

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas udara di peternakan ayam sangat memengaruhi kesehatan unggas dan hasil produksi. Dua gas yang paling sering menumpuk di dalam kandang adalah amonia (NH_3) dan karbon dioksida (CO_2). Ketika kadar NH_3 melewati batas 25 ppm, ayam mulai mengalami iritasi pada pernapasan dan mata, serta menunjukkan penurunan nafsu makan. Kondisi menjadi berbahaya apabila NH_3 mencapai lebih dari 50 ppm, karena dapat menyebabkan kerusakan jaringan paru-paru dan menghambat pertumbuhan ayam [1]. Selain itu, CO_2 juga menjadi indikator penting. Pada kadar di atas 1000 ppm, ayam biasanya mulai terlihat sesak dan cepat lelah, sedangkan pada kadar lebih dari 2000 ppm, risiko stres pernapasan, penurunan imunitas, dan meningkatnya angka kematian menjadi lebih tinggi [2]. Kondisi udara yang buruk seperti ini tidak hanya menurunkan kesehatan ayam, tetapi juga mengurangi bobot panen dan menambah biaya perawatan.

Dalam praktik pengelolaan kandang, kondisi kualitas udara tidak selalu memburuk secara bersamaan untuk kedua gas tersebut. Sering kali ditemukan situasi di mana salah satu gas berada pada kondisi aman, sementara gas lainnya telah melewati batas aman. Misalnya, kadar NH_3 masih dalam batas normal namun CO_2 meningkat akibat ventilasi yang kurang optimal, atau sebaliknya, NH_3 meningkat karena penumpukan kotoran meskipun sirkulasi

udara masih relatif baik. Pada kondisi seperti ini, tindakan yang perlu dilakukan peternak juga berbeda. Jika CO_2 berada pada kondisi tidak aman sementara NH_3 masih aman, tindakan utama yang perlu dilakukan adalah meningkatkan ventilasi kandang, seperti membuka ventilasi tambahan atau mengaktifkan kipas. Sebaliknya, jika NH_3 berada pada kondisi tidak aman sementara CO_2 masih dalam batas aman, maka fokus tindakan diarahkan pada pengelolaan litter dan kebersihan kandang, seperti penggantian alas kandang atau penambahan bahan penyerap amonia. Tanpa informasi terpisah untuk masing-masing gas, peternak berisiko mengambil tindakan yang tidak tepat sasaran. Di lapangan, banyak peternak masih memantau udara secara manual, misalnya dengan mencium bau kandang atau menebak kondisi berdasarkan perilaku ayam. Cara ini tentu tidak akurat dan sering terlambat dalam mendeteksi lonjakan NH_3 atau CO_2 . Karena itu, pemantauan yang sifatnya otomatis dan *real-time* sangat dibutuhkan untuk menjaga stabilitas lingkungan kandang [3].

Teknologi *Internet of Things* (IoT) memberi peluang besar bagi peternakan untuk memonitor kondisi udara secara terus-menerus. Dengan IoT, sensor dapat mengirimkan data langsung ke ponsel peternak, sehingga keputusan bisa diambil lebih cepat tanpa harus berada di kandang setiap saat [4]. Sistem otomatis seperti ini juga membantu mengurangi kesalahan manusia dan memberikan pemantauan yang lebih konsisten [5].

Namun, banyak sistem IoT yang telah dibuat hanya memantau satu jenis gas, yaitu NH_3 saja. Padahal CO_2 sama-sama berpengaruh terhadap

kesehatan ayam. Ketika hanya satu gas dipantau, gambaran kondisi udara menjadi tidak lengkap dan risiko penyakit pada ayam tetap tinggi [6]. Selain itu, beberapa penelitian yang menggunakan sensor seperti MQ135 dan MQ137 menunjukkan bahwa akurasi sensor masih bisa terpengaruh oleh perubahan suhu dan kelembapan di kandang ayam [7].

Ada juga sistem IoT yang hanya menampilkan data pada *dashboard* tanpa memberikan peringatan otomatis. Kondisi ini membuat peternak tetap terlambat bertindak ketika gas berbahaya meningkat secara tiba-tiba [8]. Di sisi lain, penggunaan aplikasi pesan seperti Telegram terbukti mampu memberikan notifikasi cepat sehingga peternak bisa segera mengetahui perubahan kualitas udara meskipun sedang jauh dari kandang [9]. Penelitian lain menyebutkan bahwa penerapan IoT pada manajemen peternakan mampu meningkatkan efisiensi pemantauan lingkungan dan mendukung keputusan berdasarkan hasil pengukuran sensor, tetapi sebagian sistem tersebut belum menggabungkan pemantauan NH_3 dan CO_2 secara bersamaan [10].

