

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Museum memiliki peran penting dalam menjaga dan melestarikan benda cagar budaya yang mempunyai nilai sejarah tinggi. Dalam kegiatan konservasi, kondisi lingkungan ruang penyimpanan menjadi salah satu aspek utama yang perlu diperhatikan karena suhu dan kelembapan dapat memengaruhi ketahanan material koleksi secara langsung. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak museum serta beberapa pedoman konservasi, kondisi penyimpanan artefak yang ideal berada pada rentang suhu 18°C sampai 24°C dengan kelembapan relatif atau *Relative Humidity* sebesar 45% sampai 65%. Rentang tersebut diperlukan untuk mempertahankan kestabilan kondisi koleksi (Herman, 1989; Tim Penulis, 2012; Tim Penyusun, 2012). Meskipun demikian, kebutuhan suhu dan kelembapan setiap artefak dapat berbeda sesuai dengan karakteristik bahan penyusunnya, seperti bahan organik, logam, keramik, dan arsip kertas.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan pada Rabu, 22 April 2026 dengan Bapak Bunyamin dan Bapak Iwan selaku tim pengkajian dan perawatan Museum Negeri Nusa Tenggara Barat, diketahui bahwa museum memiliki beberapa ruang penyimpanan koleksi dengan karakteristik lingkungan yang berbeda. Kondisi tersebut menyebabkan setiap ruangan memerlukan pemantauan secara terpisah, tetapi hasil pemantauannya tetap perlu terhubung dalam satu sistem. Pemantauan suhu dan kelembapan perlu dilakukan secara berkala karena perubahan kondisi lingkungan yang tidak terkendali dapat mempercepat kerusakan koleksi, terutama koleksi berbahan organik, logam, dan kertas (Budiharja, 2009; Herman, 1989). Saat ini, proses pemantauan masih dilakukan secara manual, belum terintegrasi secara digital, dan belum dilengkapi sistem peringatan dini yang dapat memberikan notifikasi otomatis ketika kondisi ruangan berada di luar batas normal. Kondisi tersebut membuat proses pengawasan kurang efektif karena informasi tidak dapat diperoleh secara langsung dan keterlambatan deteksi dapat memicu pertumbuhan jamur, korosi logam, serta degradasi bahan organik. Oleh karena itu, penerapan sistem monitoring berbasis *Internet of Things* dinilai mampu mendukung pemantauan

kondisi lingkungan museum secara lebih efektif, berkelanjutan, dan diperbarui secara langsung (Murtiyoso et al., 2024).

Penerapan sistem monitoring berbasis sensor juga menghadapi kendala berupa fluktuasi data akibat gangguan atau *noise*. Gangguan tersebut dapat muncul karena perubahan kondisi lingkungan, interferensi sinyal, maupun karakteristik sensor sehingga data yang dihasilkan menjadi tidak stabil dan dapat menurunkan ketepatan informasi sistem (Murtiyoso et al., 2024). Aryanto dan Atmojo (2023) menjelaskan bahwa sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis IoT memerlukan proses pengolahan data yang tepat agar informasi pada dashboard dapat ditampilkan secara lebih stabil dan akurat. Penggunaan data sensor secara langsung tanpa pengolahan berpotensi menimbulkan kesalahan dalam pengambilan keputusan, seperti munculnya notifikasi yang tidak sesuai atau *false alarm* serta keterlambatan dalam mendeteksi kondisi abnormal. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis IoT yang mampu memantau beberapa ruangan secara terintegrasi dengan menggunakan sensor DHT22 dan mikrokontroler ESP32. Metode *Moving Average* diterapkan untuk menghaluskan data dan mengurangi fluktuasi pembacaan sensor, sedangkan metode *Threshold Control* digunakan untuk menentukan kondisi normal atau abnormal berdasarkan batas minimum dan maksimum yang telah ditetapkan.

Sistem yang dikembangkan menyediakan fitur pengaturan nilai *threshold* secara dinamis melalui dashboard berbasis web. Fitur ini memungkinkan pengguna mengubah batas minimum dan maksimum suhu maupun kelembapan tanpa melakukan perubahan program pada ESP32. Nilai *threshold* digunakan sebagai parameter untuk menentukan kondisi setiap ruang penyimpanan koleksi. Setiap perubahan nilai akan disinkronkan secara otomatis melalui API agar perangkat IoT dapat menyesuaikan proses pemantauan berdasarkan pengaturan terbaru. Selain itu, sistem dilengkapi mekanisme pengendalian suhu menggunakan kipas pendingin. Kipas akan aktif secara otomatis ketika suhu ruangan melampaui batas maksimum dan akan dinonaktifkan kembali setelah suhu berada dalam rentang normal.

