

ABSTRAK

Energi listrik merupakan komponen vital dalam mendukung aktivitas sehari-hari dan pembangunan ekonomi suatu negara. Permintaan energi listrik yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi, urbanisasi, dan perkembangan teknologi menuntut adanya perencanaan yang matang dalam pendistribusiannya. Salah satu aspek penting dalam perencanaan tersebut adalah kemampuan untuk memprediksi permintaan listrik di masa depan dengan akurasi yang tinggi, terutama di wilayah dengan fluktuasi konsumsi signifikan seperti PLN ULP Cipanas. Sebagai unit PLN yang berlokasi di kawasan wisata dengan banyak hotel dan penginapan, PLN ULP Cipanas menghadapi tantangan besar dalam meramalkan permintaan listrik akibat peningkatan aktivitas pariwisata pada akhir pekan dan hari libur, serta dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti suhu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi model prediksi permintaan listrik harian berbasis *Long Short-Term Memory* (LSTM), sebuah varian dari *Recurrent Neural Network* (RNN) yang dirancang untuk menangani dependensi jangka panjang dalam data deret waktu. Model LSTM dibangun menggunakan data historis pemakaian listrik harian, suhu udara, dan jenis hari (hari kerja dan hari libur) selama periode Januari 2021 hingga Juni 2024, dengan pendekatan *sliding window* sepanjang 180 hari. Untuk mengevaluasi performanya secara komprehensif, model LSTM dibandingkan dengan metode statistik SARIMAX melalui empat konfigurasi fitur input yang berbeda, yaitu: (1) hanya pemakaian listrik, (2) pemakaian listrik dan suhu, (3) pemakaian listrik dan jenis hari, serta (4) kombinasi ketiganya.

Evaluasi performa model dilakukan menggunakan metrik MAPE, MAE, dan RMSE. Hasil menunjukkan bahwa model LSTM dengan kombinasi fitur pemakaian listrik, suhu, dan jenis hari memberikan performa terbaik dengan MAPE sebesar 4,79%. Sementara itu, model SARIMAX terbaik, yaitu pemakaian listrik dan suhu, hanya mencapai MAPE 12,83%. Temuan ini menunjukkan bahwa model LSTM lebih unggul dalam menangkap pola musiman, tren jangka panjang, serta lonjakan permintaan yang tidak dapat dimodelkan secara efektif oleh SARIMAX yang bersifat linier.

Selain akurasi yang lebih tinggi, LSTM juga lebih fleksibel dalam menangani data multivariat yang kompleks. Arsitekturnya mampu mengintegrasikan informasi dari berbagai fitur dan mempertahankan dependensi jangka panjang, menjadikannya lebih adaptif terhadap dinamika konsumsi listrik yang tinggi seperti di wilayah PLN ULP Cipanas. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa model LSTM merupakan pendekatan yang menjanjikan untuk pengembangan sistem peramalan permintaan listrik yang akurat dan responsif terhadap perubahan beban, terutama di daerah dengan pola konsumsi yang fluktuatif.

Kata kunci : *Peramalan Permintaan Listrik, Fluktuasi Konsumsi Energi, Long Short Term Memory (LSTM), SARIMAX*

ABSTRACT

Electric energy is a vital component in supporting daily activities and the economic development of a country. The continuously increasing demand for electricity, in line with population growth, urbanization, and technological advancement, requires careful planning in its distribution. One important aspect of such planning is the ability to accurately forecast future electricity demand, especially in areas with significant consumption fluctuations such as PLN ULP (Customer Service Unit) Cipanas. As a PLN unit located in a tourist area with numerous hotels and lodgings, PLN ULP Cipanas faces considerable challenges in forecasting electricity demand due to increased tourism activity during weekends and holidays, as well as external factors such as temperature.

This study aims to develop and evaluate a daily electricity demand forecasting model based on Long Short-Term Memory (LSTM), a variant of Recurrent Neural Network (RNN) designed to handle long-term dependencies in time series data. The LSTM model was constructed using historical daily electricity usage, air temperature, and day type (workdays and holidays) data from January 2021 to June 2024, employing a sliding window approach of 180 days. To comprehensively evaluate its performance, the LSTM model was compared with the statistical method SARIMAX using four different input feature configurations: (1) electricity usage only, (2) electricity usage and temperature, (3) electricity usage and day type, and (4) the combination of all three.

Model performance was evaluated using MAPE, MAE, and RMSE metrics. The results show that the LSTM model with the combination of electricity usage, temperature, and day type features achieved the best performance with a MAPE of 4.79%. In contrast, the best SARIMAX configuration, which included electricity usage and temperature, only achieved a MAPE of 12.83%. These findings indicate that the LSTM model is more effective in capturing seasonal patterns, long-term trends, and demand spikes, which are less accurately modeled by the linear nature of SARIMAX.

In addition to achieving higher prediction accuracy, LSTM is also more flexible in handling complex multivariate data. Its architecture is capable of integrating information from multiple features while maintaining long-term dependencies, making it more adaptive to highly dynamic electricity consumption patterns, such as those in the PLN ULP Cipanas area. Overall, this study demonstrates that the LSTM model is a promising approach for developing an electricity demand forecasting system that is accurate and responsive to load changes, particularly in regions with fluctuating consumption patterns.

Keywords : *Electricity Demand Forecasting, Energy Consumption Fluctuation, Long Short-Term Memory (LSTM), SARIMA*