Berdasarkan kondisi di lokasi peternakan, ditemukan permasalahan yang cukup serius terutama pada musim hujan. Pada periode tersebut, suhu udara di luar kandang cenderung lebih dingin dan lembap, sementara suhu di dalam kandang justru meningkat akibat sirkulasi udara yang kurang optimal. Meskipun kandang yang digunakan merupakan kandang semi tertutup, aliran udara yang tidak merata menyebabkan udara panas dan gas hasil metabolisme ayam terperangkap di dalam kandang. Kondisi ini memicu stres termal pada

ayam, ditandai dengan ayam terlihat terengah-engah, menurunnya aktivitas, dan dalam beberapa kasus menyebabkan kematian secara mendadak. Permasalahan ini menunjukkan bahwa perbedaan kondisi udara antara luar dan dalam kandang, khususnya saat musim hujan, menjadi faktor risiko utama terhadap kesehatan ternak apabila tidak dipantau dan dikendalikan secara tepat. Berdasarkan kondisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa dibutuhkan sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT yang mampu mendeteksi NH_3 dan CO_2 secara bersamaan, bekerja otomatis 24 jam, dan memberikan notifikasi *real-time* kepada peternak. Sistem seperti ini akan membantu menjaga kesehatan ayam, mengurangi risiko kerugian, dan meningkatkan efisiensi operasional peternakan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah Bagaimana merancang sistem pemantauan kualitas udara di peternakan ayam berbasis *Internet of Things (IoT)* yang dapat memantau gas amonia (NH_3) dan karbon dioksida (CO_2) secara bersamaan, dan membuat kedua sensor bekerja dalam satu alat yang saling terhubung, serta memberikan notifikasi *real-time* kepada peternak melalui aplikasi Telegram terkait kualitas udara yang dapat mempengaruhi kesehatan ternak?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem pemantauan kualitas udara berbasis *IoT* yang mampu mendeteksi gas amonia (NH_3) dan karbon dioksida (CO_2) secara bersamaan, serta memberikan notifikasi *real-time* kepada peternak melalui aplikasi Telegram terkait kualitas udara di kandang ayam.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membantu peternak dalam memantau kualitas udara di kandang ayam secara otomatis dan *real-time*, sehingga peternak lebih mudah menjaga kesehatan ayam.
2. Mengurangi ketergantungan pada pengawasan manual yang mudah salah, karena alat membantu membaca kadar NH_3 dan CO_2 dengan lebih jelas.
3. Memberikan kemudahan bagi peternak dalam memantau kondisi kualitas udara secara jarak jauh melalui notifikasi *real-time* yang dikirimkan melalui aplikasi Telegram.
4. Mendorong penerapan teknologi *IoT* dalam sektor peternakan ayam, khususnya dalam aspek pemantauan kualitas udara.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka batasan masalah ditetapkan sebagai berikut:

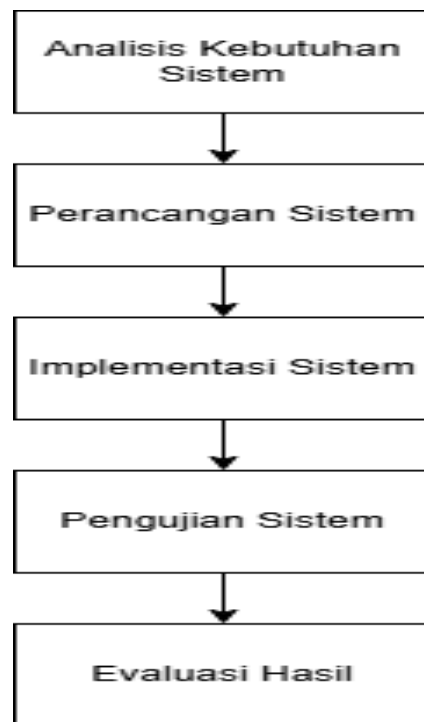
1. Obyek penelitian adalah kualitas udara di peternakan ayam, khususnya gas amonia (NH_3) dan karbon dioksida (CO_2), bukan parameter lainnya seperti suhu atau kelembapan.
2. Pemantauan kualitas udara dibedakan berdasarkan dua parameter utama:
 - a. Gas Amonia (NH_3), yang akan dideteksi menggunakan sensor MQ-137.
 - b. Karbon Dioksida (CO_2), yang akan dideteksi menggunakan sensor MQ-135.
3. Ambang batas gas yang digunakan dalam sistem ditentukan berdasarkan literatur (NH_3 : 20–50 ppm = waspada, >50 ppm = berbahaya; CO_2 : 1000–2000 ppm = waspada, >2000 ppm = berbahaya) dan disesuaikan melalui proses kalibrasi sederhana sesuai kondisi lingkungan kandang penelitian. Penelitian tidak mengevaluasi standar ambang batas dari seluruh lembaga internasional.
4. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32 (NodeMCU) dengan konektivitas Wi-Fi.
5. Uji coba sistem dilakukan pada satu lokasi kandang ayam (satu peternakan) dengan kondisi tertentu, sehingga hasil pengujian belum mewakili seluruh jenis kandang dan skala peternakan ayam secara umum.
6. Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini hanya berfungsi sebagai alat monitoring dan peringatan dini, yaitu menampilkan nilai

