

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri peternakan, terutama dalam sektor sapi potong dan sapi perah, memainkan peranan krusial dalam memenuhi kebutuhan pangan nasional, seperti daging dan susu. Dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya konsumsi pangan yang bergizi dan perbaikan kondisi ekonomi, permintaan terhadap produk peternakan terus mengalami kenaikan setiap tahunnya (Zulkarnain, 2024). Namun, peningkatan permintaan tersebut belum sepenuhnya diimbangi dengan kemampuan produksi dalam negeri. Data menunjukkan bahwa produksi daging sapi di Indonesia mengalami fluktuasi: dari 518.484 ton pada tahun 2016 menjadi 486.319 ton di 2017, lalu naik kembali menjadi 497.971 ton di tahun 2018. Sementara populasi sapi potong hanya naik tipis dari 16,4 juta ekor di 2017 menjadi 17,1 juta ekor di 2019 (Murti et al., 2021).

Menurut penelitian oleh (Erlina, 2017), penumpukan kotoran dari sapi bisa menyebabkan akumulasi gas amonia di sekitar kandang, yang berdampak negatif pada kesehatan dari sapi, seperti iritasi mata dan gangguan saluran pernapasan. Hal ini juga diperkuat oleh (Gofur et al., 2021) yang menekankan bahwa peningkatan kadar gas amonia di kandang sapi perah dapat mempengaruhi kualitas udara, yang berisiko terhadap kesehatan ternak dan manusia. Dalam penelitian mereka, sistem monitoring gas amonia (NH_3) diterapkan untuk mendeteksi perubahan kadar amonia dan menjaga kualitas udara tetap optimal di kandang sapi. Gas amonia yang

terakumulasi bisa mengarah pada gangguan pernapasan, bahkan kematian pada sapi jika konsentrasi gas melebihi ambang batas yang aman.

Menurut (Ensley, 2020) dalam buku *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, paparan karbon monoksida pada sapi dapat menyebabkan hipoksia jaringan, karena gas ini mengikat hemoglobin lebih kuat dibandingkan oksigen, sehingga mengganggu distribusi oksigen dalam tubuh hewan. Kondisi ini berisiko menyebabkan lethargy, penurunan produktivitas, dan bahkan kematian pada kasus akut. Penelitian ini menekankan pentingnya pemantauan gas CO dalam sistem ventilasi peternakan modern untuk menjaga kesehatan ternak.

Selain itu, gas metana (CH_4) yang dihasilkan dari aktivitas peternakan merupakan salah satu penyebab pencemaran udara di sekitar kandang. Gas ini tidak hanya berkontribusi terhadap perubahan iklim global sebagai gas rumah kaca, tetapi juga menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia. Menurut (Pravangasta et al., 2018), keberadaan gas metana dalam peternakan dapat menyebabkan gangguan kesehatan mual, serta memperburuk kualitas udara di lingkungan peternakan. Selain membahayakan pekerja, akumulasi gas metana juga meningkatkan risiko terhadap keberlanjutan ekosistem karena masa bertahannya yang cukup lama di atmosfer.

Penerapan teknologi *Internet of Things (IoT)* dan *fuzzy system* dalam pengelolaan kondisi kandang sapi dapat menjadi solusi efektif untuk menjaga kualitas lingkungan peternakan. Sebuah studi oleh (Pratama et al., 2023) menunjukkan bahwa integrasi sistem otomatis berbasis IoT dan logika fuzzy mampu memantau serta mengendalikan kondisi kandang secara *real-time*, termasuk

kelembaban dan akumulasi kotoran, sehingga peternak dapat mengambil tindakan tepat secara efisien untuk mencegah pencemaran dan menjaga kebersihan lingkungan kandang. Selain itu, (Erlina, 2017) mengembangkan sistem monitoring suhu, kelembaban, dan gas amonia pada kandang sapi berbasis IoT, yang memungkinkan pemantauan kondisi kandang secara *real-time*.

