

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pangan adalah sumber kekuatan yang dibutuhkan oleh manusia sebagai upaya mempertahankan kehidupan, baik sebagai sumber tenaga atau kesehatan (Abdina et al., 2023). Kualitas bahan pangan merupakan faktor penting yang harus dijaga untuk memastikan keamanan konsumsi dan mencegah kerusakan makanan selama penyimpanan. Kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan, kualitas udara, dan tingkat kontaminasi sangat memengaruhi ketahanan bahan pangan. Oleh karena itu, manajemen penyimpanan makanan (*food storage management*) menjadi bagian penting dalam rantai distribusi, baik pada rumah tangga, industri, maupun fasilitas penyimpanan. Sistem penyimpanan modern menuntut adanya teknologi yang mampu memantau kondisi penyimpanan secara *real-time* untuk menghindari penurunan kualitas bahan pangan.

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep yang terhubung dengan perangkat sebagai media komunikasi berbasis internet (Bagaskoro, 2024). Penerapan IoT dalam konteks *food storage* dapat memberikan solusi berupa pemantauan otomatis terhadap kondisi lingkungan tempat penyimpanan bahan pangan. Teknologi ini memungkinkan pengguna memantau suhu, kelembapan, dan kualitas udara dari jarak jauh, serta menerima peringatan jika parameter tersebut melebihi batas aman sehingga mendukung sistem pengawasan yang lebih efektif dan efisien.

Permasalahan saat ini adalah sistem penyimpanan bahan pangan masih banyak yang dilakukan secara manual tanpa adanya pemantauan kondisi lingkungan yang berkelanjutan. Minimnya penggunaan teknologi membuat bahan pangan rentan terhadap kerusakan seperti pembusukan, pertumbuhan jamur, peningkatan kadar gas berbahaya, dan perubahan kualitas lainnya. Masyarakat dan pelaku usaha sering kali tidak mengetahui kapan kondisi penyimpanan berada pada level yang tidak aman, sehingga terjadi pemborosan dan kerugian akibat makanan yang sudah tidak layak konsumsi.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Ahda Ikhlasul dkk (2023), yang mempunyai hasil penelitian bahwa pengembangan *smart box* dengan kontrol suhu aktif berbasis modul Peltier dan sistem monitoring IoT mampu meningkatkan efektivitas penyimpanan bahan pangan. Integrasi sensor suhu dengan modul pendingin memungkinkan sistem mempertahankan kondisi termal yang stabil, sehingga proses deteriorasi pangan dapat diperlambat secara signifikan. Selain itu, pemanfaatan konektivitas IoT memungkinkan pengiriman data secara *real-time* ke platform monitoring, sehingga pengguna dapat memperoleh notifikasi ketika parameter suhu berada di luar batas yang ditetapkan.

Penelitian lain juga dilakukan oleh Ida Bagus Satrya Masyana Citarsa & Ida Bagus Gede Dwidasmaru (2024) yang menyimpulkan bahwa integrasi sensor lingkungan dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) mampu meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam melakukan pemantauan kondisi penyimpanan beras. Sistem yang dirancang menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor suhu–kelembapan (DHT11), dan sensor kualitas udara (misalnya MQ-2), terbukti dapat mengukur parameter lingkungan secara *real-time* dan mengirimkan data

tersebut ke server berbasis web

Melalui pengembangan *food storage system* berbasis IoT dan terintegrasi Firebase, permasalahan tersebut dapat diminimalkan. Sistem ini dapat memantau kondisi kualitas bahan pangan secara otomatis, memberikan peringatan jika terjadi perubahan signifikan, serta mengaktifkan mekanisme pengendalian otomatis (seperti menghidupkan kipas, pendingin, atau pengering) agar kualitas bahan pangan tetap terjaga. Dengan kemampuan pemantauan *real-time* dan notifikasi otomatis, pengguna dapat mengambil keputusan lebih cepat dan tepat untuk mencegah kerusakan pangan. Berdasarkan latar belakang di atas penulis tertarik untuk merancang dan mengembangkan *food storage system* untuk bahan pangan berbasis IoT dengan judul penelitian **“Rancang Bangun Food Storage System Berbasis IoT Dan Terintegrasi Firebase Untuk Pemantauan Dan Pengendalian Otomatis Kualitas Bahan Pangan”**.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengontrol sistem *food storage* berbasis mikrokontroler ESP32 agar mampu melakukan pemantauan dan pengendalian kualitas bahan pangan secara *real-time* dan otomatis?
2. Bagaimana modul sensor DHT22 dapat digunakan untuk memantau kondisi suhu dan kelembapan di dalam ruang penyimpanan secara akurat?
3. Bagaimana sensor gas MQ-137 dapat mendeteksi keberadaan amonia atau gas pembusukan lain sebagai indikator penurunan kualitas bahan pangan?

