

ABSTRAK

Memprediksi harga emisi karbon merupakan tantangan signifikan akibat data yang sangat volatil dan non-stasioner. Penelitian ini mengusulkan dan mengevaluasi sebuah model hibrida *deep learning* yang mengintegrasikan *Complete Ensemble Empirical Mode Decomposition with Adaptive Noise* (CEEMDAN) dengan jaringan *Long Short-Term Memory* (LSTM). Metodologi yang digunakan membandingkan kinerja model LSTM-Baseline, model *Gated Recurrent Unit* (GRU), dan dua konfigurasi model hibrida: satu dengan strategi klasifikasi IMF berbasis *Fuzzy Entropy* dan satu lagi (dalam *ablation study*) yang memodelkan setiap komponen secara individual. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pendekatan dekomposisi secara signifikan lebih unggul, di mana model CEEMDAN-LSTM tanpa klasifikasi IMF mencapai akurasi tertinggi. Model ini menghasilkan MAPE sebesar 0.78% pada data uji, sebuah peningkatan drastis dibandingkan dengan MAPE 8.62% dari model LSTM-Baseline, dan keunggulannya telah divalidasi sebagai signifikan secara statistik melalui Uji Diebold-Mariano. Penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun dekomposisi sinyal merupakan langkah pra-pemrosesan yang sangat kuat, menjaga keutuhan informasi dari setiap komponen individual adalah kunci untuk mencapai akurasi peramalan yang maksimal.

Kata Kunci: Peramalan Deret Waktu, Harga Emisi Karbon, LSTM, CEEMDAN, Model Hibrida