

INTISARI

Kinerja (performance) turbin gas menjadi indikator utama untuk menilai kesehatan (health) dari turbin gas. Model termodinamika konvensional yang digunakan untuk memprediksi kinerja turbin gas sering kali gagal memahami pola dalam data yang besar dan kompleks. Metode ini terbukti kurang efisien dan tidak akurat dalam aplikasi praktis di lapangan karena mengandalkan banyak asumsi yang terlalu menyederhanakan kompleksitas operasi turbin gas, akibatnya metode ini gagal mengidentifikasi pola dari variabel operasional, yang pada akhirnya dapat menyebabkan kegagalan yang tidak diinginkan (*unplanned shutdown*) dan mengakibatkan *loss profit opportunity* (LPO). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model *deep learning* dengan arsitektur *Long Short-Term Memory* (LSTM) untuk memprediksi kinerja turbin gas, di mana model termodinamika konvensional gagal memprediksi untuk data yang besar dan kompleks. Metode yang digunakan dalam penelitian ini mencakup tiga tahapan utama: pertama, seleksi fitur dilakukan dengan menggunakan *Recursive Feature Elimination* (RFE) berbasis *Random Forest* untuk menyaring 14 fitur awal menjadi 5 fitur utama yang paling berpengaruh terhadap target tanpa kehilangan informasi penting. Kedua, model LSTM dibangun untuk menangkap dinamika temporal dari data operasional turbin gas, dan arsitekturnya dioptimasi secara sistematis. Ketiga, proses *hyperparameter tuning* dilakukan menggunakan pendekatan *Bayesian Optimization*, yang secara efisien mengeksplorasi ruang parameter untuk menemukan kombinasi terbaik hanya dalam 15 iterasi. Hyperparameter optimum yang diperoleh mencakup jumlah *layer* sebanyak 2, jumlah *neuron* 96, *learning rate* 1.65e-05, *epoch* 50, *batch size* 16, dan *dropout rate* 0.0. Model LSTM yang dibangun terbukti dapat menangkap pola data yang kompleks dan menyederhanakan proses prediksi. Hasil dari model menunjukkan performa prediksi yang sangat baik dengan nilai *loss function* MSE: 0.00001, MAE: 0.00201, dan R²: 0.99735. Studi ini membuktikan bahwa integrasi antara *Recursive Feature Elimination* (RFE) dan *Bayesian Optimization* dapat menghasilkan prediksi kinerja turbin gas yang akurat dan efisien, serta berpotensi besar dalam mendukung sistem pemantauan cerdas (*intelligent monitoring system*) untuk mencegah kegagalan operasi dan memaksimalkan efisiensi operasional.

Kata kunci: Prediksi Kinerja, Turbin Gas, LSTM, *Recursive Feature Elimination*, *Hyperparameter Tuning*.

ABSTRACT

Gas turbine performance is a key indicator used to assess the overall health of the system. Conventional thermodynamic models used for predicting gas turbine performance often fail to capture complex patterns within large-scale operational data. These models tend to be inefficient and inaccurate in practical field applications, as they rely heavily on oversimplified assumptions that do not reflect the operational complexity of gas turbines. Consequently, they are unable to identify trends in operational variables, leading to unexpected failures (*unplanned shutdowns*) and resulting in loss of profit opportunities (LPO). This study aims to develop a deep learning-based model using the *Long Short-Term Memory* (LSTM) architecture to predict gas turbine performance where conventional thermodynamic models fall short in handling large and complex datasets.

The research methodology consists of three main stages: first, feature selection was carried out using *Recursive Feature Elimination* (RFE) based on a *Random Forest* regressor to reduce the original 14 input features to the 5 most informative ones without losing critical data integrity. Second, an LSTM model was constructed to capture the temporal dynamics of turbine operational data. Third, *Bayesian Optimization* was employed for hyperparameter tuning, enabling the model to find the optimal configuration efficiently in just 15 trials. The best hyperparameters obtained were: 2 LSTM layers, 96 neurons, a learning rate of $1.65e-05$, 50 epochs, a batch size of 16, and a dropout rate of 0.0. The resulting LSTM model successfully captured complex data patterns and simplified the prediction process. The model demonstrated excellent predictive performance, achieving a Mean Squared Error (MSE) of 0.00001, Mean Absolute Error (MAE) of 0.00201, and an R^2 score of 0.99735. This study confirms that the integration of RFE-based feature selection and Bayesian hyperparameter tuning yields an accurate and efficient prediction model for gas turbine performance, offering significant potential for intelligent monitoring systems to prevent operational failures and maximize efficiency.

Keywords: *Performance Prediction, Gas Turbine, LSTM, Recursive Feature, Hyperparameter Tuning.*