

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri migas merupakan sebuah sektor yang strategis serta memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan energi global. Operasi di industri ini memanfaatkan berbagai peralatan berat dan mesin yang dimonitor melalui ratusan sensor yang mengumpulkan data frekuensi yang tinggi secara terus menerus. Data ini digunakan untuk memantau kinerja mesin serta menemukan potensi kerusakan yang jika tidak ditangani dengan cepat, dapat menyebabkan kerugian yang signifikan. Deteksi anomali, yaitu sebuah pola dalam data yang tidak sesuai dengan perilaku normal, ini merupakan tantangan utama dalam analisis data sensor ini. Deteksi anomali menjadi sangat penting untuk meningkatkan keandalan sistem, keselamatan kerja, dan efisiensi operasional.

Anomali dalam data operasional sering menjadi indikator awal dari sebuah kerusakan atau kegagalan mesin. Disebutkan bahwa mesin-mesin seperti *turbomachine* dalam industri migas secara intensif dimonitor oleh sensor untuk mencegah kerusakan[1]. Deteksi dini terhadap anomali memungkinkan Tindakan proaktif, seperti perbaikan atau penggantian komponen sebelum kerusakan besar terjadi. Penelitian sebelumnya juga menyoroti bahwa pendekatan berbasis deteksi anomali telah diterapkan dalam berbagai aplikasi dunia nyata, termasuk pengawasan infrastruktur kritis, keamanan jaringan, dan pengelolaan data industri[2]. Hal ini menunjukkan relevansi tinggi dari metode ini dalam mendukung pengambilan Keputusan yang cepat dan tepat.

Kompleksitas data operasional migas yang bersifat *high-deminsional, non-linear*, dan sering kali tidak berlabel, membuat metode deteksi anomali tradisional menjadi kurang efektif. Untuk mengatasi hal tersebut, pendekatan menggunakan *machine learning* dapat menjadi Solusi yang menjanjikan. *Autoencoder* dapat secara efektif mendeteksi pola tidak normal dengan memanfaatkan rekonstruksi data yang optimal[3]. Sedangkan pada metode *Isolation Forest* sangat andal dalam mengidentifikasi *outliner* pada data kompleks[4]. Selain itu, model yang mampu beradaptasi terhadap data yang terus berkembang, seperti *self-adaptif deep learning algorithms*, juga mulai diusulkan untuk meningkatkan kemampuan analisis pada data operasional berbasis waktu[5].

kombinasi *Autoencoder* dan *Isolation Forest* telah diterapkan secara luas,

masing-masing metode memiliki keterbatasan. *Autoencoder* sering menghadapi tantangan dalam menangani data dengan tingkat kebisingan tinggi[6], sementara *Isolation Forest* cenderung kurang efektif dalam mengidentifikasi pola yang kompleks atau sangat terintegrasi dalam data[4]. Penelitian sebelumnya cenderung berfokus pada penggunaan metode ini secara terpisah, sehingga belum banyak yang mengeksplorasi potensi kombinasi keduanya untuk mendeteksi anomali pada data operasional migas yang bersifat kompleks.

Dalam penelitian ini, pendekatan kombinasi antara *Autoencoder* dan *Isolation Forest* diusulkan untuk mengatasi kekurangan tersebut. *Autoencoder* diharapkan mampu menangani aspek rekonstruksi data yang *non-linear*, sementara *Isolation Forest* akan memperkuat deteksi *outliers* pada data yang bersifat *high-dimensional*. Dengan kombinasi ini, sistem diharapkan mampu memberikan deteksi anomali yang lebih cepat, akurat, dan andal pada kondisi data yang dinamis. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi baru dalam integrasi teknik *deep learning* dan analisis statistik untuk mendeteksi anomali yang lebih adaptif dan aplikatif di sektor migas.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, rumusan masalah dapat dirancang sebagai berikut :

1. Apa parameter yang optimal dalam model *Autoencoder* dan *Isolation Forest* untuk meningkatkan akurasi deteksi anomali pada data operasional migas?
2. Bagaimana performa kombinasi *Autoencoder* dan *Isolation Forest* untuk mendeteksi anomali dalam kondisi data yang kompleks?

