

ABSTRACT

The operation of the power system exerts an influence on the demand for electrical energy of a high quality. The supply of electrical energy is in a state of change at all times, in response to alterations in the electricity load. Regional development represents one of the factors influencing fluctuations in electricity consumption. The division of West Papua province into two new provinces and the development of Priority Industrial Areas (PIA) represent components of the ongoing regional development of West Papua province. Accordingly, it is of the utmost importance to conduct an evaluation of the electricity load in West Papua and to implement a forecasting methodology for more effective system planning in the future. The accuracy of load forecasting has a significant impact on the ability to plan and operate the electricity system effectively. The accuracy of prediction results remains a significant challenge; thus, the development of more effective forecasting technologies is imperative.

The present study proposes the implementation of a system dynamics model for the purpose of electricity load forecasting, with the objective of establishing a connection between the development of PIAs and the determinants of the electricity system in West Papua Province. The objective of this research is to develop an accurate dynamical system model of the electricity system and utilize the developed model for electricity load forecasting in West Papua Province.

The results of the simulation demonstrate that the system dynamics model developed meets the requisite validation standards. This is indicated by the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value, which is less than 10%. To predict the electricity load, the model was simulated under three scenarios: Business as Usual (BaU), Low, and High. In the Business as Usual (BaU) scenario, the total electricity consumption reached 1,252,812.04 MWh by 2043. In comparison, the total electricity consumption of the Low and High scenarios increased by 9.06% and 47%, respectively, from the BaU scenario. Meanwhile, the projected production of electricity in the BaU scenario is 1,186,933.94 MWh. In comparison, the Low and High scenarios exhibit an increase of 5.14% and 23%, respectively, in relation to the BaU scenario. However, in order to meet the existing amount of electricity consumption, the three scenarios must increase electricity production by 5.14%, 8.67%, and 21%, respectively. The development of renewable energy generation capacity of 120.77 MW can increase the production of electrical energy, resulting in a surplus of 16.72% and 12.71% in the BaU and Low scenarios, respectively. However, the High scenario still exhibits a deficit of 3.76% in electrical energy production. The total electrical energy consumption of the simulated scenarios changes in proportion to changes in population, customers, electrification ratio, HDI, and GRDP. The development of PIA has a significant impact on the growth in electricity consumption and production in West Papua Province. The continued development of renewable energy generation capacity, based on regional potential, is necessary to meet future electrical energy consumption needs.

Keywords: Electricity Load Forecasting, System Dynamics Model, Electricity Consumption, Electricity Production

INTISARI

Pengoperasian sistem tenaga listrik berpengaruh pada permintaan energi listrik dengan kualitas yang baik. Beban listrik bersifat berubah pada setiap waktu, demikian juga penyediaan energi listrik bersifat dinamis mengikuti perubahan beban listrik. Salah satu faktor yang memengaruhi perubahan beban listrik adalah pengembangan wilayah. Adanya pembagian wilayah provinsi Papua Barat menjadi dua provinsi baru serta pengembangan Kawasan Industri Prioritas (KIP) merupakan bagian dari pengembangan wilayah provinsi Papua Barat saat ini. Oleh karena itu, sangat penting untuk melihat kembali beban listrik di Papua Barat dan juga melakukan peramalan beban listrik untuk perencanaan sistem yang lebih baik di masa mendatang. Peramalan beban yang akurat memiliki dampak signifikan yang memungkinkan adanya sistem kelistrikan yang dapat direncanakan dan dioperasikan secara efektif. Keakuratan hasil prediksi masih menjadi tantangan yang signifikan, oleh karena itu, pengembangan teknologi peramalan yang lebih efektif sangat diperlukan.

Pada penelitian ini, diusulkan peramalan beban listrik dilakukan menggunakan model sistem dinamik yang menghubungkan, pengembangan KIP dan faktor penentu dengan sistem kelistrikan di Provinsi Papua Barat. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model sistem dinamik sistem kelistrikan yang akurat dan menggunakan model yang dikembangkan untuk peramalan beban listrik di Provinsi Papua Barat.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa model sistem dinamik yang dikembangkan memenuhi standar validasi yang baik. Hal ini ditunjukkan dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) kurang dari 10%. Untuk memprediksi beban listrik, dilakukan simulasi model untuk skenario *Business as Usual* (BaU), *Low* dan *High*. Hasil prediksi pada skenario BaU, hingga tahun 2043 total konsumsi listrik mencapai 1.252.812,04 MWh. sedangkan total konsumsi listrik skenario *Low* dan *High* meningkat masing-masing sebesar 9,06 % dan 47 % dari skenario BaU. Sementara itu, produksi listrik pada skenario BaU diprediksi mencapai 1.186.933,94 MWh, sedangkan, pada skenario *Low* dan *High* meningkat 5,14 % dan 23 % dari skenario BaU. Namun untuk memenuhi jumlah konsumsi listrik yang ada, ketiga skenario harus meningkatkan produksi listrik masing-masing sebesar 5,14 %, 8,67 % dan 21 %. Adanya pengembangan kapasitas pembangkit energi terbarukan sebesar 120,77 MW dapat meningkatkan produksi energi listrik, sehingga untuk pemenuhan konsumsi listrik pada skenario BaU dan *Low* terdapat kelebihan energi listrik sebesar 16,72 % dan 12,71 %. Sedangkan pada skenario *High* masih kekurangan jumlah energi listrik yang diproduksi sebesar 3,76 %. Dari ketiga skenario yang disimulasikan, total konsumsi energi listrik mengalami perubahan sebanding dengan perubahan pada jumlah penduduk, jumlah pelanggan, rasio elektrifikasi, IPM dan PDRB. Pengembangan KIP sangat berpengaruh pada peningkatan jumlah konsumsi dan produksi listrik di Provinsi Papua Barat. Pengembangan kapasitas pembangkit energi terbarukan dengan memanfaatkan potensi daerah masih diperlukan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi energi listrik di masa mendatang.

Kata kunci : Peramalan Beban Listrik, Model Sistem Dinamik, Konsumsi Listrik, Produksi Listrik