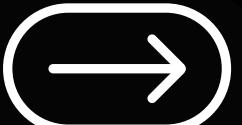


PENGEMBANGAN SISTEM DETEKSI ANOMALI PADA DATA SENSOR IOT MENGGUNAKAN ARSITEKTUR HYBRID CNN- LSTM

Daffa Fadhil Apriza (G1A022067)
Rino Alfaridzi Hutomo (G1A022085)





LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah mendorong penggunaan sensor secara luas di berbagai bidang, seperti manufaktur, kesehatan, pertanian, transportasi, dan infrastruktur cerdas. Sensor-sensor IoT menghasilkan data dalam bentuk deret waktu (time-series) yang dikirim secara kontinu dan dalam jumlah besar. Kondisi ini menimbulkan tantangan dalam pemantauan sistem karena data yang dihasilkan bersifat kompleks, dinamis, dan berpotensi mengandung anomali akibat gangguan lingkungan, kesalahan perangkat, maupun kegagalan sistem.

Deteksi anomali menjadi komponen penting dalam sistem berbasis IoT karena anomali sering kali menjadi indikasi awal terjadinya masalah yang dapat memengaruhi kinerja, keamanan, dan keandalan sistem. Pendekatan konvensional dalam deteksi anomali umumnya memiliki keterbatasan dalam menangani data sensor IoT yang bersifat nonlinier dan berdimensi tinggi. Oleh karena itu, diperlukan metode yang mampu mempelajari pola data secara otomatis dan adaptif seiring dengan perubahan kondisi sistem.

Deep learning menawarkan solusi yang efektif dalam menganalisis data time-series dengan karakteristik kompleks. Convolutional Neural Network (CNN) memiliki kemampuan dalam mengekstraksi fitur lokal dan pola penting dari data sensor, sedangkan Long Short-Term Memory (LSTM) dirancang untuk menangkap ketergantungan temporal jangka pendek maupun jangka panjang. Namun, penggunaan CNN atau LSTM secara terpisah belum sepenuhnya mampu merepresentasikan karakteristik data sensor IoT secara optimal.



RUMUSAN MASALAH



- 01** Bagaimana merancang dan mengembangkan sistem deteksi anomali pada data sensor IoT menggunakan arsitektur hybrid CNN–LSTM?
- 02** Bagaimana penerapan arsitektur CNN–LSTM dalam mengekstraksi fitur dan memodelkan pola temporal pada data sensor IoT berbasis time-series?
- 03** Bagaimana kinerja sistem deteksi anomali berbasis CNN–LSTM dalam mengidentifikasi data anomali pada sensor IoT?



TUJUAN PENELITIAN

Mengembangkan sistem deteksi anomali pada data sensor IoT menggunakan arsitektur hybrid Convolutional Neural Network (CNN) dan Long Short-Term Memory (LSTM).

Menerapkan arsitektur CNN-LSTM untuk mengekstraksi fitur dan memodelkan pola temporal pada data sensor IoT berbasis time-series.

Mengevaluasi kinerja sistem deteksi anomali berbasis CNN-LSTM dalam mengidentifikasi data anomali pada sensor IoT.

Mengetahui tingkat efektivitas sistem yang dikembangkan dalam mendeteksi anomali pada data sensor IoT.



MANFAAT PENELITIAN

01

MANFAAT PRAKTIS

Sistem deteksi anomali yang dikembangkan dapat digunakan sebagai solusi untuk memantau kondisi sistem IoT secara otomatis, sehingga membantu dalam mendeteksi gangguan, kesalahan sensor, atau potensi kegagalan sistem secara lebih dini.

02

MANFAAT TEKNIS

Penelitian ini memberikan gambaran implementasi CNN-LSTM dalam mengolah data sensor IoT, mulai dari tahap preprocessing hingga evaluasi model, yang dapat dijadikan acuan dalam pengembangan sistem serupa.

03

MANFAAT PENGEMBANGAN SISTEM

Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan sistem pemantauan IoT yang lebih andal, adaptif, dan mampu bekerja secara real-time dalam lingkungan operasional yang dinamis.