Melihat dampak serius gas berbahaya seperti amonia, metana, dan karbon monoksida terhadap kesehatan ternak dan lingkungan sekitar, diperlukan sistem yang mampu melakukan deteksi dini dan respons cepat secara otomatis. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem smart monitoring kandang sapi berbasis IoT dengan dukungan metode *fuzzy system*, menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor gas MQ-series, serta diintegrasikan dengan platform Blynk untuk pemantauan *real-time* dan notifikasi peringatan. Dengan sistem ini, peternak dapat mengantisipasi bahaya lebih cepat, meningkatkan kualitas udara kandang, dan menciptakan lingkungan peternakan yang lebih sehat, aman, dan produktif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan penelitian sebelumnya diatas, maka terdapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Kadar gas berbahaya seperti amonia (NH_3), metana (CH_4), dan karbon monoksida (CO) di lingkungan kandang sapi berpotensi melebihi ambang batas aman, namun saat ini belum tersedia sistem pemantauan otomatis yang dapat mendeteksi kondisi tersebut secara *real-time*.

2. Belum ada sistem peringatan dini berbasis notifikasi otomatis yang dapat memberikan informasi langsung kepada peternak ketika kualitas udara gas amonia, metana, serta karbon monoksida di kandang berada pada tingkat yang membahayakan ternak dan manusia.
3. Tidak tersedia sistem klasifikasi tingkat bahaya gas berdasarkan data sensor, baik secara individu maupun gabungan, sehingga peternak kesulitan menilai tingkat risiko secara cepat, objektif, dan menyeluruh dalam pengambilan keputusan.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus dan arah yang jelas dalam penelitian ini, ditetapkan beberapa batasan sebagai berikut:

1. Sistem hanya menggunakan sensor MQ-135 untuk mendeteksi gas amonia (NH_3), MQ-4 untuk mendeteksi gas metana (CH_4), dan MQ-7 untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO). Sensor gas lainnya seperti CO_2 atau H_2S tidak digunakan.
2. Mikrokontroler yang digunakan terbatas pada ESP32, dengan platform Blynk sebagai media pemantauan data sensor dan pengiriman notifikasi secara *real-time*.
3. Sistem hanya memberikan peringatan dalam bentuk LED indikator, buzzer, dan notifikasi pada aplikasi Blynk dan Website *SmartENose*. Tidak ada mekanisme otomatis untuk menetralsir gas dalam penelitian ini.

4. Penerapan metode fuzzy hanya digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat bahaya gas berdasarkan data sensor secara *real-time*, tanpa prediksi atau pembelajaran mesin lanjutan.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengembangkan sistem pemantauan kualitas udara di kandang sapi secara *real-time* berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 dan sensor MQ-135, MQ-4, dan MQ-7 untuk mendeteksi kadar gas amonia (NH_3), metana (CH_4), dan karbon monoksida (CO).
2. Merancang sistem peringatan dini otomatis yang dapat memberikan notifikasi melalui indikator LED, buzzer, serta Website *SmartENose* apabila konsentrasi salah satu atau lebih dari gas yang terdeteksi telah melebihi ambang batas yang ditentukan.
3. Menerapkan metode logika fuzzy berbasis Sugeno untuk mengklasifikasikan tingkat bahaya gas, baik secara individu maupun gabungan, sehingga sistem dapat menampilkan level risiko yang jelas, cepat, dan akurat untuk mendukung pengambilan keputusan peternak.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Meningkatkan kualitas udara di kandang sapi melalui sistem pemantauan gas berbahaya secara *real-time*, sehingga lingkungan kandang menjadi lebih sehat dan nyaman bagi ternak.
2. Memudahkan pemilik atau petugas kandang dalam memantau kondisi udara dari jarak jauh melalui aplikasi Blynk, sehingga dapat mengambil tindakan pencegahan lebih cepat dan tepat saat terjadi lonjakan kadar gas amonia, metana, atau karbon monoksida.
3. Mengurangi risiko gangguan kesehatan pada ternak, seperti gangguan pernapasan akibat paparan gas beracun, yang dapat berdampak pada produktivitas dan kesejahteraan hewan.
4. Memberikan solusi otomatis dan efisien dalam mendeteksi gas berbahaya dibandingkan metode pemantauan manual, sehingga meningkatkan keselamatan petugas kandang dari potensi paparan langsung.
5. Menjadi referensi pengembangan lebih lanjut dalam penerapan teknologi IoT dan *fuzzy system* untuk pemantauan kualitas lingkungan, khususnya dalam bidang peternakan yang berorientasi pada kesehatan dan produktivitas ternak.

