

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Iradiasi matahari global merupakan salah satu parameter lingkungan yang penting karena berperan besar dalam berbagai bidang, seperti perencanaan dan pengelolaan energi surya, kajian lingkungan, serta evaluasi kinerja perangkat optik dan sensor radiasi. Iradiasi matahari global menggambarkan total energi radiasi matahari yang diterima oleh permukaan bumi per satuan luas dalam periode waktu tertentu. Informasi mengenai iradiasi matahari global yang akurat dan *real-time* sangat dibutuhkan sebagai dasar pengambilan keputusan, khususnya dalam pemanfaatan energi terbarukan dan analisis kondisi lingkungan.

Saat ini, data iradiasi matahari global umumnya diperoleh melalui layanan berbasis satelit atau stasiun meteorologi nasional. Meskipun memiliki cakupan wilayah yang luas, data tersebut bersifat makro atau regional sehingga kurang mampu merepresentasikan kondisi mikro-lokal secara spesifik. Faktor-faktor seperti tutupan awan, kondisi atmosfer lokal, ketinggian wilayah, serta karakteristik geografis dapat menyebabkan variasi iradiasi matahari global yang signifikan dalam waktu singkat. Akibatnya, penggunaan data berskala besar sering kali kurang optimal untuk aplikasi yang membutuhkan ketelitian lokal dan resolusi waktu yang tinggi.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan *machine learning* membuka peluang untuk melakukan pengukuran iradiasi matahari global secara langsung melalui sensor radiasi serta memanfaatkan data lokal untuk membangun model prediksi yang adaptif. *Mini weather station* sederhana berbasis IoT memungkinkan pengumpulan data lingkungan secara berkelanjutan, sementara algoritma *Artificial Neural Network* (ANN) mampu memodelkan hubungan nonlinier antara parameter lingkungan seperti intensitas cahaya, suhu udara, dan tekanan atmosfer untuk memprediksi nilai iradiasi matahari global di masa mendatang. Selain itu, penerapan pendekatan *edge computing* dengan menjalankan proses inferensi ANN langsung pada perangkat *edge* memungkinkan sistem

melakukan prediksi secara cepat dan efisien tanpa ketergantungan penuh terhadap komputasi berbasis cloud.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa integrasi sistem pengukuran berbasis IoT dengan algoritma *machine learning* mampu meningkatkan akurasi prediksi iradiasi matahari global dibandingkan metode estimasi konvensional berbasis data satelit semata. Pendekatan ini menghasilkan informasi iradiasi yang lebih relevan terhadap kondisi lokal dan mendukung pemanfaatan data lingkungan secara optimal. Selain itu, penelitian ini memiliki keterkaitan dengan agenda pembangunan berkelanjutan melalui Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya SDG 7 (*Affordable and Clean Energy*) dalam mendukung pemanfaatan energi surya serta SDG 13 (*Climate Action*) dalam penguatan basis data lingkungan lokal. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan sistem monitoring dan prediksi iradiasi matahari global yang aplikatif dan berkelanjutan berbasis teknologi.

1.2 Identifikasi Masalah

- 1 Informasi iradiasi matahari global yang tersedia umumnya bersifat makro sehingga kurang merepresentasikan kondisi mikro lokal.
- 2 Sistem *mini weather station* berbasis IoT untuk iradiasi matahari global umumnya masih berfokus pada monitoring dan belum dimanfaatkan untuk prediksi *real-time* berbasis data lokal..
- 3 Pemanfaatan *Artificial Neural Network* (ANN) untuk prediksi iradiasi matahari global berbasis data lokal pada sistem sederhana masih terbatas.
- 4 Integrasi antara perangkat keras, sistem akuisisi data, model prediksi, dan *dashboard* IoT masih terbatas, sehingga belum sepenuhnya mendukung sistem monitoring dan prediksi iradiasi matahari global secara terpadu.

1.3 Batasan Masalah

- 1 Model menggunakan suhu udara, tekanan udara, dan iradiasi saat ini untuk memprediksi iradiasi matahari global 15–30 menit ke depan.
- 2 Arsitektur model Artificial Neural Network (ANN) dibatasi pada jumlah lapisan dan neuron yang relatif kecil agar dapat dijalankan pada perangkat edge berbasis ESP32 dengan keterbatasan memori dan daya komputasi.

- 3 Sistem prediksi difokuskan pada estimasi numerik iradiasi matahari global dan tidak mencakup analisis kinerja sistem energi surya atau kajian lanjutan lainnya.
- 4 Pengujian sistem dilakukan dalam ruang lingkup terbatas berdasarkan lokasi dan periode pengambilan data yang digunakan dalam penelitian.

1.4 Rumusan Masalah

- 1 Bagaimana merancang *mini weather station* sebagai sistem pengumpulan data lingkungan untuk mendukung prediksi iradiasi matahari global?
- 2 Bagaimana mengimplementasikan model Artificial Neural Network (ANN) ringan pada perangkat ESP32 untuk prediksi iradiasi matahari global secara lokal dan real-time?
- 3 Bagaimana membangun dan melatih model *Artificial Neural Network* (ANN) untuk memprediksi iradiasi matahari global berdasarkan data lingkungan yang diperoleh?
- 4 Bagaimana mengimplementasikan sistem monitoring dan prediksi iradiasi matahari global secara *real-time* melalui *dashboard* IoT dengan pendekatan *edge computing*?

1.5 Tujuan Penelitian

- 1 Merancang *mini weather station* sederhana berbasis IoT sebagai sistem akuisisi data lingkungan.
- 2 Mengimplementasikan model *Artificial Neural Network* (ANN) ringan pada perangkat ESP32
- 3 Mengembangkan dan melatih model *Artificial Neural Network* (ANN) untuk memprediksi intensitas iradiasi Matahari berdasarkan data yang diperoleh.
- 4 Mengintegrasikan hasil prediksi intensitas iradiasi Matahari ke dalam *dashboard* IoT sebagai sistem monitoring, dengan proses prediksi dijalankan pada perangkat tepi (*edge*).

1.6 Manfaat Penelitian

1. Memberikan contoh implementasi sistem *Internet of Things* (IoT) berbasis sensor fisik untuk prediksi data *time-series* menggunakan metode *Artificial Neural Network*.
2. Menyediakan informasi intensitas iradiasi Matahari secara *real-time* dan spesifik terhadap lokasi pengukuran sebagai dasar pemantauan kondisi lingkungan.
3. Berpotensi mendukung aplikasi di bidang lingkungan, kesehatan masyarakat, pengujian perangkat optik, serta energi surya melalui penyediaan data iradiasi Matahari
4. Menghasilkan prototipe sistem prediksi intensitas iradiasi Matahari berbasis *Artificial Neural Network* dan IoT dengan pendekatan *edge computing* sebagai teknologi monitoring lingkungan modern.

