# DAFTAR ISI

[DAFTAR ISI i](#_Toc133985358)

[BAB I. PENDAHULUAN 1](#_Toc133985359)

[1.1 Latar Belakang 1](#_Toc133985360)

[1.2 Rumusan Masalah dan Pertanyaan Penelitian 2](#_Toc133985361)

[1.1 Batasan Masalah 2](#_Toc133985362)

[1.4 Tujuan Perancangan 3](#_Toc133985367)

[4.5 Manfaat Perancangan 3](#_Toc133985373)

[BAB II. TINAJAUAN PUSTAKA 4](#_Toc133985374)

[2.1 Tinjauan Pustaka 4](#_Toc133985375)

[2.2 Landasan Teori 5](#_Toc133985376)

[BAB III. KONSEP PERANCANGAN 7](#_Toc133985377)

[2.3 Diagram Alir Perancangan 7](#_Toc133985378)

[2.4 Pertimbangan Perancangan 7](#_Toc133985379)

[2.5 Analisis Teknis 7](#_Toc133985380)

[2.3.1 Bahasa Pemrograman 8](#_Toc133985386)

[2.3.2 Rentang Data 8](#_Toc133985387)

[2.3.3 Format Data 8](#_Toc133985388)

[2.3.4 Algoritma K-Means 8](#_Toc133985389)

[2.6 Peralatan dan Bahan 8](#_Toc133985390)

[DAFTAR PUSTAKA 10](#_Toc133985391)

# BAB I. PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Integritas aset (Asset Integrity) mengacu pada kondisi dan keandalan suatu aset. Keberlanjutan operasional dan keamanan personel tergantung pada integritas yang dipertahankan oleh aset-aset tersebut. Kerusakan atau kegagalan aset dapat mengakibatkan kecelakaan, gangguan operasional, penurunan produksi, dan bahkan dampak lingkungan yang serius. Dalam industri minyak dan gas, aset seringkali beroperasi di kondisi yang ekstrem, seperti tekanan tinggi, suhu ekstrim, dan lingkungan korosif. Hal ini meningkatkan risiko korosi, kelelahan material, retak, dan penurunan kinerja aset seiring waktu. Oleh karena itu, menjaga integritas aset menjadi prioritas utama.

Tradisionalnya, pemeliharaan aset dilakukan melalui inspeksi manual dan jadwal pemeliharaan rutin. Namun, pendekatan ini dapat menjadi mahal, memakan waktu, dan sulit untuk mendeteksi masalah yang tersembunyi atau berkembang secara bertahap. Itulah sebabnya penerapan teknologi modern, seperti Kecerdasan Buatan (AI), telah menjadi perhatian utama dalam menjaga integritas aset. Dengan menggunakan AI, perusahaan dapat mengumpulkan dan menganalisis data aset secara *real-time*, memperkirakan keandalan dan masa pakai sisa aset, serta mengidentifikasi indikasi awal potensi kegagalan atau masalah integritas. Hal ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat dalam melakukan tindakan perbaikan atau pemeliharaan, mengurangi risiko kegagalan, dan memaksimalkan efisiensi operasional.

Kegagalan dalam menjaga integritas aset dapat menyebabkan hilangnya nyawa, terutama dalam industri minyak dan gas. Di Indonesia, berdasarkan data dari CNBC, tercatat bahwa pada tanggal 3 Maret 2023, terjadi insiden di Depo Plumpang di Jakarta Utara yang mengakibatkan 17 orang meninggal dan puluhan orang luka. Pada tanggal 1 April 2023, terjadi ledakan di Kilang Bahan Bakar Minyak di Dumai yang menewaskan 5 orang. Kepolisian Riau melaporkan bahwa penyebab ledakan tersebut adalah kebocoran gas hidrogen (H2) yang kemudian diikuti oleh terbakarnya Hydro Cracker (HCU).

Berdasarkan latar belakang tersebut, pentingnya Integritas Aset dalam industri minyak dan gas menjadi sangat terasa. Melalui penerapan teknologi kecerdasan buatan (AI) dan pendekatan cerdas seperti Intelligent Asset Integrity (IAI), perusahaan dapat meningkatkan tingkat keamanan, keandalan, efisiensi, dan keberlanjutan operasional aset. Hal ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perusahaan.

