

ABSTRAK

Selat Madura merupakan wilayah perairan yang memiliki peran penting dalam mendukung aktivitas transportasi dan maritim. Kondisi arus laut di wilayah ini bersifat dinamis dan fluktuatif, sehingga diperlukan metode prediksi yang mampu memodelkan pola runtun waktu secara akurat. Penelitian ini bertujuan untuk membangun model prediksi arus laut di Selat Madura menggunakan metode *Gated Recurrent Unit* (GRU) sebagai salah satu pendekatan *deep learning* yang efektif dalam menangani data sekuensial. Data yang digunakan berupa komponen arus zonal (UO) dan meridional (VO) dengan resolusi waktu per jam selama satu tahun. Data diproses melalui tahapan pra-pemrosesan yang meliputi pengurutan data berdasarkan waktu, normalisasi menggunakan metode Min-Max, serta pembentukan data time series menggunakan pendekatan *sliding window*. Model GRU dilatih menggunakan pendekatan *multistep recursive forecasting* dan diuji melalui dua skenario dengan perbedaan pengaturan hyperparameter untuk memperoleh konfigurasi terbaik. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa Skenario B memberikan performa yang lebih unggul dibandingkan Skenario A. Pada Skenario B, prediksi komponen UO menghasilkan nilai *MAE* sebesar 0,004048 m/s, *RMSE* sebesar 0,005391 m/s, dan *sMAPE* sebesar 26,49%, sedangkan prediksi komponen VO menghasilkan nilai *MAE* sebesar 0,003393 m/s, *RMSE* sebesar 0,004587 m/s, dan *sMAPE* sebesar 19,22%. Nilai kesalahan yang relatif kecil tersebut menunjukkan bahwa model mampu memprediksi pola arus laut dengan tingkat akurasi yang baik dan konsisten. Hasil prediksi komponen UO dan VO selanjutnya digunakan untuk menghitung kecepatan dan arah arus laut. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pengaturan hyperparameter pada Skenario B mampu meningkatkan akurasi dan stabilitas model GRU dalam memprediksi arus laut di Selat Madura. Model ini berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai sistem prediksi arus laut yang adaptif dan dapat diperbarui secara berkala, sehingga dapat memberikan kontribusi pada bidang oseanografi terapan dan keselamatan pelayaran.

Kata Kunci : Arus Laut, Gated Recurrent Unit, Multistep Recursive, Selat Madura, Time Series.

ABSTRACT

The Madura Strait is a maritime region that plays a crucial role in supporting transportation and maritime activities. Ocean current conditions in this region are dynamic and fluctuative, thus requiring a prediction method capable of accurately modeling time-series patterns. This study aims to build an ocean current prediction model in the Madura Strait using the Gated Recurrent Unit (GRU) method as an effective deep learning approach for handling sequential data. The data used consists of zonal (UO) and meridional (VO) ocean current components with an hourly temporal resolution for one year. The data is processed through pre-processing stages, which include chronological sorting, normalization using the Min-Max method, and the formation of time-series data using a sliding window approach. The GRU model is trained using a multistep recursive forecasting approach and tested through two scenarios with different hyperparameter settings to obtain the best configuration. The evaluation results show that Scenario B yields superior performance compared to Scenario A. In Scenario B, the prediction of the UO component produces an MAE value of 0.004048 m/s, an RMSE of 0.005391 m/s, and an sMAPE of 26.49%, while the prediction of the VO component produces an MAE value of 0.003393 m/s, an RMSE of 0.004587 m/s, and an sMAPE of 19.22%. These relatively small error values indicate that the model is capable of predicting ocean current patterns with a good and consistent level of accuracy. The prediction results of the UO and VO components are subsequently used to calculate the speed and direction of the ocean currents. Based on the research findings, it can be concluded that the hyperparameter settings in Scenario B are able to improve the accuracy and stability of the GRU model in predicting ocean currents in the Madura Strait. This model has the potential to be further developed as an adaptive ocean current prediction system that can be updated periodically, thereby contributing to the fields of applied oceanography and maritime safety..

Keywords: Ocean Currents, Gated Recurrent Unit, Multistep Recursive, Madura Strait, Time Series..