



Design and Development of an Automated Smart Chicken Coop Using a Microcontroller for Optimizing Livestock Environment and Health

Rancang Bangun Automasi Kandang Ayam Cerdas Menggunakan Mikrokontroler Untuk Optimasi Lingkungan Dan Kesehatan Ternak

Fauzan Hidayatullah¹, Rabby Nazli², Widya Febrina³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, Indonesia
E-mail : fauzanchano6@gmail.com¹, rabbynazli@gmail.com², widyafebrina92@gmail.com³

Abstract

Manual management of broiler house environmental conditions has limitations in detecting microclimate changes rapidly and continuously. This study aims to develop a microcontroller-based smart broiler house automation system to support environmental optimization and livestock health. The study employed the Research and Development method using the ADDIE model, consisting of analysis, design, development, implementation, and evaluation. The system integrates an ESP32, DHT22 sensor, MQ135 sensor, and load cell with an Internet of Things (IoT)-based monitoring system. The results showed that the system maintained the temperature at 30–32 °C and controlled humidity within 68–78%. The DHT22 sensor achieved 99.81% accuracy with an error of 0.19%. The system also monitored air quality changes and feed availability and automatically controlled the actuators. The developed automation system effectively supports real-time monitoring and environmental control in broiler houses.

Article Information

Article History:

*Received: 23/07/2026
First Revised: 20/08/2026
Accepted: 26/09/2026
Publication Date: 27/09/2026*

Keywords:

*Broiler House Automation;
Broiler Chickens; Internet Of
Things; ESP32; Environmental
Monitoring*



Copyright (c) 2026 Fauzan Hidayatullah, Rabby Nazli,
Widya Febrina

Abstrak

Pengelolaan kondisi lingkungan kandang ayam broiler secara manual memiliki keterbatasan dalam mendeteksi perubahan iklim mikro secara cepat dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem automasi kandang ayam cerdas berbasis mikrokontroler untuk mendukung optimasi lingkungan dan kesehatan ternak. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* dengan model ADDIE melalui tahapan *analysis, design, development, implementation*, dan *evaluation*. Sistem mengintegrasikan ESP32, sensor DHT22, MQ135, dan *load cell* dengan sistem monitoring berbasis *Internet of Things*. Hasil pengujian menunjukkan suhu kandang dapat dipertahankan pada kisaran 30–32 °C dan kelembapan menjadi lebih terkendali pada rentang 68–78%. Sensor DHT22 memperoleh akurasi 99,81% dengan *error* 0,19%. Sistem juga mampu memantau perubahan kualitas udara dan ketersediaan pakan serta mengendalikan aktuator secara otomatis. Sistem automasi yang dikembangkan mampu meningkatkan efektivitas monitoring dan pengendalian lingkungan kandang ayam broiler.



Copyright (c) 2026 Fauzan Hidayatullah, Rabby Nazli, Widya Febrina

Artikel Info

Riwayat Artikel:

Diterima: 23/07/2026

Direvisi: 20/08/2026

Disetujui: 26/09/2026

Dipublikasikan: 27/09/2026

Kata Kunci:

Automasi Kandang; Ayam Broiler; Internet Of Things; ESP32; Monitoring Lingkungan

1. Pendahuluan

Peternakan unggas memiliki peran penting dalam mendukung pemenuhan kebutuhan protein hewani masyarakat. Salah satu komoditas yang banyak dikembangkan adalah ayam broiler karena mempunyai laju pertumbuhan cepat, efisiensi pemanfaatan pakan yang tinggi, serta periode pemeliharaan relatif singkat. Karakteristik tersebut menjadikan ayam broiler mampu memenuhi kebutuhan pasar dalam waktu yang lebih cepat. Namun, keberhasilan pemeliharaan tidak hanya ditentukan oleh kualitas bibit dan pakan, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan kandang. Pengelolaan lingkungan yang sesuai menjadi faktor penting dalam menjaga kesehatan, kenyamanan, dan produktivitas ayam broiler (Sunarno & Nagari, 2022).

Ayam broiler memiliki tingkat metabolisme yang tinggi untuk mendukung pertumbuhan dan pembentukan jaringan tubuh dalam waktu singkat. Kondisi fisiologis tersebut menyebabkan ternak lebih sensitif terhadap perubahan lingkungan, terutama suhu dan kelembapan. Lingkungan yang tidak sesuai dapat memicu stres termal, mengganggu metabolisme, menurunkan respons imun, dan meningkatkan risiko kematian (Sunarno & Nagari, 2022). Dampak perubahan lingkungan juga dapat diamati melalui perilaku ternak, seperti menurunnya aktivitas, perubahan konsumsi pakan, dan meningkatnya kecenderungan ayam untuk diam. Perubahan perilaku tersebut dapat menjadi indikator awal adanya ketidaknyamanan atau tekanan lingkungan pada ayam broiler (Pratama & Candra, 2024).

Kondisi lingkungan yang secara langsung dirasakan ternak dikenal sebagai iklim mikro kandang. Iklim mikro meliputi suhu, kelembapan, sirkulasi udara, dan kualitas udara. Perubahan suhu dan kelembapan yang tidak terkendali dapat memengaruhi kenyamanan, pertumbuhan, bobot badan, serta efisiensi konversi pakan ayam broiler (Pratama & Candra, 2024a). Selain itu, penguraian kotoran ternak dapat menghasilkan gas amonia (NH₃) yang berpotensi terakumulasi apabila sirkulasi udara tidak berjalan dengan baik. Konsentrasi

amonia yang tinggi dapat menurunkan kualitas udara serta mengganggu kesehatan saluran pernapasan dan performa produksi ternak (Budiawan et al., 2025; Pratama & Candra, 2024). Oleh karena itu, suhu, kelembapan, dan kualitas udara perlu dikendalikan secara terintegrasi untuk menciptakan lingkungan pemeliharaan yang mendukung kesejahteraan ayam broiler (Jannah et al., 2020; Pratama & Candra, 2024a; Ramadhan et al., 2025).

Kondisi lingkungan kandang perlu dipertahankan pada rentang yang sesuai dengan kebutuhan ternak. Suhu ideal kandang ayam broiler berada pada kisaran 27–32 °C dengan kelembapan 50–70%, sedangkan kadar amonia perlu dipertahankan di bawah 25 ppm (Sukma et al., 2025). Parameter tersebut dapat berubah akibat kondisi cuaca, jumlah ternak, aktivitas ayam, sirkulasi udara, dan akumulasi kotoran. Perubahan lingkungan dapat berlangsung dalam waktu relatif cepat sehingga membutuhkan pemantauan secara berkelanjutan agar kondisi yang tidak sesuai dapat diketahui lebih dini.

Pada sistem peternakan konvensional, pemantauan lingkungan kandang masih banyak dilakukan secara manual menggunakan alat ukur sederhana pada interval waktu tertentu. Metode tersebut hanya menggambarkan kondisi kandang ketika pemeriksaan dilakukan, sehingga perubahan suhu, kelembapan, atau kualitas udara yang terjadi di antara waktu pengukuran berpotensi terlambat diketahui (Suryanto & Nur Ariefin, 2023). Selain itu, tindakan pengendalian seperti mengaktifkan kipas atau pemanas masih bergantung pada keberadaan pengelola kandang. Kondisi ini menyebabkan proses pengawasan dan pengendalian kurang responsif terhadap perubahan lingkungan yang terjadi secara cepat.

Permasalahan pengelolaan lingkungan kandang semakin relevan seiring dengan perkembangan usaha peternakan unggas. Data Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Kabupaten Lima Puluh Kota menunjukkan bahwa jumlah usaha peternakan unggas meningkat dari 33.491 unit pada tahun 2021 menjadi 35.852 unit pada tahun 2023. Peningkatan tersebut mencakup peternakan ayam broiler skala kecil hingga menengah yang sebagian masih menerapkan pengelolaan kandang secara konvensional. Dari aspek ekonomi, biaya produksi ayam broiler dapat mencapai sekitar Rp162.319.201 dalam satu periode pemeliharaan atau setara Rp33.420 per ekor (Amelia Putri et al., 2021). Kondisi lingkungan yang tidak terkelola secara optimal berpotensi meningkatkan kematian ternak, mengganggu pertumbuhan, dan menurunkan efisiensi produksi sehingga dapat memberikan dampak ekonomi bagi peternak.

Perkembangan teknologi elektronika dan sistem kendali memberikan peluang untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan kandang melalui penerapan automasi. Sistem automasi mengintegrasikan sensor, mikrokontroler, dan aktuator untuk melakukan pemantauan serta pengendalian lingkungan berdasarkan logika yang telah diprogram. Data dari sensor diproses oleh mikrokontroler dan dibandingkan dengan nilai ambang (*threshold*) yang telah ditentukan. Ketika kondisi lingkungan berada di luar batas tersebut, sistem dapat mengaktifkan aktuator untuk membantu menstabilkan kondisi kandang (Pratama & Candra, 2024; Suryanto & Nur Ariefin, 2023). Pendekatan ini memungkinkan sistem memberikan respons terhadap perubahan lingkungan tanpa selalu menunggu tindakan manual dari pengelola.