1.6 Metode Penelitian

1.6.1 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan dua pendekatan utama dalam pengumpulan data, yaitu:

1. Studi Literatur

Peneliti melakukan pencarian dan kajian terhadap berbagai referensi ilmiah yang relevan, seperti jurnal, buku, serta laporan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan *Internet of Things*, sensor gas (MQ Series), serta metode *fuzzy system*. Studi literatur ini dilakukan untuk memperkuat landasan teori dan memberikan gambaran teknis sebelum sistem dirancang dan diimplementasikan.

2. Studi Lapangan dan Eksperimen

Penelitian dilakukan secara langsung di lingkungan peternakan dengan mengimplementasikan sistem monitoring gas berbasis IoT. Peneliti melakukan pengumpulan data sensor gas dari kandang sapi, kemudian menguji sistem secara fungsional, termasuk pengujian terhadap fitur notifikasi, LED, buzzer, serta perhitungan output fuzzy. Data hasil pengujian digunakan untuk mengevaluasi performa sistem dan kesesuaian hasil inferensi fuzzy terhadap kondisi sebenarnya.

1.6.2 Metode Pengembangan Sistem

Dalam penelitian ini, sistem dikembangkan di lingkungan peternakan sapi HM untuk memastikan implementasi teknologi dapat diterapkan secara nyata dan relevan. Pendekatan yang digunakan bersifat praktis dan berorientasi langsung pada pengumpulan data lapangan, bukan hanya berupa simulasi atau rancangan prototipe.

Metode pengembangan sistem diawali dengan identifikasi kebutuhan, yaitu menentukan perangkat keras yang diperlukan seperti mikrokontroler ESP32, sensor gas MQ-135, MQ-4, dan MQ-7, serta perangkat lunak seperti Arduino IDE untuk pemrograman, platform Blynk dan website *SmartENose* sebagai media monitoring. Setelah kebutuhan sistem dirumuskan, dilakukan perancangan arsitektur sistem secara menyeluruh, mencakup skema rangkaian perangkat keras, logika kontrol, serta penentuan parameter logika fuzzy untuk klasifikasi tingkat bahaya gas.

Tahap berikutnya adalah implementasi sistem secara langsung di lokasi kandang sapi. Sistem dirakit dan dipasang pada titik-titik strategis untuk memantau kadar gas amonia, metana, dan karbon monoksida. Data yang dikumpulkan dari sensor kemudian dianalisis dan ditampilkan secara *real-time* melalui aplikasi Blynk. Selain itu, sistem juga memberikan peringatan melalui indikator LED dan buzzer apabila terdeteksi gas dalam jumlah melebihi ambang batas. Logika fuzzy yang diterapkan menggunakan pendekatan *Fuzzy Sugeno* untuk mengelompokkan kondisi lingkungan ke dalam kategori “aman”, “waspada”, atau “bahaya”.

Hasil dari implementasi ini kemudian dievaluasi berdasarkan akurasi sistem dalam mendeteksi gas, keandalan dalam memberikan peringatan dini, serta kesesuaian hasil logika fuzzy dengan kondisi nyata di kandang. Pendekatan langsung di lapangan ini diharapkan mampu menghasilkan sistem monitoring yang efektif, responsif, dan sesuai dengan kebutuhan pemantauan kualitas udara dalam lingkungan Kandang sapi.

1.7 Sistematika Penulisan

Penyusunan sistematika penulisan dilakukan untuk memahami alur penulisan sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan, dengan rincian sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Membahas teori-teori yang menjadi dasar dari penelitian, termasuk konsep *Internet of Things (IoT)*, sensor gas, *fuzzy system*, dan perangkat keras atau perangkat lunak yang digunakan.

BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Menjelaskan rancangan sistem secara menyeluruh mulai dari diagram alir, arsitektur sistem, hingga perancangan logika fuzzy yang akan digunakan.

BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Membahas proses implementasi sistem, hasil pengujian fungsionalitas sistem, serta analisis hasil pengujian terhadap data sensor dan hasil output fuzzy.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk pengembangan lebih lanjut di masa mendatang.