

Bab I

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Kondisi umum saat ini menunjukkan bahwa jaringan pipa gas bumi menjadi elemen penting dalam distribusi energi global. Gas bumi dipandang sebagai salah satu sumber energi bersih yang efisien, dan permintaan akan gas terus meningkat di berbagai sektor industri dan domestik. Pemantauan kondisi operasional pipa, khususnya tekanan, menjadi krusial untuk memastikan keamanan dan efisiensi distribusi. Teknologi berbasis *pembelajaran mesin*, seperti *Long Short-Term Memory (LSTM)* dan *Extreme Gradient Boosting (XGBoost)*, telah menawarkan potensi besar dalam meningkatkan akurasi prediksi tekanan pada jaringan pipa gas bumi (Mazumder et al. 2021).

Di bidang prediksi tekanan jaringan pipa gas, *LSTM* dikenal unggul dalam menangkap pola *temporal* pada data historis tekanan. Ini membuat *LSTM* ideal untuk kondisi di mana variabilitas tekanan sangat dinamis dari waktu ke waktu (Yusuf et al. 2024). Di sisi lain, *XGBoost* sangat cocok untuk memproses data yang lebih struktural dan non-temporal, karena algoritma ini mampu memodelkan hubungan kompleks antarvariabel secara lebih efisien (Shijo & N.Behera 2023).

Masalah utama di bidang ini adalah ketidakakuratan prediksi tekanan di masa lalu yang disebabkan oleh pendekatan tradisional yang tidak mampu menangkap dinamika tekanan secara menyeluruh. Saat ini, meskipun pembelajaran mesin telah diterapkan, tantangan tetap ada, terutama dalam memilih metode yang paling sesuai untuk kondisi tertentu. Di masa depan, tantangan ini dapat semakin rumit karena meningkatnya kompleksitas operasional jaringan pipa gas bumi, termasuk adaptasi terhadap variasi tekanan yang lebih ekstrem (Zeng et al. 2022).

LSTM memiliki kekuatan dalam menangkap pola *temporal* dan memberikan prediksi tekanan dengan presisi tinggi pada jaringan pipa gas yang memiliki fluktuasi signifikan. Namun, *XGBoost* lebih unggul dalam kondisi yang memerlukan analisis cepat pada variabel-variabel yang lebih statis atau bersifat struktural (Hossain & Kaur 2024). Pilihan antara kedua metode ini sangat bergantung pada karakteristik data dan kebutuhan operasional yang ingin di-

capai.

Pemanfaatan *XGBoost*, misalnya, telah terbukti efektif untuk analisis data tekanan yang kompleks dan multidimensi dengan waktu komputasi yang lebih singkat dibandingkan metode lain. Dalam beberapa kasus, seperti tekanan pada pipa distribusi gas kota, *XGBoost* menunjukkan kinerja prediksi yang konsisten dan akurat (Guo et al. 2024). Sebaliknya, *LSTM* menawarkan keunggulan dalam memodelkan fluktuasi tekanan yang bersifat temporer dan tidak linier, yang sulit ditangani oleh metode tradisional maupun algoritma lainnya (Ihsam et al. 2022).

Dalam konteks jaringan pipa gas bumi, penting untuk menyesuaikan metode prediksi dengan kebutuhan spesifik operasional. *XGBoost* ideal untuk analisis cepat dan data yang stabil, sedangkan *LSTM* sangat sesuai untuk memantau tekanan dalam skenario dengan variabilitas tinggi. Keduanya memberikan nilai tambah signifikan, tergantung pada penerapannya.

1.2 Perumusan Masalah

Berikut rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini:

1. Bagaimana performa model *XGBoost* dalam memprediksi kondisi operasional jaringan transmisi pipa gas bumi berdasarkan data historis operasional?
2. Bagaimana performa model *LSTM* dalam memprediksi kondisi operasional jaringan transmisi pipa gas bumi dengan memanfaatkan pola *temporal* pada data?
3. Apakah terdapat perbedaan signifikan dalam akurasi dan efisiensi antara model *XGBoost* dan *LSTM* dalam prediksi kondisi operasional jaringan transmisi pipa gas bumi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan yang ingin dicapai pada penulisan proposal/TA:

1. Mengevaluasi performa model *XGBoost* dalam memprediksi kondisi operasional jaringan transmisi pipa gas bumi berdasarkan data historis operasional.
2. Mengevaluasi performa model *LSTM* dalam memprediksi kondisi operasional jaringan transmisi pipa gas bumi dengan memanfaatkan pola *temporal* pada data.
3. Membandingkan akurasi dan efisiensi antara model *XGBoost* dan *LSTM* dalam prediksi kondisi operasional jaringan transmisi pipa gas bumi untuk menentukan model yang lebih optimal.