Untuk meningkatkan kestabilan data, metode *Moving Average* diterapkan dengan menghitung rata-rata dari beberapa data pembacaan terakhir sebelum data ditampilkan atau digunakan dalam pengambilan keputusan. Penerapan metode ini bertujuan mengurangi *noise* sehingga data suhu dan kelembapan yang dihasilkan menjadi lebih stabil dan akurat. Hasil pemantauan selanjutnya ditampilkan melalui dashboard berbasis web dalam bentuk kartu informasi, grafik, tabel data, dan notifikasi kondisi abnormal. Dashboard juga menyediakan fitur *auto refresh*, ekspor data, pengelolaan *threshold* untuk setiap ruangan, serta notifikasi otomatis guna mendukung proses pemantauan yang lebih terstruktur, efektif, dan efisien.

Pengembangan sistem ini diharapkan dapat membantu pihak museum dalam memantau kondisi suhu dan kelembapan setiap ruangan secara terintegrasi dan berkelanjutan. Sistem juga diharapkan mampu memberikan peringatan dini ketika terjadi penyimpangan kondisi lingkungan, membantu menjaga kestabilan suhu ruangan melalui pengendalian kipas secara otomatis, serta mendukung proses pelestarian koleksi museum secara optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu memantau kondisi lingkungan pada tiga ruangan penyimpanan koleksi museum secara *real-time* dan terintegrasi?
2. Bagaimana menerapkan metode *Moving Average* untuk mengurangi fluktuasi data pembacaan sensor suhu dan kelembapan agar data yang dihasilkan lebih stabil dan akurat?
3. Bagaimana menerapkan metode *Threshold Control* untuk menentukan kondisi normal dan abnormal suhu serta kelembapan berdasarkan standar lingkungan museum?
4. Bagaimana merancang sistem notifikasi otomatis (*early warning system*) ketika kondisi suhu dan kelembapan berada di luar nilai *threshold* yang telah ditentukan?

5. Bagaimana mengintegrasikan kontrol otomatis kipas pendingin berdasarkan nilai threshold suhu yang diatur melalui dashboard berbasis web?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memantau kondisi lingkungan pada tiga ruangan penyimpanan koleksi museum secara real-time dan terintegrasi.
2. Menerapkan metode Moving Average untuk mengurangi fluktuasi data pembacaan sensor suhu dan kelembapan agar data yang dihasilkan lebih stabil dan akurat.
3. Menerapkan metode Threshold Control untuk menentukan kondisi normal dan abnormal suhu serta kelembapan berdasarkan standar lingkungan museum.
4. Merancang dan mengembangkan sistem notifikasi otomatis (early warning system) ketika kondisi suhu dan kelembapan berada di luar nilai threshold yang telah ditentukan.
5. Mengintegrasikan sistem kontrol otomatis menggunakan kipas pendingin berdasarkan nilai threshold suhu yang diatur melalui dashboard berbasis web.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini terdapat batasan permasalahan sebagai berikut :

1. Sistem hanya memonitor suhu dan kelembapan ruangan museum.
2. Sensor yang digunakan terbatas pada sensor suhu dan kelembapan (DHT22).
3. Metode analisis data yang digunakan adalah *Moving Average* dan *Threshold Control*.
4. Sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan monitoring melalui web atau dashboard.

5. Objek penelitian difokuskan pada tiga ruangan penyimpanan koleksi di Museum Negeri Nusa Tenggara Barat, Jl. Panji Tilar Negara No.6, Taman Sari, Kec. Ampenan, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat.
6. Sistem menggunakan kipas pendingin yang dikontrol otomatis menggunakan *relay* berdasarkan kondisi suhu.
7. Pengaturan *threshold* dilakukan melalui dashboard berbasis web dan disinkronkan ke perangkat ESP32 menggunakan API.
8. Batas suhu dan kelembapan yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada hasil wawancara dengan pihak Museum Negeri Nusa Tenggara Barat, yaitu suhu 18–24 °C dan kelembapan 45–65%.

1.5 Manfaat

1. Membantu pengelola museum dalam memantau kondisi suhu dan kelembapan pada beberapa ruangan secara *real-time* dan terpusat, sehingga dapat menjaga stabilitas lingkungan penyimpanan koleksi serta mendukung pengambilan keputusan secara cepat melalui sistem notifikasi dini.
2. Menjadi referensi dalam pengembangan sistem monitoring lingkungan berbasis IoT dengan penerapan metode *Moving Average* untuk pengolahan data dan *Threshold Control* sebagai sistem deteksi kondisi.
3. Meningkatkan kemampuan dalam merancang dan mengimplementasikan sistem berbasis IoT, mulai dari integrasi sensor, pengolahan data, hingga pengembangan dashboard monitoring.

1.6 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan untuk menghasilkan sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis IoT yang sesuai dengan kebutuhan Museum Negeri Nusa Tenggara Barat. Tahapan penelitian dilakukan sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Tahap studi literatur dilakukan dengan menelaah buku, buku elektronik, artikel ilmiah, jurnal, dan sumber lain yang relevan. Kajian difokuskan pada teknologi *Internet of Things*, sensor suhu dan kelembapan,

karakteristik lingkungan ruang penyimpanan museum, metode *Simple Moving Average*, serta metode *Threshold Control*. Hasil studi literatur digunakan untuk memahami arsitektur komunikasi perangkat IoT, prinsip kerja DHT22 dan ESP32, proses pengiriman data, serta pengembangan *dashboard* berbasis web. Kajian ini juga menjadi dasar dalam menentukan metode penghalusan data dan mekanisme pengambilan keputusan berdasarkan nilai ambang batas.

2. Analisis Kebutuhan Sistem

Tahap analisis bertujuan mengidentifikasi komponen yang diperlukan untuk membangun sistem. Analisis perangkat keras meliputi pemilihan sensor DHT22, ESP32, *relay*, kipas, dan perangkat jaringan. Sementara itu, analisis perangkat lunak mencakup kebutuhan *server*, *database*, API, dan aplikasi web. Pada tahap ini juga ditentukan kebutuhan fungsional sistem. Kebutuhan tersebut mencakup pembacaan data secara berkala, pengiriman data melalui internet, penyimpanan data, pengolahan menggunakan *Simple Moving Average*, pemeriksaan kondisi menggunakan *Threshold Control*, pengaturan nilai *threshold*, pengendalian kipas, dan penyampaian notifikasi ketika terjadi kondisi abnormal.

3. Perancangan Sistem

Perancangan dilakukan untuk menggambarkan hubungan antara perangkat keras dan perangkat lunak sebelum sistem diimplementasikan. Perancangan perangkat keras mencakup hubungan antara tiga sensor DHT22, ESP32, *relay*, dan kipas. Perancangan perangkat lunak meliputi *flowchart*, diagram blok, struktur menu, *use case*, *database*, API, dan antarmuka *dashboard*. Tahap ini juga mencakup penentuan jumlah data yang digunakan dalam perhitungan *Simple Moving Average*. Selain itu, ditetapkan batas minimum dan maksimum suhu serta kelembapan yang digunakan sebagai parameter *Threshold Control*.

4. Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi, seluruh rancangan diterapkan menjadi sistem yang dapat dijalankan. ESP32 diprogram untuk mengambil data suhu dan kelembapan dari setiap sensor DHT22. Data tersebut kemudian diolah

menggunakan metode Simple Moving Average sebelum dikirimkan melalui jaringan WiFi menuju server Laravel. Server menyimpan data ke dalam database MySQL dan menyajikannya melalui dashboard. Sistem juga membandingkan hasil pengolahan dengan nilai threshold untuk menentukan status ruangan. Ketika suhu melampaui batas yang ditetapkan, ESP32 mengaktifkan relay dan kipas. Pada kondisi abnormal, sistem juga mencatat dan mengirimkan notifikasi kepada pengguna.

5. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk menilai kesesuaian fungsi sistem dengan rancangan yang telah dibuat. Pengujian mencakup proses pembacaan sensor, pengiriman data dari ESP32 ke server, penyimpanan data, tampilan dashboard, pengaturan threshold, notifikasi, dan pengendalian kipas. Metode Simple Moving Average diuji dengan membandingkan data asli sensor dan data hasil pengolahan. Pengujian Threshold Control dilakukan dengan membandingkan nilai suhu serta kelembapan terhadap batas minimum dan maksimum. Pengujian fungsional juga dilakukan untuk memastikan setiap fitur dapat memberikan keluaran sesuai dengan skenario yang telah ditetapkan.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah memahami pembahasan pada penulisan tugas akhir ini, maka sistematika penulisan disusun sebagai berikut:

BAB I : LATAR BELAKANG

Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi dasar yang mendukung penelitian, seperti konsep IoT, sensor suhu dan kelembapan, metode *Moving Average*, dan *Threshold Control*.

BAB III : ANALISIS PERANCANGAN

Bab ini berisi tentang analisis pada sistem dan perancangan sistem yang dibangun.

BAB IV : IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini berisi tentang implementasi dari perancangan program dan melakukan pengujian terhadap hasil implementasi program.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan terkait hasil dari penelitian dan berisi saran dari penulis untuk pengembangan penelitian selanjutnya.