Perencanaan Pembangkit Sistem Kelistrikan Sulawesi dengan Mengoptimalkan Potensi Energi Terbarukan
dan Pembangkit Termal Rendah Karbon untuk Mencapai Target Bauran Energi dan Pengurangan Emisi CO2
KINANTHI SETYA RIZKI, Sarjiya, S.T., M.T., Ph.D.;Ir. Tumiran, M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Pertumbuhan kebutuhan listrik di wilayah Sulawesi diproyeksikan akan mengalami pertumbuhan penjualan dan pelanggan masing-masing sebesar 9% dan 2,8% pada tahun 2019-2028. Hal ini sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi di wilayah Sulawesi. Sulawesi sebagai salah satu pulau terbesar di Indonesia memiliki potensi sumber daya primer yang besar dengan potensi pemanfaatan energi baru terbarukan menjadi pembangkit listrik mencapai 15,07 GW. Pada tahun 2025, pemanfaatan energi baru terbarukan tersebut diproyeksikan mencapai 3,364 GW (22,32%). Tingkat pemanfaatan potensi energi baru terbarukan tersebut masih rendah. Isu perubahan iklim dan kenaikan temperatur global akibat emisi gas rumah kaca juga menjadi permasalahan dunia saat ini, termasuk Indonesia. Pembangkit listrik bersama sektor energi lain menjadi salah satu sektor yang menyumbang emisi gas rumah kaca terbesar di Indonesia, yaiu sebesar 44,82%. Besarnya potensi energi baru terbarukan di wilayah Sulawesi dapat dimanfaatkan menjadi upaya mitigasi gas rumah kaca. Untuk mengatasi permasalahan-permasalahan diatas, diperlukan adanya perencanaan pengembangan sistem pembangkit listrik jangka panjang.

Perencanaan pengembangan sistem pembangkit listrik ini menggunakan prinsip total biaya terendah dengan tetap memperhatikan keandalan sistem, pemanfaatan energi primer dengan pertimbangan pembangkit EBT, dan upaya penurunan emisi CO_2. Perencanaan ini dilakukan untuk menentukan jumlah, kapasitas, dan jenis pembangkit yang akan dibangun setiap tahunnya. *Capstone project* ini akan berfokus pada optimasi perencanaan pengembangan pembangkit pada tahun 2026-2050 dan pengaruhnya terhadap BPP pembangkitan, keandalan sistem berupa *reserve margin* dan *loss of load probabilty* (LOLP), bauran energi, dan emisi CO_2. Disiapkan lima skenario simulasi perencanaan pengembangan pembangkit listirk, yaitu skenario BAU, target EBT, penurunan emisi CO_2, dan penggunaan teknologi termal rendah karbon. Objek perencanaan pembangkit pada *Capstone Project* ini adalah sistem Sulbagut, Sulbagsel, dan interkoneksi sistem Sulawesi. Untuk menyelesaikan skenario simulasi, sistem Sulbagsel dan sistem Sulbagut menggunakan metode MILP sedangkan untuk interkoneksi sistem Sulawesi menggunakan metode LP.

Hasil simulasi perencanaan pengembangan sistem pembangkit listrik menunjukkan seluruh skenario pada semua sistem telah memenuhi target keandalan berupa LOLP dibawah 0,274% dan *reserve margin* tidak kurang dari 35%. Skenario EBT menghasilkan peningkatan bauran EBT sebesar 20,56% pada tahun 2050 dan menurunkan emisi CO_2 sebesar 35,85% dengan peningkatan BPP

Perencanaan Pembangkit Sistem Kelistrikan Sulawesi dengan Mengoptimalkan Potensi Energi Terbarukan
dan Pembangkit Termal Rendah Karbon untuk Mencapai Target Bauran Energi dan Pengurangan Emisi CO2
KINANTHI SETYA RIZKI, Sarjiya, S.T., M.T., Ph.D.;Ir. Tumiran, M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Pembangkitan hanya sebesar 4,53%. Skenario penurunan emisi menghasilkan peningkatan bauran EBT sebesar 43,33% pada tahun 2050 dan menurunkan emisi CO_2 sebesar 76,14%, namun BPP Pembangkitan meningkat hingga 18,9%. Skenario penggunaan teknologi termal rendah karbon menghasilkan penurunan emisi yang sama dengan skenario penurunan emisi namun BPP Pembangkitan lebih murah 4,46% dibandingkan skenario penurunan emisi. Untuk interkoneksi dinilai dapat memberikan hasil BPP Pembangkitan yang lebih murah karena dapat memangkas biaya pembangkitan, khususnya biaya bahan bakar dengan pengurangan BPP Pembangkitan hingga 5,9%.