1.4 Batasan Penelitian

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data tekanan (*pressure*) yang dicatat setiap jam.
2. Rentang waktu data yang digunakan adalah dari tanggal 1 Agustus 2020 hingga 31 Juli 2021.
3. Total jumlah data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 61.315 data.
4. Evaluasi performa model dilakukan berdasarkan metrik tertentu, seperti *R-squared* (R^2), *Mean Squared Error* (*MSE*), *Root Mean Squared Error* (*RMSE*), *Mean Absolute Error* (*MAE*).
5. Pembagian Dataset menjadi Data Latih dan Data Uji Data dibagi menjadi *Train* (80%) yang mencakup data dari 1 Agustus 2020 hingga 25 Mei 2021, dan *Test* (20%) yang mencakup data dari 26 Mei 2021 hingga 31 Juli.

1.5 Manfaat Penelitian

Kontribusi dari tulisan ini adalah:

1. Dengan memilih model prediksi yang optimal, pengelola jaringan transmisi pipa gas bumi dapat mengurangi potensi biaya operasional yang diakibatkan oleh kegagalan atau ketidakefisienan sistem.
2. Memberikan informasi kepada pengelola jaringan transmisi pipa gas bumi mengenai metode yang lebih efektif dan efisien untuk memprediksi kondisi operasional, sehingga dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik.
3. Memberikan kontribusi referensi ilmiah bagi penelitian lanjutan yang berkaitan dengan penerapan metode *hybrid* atau perbandingan model prediksi lainnya dalam konteks serupa.

1.6 Rencana Kegiatan

Rencana kegiatan yang akan saya lakukan adalah sebagai berikut:

- **Studi Literatur:** Mengumpulkan dan mempelajari referensi dari berbagai sumber literatur untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam terkait topik penelitian, termasuk teori-teori dasar, metode penelitian yang relevan, dan studi-studi sebelumnya yang mendukung.

- **Pengumpulan Data:** Mengumpulkan data yang diperlukan untuk penelitian ini dari berbagai sumber yang valid dan reliabel, dari dataset yang sudah ada. Data yang dikumpulkan akan digunakan untuk analisis lebih lanjut.
- **Analisis dan Perancangan Sistem:** Melakukan analisis terhadap data yang telah dikumpulkan untuk merancang sistem yang akan dibangun. Proses ini meliputi pembuatan model konseptual, pemilihan teknik analisis yang sesuai, dan perencanaan arsitektur sistem.
- **Implementasi Sistem:** Menerapkan rancangan model peramalan yang telah dibuat untuk melakukan pengujian dan verifikasi. Tahap ini melibatkan pengembangan dan penyetelan model peramalan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.
- **Analisa Hasil Implementasi:** Melakukan evaluasi terhadap hasil implementasi sistem dengan menggunakan berbagai metrik performa untuk menilai keefektifan dan efisiensi sistem. Hasil analisis ini akan digunakan untuk melakukan penyempurnaan jika diperlukan.
- **Penulisan Laporan Tugas Akhir:** Menyusun laporan akhir yang mendokumentasikan seluruh proses penelitian, mulai dari pendahuluan, metodologi, hasil penelitian, hingga kesimpulan dan saran. Laporan ini akan disusun sesuai dengan format dan standar yang telah ditetapkan oleh institusi.

Tabel 1.1: Jadwal kegiatan

| No | Kegiatan | Bulan ke- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---------------------------------|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | 4 | | | | 5 | | | | 6 | | | | | | | |
| 1 | Studi Literatur | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Pengumpulan Data | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Analisis dan Perancangan Sistem | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Implementasi Sistem | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Analisa Hasil Implementasi | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| 6 | Penulisan Laporan | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |