BAB I
PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Internet of Things (IoT) merupakan paradigma teknologi yang memungkinkan perangkat saling terhubung dan bertukar data secara otomatis melalui jaringan tanpa intervensi manusia. Implementasinya semakin luas dalam berbagai bidang seperti pertanian, industri, lingkungan, dan sistem monitoring terdistribusi. Dalam membangun sistem IoT, pemilihan protokol komunikasi yang efisien dan andal menjadi aspek yang sangat penting, terutama pada lingkungan yang tidak memiliki akses terhadap jaringan internet secara terus-menerus.

Protokol komunikasi nirkabel yang umum digunakan, seperti Wi-Fi dan *Bluetooth*, memiliki keterbatasan. Wi-Fi membutuhkan infrastruktur jaringan dan konsumsi daya yang tinggi, sedangkan *Bluetooth* hanya mendukung jangkauan pendek dan kurang cocok untuk sistem dengan banyak *node*[2]. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, Espressif mengembangkan ESP-NOW, sebuah protokol komunikasi nirkabel berbasis MAC address yang memungkinkan pertukaran data secara langsung antar perangkat ESP32 tanpa memerlukan koneksi *internet*. ESP-NOW memiliki keunggulan dalam hal latensi rendah, konsumsi daya minimal, serta mendukung komunikasi dengan topologi *one-to-one, one-to-many*, dan *many-to-one*[2], [3].

Beberapa penelitian telah mengadopsi ESP-NOW dalam aplikasi IoT, seperti sistem kontrol lingkungan, jaringan sensor nirkabel, serta pemantauan pada area yang tidak terjangkau jaringan *internet*[2], [4]. Namun demikian, penerapan ESP-NOW pada sistem pemantauan dengan konfigurasi *many-to-one*, di mana beberapa *node* pengirim mengirim data ke satu *node* penerima secara terpusat, masih belum banyak diteliti secara mendalam. Padahal konfigurasi ini memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam berbagai kebutuhan nyata yang melibatkan monitoring *multi-node* secara efisien.

Untuk mengevaluasi implementasi tersebut, penelitian ini menggunakan sistem pemantauan suhu air akuarium sebagai studi kasus. Akuarium merupakan lingkungan tertutup yang membutuhkan kestabilan suhu agar organisme akuatik di

dalamnya dapat bertahan hidup secara optimal. Fluktuasi suhu yang tidak terkendali dapat memengaruhi metabolisme, menurunkan sistem imun, serta meningkatkan risiko kematian ikan[5], [6]. Saat ini, sebagian besar sistem pemantauan suhu akuarium masih menggunakan alat konvensional atau digital lokal tanpa kemampuan pengiriman data secara real-time [7].

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pemantauan berbasis IoT untuk akuarium, namun sebagian besar masih mengandalkan konektivitas internet dan penyimpanan *cloud*[8], [9]. Hal ini menjadi tantangan tersendiri di lokasi dengan infrastruktur jaringan yang terbatas. Dengan mempertimbangkan keterbatasan tersebut, penggunaan ESP-NOW menjadi alternatif yang menarik karena tidak bergantung pada jaringan eksternal dan tetap memungkinkan komunikasi antar perangkat secara langsung.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan suhu air berbasis sensor DS18B20 dengan menggunakan protokol komunikasi ESP-NOW dalam konfigurasi *many-to-one*. Data dari beberapa *node* sensor ditampilkan secara *real-time* pada satu titik pusat melalui tampilan lokal, tanpa memerlukan koneksi *internet*. Implementasi ini diharapkan dapat memberikan solusi yang efisien, hemat daya, dan andal untuk berbagai aplikasi monitoring terdistribusi, termasuk namun tidak terbatas pada sistem pemantauan suhu akuarium.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem pemantauan suhu akuarium berbasis ESP32-C3 dan sensor DS18B20?
2. Bagaimana performa komunikasi ESP-NOW dalam konfigurasi *many-to-one* secara *offline*?
3. Berapa jarak jangkauan dari data suhu yang dapat dikirimkan oleh protokol ESP-NOW?

1.3 BATASAN MASALAH

Penelitian dalam skripsi ini dibatasi pada:

1. Sistem dirancang menggunakan protokol komunikasi nirkabel ESP-NOW dengan mikrokontroler ESP32-C3, yang menghubungkan beberapa perangkat pengirim (*slave*) ke satu perangkat penerima (*master*) dalam konfigurasi *many-to-one*.
2. Perangkat pengirim hanya menggunakan sensor DS18B20 untuk mengukur suhu air sebagai studi kasus pemantauan suhu akuarium.
3. Data suhu ditampilkan secara *real-time* pada perangkat penerima melalui layar TFT ST7789.
4. Sistem dirancang untuk beroperasi secara *offline*, tanpa konektivitas internet maupun *cloud*.
5. Evaluasi performa komunikasi ESP-NOW dilakukan dengan mengukur parameter *Quality of Service* (QoS) yang meliputi latensi *(delay), jitter* dan *packet loss.*
6. Pengujian jarak jangkauan komunikasi dilakukan dalam kondisi:
   a) *Line of Sight (LoS)* sejauh: 1 m, 3m, 5 m, 15 m, 25 m, 35 m, 45 m, dan 50 m.
   b) Terhalang kaca pada jarak: 1 m, 3 m, dan 5 m.
   c) Terhalang dinding bata pada jarak: 1 m, 3 m, dan 5 m.

1.4 TUJUAN

Tujuan penelitian dalam skripsi ini adalah:

1. Merancang sistem pemantauan suhu *real-time* menggunakan ESP32-C3 dan sensor DS18B20, dengan studi kasus pada suhu air akuarium.
2. Menerapkan protokol komunikasi ESP-NOW dalam konfigurasi *many-to-one* untuk pengiriman data suhu secara nirkabel dan *offline*.
3. Menganalisis performa dan jangkauan komunikasi ESP-NOW berdasarkan parameter *Quality of Service* (QoS), yaitu latensi, *jitter* dan *packet loss.*

1.5 MANFAAT

Penelitian ini memberikan manfaat praktis dalam pengembangan sistem pemantauan suhu berbasis ESP32 yang efisien, hemat daya, dan tidak bergantung pada koneksi internet. Sistem yang dirancang dapat menjadi solusi alternatif untuk monitoring lingkungan secara lokal dengan konfigurasi *many-to-one* menggunakan protokol ESP-NOW. Sebagai studi kasus, sistem ini dapat diterapkan pada pemantauan suhu akuarium multi-tangki, sehingga bermanfaat bagi penghobi ikan hias, pelaku budidaya, maupun laboratorium riset. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi acuan bagi pengembangan sistem IoT serupa pada aplikasi lain yang membutuhkan komunikasi nirkabel tanpa infrastruktur jaringan.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari lima bab utama, sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan: Membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, dan batasan penelitian. Bab ini juga memberikan gambaran umum isi skripsi.

Bab 2 Tinjauan Pustaka: Menjelaskan dasar teori yang relevan dengan penelitian, seperti protokol ESP-NOW, mikrokontroler ESP32-C3, sensor suhu DS18B20, serta tinjauan penelitian terdahulu.

Bab 3 Metodologi Penelitian: Menguraikan metode perancangan dan pengembangan sistem. Bab ini mencakup diagram blok, *flowchart*, daftar perangkat keras dan lunak, serta skema pengujian dan pengambilan data.

Bab 4 Hasil dan Pembahasan: Menyajikan hasil implementasi sistem pemantauan suhu, hasil pengujian komunikasi *many-to-one*, serta analisis dari data yang diperoleh.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran: Berisi kesimpulan dari seluruh penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan di masa mendatang.