

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Informasi cuaca yang akurat dan prediktif memegang peranan krusial dalam berbagai aspek kehidupan modern. Data cuaca yang lengkap dan akurat sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kinerja dari berbagai bidang aktivitas manusia[1], termasuk perencanaan aktivitas sehari-hari, optimalisasi sektor pertanian, pengelolaan energi, hingga mitigasi risiko bencana alam. Akurasi data cuaca yang diperoleh secara real-time maupun proyeksi masa depan sangat menentukan efektivitas pengambilan keputusan di berbagai bidang tersebut[2].

Dalam beberapa dekade terakhir, perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah merevolusi cara pengumpulan data lingkungan, termasuk data meteorologi dan iklim. Organisasi Meteorologi Dunia (WMO) sendiri telah menyediakan pedoman untuk implementasi, pemasangan, dan penggunaan stasiun cuaca otomatis (AWS). Saat ini, di era baru IoT, terdapat kebutuhan yang terus meningkat untuk implementasi sistem pengamatan otomatis yang akan menyediakan data waktu nyata yang dibutuhkan para ilmuwan untuk merancang dan menerapkan kebijakan lingkungan yang tepat. Munculnya berbagai sensor berbiaya rendah dan mikrokontroler yang efisien telah memungkinkan pengembangan AWS dalam skala mini dan mandiri. Stasiun cuaca mini semacam ini menawarkan keunggulan dalam hal aksesibilitas, kemudahan instalasi, serta biaya operasional yang jauh lebih rendah dibandingkan stasiun meteorologi konvensional[3].

Meskipun demikian, AWS mini yang dirancang dengan komponen sederhana seringkali menghadapi tantangan terkait akurasi dan kapabilitas prediktifnya. Kualitas data yang dihasilkan dapat bervariasi karena faktor lingkungan, kalibrasi sensor, atau keterbatasan pemrosesan data. Selain itu, sebagian besar AWS mini konvensional cenderung hanya menyajikan data *real-time* tanpa kemampuan untuk menganalisis pola kompleks atau memproyeksikan kondisi cuaca di masa mendatang. Hal ini membatasi nilai guna dari data yang dikumpulkan, terutama untuk aplikasi yang membutuhkan prediksi atau peringatan dini.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, integrasi teknik *Deep Learning* menawarkan solusi yang prospektif. Metode deep learning dapat diaplikasikan untuk memprediksi suatu kejadian, seperti memprediksi cuaca suatu wilayah[4]. Model *Deep Learning*, khususnya

Long Short-Term Memory (Long Short-Term Memory (LSTM)), sangat efektif dalam menganalisis data deret waktu seperti data cuaca. *Long Short-Term Memory (Long Short-Term Memory (LSTM))* merupakan arsitektur dari *Recurrent Neural Network (RNN)* yang dapat memproses data sekuensial dan memiliki kemampuan untuk mendeteksi data yang akan disimpan atau dipangkas menggunakan empat lapisan neuron atau gates untuk mengatur memori pada setiap neuron. Kemampuan *Long Short-Term Memory (LSTM)* untuk mempelajari dependensi jangka panjang dan pola non-linear dari serangkaian data sensor memungkinkan peningkatan signifikan dalam akurasi prediksi dan analisis tren cuaca. Beberapa penelitian telah menunjukkan efektivitas *Long Short-Term Memory (LSTM)* dalam prediksi cuaca menggunakan parameter seperti suhu, kelembaban, curah hujan, dan kecepatan angin, dengan hasil akurasi yang menjanjikan[1].

Berdasarkan urgensi kebutuhan akan data cuaca yang akurat dan prediktif, serta potensi besar dari Deep Learning, penelitian ini mengusulkan pengembangan "Stasiun Cuaca Mini Pintar Berbasis Deep Learning". Proyek ini akan mengintegrasikan sensor cuaca yang efisien seperti BME280 (suhu, tekanan, kelembapan) dan Anemometer dengan mikrokontroler ESP32-S3 sebagai otak pengumpul data. Data yang terkumpul akan disimpan dan diolah melalui sistem pipeline yang terdiri dari Google Spreadsheet untuk penyimpanan data, model *Long Short-Term Memory (LSTM)* untuk analisis dan prediksi, FastAPI sebagai antarmuka *Application Programming Interface (API)*, dan React Native Expo untuk visualisasi data pada aplikasi mobile. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat terwujud sebuah sistem pemantauan cuaca yang tidak hanya hemat biaya dan mudah diimplementasikan, tetapi juga mampu memberikan informasi cuaca yang lebih cerdas dan prediktif, relevan untuk berbagai kebutuhan lokal.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Stasiun Cuaca Mini ini berfokus pada integrasi sensor BME280 dan Anemometer dengan mikrokontroler ESP32-S3 secara efektif dan efisien.
2. Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini mencakup bagaimana mengimplementasikan model Deep Learning Long Short-Term Memory (LSTM) untuk memproses data cuaca yang dikumpulkan dari stasiun cuaca

mini guna menghasilkan prediksi suhu, tekanan, kelembapan, dan kecepatan angin yang akurat.

