

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Industri minyak dan gas bumi di Indonesia memainkan peran penting dalam perekonomian nasional, baik dalam memenuhi kebutuhan energi domestik maupun sebagai sumber pendapatan negara. Namun, seiring dengan menurunnya produksi minyak, Indonesia telah beralih dari eksportir menjadi importir minyak. Untuk mengatasi tantangan ini, pemerintah berupaya meningkatkan produksi gas bumi sebagai alternatif energi yang lebih bersih dan efisien. Gas bumi digunakan secara luas di sektor industri dan rumah tangga, serta dipandang sebagai energi yang lebih bersih dibandingkan dengan bahan bakar fosil lainnya. Namun, terdapat sejumlah tantangan dalam mencapai target bauran energi primer gas bumi [1].

Keamanan kerja dalam industri minyak dan gas, khususnya pada jaringan pipa, merupakan aspek krusial untuk mencegah kecelakaan dan kebocoran yang dapat membahayakan lingkungan serta pekerja. Salah satu pendekatan yang digunakan untuk meningkatkan keamanan adalah pemanfaatan sensor yang mampu mendeteksi potensi bahaya pada pipa gas [2]. Memonitoring data operasional pipa gas dan mengidentifikasi anomali dapat membantu dan mempercepat penanganan mitigasi, sehingga tindakan pencegahan dapat dilakukan lebih cepat dan efektif.

Long Short-Term Memory (LSTM) adalah jenis jaringan saraf tiruan (neural network) yang dirancang khusus untuk menangani data deret waktu (time series) dan mengatasi masalah long-term dependencies yang sering muncul dalam model tradisional seperti Recurrent Neural Network (RNN). LSTM menggunakan mekanisme internal berupa sel memori dan tiga gerbang utama (input, forget, dan output gates) yang mengatur bagaimana informasi disimpan, diperbarui, dan dihapus seiring waktu. Dalam konteks pemantauan jaringan pipa gas alam, LSTM dapat digunakan untuk meramalkan kondisi operasional seperti tekanan dan laju aliran gas berdasarkan data historis. Dengan arsitektur multi-layer, LSTM mampu menangkap pola kompleks dalam data serta menghasilkan prediksi tekanan dan flowrate pada data pipa gas alam [3].

Gated Recurrent Unit (GRU) adalah jenis jaringan saraf tiruan yang diperkenalkan pada tahun 2014 sebagai penyederhanaan dari Long Short-Term Memory (LSTM). GRU memiliki dua gerbang utama: gerbang reset dan gerbang pembaruan, yang berfungsi untuk mengontrol aliran informasi dan mempertahankan dependensi temporal dalam data deret waktu. Dibandingkan dengan LSTM, GRU memiliki struktur yang lebih sederhana dengan jumlah parameter lebih sedikit, sehingga lebih efisien dalam pelatihan dan implementasi [4].

Pada Penelitian ini, dilakukan komparasi antara model Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU) untuk mendeteksi anomali pada data operasional pipa gas alam. Model akan mendeteksi anomali pada data seri data pada beberapa fitur perbandingan menggunakan beberapa parameter untuk mendapatkan hasil performa kinerja metode terbaik untuk kasus data operasional pipa gas alam.

1.2 Topik dan Batasannya

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian ini berfokus pada dua hal. Pertama, bagaimana implementasi model LSTM dan GRU dapat mendeteksi anomali pada data operasional pipa gas alam. Kedua, bagaimana perbandingan performa pada model LSTM dan GRU untuk identifikasi anomali pada data operasional pipa gas alam. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa batasan. Model LSTM dan GRU akan memiliki arsitektur yang sama, dengan eksperimen menggunakan batch size yang berbeda untuk mengetahui performa model berdasarkan nilai MSE, RMSE, MAE, dan MAPE.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasi model LSTM dan GRU untuk mendeteksi anomali pada data operasional pipa gas alam.

1.4 Organisasi Tulisan

Setelah bagian pendahuluan, penelitian ini dilanjutkan dengan tinjauan pustaka yang menguraikan literatur terkait LSTM dan GRU. Selanjutnya, bagian rancangan sistem menjelaskan tahap-tahap implementasi model LSTM dan GRU. Pada bagian Evaluasi, skenario pengujian serta hasil eksperimen dipaparkan beserta analisis dari hasil pengujian tersebut. Bagian kesimpulan merangkum hasil penelitian dan memberikan rekomendasi untuk penelitian lanjutan. Terakhir, Daftar Pustaka mencantumkan referensi yang digunakan.