and the interconnection in the Ternate-Tidore, Halmahera, and Daruba systems. To determine the right scenario as a recommendation, the results of simulations between scenarios in a system are compared based on economic factors, reliability, and the achievement of its EBT utilization targets according to predetermined standards in order to obtain the best scenario recommendations for the system. The method used is for the isolated scenario is MILP and LP for the interconnection scenario.

Simulation results show that overall system planning has been able to meet production constraints, an RE mix of 23% in 2025 and 31% in 2050, LOLP below 0.274%, and reserve margins that can survive above the standard 35% in the system each year. The RE scenario is recommended to be applied to the entire system because the cost of generations are not much different from the BAU scenario and can meet the RE targets that the government has planned, whereas the BAU scenario

does not. Interconnection simulations carried out are considered to have a lower total cost than without interconnection because of the lower cost of generating capital.

Keywords: generation expansion planning, reliability, RE, interconnection, OSeMOSYS.