

**FORECASTING SPI AND SPEI DROUGHT INDICES
USING CLIMATE DATA AND LONG SHORT-TERM
MEMORY (LSTM) NEURAL NETWORKS**

By

Mellisa Damayanti, NIM 2115101037

Informatic Engineering Department

ABSTRACT

This research aims to develop a drought forecasting model using climate data. It is motivated by Northeast Thailand's heavy reliance on natural rainfall, which makes crop production highly vulnerable to climate variability. Reliable drought forecasting is essential for early warning and preparedness. Therefore, this research employs a deep learning approach using Long Short-Term Memory (LSTM) neural networks to forecast two key drought indices: Standardized Precipitation Index (SPI-3) and Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI-3) at a three-month scale. Historical monthly climate data spanning 40 years (1981–2020) were used to compute these drought indices. The forecasted model results were analyzed based on three drought characteristics: intensity, spatial variation, and category. The model's capability to predict drought intensity was evaluated using Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), Mean Bias Error (MBE), and the Coefficient of Determination (R^2). Both models demonstrated promising performance on the testing dataset, with R^2 values of 0.95 and 0.93 and RMSE values of 0.22 and 0.27 for SPI and SPEI, respectively. Spatial analysis was conducted to identify variations in drought patterns across different locations. Drought categories were assessed using the Receiver Operating Characteristic-based Area Under the Curve (ROC-AUC), yielding AUC values of 0.83 and 0.81. The model effectively identified drought patterns over time and distinguished common categories like Light, Moderate, and Severe. However, it struggled with rare categories like Extreme Drought, though predictions remained within closely related categories. Overall, the model shows promising potential for drought forecasting, offering valuable insights for farmers to anticipate dry conditions. This study highlights LSTM's potential in drought prediction to support agricultural mitigation strategies. Future research could explore extending forecasts beyond one month and enhance the model's ability to recognize the extreme drought category more effectively.

Keywords: Drought forecasting, climate data, Standardized Precipitation Index (SPI), Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI), Long Short-Term Memory (LSTM)

**PERAMALAN INDEKS KEKERINGAN SPI DAN SPEI
MENGUNAKAN DATA IKLIM DAN LONG SHORT-TERM
MEMORY (LSTM) NEURAL NETWORKS**

Oleh

Mellisa Damayanti, NIM 2115101037

Jurusan Teknik Informatika

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model peramalan kekeringan menggunakan data iklim. Motivasi utama penelitian ini berasal dari ketergantungan tinggi wilayah Thailand Timur Laut pada curah hujan alami, yang membuat produksi tanaman sangat rentan terhadap variabilitas iklim. Peramalan kekeringan yang andal berguna untuk peringatan dini dan kesiapsiagaan. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan pendekatan *deep learning* dengan menggunakan Long Short-Term Memory (LSTM) *neural networks* untuk meramalkan dua indeks kekeringan utama: Standardized Precipitation Index (SPI-3) dan Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI-3) dalam skala tiga bulan. Data iklim bulanan historis selama 40 tahun (1981–2020) digunakan untuk menghitung indeks kekeringan tersebut. Hasil model yang diramalkan dianalisis berdasarkan tiga karakteristik kekeringan: intensitas, variasi spasial, dan kategori. Kemampuan model dalam memprediksi intensitas kekeringan dievaluasi menggunakan Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), Mean Bias Error (MBE), dan Koefisien Determinasi (R^2). Kedua model menunjukkan kinerja yang menjanjikan pada dataset pengujian, dengan nilai R^2 sebesar 0,95 dan 0,93 serta RMSE sebesar 0,22 dan 0,27 untuk SPI dan SPEI, secara berurutan. Analisis spasial dilakukan untuk mengidentifikasi variasi pola kekeringan di berbagai lokasi. Kategori kekeringan dievaluasi menggunakan Receiver Operating Characteristic-based Area Under the Curve (ROC-AUC), yang menghasilkan nilai AUC sebesar 0,83 dan 0,81. Model ini mampu mengidentifikasi pola kekeringan dari waktu ke waktu dan membedakan kategori umum seperti Ringan, Sedang, dan Parah. Namun, model mengalami kesulitan dalam membedakan kategori yang jarang terjadi, seperti kekeringan Ekstrem, meskipun prediksinya tetap berada dalam kategori yang berdekatan. Secara keseluruhan, model ini menunjukkan potensi yang menjanjikan dalam peramalan kekeringan, yang dapat memberikan wawasan berharga bagi petani untuk mengantisipasi kondisi kering. Studi ini menyoroti potensi LSTM dalam prediksi kekeringan untuk mendukung strategi mitigasi di sektor pertanian. Penelitian di masa depan dapat mengeksplorasi perpanjangan cakupan peramalan lebih dari satu bulan serta meningkatkan kemampuan model dalam mengenali kategori kekeringan ekstrem dengan lebih efektif.

Kata kunci: Peramalan kekeringan, data iklim, Standardized Precipitation Index (SPI), Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI), Long Short-Term Memory (LSTM)