

ABSTRACT

Improperly managed waste significantly contributes to methane (CH₄) emissions, a greenhouse gas with a global warming potential 28 times higher than carbon dioxide. This study aims to implement a Long Short-Term Memory (LSTM) model to predict municipal solid waste generation and estimate future methane emissions. Historical waste generation data from 2018–2024 were obtained from the National Waste Management Information System (SIPSN), consisting of 1,699 entries from 317 districts/cities. Data preprocessing involved missing values imputation, Min-Max normalization, outlier detection, and sliding window transformation to improve overall data quality. The LSTM model was built with two hidden layers (50 units each), a 0.2 dropout layer, and the RMSProp optimizer with a Learning Rate of 0.001. Model performance was evaluated using MAE, MSE, RMSE, and R². The results show MAE = 8.48, MSE = 116.86, RMSE = 10.81, and R² = 0.90, indicating excellent predictive accuracy. Based on the model's prediction for 2025, the total estimated annual waste generation reaches 42,399.7 tons, which, when converted using the IPCC emission factor (1 ton = 50 kg CH₄), yields an estimated 2,119,983.0 kg of methane emissions per year, equivalent to 5,808.2 kg CH₄ per day.

Keywords: *Long Short-Term Memory (LSTM), Waste Generation Prediction, Methane Emissions, Time series Analysis.*

ABSTRAK

Pengelolaan sampah yang tidak optimal berkontribusi signifikan terhadap emisi metana (CH_4), yaitu gas rumah kaca dengan potensi pemanasan global 28 kali lebih besar dibandingkan karbon dioksida. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan model *Long Short-Term Memory* (LSTM) dalam memprediksi timbulan sampah perkotaan serta mengestimasi emisi metana di masa mendatang. Data historis timbulan sampah tahun 2018–2024 diperoleh dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), terdiri dari 1.699 entri dari 317 kabupaten/kota. Tahapan pra-pemrosesan data meliputi imputasi nilai hilang, normalisasi *Min-Max*, deteksi *outlier*, dan transformasi *sliding window* untuk meningkatkan kualitas data. Model LSTM dibangun menggunakan dua lapisan (masing-masing 50 unit), lapisan *dropout* 0.2, serta *optimizer* RMSProp dengan *learning rate* 0.001. Kinerja model dievaluasi menggunakan MAE, MSE, RMSE, dan R^2 . Hasil menunjukkan nilai MAE = 8.48, MSE = 116.86, RMSE = 10.81, dan $R^2 = 0.90$, yang mengindikasikan akurasi prediksi yang sangat baik. Berdasarkan prediksi model untuk tahun 2025, total timbulan sampah diperkirakan mencapai 42.399,7 ton, yang setelah dikonversi menggunakan faktor emisi IPCC (1 ton = 50 kg CH_4), menghasilkan estimasi emisi metana tahunan sebesar 2.119.983,0 kg, atau setara 5.808,2 kg CH_4 per hari.

Kata Kunci: *Long Short-Term Memory* (LSTM), Prediksi Timbulan Sampah, Emisi Metana, Analisis *Time Series*, Mitigasi Perubahan Iklim.