

ABSTRAK

Keamanan maritim Indonesia menghadapi tantangan strategis akibat perkembangan teknologi Rudal Jelajah Anti-Kapal (Anti-Ship Cruise Missile/ASCM) yang memiliki karakteristik terbang rendah (sea-skimming) dan kecepatan tinggi. Kendala utama pada sistem radar saat ini adalah ketergantungan pada operator manusia yang rentan terhadap human error akibat saturasi data. Upaya membangun sistem otomatis berbasis kecerdasan buatan sering terhambat oleh ketiadaan data latih militer yang bersifat rahasia. Penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem deteksi dan klasifikasi otomatis menggunakan arsitektur Stacked LSTM melalui pendekatan klasifikasi bertingkat. Guna mengatasi keterbatasan data, metode Simulasi Monte Carlo diterapkan untuk membangkitkan dataset lintasan yang realistis berdasarkan parameter fisik dari basis data CSIS dan FAA. Metodologi penelitian mengacu pada kerangka kerja CRISP-DM yang mencakup enam skenario eksperimen untuk menguji pengaruh penyeimbangan data dan metode normalisasi terhadap performa model. Hasil pengujian pada data simulasi menunjukkan bahwa penggunaan StandardScaler merupakan faktor penentu kemampuan model dalam mengenali rudal supersonik. Skenario 6 dengan volume data lima belas kali lipat ditetapkan sebagai konfigurasi terbaik dengan nilai Recall, Akurasi, dan F1-Score mencapai 1,00 pada data uji simulasi. Sistem kemudian diimplementasikan dalam prototipe berbasis Streamlit yang dilengkapi mekanisme Confidence Threshold 70% sebagai pengaman terhadap klasifikasi pada data yang ambigu.

Kata Kunci: Rudal Jelajah Anti-Kapal (ASCM), *Stacked* LSTM, Simulasi Monte Carlo, Klasifikasi Bertingkat, *StandardScaler*.

ABSTRACT

Indonesia's maritime security faces strategic challenges due to the advancement of Anti-Ship Cruise Missile (ASCM) technology, characterized by sea-skimming flight profiles and high speeds. A key limitation of current radar systems is the reliance on human operators who are susceptible to error under conditions of data saturation. Developing automated AI-based systems is often hindered by the scarcity of classified military training data. This study proposes an automated detection and classification system using a Stacked LSTM architecture through a hierarchical classification approach. To address data limitations, the Monte Carlo Simulation method is applied to generate realistic trajectory datasets based on physical parameter constraints from the CSIS and FAA databases. The research methodology follows the CRISP-DM framework, encompassing six experimental scenarios to examine the effects of data balancing and normalization methods on model performance. Evaluation results on simulated data indicate that the use of StandardScaler is a determining factor in the model's ability to recognize supersonic missiles. Scenario 6, with a fifteen-fold data volume, was identified as the optimal configuration, achieving Recall, Accuracy, and F1-Score values of 1.00 on the simulation test data. The system was subsequently implemented in a Streamlit-based prototype equipped with a 70% Confidence Threshold mechanism as a safeguard against classification of ambiguous data.

Keywords: *Anti-Ship Cruise Missile (ASCM), Stacked LSTM, Monte Carlo Simulation, Hierarchical Classification, StandardScaler.*