
Deteksi Anomali pada Data *Time series* Operasional Pipa Minyak dan Gas Menggunakan Algoritma LSTM dan DBSCAN

Adi Trianto Saputra¹, Aditya Firman Ihsan²

^{1,2}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹saputradi@students.telkomuniversity.ac.id

²adityaihsan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pemantauan sistem operasional pada pipa minyak dan gas sangat penting untuk mencegah kerugian besar maupun gangguan operasional yang berdampak luas. Namun, identifikasi anomali pada data *time series* masih banyak dilakukan secara manual dan belum sepenuhnya adaptif terhadap karakteristik data yang kompleks. Penelitian ini bertujuan untuk membangun model deteksi anomali berbasis prediksi dan analisis selisih terhadap data historis operasional. Topik ini penting karena metode deteksi yang ada belum cukup efektif dalam mengenali pola-pola anomali tersembunyi, terutama pada data dengan perilaku yang dinamis seperti sistem pipa migas. Solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah kombinasi model prediksi menggunakan LSTM dan metode klasterisasi DBSCAN untuk mendeteksi anomali berdasarkan *residuals* antara data aktual dan hasil prediksi. Evaluasi dilakukan melalui enam skenario, termasuk *tuning* parameter LSTM, pembagian rasio data, dan perbandingan deteksi per fitur. Hasil menunjukkan bahwa LSTM memberikan prediksi terbaik pada fitur *temperature* dengan MSE sebesar 0.001045 dan pada *pressure* sebesar 0.001398. Sementara itu, DBSCAN menghasilkan *silhouette score* tertinggi pada fitur *pressure* sebesar 0.9805. Deteksi anomali secara *univariate* menghasilkan hasil yang lebih detail dengan 23 titik anomali pada *energy rate* dan 17 titik pada *volume rate*. Temuan ini membuktikan bahwa kombinasi LSTM dan DBSCAN efektif dalam mendeteksi anomali secara lebih akurat dan sensitif terhadap karakteristik masing-masing fitur.

Kata kunci: time series, deteksi anomali, LSTM, DBSCAN, residual, operasional pipa

Abstract

Monitoring the operational system in oil and gas pipelines is very important to prevent major losses or operational disruptions that have a wide impact. However, the identification of anomalies in time series data is still mostly done manually and is not fully adaptive to complex data characteristics. This study aims to build an anomaly detection model based on predictions and analysis of differences in historical operational data. This topic is important because existing detection methods are not yet effective enough in recognizing hidden anomalous patterns, especially in data with dynamic behavior such as oil and gas pipeline systems. The solution offered in this study is a combination of a prediction model using LSTM and the DBSCAN clustering method to detect anomalies based on the residuals between actual data and prediction results. The evaluation was carried out through six scenarios, including LSTM parameter settings, data ratio division, and comparison of detection per feature. The results showed that LSTM provided the best prediction on the temperature feature with an MSE of 0.001045 and on pressure of 0.001398. Meanwhile, DBSCAN produced the highest silhouette score on the pressure feature of 0.9805. Univariate anomaly detection produced more detailed results with 23 anomaly points on the energy rate and 17 points on the volume rate. These findings prove that the combination of LSTM and DBSCAN is effective in detecting anomalies more accurately and sensitively to the characteristics of each feature.

Keywords: time series, anomaly detection, LSTM, DBSCAN, residuals, pipeline operation