Penelitian terhadap Intelligent Asset Integrity telah banyak dilakukan. Beberapa diantaranya yaitu, Sun et al (2019) menggunakan model Artificial Neural Network (ANN) untuk memprediksi sisa usia pakai dari bantalan. Yang et al. (2020) menggunakan Convolutional Neural Networks (CNN) untuk mendeteksi kerusakan pada bilah turbin angin berdasarkan *computer vision*. Zhou et al. (2021) menggunakan data rentang waktu dan metode Long Short-Term Memory (LSTM) untuk memprediksi sisa usia pakai dari bilah turbin angin. Al-Maythalony et al. (2019), menggunakan Random Forest (RF) untuk memprediksi laju korosi yang terjadi pada aset gas minyak dan gas. Selain itu, terdapat penelitian Setiawan et al (2021) yang menggunakan analisis regresi untuk menemukan variabel dengan efek signifikan pada usia pakai lapisan.

Penelitian yang dilakukan oleh Sun et al. (2019), Yang et al. (2020), Zhou et al. (2021), dan Maythalony et al. (2019) telah menghasilkan model-model dengan tingkat akurasi yang tinggi, yang didasarkan pada hasil prediksi data evaluasi dari masing-masing penelitian. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Zhou et al. (2021), dijelaskan bahwa model LSTM memiliki keterbatasan dalam menangani data *non-linear*. Oleh karena itu, sebuah model gabungan yang menggunakan RNNs dan LSTM dikembangkan untuk menghasilkan model yang memiliki kemampuan *Long-Term dependencies* yang lebih baik. Diharapkan bahwa model serupa akan mampu mengatasi data dengan rentang waktu yang berbeda dalam penelitian yang akan dilakukan.

## Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan yang telah disampaikan pada latar belakang, Secara umum, Aset Integrity menjadi perhatian utama dalam keberlangsungan operasional industri minyak dan gas. Kegagalan pada Asset Integrity dapat menyebabkan resiko korban jiwa, selain itu sistem tradisional dalam penanganan Asset Integrity membutuhkan waktu dan biaya yang mahal dan cenderung tidak optimal. Oleh karena itu, diperlukan sebuah penelitian yang memanfaatkan kemampuan Intelligent Asset Integrity untuk merekomendasikan tindakan pengamanan, perbaikan atau pemeliharaan, mengurangi risiko kegagalan, dan memaksimalkan efisiensi operasional.

## Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, diperoleh batasan masalah yang dalam penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan berasal dari Petronas
2. Data yang digunakan merupakan rentang waktu suhu aset
3. Rentang data yang digunakan dari tahun 2022 sampai 2023

## Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah:

1. Untuk membangun model machine learning pada Asset Integrity di industri minyak dan gas menggunakan RNNs dan LSTM.
2. Untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan model machine learning pada Asset Integrity dalam industri minyak dan gas.

## Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, diperoleh manfaat perancangan yang ingin dicapai adalah:

1. Manfaat Teoritis

Sebagai sarana untuk menambah ilmu pengetahuan di bidang machine learning, Asset Integrity, serta industri minyak dan gas.

1. Manfaat Praktis

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi memaksimalkan efisiensi operasional dan keamanan pada industri minyak dan gas.

# BAB II. TINAJAUAN PUSTAKA

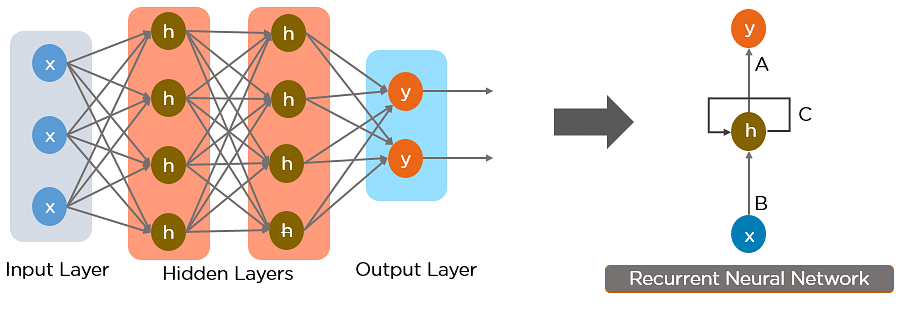
## Research Puzzle

LSTM merupakan salah satu jenis Recurrent Neural Network. LSTM dapat memiliki kemampuan mempelajari data di mana dalam setiap neuron LSTM memiliki beberapa gerbang yang mengatur memori dari setiap neuron itu sendiri (Sakinah et al., 2019). LSTM adalah metode yang dapat digunakan untuk mempelajari suatu pola pada data deret waktu (Ningrum et al, 2021).

