ABSTRAK

Keamanan jaringan menjadi isu yang semakin penting seiring meningkatnya volume trafik data. Dalam upaya mendeteksi dan mengklasifikasikan serangan jaringan, algoritma *Deep Neural Network* (DNN) banyak digunakan karena kemampuannya mempelajari pola serangan secara mendalam. Berbagai penelitian sebelumnya telah menggunakan teknik regularisasi secara tunggal dan belum cukup untuk mengendalikan kompleksitas model secara menyeluruh, sehingga diperlukan penggabungan beberapa teknik regularisasi. Setiap teknik memiliki sifat yang saling melengkapi: Dropout mengurangi ketergantungan *neuron*, L1 mendorong pembentukan bobot yang bersifat *sparse*, dan L2 menjaga besaran bobot tetap terkendali. Oleh karena itu, penggabungan beberapa teknik regularisasi menjadi relevan pada dataset seperti NSL-KDD yang memiliki keragaman dan redundansi fitur, yang berpotensi memperbesar kompleksitas model jika tidak dikendalikan.

Penelitian ini menerapkan kombinasi teknik regularisasi Dropout, L1, dan L2 pada arsitektur DNN untuk klasifikasi multikelas serangan jaringan menggunakan dataset NSL-KDD. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, *preprocessing* data, ekstraksi fitur menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA), serta pengujian model dengan berbagai konfigurasi kombinasi regularisasi. Untuk memperoleh konfigurasi model yang optimal, penelitian ini menerapkan metode optimasi *hyperparameter* berbasis *Random Search* dengan total 40 kombinasi pengujian. Evaluasi performa dilakukan menggunakan *confusion matrix*, untuk menilai kemampuan klasifikasi setiap konfigurasi.

Dari seluruh konfigurasi yang diuji, performa terbaik diperoleh pada kombinasi Dropout sebesar 0,2 dan L2 sebesar 0,00001 dengan nilai akurasi 0,9987, presisi 0,935, recall 0,7952, dan F1-score 0,8335. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi Dropout dan L2 memberikan keseimbangan performa yang lebih baik dibandingkan konfigurasi lainnya. Sementara itu, penerapan L1 maupun L2 secara tunggal, serta kombinasi Elastic Net, tidak selalu menghasilkan peningkatan kinerja dibandingkan konfigurasi terbaik. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh regularisasi terhadap kemampuan klasifikasi multikelas pada DNN bersifat bergantung pada konfigurasi regularisasi yang diterapkan.

Kata Kunci: *Intrusion Detection System* (IDS), *Deep Neural Network* (DNN), Teknik Regularisasi, NSL-KDD

ABSTRACT

Network security has become an increasingly critical issue due to the rapid growth in data traffic volume. To detect and classify network attacks, Deep Neural Network (DNN) algorithms are widely adopted for their ability to learn complex attack patterns from large-scale data. However, prior studies have often applied regularization techniques individually, which has been insufficient to fully control model complexity, thus motivating the integration of multiple regularization methods. Each regularization technique plays a complementary role: dropout reduces neuron co-adaptation, L1 regularization promotes sparse weight representations, and L2 regularization constrains the magnitude of weights. Consequently, the combination of multiple regularization techniques is particularly relevant for datasets such as NSL-KDD, which exhibit high feature diversity and redundancy that may increase model complexity if not properly controlled..

This study applies a combination of Dropout, L1, and L2 regularization techniques within a DNN architecture for multiclass network attack classification using the NSL-KDD dataset. The research workflow includes data collection, data preprocessing, feature extraction using Principal Component Analysis (PCA), and model evaluation under various regularization configurations. To identify suitable model configurations, hyperparameter optimization is performed using the Random Search method with a total of 40 experimental combinations. Model performance is evaluated using a confusion matrix to assess the classification capability of each configuration.

From all tested configurations, the best performance was achieved using a combination of Dropout at 0.2 and L2 at 0.00001, resulting in an accuracy of 0.9987, precision of 0.935, recall of 0.7952, and an F1-score of 0.8335. These results indicate that the combination of Dropout and L2 provides a better balance of performance compared to other configurations. Meanwhile, the application of L1 or L2 individually, as well as the Elastic Net combination, did not consistently lead to performance improvements compared to the best configuration. This finding suggests that the impact of regularization on multiclass classification performance in DNN models depends on the specific regularization configuration applied.

Keywords**:** *Intrusion Detection System (IDS), Deep Neural Network (DNN), Regularization Techniques, NSL-KDD Dataset*