UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prediksi Power Output Turbin Gas pada Variasi Laju Massa Aliran dan HHV Bahan Bakar Berbasis Artificial Neural Network
Amelia Dewi, Ir. Joko Waluyo, M.T., Ph.D., IPM, ASEAN Eng., APEC Eng. ; Ir. Achmad Pratama Rifai, S.T., M.Eng., I
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Turbin gas merupakan salah satu peralatan utama dalam industri minyak dan gas yang digunakan sebagai penggerak generator untuk memenuhi kebutuhan energi listrik fasilitas operasi. Performa turbin gas dipengaruhi oleh berbagai parameter operasi yang memiliki hubungan kompleks dan nonlinier, khususnya karakteristik bahan bakar berupa *Higher Heating Value* (HHV) dan laju massa aliran bahan bakar (ṁ_fuel). Penelitian ini bertujuan mengembangkan model *Artificial Neural Network* (ANN) berbasis *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) untuk memprediksi performa turbin gas berdasarkan data operasi aktual, menentukan arsitektur ANN terbaik, serta menganalisis pengaruh variasi HHV dan ṁ_fuel terhadap *power output* dan temperatur gas buang T5.

Penelitian menggunakan data historis operasi *Gas Turbine Generator* sebanyak 14.781 data yang diperoleh dari sistem historian. Tahapan *preprocessing* meliputi penghapusan *missing value* dan data bernilai nol, penyaringan *outlier* ekstrem, *moving average smoothing*, serta standardisasi sehingga diperoleh 13.450 data valid. Dataset selanjutnya dibagi menjadi data *training* sebesar 70%, *validation* sebesar 15%, dan *testing* sebesar 15%. Model ANN dikembangkan menggunakan algoritma Levenberg–Marquardt (*trainlm*), fungsi aktivasi *tansig* pada *hidden layer*, dan *purelin* pada *output layer*. Sebanyak sembilan variasi arsitektur ANN dievaluasi berdasarkan RMSE, MAE, MAPE, koefisien determinasi (R^2), analisis regresi, serta analisis residual untuk memperoleh konfigurasi jaringan dengan performa terbaik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa arsitektur ANN dengan tiga *hidden layer* dan konfigurasi neuron 16–12–8 menghasilkan performa terbaik. Pada prediksi *power output*, model memperoleh rata-rata *Test RMSE* sebesar 0,284, MAE sebesar 0,139, dan R^2 sebesar 0,915, sedangkan pada prediksi T5 diperoleh rata-rata *Test RMSE* sebesar 0,183 dan R^2 sebesar 0,953. Model terbaik selanjutnya digunakan untuk menganalisis 25 skenario kombinasi HHV dan ṁ_fuel berdasarkan persentil P10, P25, P50, P75, dan P90. Hasil analisis menunjukkan bahwa variasi ṁ_fuel memberikan pengaruh yang lebih jelas terhadap perubahan *power output* dan T5, sedangkan pengaruh HHV pada tingkat ṁ_fuel yang sama relatif lebih kecil dan menunjukkan karakteristik nonlinier. Secara keseluruhan, model ANN MIMO mampu mengikuti pola aktual kedua keluaran dengan baik dan dapat digunakan sebagai pendekatan prediktif untuk mendukung evaluasi performa turbin gas pada variasi karakteristik bahan bakar.

Kata Kunci: Turbin gas, Prediksi Power Output, *Artificial Neural Network*, *High Heating Value*, Laju massa aliran bahan bakar.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prediksi Power Output Turbin Gas pada Variasi Laju Massa Aliran dan HHV Bahan Bakar Berbasis Artificial Neural Network
Amelia Dewi, Ir. Joko Waluyo, M.T., Ph.D., IPM, ASEAN Eng., APEC Eng. ; Ir. Achmad Pratama Rifai, S.T., M.Eng., I
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Gas turbines are essential equipment in the oil and gas industry and are commonly used as prime movers for electrical generators to supply power for operational facilities. Gas turbine performance is influenced by various operating parameters with complex and nonlinear relationships, particularly fuel characteristics represented by *Higher Heating Value* (HHV) and fuel mass flow rate ($\dot{m}_{fuel}$). This study aims to develop a *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) *Artificial Neural Network* (ANN) model for predicting gas turbine performance using actual operating data, determine the optimal ANN architecture, and analyze the effects of HHV and fuel mass flow rate variations on power output and exhaust gas temperature T5.

A total of 14,781 historical operating records from a *Gas Turbine Generator* were collected from the plant historian. Data preprocessing included missing-value and zero-value removal, extreme outlier filtering, moving average smoothing, and standardization, resulting in 13,450 valid observations. The dataset was divided into training, validation, and testing subsets with proportions of 70%, 15%, and 15%, respectively. The ANN model was developed using the Levenberg–Marquardt (*trainlm*) training algorithm, the *tansig* activation function in the hidden layers, and the *purelin* activation function in the output layer. Nine ANN architectures were evaluated using RMSE, MAE, MAPE, coefficient of determination (R^2), regression analysis, and residual analysis to identify the architecture with the best predictive performance.

The results showed that the ANN architecture with three hidden layers and a 16–12–8 neuron configuration provided the best overall performance. For power output prediction, the model achieved a mean Test RMSE of 0.284, a mean MAE of 0.139, and an R^2 of 0.915, while T5 prediction achieved a mean Test RMSE of 0.183 and an R^2 of 0.953. The optimal ANN model was subsequently used to evaluate 25 operating scenarios generated from combinations of HHV and fuel mass flow rate at the P10, P25, P50, P75, and P90 percentile levels. The results indicate that variations in fuel mass flow rate produce a more pronounced effect on power output and T5, whereas the effect of HHV at the same fuel mass flow rate level is relatively smaller and exhibits nonlinear characteristics. Overall, the developed MIMO ANN model was able to follow the actual trends of both output variables and can be used as a predictive approach to support gas turbine performance evaluation under variations in fuel characteristics.

Keywords: Gas Turbine, Power Output Prediction, Artificial Neural Network, High Heating Value, Fuel Mass Flow Rate.