dan status kualitas udara melalui LCD, mengaktifkan *buzzer* sebagai alarm lokal ketika terjadi peningkatan kadar gas, serta mengirimkan notifikasi otomatis ke Telegram agar pengguna dapat segera mengetahui kondisi berbahaya. Penelitian ini tidak mencakup pengendalian lingkungan secara otomatis, seperti pengaturan kipas, blower, atau sistem ventilasi.

7. Sistem ini hanya memakai aplikasi Telegram untuk mengirim notifikasi. Jadi, penelitian ini tidak membahas penggunaan *platform* lain seperti *WhatsApp*, *SMS*, atau *dashboard* IoT berbasis *cloud*.

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan langkah-langkah sistematis yang digunakan untuk mencapai tujuan dari penelitian ini. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu melalui proses perancangan, implementasi, dan pengujian sistem berbasis *Internet of Things (IoT)* untuk memantau kualitas udara di peternakan ayam. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem pemantauan kualitas udara secara otomatis menggunakan sensor gas amonia (MQ-137) dan karbon dioksida (MQ-135), yang dihubungkan dengan platform *IoT* dan mengirimkan notifikasi secara *real-time* kepada peternak melalui aplikasi Telegram. Adapun diagram alur penelitian yang menggambarkan keseluruhan tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.1 berikut



Gambar 1. 1 Diagram Alur Penelitian

1. Analisis Kebutuhan Sistem

Pada tahapan ini, dilakukan pengumpulan data kebutuhan sistem melalui studi literatur dan observasi terhadap kondisi lingkungan di peternakan ayam, khususnya mengenai kualitas udara. Analisis dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang terdapat pada proses pemantauan kualitas udara yang dilakukan secara manual, seperti ketidakakuratan pengukuran dan ketergantungan pada pengawasan manusia. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh solusi berupa sistem pemantauan kualitas udara berbasis *Internet of Things (IoT)* yang menggunakan sensor gas NH_3 dan CO_2 untuk mendeteksi kualitas udara dan memberikan notifikasi secara otomatis.

2. Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem yang mencakup perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*Software*).

a. Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama sebagai berikut:

1. Sensor gas MQ-137 untuk mendeteksi kadar gas amonia dalam kandang ayam.
2. Sensor gas MQ-135 untuk mendeteksi kadar gas karbon dioksida dalam kandang ayam.
3. Mikrokontroler ESP32 sebagai penghubung utama yang mengintegrasikan sensor-sensor dan koneksi Wi-Fi.
4. LCD 16x2 sebagai tampilan lokal untuk menampilkan nilai dan status kondisi udara
5. *Buzzer* untuk memberikan indikator suara jika kualitas udara di kandang ayam melebihi ambang batas yang ditentukan.

b. Perancangan Perangkat Lunak

Pemrograman mikrokontroler ESP32 menggunakan bahasa pemrograman Arduino IDE untuk membaca data dari sensor gas dan mengatur pengiriman data ke platform *IoT*. Sistem ini juga terintegrasi dengan aplikasi Telegram untuk memberikan notifikasi

otomatis kepada peternak saat kualitas udara tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan.

3. Implementasi Sistem

Tahap ini merupakan proses realisasi dari rancangan yang telah dibuat. Seluruh komponen perangkat keras dirakit sesuai dengan desain rangkaian yang telah disusun. Setelah itu, program diunggah ke mikrokontroler ESP32 agar sistem dapat berjalan sesuai spesifikasi yang telah ditetapkan, yaitu memantau kualitas udara secara otomatis dan mengirimkan data ke aplikasi Telegram.

4. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan mengambil beberapa sampel data kualitas udara di kandang ayam. Nilai keluaran sensor MQ-137 dan MQ-135 dicatat, kemudian disesuaikan secara sederhana berdasarkan kurva dan informasi pada datasheet serta batas kadar NH_3 dan CO_2 yang diperoleh dari literatur. Pada tahap ini, kalibrasi dilakukan dengan membandingkan respon sensor pada kondisi udara yang relatif bersih dan pada kondisi kandang yang mulai berbau menyengat atau pengap. Jika tersedia alat ukur standar (seperti gas *detector* dari laboratorium), kalibrasi juga dapat dilengkapi dengan perbandingan pembacaan antara sensor dan alat standar tersebut untuk melihat kedekatan nilai bacaan. Pengujian ini bertujuan untuk melihat konsistensi respon sensor dan kestabilan sistem dalam membedakan perubahan kualitas udara (aman, waspada, berbahaya), bukan untuk

mendapatkan nilai konsentrasi gas yang sangat presisi seperti pada alat ukur laboratorium.

5. Evaluasi Hasil

Evaluasi hasil dilakukan dengan melihat dan membandingkan pembacaan sensor MQ-137 dan MQ-135 dengan kondisi nyata di kandang ayam, serta dengan alat ukur pembanding jika tersedia. Fokus evaluasi ini adalah memastikan bahwa sensor dapat membaca perubahan kadar gas secara stabil dan memberikan informasi yang cukup dapat dipercaya untuk membedakan kondisi udara aman, waspada, dan berbahaya. Jika nilai pembacaan sensor mendekati atau searah dengan tren yang ditunjukkan oleh alat pembanding dan kondisi nyata di kandang, maka sistem dianggap bekerja dengan baik. Hasil evaluasi ini menjadi dasar untuk menilai apakah alat sudah layak digunakan sebagai alat bantu pemantauan kualitas udara di kandang ayam atau masih memerlukan penyempurnaan lebih lanjut.

1.7 Daftar Istilah dan Singkatan

Dengan melihat ruang lingkup penelitian yang akan dilakukan, di bawah ini akan dijelaskan istilah-istilah dan singkatan yang terkait dengan penelitian ini. Definisi dari masing-masing istilah dan singkatan dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Daftar Istilah dan Singkatan

Istilah	Singkatan	Arti
<i>Internet of Things</i>	<i>IoT</i>	Teknologi yang memungkinkan perangkat fisik terhubung dan berkomunikasi melalui internet untuk bertukar data secara otomatis.
Gas Amonia	NH ₃	Gas berbahaya yang dihasilkan dari proses dekomposisi kotoran hewan, yang dapat memengaruhi kualitas udara di kandang ayam.
arbon Dioksida	CO ₂	Gas yang dihasilkan oleh respirasi ayam dan pembakaran lainnya, berbahaya jika konsentrasinya terlalu tinggi di kandang ayam.
Mikrokontroler ESP32	ESP32	Mikrokontroler berbasis Wi-Fi yang digunakan untuk menghubungkan sensor ke internet dan mengirimkan data secara <i>real-time</i> .

Aplikasi Telegram	Telegram	Aplikasi pesan yang digunakan untuk mengirimkan notifikasi secara otomatis dari sistem ke peternak melalui perangkat mobile.
Sensor Gas MQ-135	MQ-135	Sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi kualitas udara, termasuk gas amonia dan CO ₂ di kandang ayam.
<i>Buzzer</i>	BZR	Alat pemberi indikator suara yang digunakan dalam sistem untuk memberi peringatan kepada peternak ketika kualitas udara di kandang ayam melebihi batas yang ditentukan.

1.8 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metodologi penelitian, daftar istilah dan singkatan, serta sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini memuat teori-teori dasar yang mendukung penelitian, meliputi konsep *Internet of Things (IoT)*, prinsip kerja sensor cahaya dan sensor berat, fungsi mikrokontroler ESP32, serta penelitian terdahulu yang relevan beserta tabel perbandingan (state of the art).

BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini menjelaskan tentang skema perancangan perangkat keras dan *flowchart* program.

BAB IV IMPLEMENTASI SISTEM

Bab ini mencakup konstruksi sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian awal sistem yang telah dibuat.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS HASIL

Pada bab ini, akan dibahas hasil pengujian sistem, analisis data, serta evaluasi terhadap kinerja sistem yang telah diimplementasikan.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang dilakukan, serta saran

untuk penelitian selanjutnya dan penerapan sistem di masyarakat.