4. Bagaimana *load cell* dapat mengukur perubahan berat bahan pangan sehingga dapat dianalisis tingkat penyusutan atau masa simpan bahan tersebut?
5. Bagaimana ESP32-CAM dapat digunakan untuk memantau visual kondisi bahan pangan secara langsung dan mengirimkan video ke aplikasi secara *real-time*?
6. Bagaimana sistem dapat berintegrasi dengan Firebase untuk menyimpan data dan menyediakan layanan monitoring jarak jauh?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan agar pembahasan dalam laporan kerja praktik ini tidak terlalu meluas, maka dari itu perlu adanya pembatasan masalah. Adapun batasan masalah yang dikemukakan adalah sebagai berikut:

1. Parameter kualitas bahan pangan yang dipantau hanya mencakup suhu, kelembapan, konsentrasi gas amonia (indikator pembusukan), dan perubahan berat bahan pangan sehingga parameter lain seperti pH, cahaya, dan kualitas mikrobiologis tidak termasuk dalam penelitian ini.
2. Keamanan akses penyimpanan ruangan hanya menggunakan kombinasi modul RFID dan Keypad, tidak mencakup metode autentikasi lain seperti *biometric*.
3. Sistem visual monitoring menggunakan ESP32-CAM hanya berfungsi untuk mengambil video dalam resolusi standar, dan tidak mencakup analisis citra berbasis AI atau deteksi objek otomatis.
4. Pengendalian otomatis sistem hanya mencakup kendali kipas (*fan*), relay, LED indikator, dan selenoid door lock, sesuai kondisi sensor yang telah ditentukan dalam perancangan.

5. Alat dikontrol oleh mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan menggunakan *Software* yang digunakan dalam perancangan alat ini adalah Arduino IDE.

1.4 Hipotesa

Berdasarkan pada perumusan masalah di atas, maka dapat diambil beberapa hipotesa yaitu:

1. Diharapkan mikrokontroler ESP32 mampu merancang dan mengontrol sistem *food storage* berbasis agar mampu melakukan pemantauan dan pengendalian kualitas bahan pangan secara *real-time* dan otomatis.
2. Diharapkan modul sensor DHT22 dapat digunakan untuk memantau kondisi suhu dan kelembapan di dalam ruang penyimpanan secara akurat.
3. Diharapkan sensor gas MQ-137 dapat mendeteksi keberadaan amonia atau gas pembusukan lain sebagai indikator penurunan kualitas bahan pangan.
4. Diharapkan *load cell* dapat mengukur perubahan berat bahan pangan sehingga dapat dianalisis tingkat penyusutan atau masa simpan bahan tersebut.
5. sistem dapat berintegrasi dengan Firebase untuk menyimpan data dan menyediakan layanan monitoring jarak jauh.

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang dicapai dalam pembuatan alat ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan sistem *food storage* berbasis mikrokontroler ESP32 yang mampu melakukan pemantauan dan pengendalian otomatis kualitas bahan pangan secara *real-time* melalui integrasi sensor dan konektivitas IoT.
2. Menciptakan sistem monitoring kualitas pangan yang akurat dengan mengukur parameter suhu, kelembapan, gas amonia, dan perubahan berat, serta

memberikan umpan balik otomatis melalui aktuator untuk menjaga kondisi penyimpanan tetap optimal.

3. Mengaplikasikan ilmu elektronika, IoT, dan pemrograman dalam perancangan, pengontrolan, dan integrasi perangkat keras serta perangkat lunak yang membentuk sebuah sistem penyimpanan pangan cerdas.
4. Menerapkan kompetensi yang diperoleh selama masa pendidikan untuk menghasilkan inovasi di bidang teknologi pangan dan otomasi, khususnya dalam mendukung upaya peningkatan keamanan dan mutu pangan.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian dalam perancangan sistem ini adalah sebagai berikut:

A. Bagi Penulis

1. Menambah pengetahuan dan pemahaman penulis dalam bidang elektronika, *Internet of Things* (IoT), serta pengembangan sistem monitoring berbasis sensor untuk kebutuhan manajemen pangan.
2. Mengembangkan keterampilan teknis dalam integrasi sensor, pengolahan data, serta komunikasi data antara mikrokontroler dan aplikasi berbasis *database*.
3. Menjadi pengalaman berharga dalam merancang solusi teknologi yang dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan penyimpanan beras, serta menjadi dasar untuk penelitian lanjutan di bidang IoT dan teknologi pangan.

B. Bagi Program Studi

1. Menambah referensi akademik terkait implementasi IoT dalam sistem monitoring kualitas pangan, khususnya penyimpanan bahan pangan seperti beras.
2. Menjadi rujukan penelitian untuk mahasiswa dan dosen dalam pengembangan sistem monitoring berbasis sensor, pemantauan lingkungan, dan integrasi website pada proses manajemen bahan pangan.
3. Memperkuat kontribusi program studi dalam bidang penelitian teknologi berbasis IoT yang mendukung pengelolaan pangan modern dan digitalisasi gudang atau penyimpanan bahan makanan.

C. Bagi Pengelola Gudang Pangan dan Instansi Terkait

1. Memberikan solusi monitoring otomatis yang dapat membantu pengelola gudang dalam mengawasi kondisi penyimpanan beras secara *real-time*, seperti suhu, kelembapan, dan potensi kerusakan.
2. Meningkatkan kualitas dan keamanan penyimpanan, sehingga dapat meminimalisir kerusakan beras akibat jamur, kutu, atau kondisi lingkungan penyimpanan yang tidak sesuai.
3. Mendorong penggunaan teknologi IoT pada sektor pangan sebagai bagian dari modernisasi manajemen logistik dan penyimpanan, sehingga meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan stok beras.