Kipas ventilasi dan lampu pemanas dapat dimanfaatkan sebagai aktuator untuk membantu mengendalikan iklim kandang. Kipas mendukung sirkulasi udara dan membantu menurunkan suhu ketika kondisi kandang melebihi batas yang ditentukan, sedangkan lampu pemanas digunakan untuk mempertahankan suhu ketika lingkungan berada di bawah kebutuhan ternak (Andini et al., 2024). Pengendalian aktuator berdasarkan data sensor memungkinkan tindakan dilakukan sesuai kondisi aktual kandang sehingga sistem dapat memberikan respons secara lebih cepat.

Kemampuan sistem automasi dapat dikembangkan melalui penerapan *Internet of Things* (IoT). Teknologi IoT memungkinkan perangkat fisik terhubung melalui jaringan internet untuk mengumpulkan, mengirimkan, dan mempertukarkan data secara otomatis (Al-Fuqaha et al., 2015). Sistem IoT melibatkan perangkat sebagai pengumpul data, jaringan sebagai media

komunikasi, serta aplikasi sebagai antarmuka pemantauan bagi pengguna (Farhan & Said, 2025). Dalam peternakan ayam broiler, penerapan IoT memungkinkan data kondisi kandang dipantau secara kontinu dan *real time*, sehingga pengelola dapat memperoleh informasi aktual tanpa harus selalu berada di lokasi kandang (Suryanto & Nur Ariefin, 2023). Sistem juga dapat dikembangkan untuk menyimpan data historis dan memberikan notifikasi ketika terjadi kondisi yang tidak normal (Hanafi & Suharjo, 2025).

Mikrokontroler ESP32 dapat digunakan sebagai unit kendali sistem automasi berbasis IoT karena mempunyai kemampuan pemrosesan data dan konektivitas Wi-Fi terintegrasi. ESP32 mampu menerima data sensor, memproses hasil pembacaan berdasarkan logika kontrol, serta memberikan perintah kepada aktuator (Andini et al., 2024). Hasil pengukuran juga dapat dikirimkan melalui jaringan internet menuju aplikasi monitoring sehingga kondisi kandang dapat dipantau dari jarak jauh (Rohman & Isnaini, 2025). Kemampuan tersebut mendukung integrasi fungsi monitoring dan pengendalian dalam satu sistem.

Sensor berperan dalam menyediakan informasi kondisi lingkungan sebagai dasar pengambilan keputusan sistem. Sensor suhu dan kelembapan digunakan untuk mendeteksi perubahan iklim, sedangkan sensor gas dapat dimanfaatkan untuk mengetahui perubahan kualitas udara yang berkaitan dengan keberadaan amonia (Rohman & Isnaini, 2025; Susatyo & Fitrianto, 2021). Integrasi sensor dengan aktuator memungkinkan sistem bekerja secara otomatis dan responsif terhadap perubahan kondisi kandang (Farhan & Said, 2025). Selain parameter lingkungan, ketersediaan pakan juga dapat dipantau menggunakan sensor *load cell* untuk memberikan informasi berat pakan pada wadah secara otomatis. Pemantauan tersebut dapat membantu pengelola mengetahui kondisi persediaan pakan tanpa selalu melakukan pemeriksaan langsung.

Sejumlah penelitian telah menerapkan mikrokontroler dan Internet of Things (IoT) untuk mendukung pengelolaan lingkungan kandang ayam. Farhan dan Said (2025) serta Suryanto dan Nur Ariefin (2023) mengembangkan sistem yang dapat memantau suhu dan kelembapan kandang secara *real time* serta mendukung pengendalian perangkat berdasarkan kondisi lingkungan. Penelitian lainnya memanfaatkan sensor dan aktuator untuk merespons perubahan kondisi kandang dan mengurangi ketergantungan terhadap pengawasan manual (Pratama & Candra, 2024a; Sunarno & Nagari, 2022). Meskipun telah memberikan kontribusi dalam penerapan otomasi pada peternakan, penelitian-penelitian tersebut masih memiliki cakupan fungsi yang terbatas pada parameter atau mekanisme tertentu. Monitoring suhu dan kelembapan belum secara bersamaan diintegrasikan dengan pemantauan kualitas udara dan ketersediaan pakan dalam satu sistem, serta belum seluruhnya menghubungkan hasil monitoring berbagai parameter tersebut dengan mekanisme pengendalian otomatis yang terintegrasi.

Kondisi tersebut menunjukkan adanya *research gap*, yaitu belum optimalnya integrasi antara pemantauan kondisi lingkungan dan kebutuhan pakan dengan pengendalian otomatis dalam satu platform IoT. Sistem yang hanya memantau suhu dan kelembapan, misalnya, dapat memberikan informasi kondisi iklim, tetapi belum memberikan gambaran yang menyeluruh mengenai kualitas udara dan ketersediaan pakan. Demikian pula, pemantauan kualitas udara atau ketersediaan pakan secara terpisah belum memungkinkan sistem melakukan respons otomatis berdasarkan kombinasi kondisi lingkungan dan kebutuhan ternak. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mengintegrasikan berbagai parameter tersebut agar proses monitoring dan pengendalian kandang dapat dilakukan secara lebih terpadu.