## Tinjauan Pustaka

* + 1. **LSTM**

LSTM merupakan salah satu jenis Recurrent Neural Network. LSTM dapat memiliki kemampuan mempelajari data di mana dalam setiap neuron LSTM memiliki beberapa gerbang yang mengatur memori dari setiap neuron itu sendiri (Sakinah et al., 2019). LSTM adalah metode yang dapat digunakan untuk mempelajari suatu pola pada data deret waktu (Ningrum et al, 2021).



Gambar 2.1 Arsitektur LSTM (Biswal, 2023)

* + 1. **RNNs**

Recurrent Neural Network (RNN) merupakan sebuah model dari jaringan saraf tiruan yang cocok digunakan untuk klasifikasi pola dengan masukan dan keluaran sistem berupa data sequensial. Arsitektur RNN biasanya memiliki kelemahan ketika mempelajari informasi dengan interval yang panjang (long term dependencies) (Alghifari et al 2022). RNN adalah sejenis jaringan saraf tiruan yang memiliki kemampuan untuk melihat korelasi tersembunyi yang terjadi pada data (Tian et al, 2018).

* + 1. **Asset Integrity**

Asset Integrity berada di pusat manajemen keselamatan dan memiliki fitur yang tumpang tindih dengan keselamatan proses. Asset Integrity mencakup pengelolaan orang, sistem, proses, dan sumber daya untuk memastikan aset beroperasi dengan risiko minimal bagi karyawan, masyarakat, dan lingkungan (Tang et al, 2021). Keputusan Asset Integrity untuk peralatan yang kritis dalam produksi sebagian besar bersifat kualitatif dan didorong oleh pengalaman (Reza, 2020).

* + 1. **Hybrid Model**

Hybrid Model adalah sekelompok algoritma sederhana yang bekerja bersama untuk melengkapi dan meningkatkan satu sama lain. Dengan bekerja bersama, mereka dapat menyelesaikan masalah yang tidak dapat mereka selesaikan sendiri. Dalam Pembelajaran Model Hibrida (Hybrid Model Learning), terdapat berbagai jenis teknik yang berinteraksi dengan data dengan cara yang berbeda (Domo, 2023). Model hibrida digunakan dalam pembuatan model prediksi untuk mengatasi kelemahan salah satu model (Atlan et al., 2021).

# BAB III. METODE PENELITIAN



## Bentuk Penelitian

Bentuk penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif. Disebut penelitian kuantitatif dikarenakan penelitian ini menggunakan data numerik atau data yang dapat dihitung seperti data persentase dan data statistik. Berdasarkan penggunaan data, bentuk dari penelitian ini menggunakan analisis yang melibatkan teknik statistika dan matematika. (Mishra and Alok, 2011)

## Pengumpulan Data

Kumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari perusahaan industri minyak dan gas Petronas.

## Tahapan Penelitian

Berikut tahapan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini:



### Identifikasi Masalah

Asset Integrity mengacu pada kondisi dan keandalan suatu aset. Keberlanjutan operasional dan keamanan personel sangat bergantung pada integritas yang dipertahankan oleh aset-aset tersebut. Namun, terdapat beberapa masalah yang perlu diidentifikasi terkait integritas aset ini. Pertama, kerusakan atau kegagalan aset dapat mengakibatkan konsekuensi yang serius seperti kecelakaan, gangguan operasional, penurunan produksi, dan dampak lingkungan yang merugikan. Terutama dalam industri minyak dan gas, di mana aset sering beroperasi dalam kondisi ekstrem, seperti tekanan tinggi, suhu ekstrim, dan lingkungan korosif, risiko kerusakan seperti korosi, kelelahan material, retak, dan penurunan kinerja aset semakin meningkat seiring waktu.

### Persiapan Data

Pada saat persiapan data terdapat beberapa hal yang penting untuk dilakukan seperti pembersihan data, integrasi atau penggabungan data, transformasi data. Pada tahap pembersihan data, dilakukan identifikasi dan penanganan nilai yang hilang, duplikat, atau outlier dalam data. Duplikat dapat dihapus atau diabaikan, dan outlier dapat diidentifikasi dan diperlakukan sesuai kebijakan analisis yang ditetapkan. Selanjutnya, integrasi data melibatkan penggabungan data dari berbagai sumber menjadi satu dataset yang konsisten. Hal ini melibatkan pemadanan skema, penanganan konflik data, atau penggabungan data berdasarkan atribut yang relevan. Setelah itu, transformasi data dilakukan untuk mengubah atau mengubah format data agar sesuai dengan kebutuhan analisis.