1.3. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menentukan parameter optimal pada model *Autoencoder* dan *Isolation Forest* agar dapat meningkatkan performa deteksi anomali.
2. Mengevaluasi performa kombinasi metode *Autoencoder* dan *Isolation Forest* untuk memastikan keandalan dalam deteksi anomali.

1.4. Batasan Masalah

- Penelitian ini hanya menggunakan data operasional dari sensor pipa gas alam.
- Model hanya diimplementasikan dan diuji pada data historis, tanpa evaluasi *real-time*.
- Evaluasi kinerja fokus pada akurasi deteksi anomali, tanpa mempertimbangkan optimasi kecepatan eksekusi model

1.5. Rencana Kegiatan

Rencana Kegiatan yang akan dilakukan pada penelitian ini mencakup beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Kajian Pustaka

Kajian Pustaka dilakukan untuk memperoleh landasan teori yang akan mendasari pemilihan metode dan pendekatan dalam penelitian. Melalui kajian ini, penelitian akan menelaah berbagai referensi yang relevan terkait dengan Teknik deteksi anomali dalam data *time series* operasional, khususnya yang berkaitan dengan sektor industri migas. Tujuan utama dari kajian Pustaka adalah untuk menyusun dasar teori yang tepat dan memastikan metodologi yang digunakan sesuai dengan kebutuhan penelitian.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data operasional yang dibutuhkan untuk penelitian ini dilakukan dengan mengambil data dari sensor-sensor yang digunakan dalam operasional industri migas. Data yang dikumpulkan mencakup berbagai parameter penting seperti tekanan, suhu, aliran, dll. Data yang diperoleh kemudian akan melalui tahap pembersihan untuk memastikan bahwa data yang digunakan tidak mengandung kesalahan atau kekurangan yang dapat mempengaruhi hasil analisis.

3. Rancangan Penelitian

Prosedur penelitian akan dirancang secara sistematis, termasuk pemilihan model deteksi anomali yang akan digunakan. Model yang akan dikembangkan dalam penelitian ini adalah kombinasi antara *Autoencoder* dan *Isolation Forest*. Kegiatan ini mencakup tahap analisis model untuk

memastikan hasil yang akurat, serta implementasi model dalam sistem deteksi anomali.

4. Pelaksanaan Penelitian

Tahap ini mencakup implementasi model yang telah dirancang pada data penelitian untuk mengidentifikasi anomali secara langsung. Proses ini melibatkan penerapan model pada data operasional yang telah melalui *preprocessing*, dengan langkah-langkah meliputi deteksi anomali, analisis hasil sementara, dan penyempurnaan jika ditemukan kekurangan pada penerapan awal. Pelaksanaan penelitian juga mencakup pengujian awal untuk memastikan bahwa model dapat bekerja secara efektif dan mencapai performa yang optimal pada dataset yang tersedia.

5. Pengujian Hasil Penelitian

Model yang telah dilatih akan dievaluasi menggunakan berbagai metrik kinerja seperti *ROC Curve*, *Confusion Matrix*, *Precision*, *Recall*, dan *F1 Score*. Evaluasi ini bertujuan untuk menilai efektivitas model dalam mendeteksi anomali serta memastikan bahwa model yang dikembangkan dapat memberikan hasil yang dapat diandalkan.

1.6. Jadwal Kegiatan

Jadwal pelaksanaan dibuat berdasarkan rencana kegiatan. *Bar-chart* bisa dibuat per bulan atau per minggu. Contoh *bar-chart*:

Kegiatan	Bulan					
	1	2	3	4	5	6
Kajian Pustaka						
Pengumpulan Data						
Rencana Kegiatan						
Pengujian Hasil Penelitian						

*Keterangan: *shading* warna *grayscale*