

## 1. Pendahuluan

Gas alam memainkan peran yang sangat penting dan krusial bagi pasokan energi baik di Indonesia maupun di seluruh dunia. Pemanfaatannya tidak terbatas pada sektor industri saja, melainkan juga pada sektor rumah tangga, pertanian hingga pembangkitan tenaga listrik. Kemudahan distribusi, keandalan dan nilai investasi yang dinilai cukup murah dan menguntungkan membuat gas alam lebih dipilih dalam beberapa kasus sebagai sumber energi daripada minyak dan batubara. Menurut data dari Kementerian Energi & Sumber Daya Mineral Republik Indonesia (ESDM), realisasi distribusi gas alam domestik pada tahun 2023 mencapai 3.745 BBTUD. Dimana realisasinya sebanyak 40,5% untuk industri, 18,4% untuk pertanian dan sisanya digunakan untuk kelistrikan serta pasokan LNG dan LPG sektor rumahan. Sisanya di ekspor dengan realisasi mencapai angka 1.749 BBTUD. Nilai ini meningkat dari realisasi pemanfaatan gas alam domestik pada tahun 2022 yang hanya bernilai 3.638 BBTUD, namun mengalami penurunan pada sektor ekspor dari angka 1.791 BBTUD [1]. Dari data ini dapat dilihat bahwa gas alam tidak hanya berperan dalam memenuhi pasokan energi dalam negeri, melainkan juga meningkatkan devisa negara melalui skala ekspor.

### Latar Belakang

Mengingat pentingnya pasokan gas alam baik bagi industri dalam negeri, pertanian, pembangkitan tenaga listrik dan rumah tangga maka menjadi penting untuk selalu menjaga keandalan dan performa dari proses pendistribusian gas alam tersebut. Hal ini terutama dikarenakan jarak yang cenderung jauh dari pusat produksi ke sub-sub distribusi atau ke pelanggan. Banyak anjungan produksi terletak di lepas pantai yang jauh dari daratan, dengan jaringan pipa berkilo-kilometer yang menghubungkannya ke fasilitas penerima terpusat di darat. Hal ini menjadi tantangan tersendiri dalam proses distribusi dan transmisi lepas pantai. Stabilitas gas alam yang diterima pun harus dijaga sedemikian rupa, sehingga setiap platform sumber dapat mengkoordinasikan keseimbangan tekanan gas yang ditransmisikan dengan tetap menjaga kualitas dan pasokan energi terpenuhi [2]. Salah satu teknik yang dapat dilakukan adalah dengan menganalisis anomali-anomali yang terjadi dan membuat sebuah model *preventive maintenance* pada sistem distribusi gas alam. Hal ini bertujuan untuk melakukan deteksi dini dan meminimalisir dampak dari kemungkinan-kemungkinan anomali yang terjadi [3].

Anomali adalah sebuah titik data atau kelompok titik data yang menunjukkan penyimpangan signifikan dari titik atau kelompok tetangganya dan tidak sesuai dengan tren keseluruhan data [4]. Deteksi anomali mengacu pada proses mengidentifikasi kejadian, objek, atau pengamatan yang tidak biasa yang menyimpang secara substansial dari perilaku atau pola khas [5]. Secara umum, anomali dapat dideteksi secara visual dari pengamatan-pengamatan dan pemahaman yang mendalam dari data-data instrumen pengukuran. Namun teknik ini sarat akan *human error*, dan saat anomali terjadi, maka sudah terlambat untuk melakukan mitigasi. Pendekatan lain yang lebih mutakhir dapat dilakukan dengan membuat sebuah model deteksi anomali dengan memanfaatkan teknologi pembelajaran mesin [6]. Salah satu metode yang paling populer adalah Long Short-Term Memory (LSTM) dan Bidirectional Long Short-Term Memory (Bi-LSTM). Pendekatan berbasis Bi-LSTM menggunakan dua jaringan LSTM searah untuk memproses data temporal. Satu jaringan LSTM memproses data dari masa lalu ke masa depan, sementara yang lain memproses data dari masa depan ke masa lalu. Pendekatan ini meningkatkan efisiensi proses ekstraksi fitur dari data temporal, sehingga menghasilkan performa deteksi anomali yang lebih baik [7]. Penelitian ini mencoba membuat sebuah sistem deteksi anomali pada data operasional industri pipa gas alam dengan metode LSTM & Bi-LSTM. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan operasional industri pipa gas alam serta meminimalisir dampak akibat adanya anomali.

### Perumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang masalah, maka rumusan masalah yang ingin diangkat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana mengimplementasikan metode LSTM & Bi-LSTM untuk membuat sebuah sistem deteksi anomali pada data operasional industri pipa gas alam dengan metode ekstraksi fitur *peak-to-peak anomaly detection*?
- 2) Bagaimana performa metode LSTM & Bi-LSTM dalam mendeteksi anomali yang terjadi pada data sistem operasional pipa gas alam dengan metode ekstraksi fitur *peak-to-peak anomaly detection*?

### Tujuan

Berdasarkan pemaparan pada bagian latar belakang dan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- 1) Membuat sebuah model sistem deteksi anomali pada data operasional industri pipa gas alam menggunakan metode LSTM & Bi-LSTM dengan metode ekstraksi fitur *peak-to-peak anomaly detection*.
- 2) Mengukur performansi model sistem deteksi anomali pada data operasional industri pipa gas alam menggunakan metode LSTM & Bi-LSTM dengan metode ekstraksi fitur *peak-to-peak anomaly detection*.

### **Organisasi Tulisan**

Tulisan ini secara garis besar mendeskripsikan temuan dan hasil analisis terhadap temuan pada penelitian model sistem deteksi anomali pada data operasional industri pipa gas alam menggunakan metode LSTM & Bi-LSTM dengan metode ekstraksi fitur *peak-to-peak anomaly detection*. Adapun bagian-bagian yang akan dipaparkan pada penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1) **Pendahuluan**  
Bagian ini berisi latar belakang dan urgensi penelitian, perumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini serta tujuan atau luaran yang hendak dicapai.
- 2) **Studi Terkait**  
Bagian berisi pemaparan studi literatur dan landasan teori yang relevan dengan penelitian.
- 3) **Sistem yang Dibangun**  
Bagian ini akan berisi tentang penjelasan desain penelitian, metodologi yang digunakan, model yang dibuat, serta skenario pengujian.
- 4) **Evaluasi**  
Bagian ini akan berisi pemaparan hasil dan analisis dari pemaparan hasil yang didapat selama proses penelitian berlangsung.
- 5) **Kesimpulan**  
Bagian ini akan berisi hasil dan kesimpulan secara garis besar dari penelitian yang sudah dilakukan