

## Abstrak

Deteksi anomali pada data sensor industri sangat penting untuk menjamin keandalan operasional dan keselamatan lingkungan, khususnya dalam sektor minyak dan gas. Penelitian ini mengusulkan pendekatan hybrid yang menggabungkan metode statistik berbasis Moving Average untuk pelabelan awal, serta algoritma pembelajaran mesin K-Nearest Neighbors (KNN) dan Isolation Forest (IF) untuk klasifikasi anomali. Dataset yang digunakan terdiri dari data sensor harian hasil agregasi granular, mencakup empat parameter utama: PRESSURE, TEMPERATURE, N2, dan NC5. Pelabelan dilakukan berdasarkan ambang deviasi rata-rata bergulir dengan target rasio anomali sebesar 5%. Model KNN dilatih secara supervised dengan konfigurasi `n_neighbors=3`, menghasilkan akurasi sebesar 92,34%, Precision 0,2446, dan F1 Score 0,1971. Sementara itu, IF diterapkan tanpa label (unsupervised) dengan parameter `contamination=0.07`, menghasilkan F1 Score 0,1671, AUC-ROC 0,7662, dan akurasi 89,15%. Visualisasi hasil menunjukkan bahwa KNN cenderung mendeteksi anomali ekstrem yang terpisah dari mayoritas, sedangkan IF mampu mendeteksi anomali yang tersebar dan lebih ringan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggabungan pendekatan statistik dan machine learning membentuk sistem deteksi anomali yang adaptif dan andal. Kombinasi ini cocok untuk implementasi pemantauan kondisi proses secara real-time, baik dalam kondisi data berlabel maupun tidak berlabel.

**Kata Kunci:** Deteksi Anomali, KNN, Isolation Forest, Moving Average, Data Sensor, Minyak dan Gas.