
Implementasi Metode Ensemble Learning dalam Arsitektur Autoencoder untuk Deteksi Anomali pada Data Operasional Pipa Gas Alam

Muhammad Rivaditya Azzaka¹, Aditya Firman
Ihsan², Widi Astuti³

Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

aditazzaka@student.telkomuniversity.ac.id,

adityaihsan@telkomuniversity.ac.id,

widiwdu@telkomuniversity.ac.id,

Abstrak

Pemantauan pipeline memainkan peran penting dalam memastikan keamanan dan efisiensi sistem transportasi gas alam. Anomali yang tidak terdeteksi dapat mengakibatkan konsekuensi lingkungan dan finansial yang serius, sehingga diperlukan sistem pemantauan yang andal. Penelitian ini menerapkan pendekatan Ensemble of Autoencoders (EoAE) untuk mendeteksi anomali dalam data operasional pipeline gas alam dengan mengintegrasikan tiga arsitektur autoencoder yang saling melengkapi. Arsitektur tersebut mencakup Standard Autoencoder (AE) untuk pengenalan pola dasar, Sparse Autoencoder (SAE) untuk ekstraksi fitur yang selektif, dan Denoising Autoencoder (DAE) untuk analisis yang tahan terhadap noise. Implementasi ini menggunakan dataset unlabeled yang mencakup periode dua tahun dengan 61.313 rekaman per jam, terdiri dari 17 fitur yang dikategorikan ke dalam parameter operasional dan parameter komposisi gas. Mekanisme averaging digunakan untuk menggabungkan reconstruction errors dari ketiga autoencoder, sehingga menghasilkan threshold yang seimbang untuk deteksi anomali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Ensemble of Autoencoders (EoAE) berhasil mengidentifikasi 41 anomali (0,338% dari data uji) dengan Mean Squared Error (MSE) sebesar 0.581, yang menunjukkan peningkatan keandalan dibandingkan model individu yang mendeteksi antara 39 hingga 143 anomali pada threshold yang bervariasi. Analisis lebih lanjut mengungkap pola propagasi anomali di berbagai parameter operasional dan komposisi gas, yang menunjukkan kemampuan sistem dalam mengidentifikasi perubahan perilaku kompleks dalam operasi pipeline.

Hasil eksperimen memvalidasi efektivitas pendekatan ensemble dalam mencapai deteksi anomali yang seimbang melalui integrasi model yang saling melengkapi. Penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan metodologi pemantauan pipeline dengan memanfaatkan keunggulan berbagai arsitektur autoencoder untuk deteksi anomali yang lebih andal.

Kata Kunci : Anomali, Deteksi Anomali, Autoencoder, Ensemble Learning, Gas Alam, Pipa Gas.