METODOLOGI PENELITIAN

Desain dan Alur Penelitian <p>Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental untuk mengembangkan sistem deteksi anomali pada data sensor IoT. Alur penelitian dimulai dari pengumpulan dataset sensor accelerometer, dilanjutkan dengan tahap pra-pemrosesan data, pembentukan data time-series menggunakan teknik windowing, perancangan dan pelatihan model CNN-LSTM, serta evaluasi performa model dalam mendeteksi anomali.</p>	Dataset <p>Dataset yang digunakan berupa data sensor accelerometer yang terdiri dari tiga sumbu pengukuran, yaitu x, y, dan z. Data ini juga memiliki atribut label yang digunakan untuk menentukan kondisi normal dan anomali, di mana pelabelan dilakukan berdasarkan nilai kepercayaan (wconfid). Dataset ini dipilih karena merepresentasikan data sensor IoT berbasis time-series yang umum digunakan dalam pemantauan aktivitas.</p>	Pra-Pemrosesan Data <p>Tahap pra-pemrosesan meliputi pelabelan data menjadi dua kelas, yaitu normal dan anomali. Selanjutnya, data sensor dinormalisasi menggunakan StandardScaler untuk menyamakan skala fitur x, y, dan z. Data time-series kemudian dibentuk menggunakan teknik sliding window dengan panjang jendela 60 timestep dan langkah 30, sehingga setiap sampel merepresentasikan urutan data sensor dalam interval waktu tertentu.</p>	Perancangan Arsitektur Model CNN-LSTM <p>Model yang digunakan merupakan arsitektur hybrid CNN-LSTM. Lapisan Convolutional Neural Network (CNN) digunakan untuk mengekstraksi fitur penting dari data sensor, sedangkan lapisan Long Short-Term Memory (LSTM) digunakan untuk mempelajari pola temporal dari data time-series. Kombinasi ini memungkinkan model memahami karakteristik spasial dan temporal data sensor secara lebih optimal.</p>
Implementasi Model <p>Implementasi model dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan framework TensorFlow dan Keras. Data hasil pra-pemrosesan digunakan sebagai input model CNN-LSTM, kemudian dilakukan proses pelatihan menggunakan data latih. Model dilatih untuk mempelajari perbedaan pola antara data normal dan data anomali berdasarkan urutan sinyal sensor.</p>	Metode Evaluasi <p>Evaluasi performa model dilakukan menggunakan data uji yang tidak terlibat dalam proses pelatihan. Kinerja sistem deteksi anomali diukur menggunakan metrik evaluasi seperti akurasi, serta analisis hasil prediksi model dalam mengklasifikasikan data sensor ke dalam kelas normal dan anomali. Selain itu, grafik loss dan akurasi digunakan untuk melihat kestabilan proses pelatihan model.</p>	Metode Baseline <p>Hasil yang diperoleh dianalisis untuk melihat kemampuan model CNN-LSTM dalam mendeteksi anomali pada data sensor accelerometer. Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi model terhadap label sebenarnya serta mengamati pola sinyal sensor pada kondisi normal dan anomali.</p>	Deployment Model <p>Metodologi yang diterapkan memungkinkan pengembangan sistem deteksi anomali berbasis deep learning yang mampu mengolah data sensor IoT secara efektif. Pendekatan CNN-LSTM memberikan kemampuan yang baik dalam mengenali pola data time-series dan mendukung penerapan sistem deteksi anomali pada lingkungan IoT.</p>



HASIL DAN PEMBAHASAN



KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode deep learning pada data accelerometer mampu digunakan secara efektif untuk mendekripsi anomali aktivitas. Proses preprocessing yang meliputi pelabelan data, normalisasi fitur, serta penerapan teknik windowing pada data time-series berhasil menyiapkan data dalam bentuk yang sesuai untuk proses pembelajaran model.

Model yang dibangun mampu mempelajari pola aktivitas normal dan anomali dengan baik, yang ditunjukkan oleh penurunan nilai loss serta peningkatan nilai akurasi selama proses pelatihan. Hasil visualisasi sinyal accelerometer juga menunjukkan adanya perbedaan pola yang jelas antara aktivitas normal dan aktivitas anomali, sehingga mendukung hasil klasifikasi yang diperoleh oleh model.

Selain itu, pembagian data menjadi data latih, data validasi, dan data uji memungkinkan evaluasi performa model dilakukan secara objektif. Berdasarkan hasil pengujian, model menunjukkan performa yang stabil dan memiliki kemampuan generalisasi yang baik terhadap data yang belum pernah dilihat sebelumnya.



TERIMA
KASIH