### Pembuatan Asumsi

Beberapa asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Memiliki ketergantungan terhadap waktu, nilai suhu pada waktu tertentu hanya dipengaruhi oleh nilai-nilai sebelumnya dalam seri waktu tersebut, dan tidak dipengaruhi oleh faktor eksternal atau variabel lain di luar waktu itu sendiri.
2. Asumsi data yang digunakan memiliki rata-rata, varians, dan kovarians suhu tetap konstan seiring waktu. Dalam konteks suhu aset, ini berarti bahwa suhu aset secara keseluruhan tidak mengalami perubahan sistematis dalam jangka waktu tertentu.
3. Tidak ada pola musiman, tidak ada pola yang terlihat dalam data. Dalam konteks suhu aset, ini berarti bahwa tidak ada fluktuasi periodik yang teratur dalam suhu aset terkait dengan musim, waktu harian, atau interval waktu lainnya.\

### Pembuatan Model dan Latihan

Setelah mempelajari data yang dimiliki dan melakukan asumsi terhadap data dengan mempertimbangkan batasan pembuatan model, maka langkah berikutnya adalah membangun model LSTM dan RNNs secara hybrid (gabungan) sesuai pedoman literatur dan penelitian sebelumnya. Kemudian, model akan dilatih dengan data yang sudah disiapkan sehingga mampu melakukan prediksi pada

### Evaluasi Model

Setelah memperoleh model prediksi, penting untung melakukan evaluasi. Evaluasi model merupakan tahap penting untuk memahami kinerja dan kehandalan model tersebut. Evaluasi akan dilakukan dengan menggunakan metrik evaluasi untuk mengukur kinerja model prediksi. Kemudian membuat grafik pembelajaran untuk memperoleh kemudahan visualisasi pada hasil evaluasi.

# BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

## Bentuk Penelitian

# DAFTAR PUSTAKA

Gonzalez, J., & Yu, W. (2018). Non-linear system modeling using LSTM neural networks. IFAC-PapersOnLine, 51(13), 485-489.

Ningrum, A. A., Syarif, I., Gunawan, A. I., Satriyanto, E., & Muchtar, R. (2021). Algoritma Deep Learning-LSTM untuk Memprediksi Umur Transformator. Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK), 8(3).

SAKINAH, N., TAHIR, M., BADRIYAH, T., AND SYARIF, I (2019). LSTM with Adam Optimization-Powered High Accuracy Preeclampsia Classification. IES 2019 - International Electronics Symposium: The Role of Techno-Intelligence in Creating an Open Energy System Towards Energy Democracy, Proceedings, 314–319. https://doi.org/10.1109/ELECSYM.2019.8901 536

Alghifari, D. R., Edi, M., & Firmansyah, L. (2022). Implementasi Bidirectional LSTM untuk Analisis Sentimen Terhadap Layanan Grab Indonesia. Jurnal Manajemen Informatika (JAMIKA), 12(2), 89-99.

Tian, C., Ma, J., Zhang, C., & Zhan, P. (2018). A deep neural network model for short-term load forecast based on long short-term memory network and convolutional neural network. Energies, 11(12), 3493.

Mishra, D. S. B. and Alok, D. S. (2011). Handbook Of Research Methodology. Educreation Publishing.

Al-Maythalony, B. A., et al. (2019). Predicting corrosion rate of oil and gas pipelines using machine learning algorithms. Journal of Petroleum Science and Engineering, 173, 502-512.

Sun, J., et al. (2020). Remaining useful life prediction of bearings using an artificial neural networkbased hybrid approach. Journal of Mechanical Science and Technology, 34(3), 1257-1265

Tang, Y., et al. (2019). Risk identification and quantitative evaluation method for asset integrity management of offshore platform equipment and facilities. Mathematical Problems in Engineering, 2019.

Tang, K. H. D. (2021). A Case Study of Asset Integrity and Process Safety Management of Major Oil and Gas Companies in Malaysia. Journal of Engineering Research and Reports, 20(2), 6-19.

Raza, J. (2020, August). From Prevent to “Predict & Prevent (PnP)”: Optimizing Oil and Gas Asset Integrity Decisions. In Engineering Assets and Public Infrastructures in the Age of Digitalization: Proceedings of the 13th World Congress on Engineering Asset Management (pp. 511-520). Cham: Springer International Publishing.

Altan, A., Karasu, S., & Zio, E. (2021). A new hybrid model for wind speed forecasting combining long short-term memory neural network, decomposition methods and grey wolf optimizer. Applied Soft Computing, 100, 106996.