Rekomendasi yang diberikan pada sistem terpisah adalah dengan menggunakan skenario penggunaan teknologi termal rendah karbon. Pada skenario tersebut berhasil memenuhi target emisi CO_2 dan memberikan pemanfaaan paling besar terhadap potensi energi primer Sulawesi dengan rerata BPP Pembangkitan pada sistem Sulbagut adalah Rp 1.433,41 dan pada sistem Subagsel adalah Rp 1.369,55.

Kata kunci: Perencanaan pembangkit, sistem kelistrikan Sulawesi, target bauran energi, target pengurangan emisi, pembangkit termal rendah karbon.

Perencanaan Pembangkit Sistem Kelistrikan Sulawesi dengan Mengoptimalkan Potensi Energi Terbarukan
dan Pembangkit Termal Rendah Karbon untuk Mencapai Target Bauran Energi dan Pengurangan Emisi CO2
KINANTHI SETYA RIZKI, Sarjiya, S.T., M.T., Ph.D.;Ir. Tumiran, M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The growth of electricity demand in the Sulawesi region is projected to experience sales and customer growth of 9% and 2.8% respectively in 2019-2028. This is in line with population and economic growth in the Sulawesi region. Sulawesi as one of the largest islands in Indonesia, has a large potential for primary resources with the potential for utilization of new and renewable energy into power plants reaching 15.07 GW. In 2025, the utilization of renewable energy is projected to reach 3.364 GW (22.32%). The utilization rate of the new and renewable energy is still low. The issue of climate change and rising global temperatures due to greenhouse gas emissions is also a problem in the world today, including Indonesia. Power generation together with other energy sectors is one of the sectors that contributes to the largest greenhouse gas emissions in Indonesia, which is 44.82%. The large potential of new and renewable energy in the Sulawesi region can be utilized as an effort to mitigate greenhouse gases. To solve the above problems, it is necessary to plan for the development of a long-term power generation system.

The generation expansion planning uses the principle of the minimum cost while still taking into account system reliability, primary energy use with consideration for new and renewable energy generators, and efforts to reduce CO2 emissions. This planning is carried out to determine the number, capacity, and type of power plant to be built each year. This capstone project will focus on optimizing the power plant development planning in 2026-2050 and its impact on the levelized cost of energy (LCOE), system reliability like reserve margin and loss of load probability (LOLP), energy mix, and CO2 emissions. There are five scenarios of electricity generator development planning simulation were prepared, namely BAU, new and renewable energy targets, reducing CO2 emissions, and the use of low-carbon thermal technology. The objects in this Capstone Project are Sulbagut, Sulbagsel, and the interconnection system of Sulbagut and Sulbagsel (Sulawesi interconnection system). To complete the simulation scenarios, Sulbagsel system and Sulbagut system use the MILP method, while the Sulawesi interconnection system uses the LP method.

The results of the generation expansion planning simulation show that all scenarios in all systems have met the reliability target in the form of LOLP below 0.274% and reserve margin of not less than 35%. The results of new and renewable energy scenario show an increase in the percentage of new and renewable energy around 20.56% in the energy mix in 2050 and reduces CO2 emissions around 35.85% by increasing the LCOE around 4.53%. The results of the emissions reduction

Perencanaan Pembangkit Sistem Kelistrikan Sulawesi dengan Mengoptimalkan Potensi Energi Terbarukan
dan Pembangkit Termal Rendah Karbon untuk Mencapai Target Bauran Energi dan Pengurangan Emisi CO2
KINANTHI SETYA RIZKI, Sarjiya, S.T., M.T., Ph.D.;Ir. Tumiran, M.Eng., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

scenario show an increase in the percentage of new and renewable energy around 43.33% in the energy mix in 2050 and decrease the CO2 emissions around 76.14%, but it increases the LCOE around 18.9%. The scenario of using low-carbon thermal technology has the same emission reduction value as the emission reduction scenario, but the LCOE is 4.46% cheaper than the emission reduction scenario. Interconnection is considered to be able to provide cheaper LCOE because it can cut generation costs, particularly fuel costs by reducing LCOE up to 5.9%.

The recommendation given to a separate system is to use a scenario using low carbon thermal technology. This scenario successfully met the CO2 emission target and provided the greatest utilization of Sulawesi's primary energy potential with the average LCOE in the Sulbagut system around Rp 1,433.41 and the Subagsel system around Rp 1,369.55.

Keywords: Power plant planning, Sulawesi electricity system, energy mix targets, emission reduction targets, low-carbon thermal plants.