3. Permasalahan lainnya adalah bagaimana merancang dan mengembangkan arsitektur sistem *end-to-end* yang mencakup pengiriman data ke Google Spreadsheet, pengembangan API menggunakan FastAPI, serta visualisasi data melalui aplikasi React Native Expo untuk mendukung fungsionalitas stasiun cuaca mini pintar.

1.3. Tujuan Penelitian

Dari rumusan yang sudah diuraikan, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sebuah system Stasiun Cuaca Mini yang terintegrasi dengan menggunakan sensor BME 280 dan Anemometer dengan ESP32-S3 sebagai mikrokontroler
2. Mengimplementasikan dan mengevaluasi model *Deep Learning Long Short-term* untuk menjadi sebagai “Peramalan Parameter Cuaca” forecasting berdasarkan suhu, kelembapan, dan tekanan udara menggunakan LSTM
3. Mengembangkan arsitektur *system end-to-end* yang mencakup modul pengiriman data ke google spreadsheet, pengembangan API menggunakan FastAPI, dan perancangan serta implementasi visual data pada aplikasi React Native Expo untuk mendukung fungsionalitas Stasiun Cuaca Mini Pintar

1.4. Batasan dan Asumsi Penelitian

Untuk penelitian ini dapat diselesaikan secara terfokus dan realistis dalam lingkup waktu serta alat dan sensor yang tersedia diperlukan Batasan yang diterapkan dan asumsi dasar dibuat:

1. Fokus kepada purwarupa dan validasi local dimana penelitian ini secara khusus pada pengembangan alat dan validasi kemampuan prediksi.
2. Parameter cuaca yang diukur dan prediksi hanya mencakup suhu udara, kelembapan, tekanan atmosfer dan kecepatan angin.
3. Meskipun penggunaan sensor berbiaya rendah menjadi dasar efisiensi biaya, namun akurasi data bisa dikalibrasi agar sesuai dengan lingkungan sekitar.

4. Penelitian ini juga memprioritaskan implementasi model *Long Short-Term Memory (LSTM)* sebagai model akurasi prediksi, daripada melakukan optimasi mendalam terhadap arsitektur *deep learning*.

1.5. Manfaat Penelitian

Keberhasilan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem pemantauan cuaca yang inovatif dan relevan. Berikut adalah manfaat yang diharapkan:

1. Meningkatkan aksesibilitas informasi cuaca yang akurat dan prediktif. Hal ini sangat penting untuk menunjang berbagai aktivitas manusia. Dengan menggunakan integrasi antara sensor berbiaya rendah dengan algoritma Deep Learning seperti *Long Short-Term Memory (LSTM)*, memangkas biaya yang dikeluarkan oleh konsumen end-user akhir. Dengan kata lain, penelitian ini membuktikan bahwa stasiun cuaca mini bisa menghasilkan data yang bukan hanya real-time tetapi juga prediktif yakni prediksi yang lebih akurat ketimbang sistem konvensional, dengan demikian meningkatkan kualitas informasi yang diberikan kepada sektor-sektor vital seperti pertanian, transportasi, dan industri, selain juga untuk meminimalisasi risiko bencana alam.
2. Pengembangan arsitektur sistem yang merujuk pada end-to-end system dari akuisisi data, pemrosesan, dan visualisasi pada mobile app diharapkan bisa menjadi rujukan sekaligus dasar bagi penelitian dan pengembangan teknologi serupa dimasa yang akan datang.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini menggunakan sistematika yang diterapkan pada “Template Buku Tugas Akhir (UPPS TUS) 2025” dengan perincian sebagai berikut.

1. BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, Batasan dan asumsi penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan

2. BAB II LANDASAN TEORI

Berisi tentang literatur terkait teori / konsep umum / model / kerangka kerja, dasar teori, system perangkat keras, metode prediksi, dan evaluasi model prediksi

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi mengenai sistematika penyelesaian masalah, pengumpulan data, pra-pemrosesan data, permodelan, pengujian sistem

4. BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Berisi pengumpulan data, pengolahan data, dan hasil pengolahan

5. BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Konfigurasi dan pelatihan model, hasil prediksi, analisis kinerja model, implementasi API, implementasi aplikasi mobile, dan pembahasan

6. BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi Kesimpulan, dan saran