Berdasarkan *research gap* tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem automasi kandang ayam cerdas berbasis ESP32 dan IoT yang mengintegrasikan monitoring suhu, kelembapan, kualitas udara, dan ketersediaan pakan dalam satu platform. Data yang diperoleh dari masing-masing sensor digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan untuk mengendalikan perangkat secara otomatis, khususnya kipas ventilasi dan lampu pemanas, sesuai dengan kondisi lingkungan kandang. Ketersediaan pakan juga dipantau menggunakan

sensor *load cell* sehingga kondisi persediaan pakan dapat diketahui tanpa pemeriksaan manual secara langsung.

Novelty penelitian ini terletak pada integrasi empat parameter utama, yaitu suhu, kelembapan, kualitas udara, dan ketersediaan pakan, dengan mekanisme pengendalian otomatis dalam satu sistem berbasis ESP32 dan IoT. Dengan integrasi tersebut, sistem tidak hanya berfungsi sebagai perangkat monitoring, tetapi juga mampu memberikan respons otomatis terhadap perubahan kondisi kandang. Pendekatan ini membedakan sistem yang dikembangkan dari penelitian terdahulu yang cenderung berfokus pada pemantauan atau pengendalian parameter tertentu secara terpisah. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menganalisis kinerja sistem automasi berbasis mikrokontroler dalam mendukung optimasi lingkungan dan kesehatan ayam broiler.

2. Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan di lingkungan Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh pada Februari hingga Juni 2026. Pengembangan dan pengujian dilakukan menggunakan prototipe kandang ayam broiler skala laboratorium sebagai simulasi kondisi lingkungan kandang. Perancangan sistem didasarkan pada hasil observasi kondisi pengelolaan kandang, konsultasi dengan pihak terkait, dan kajian literatur mengenai kebutuhan mikroklimat ayam broiler. Penelitian difokuskan pada pengembangan sistem monitoring dan automasi lingkungan kandang berbasis mikrokontroler untuk mendukung pengelolaan kondisi lingkungan ternak. Materi skripsi ini memang menetapkan prototipe skala laboratorium sebagai lingkungan pengembangan dan pengujian sistem.

2.1 Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan metode pengembangan ADDIE yang terdiri atas *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Metode ADDIE dipilih karena menyediakan tahapan pengembangan yang sistematis dan terstruktur, mulai dari identifikasi kebutuhan hingga evaluasi kinerja sistem automasi kandang ayam broiler (Ade Rahayu, 2025). Tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

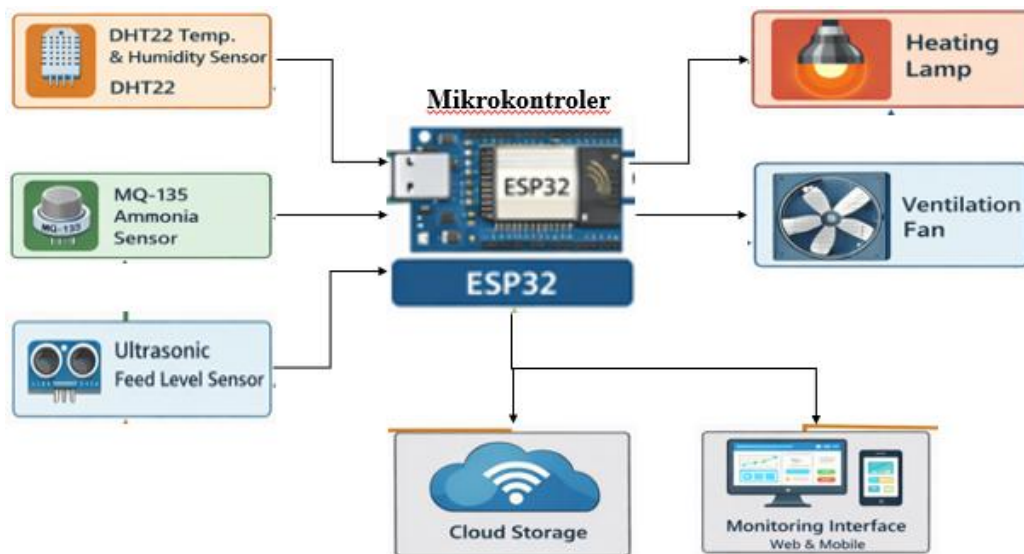


Gambar 1. Metode Addie

Tahap *analysis* dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan sistem berdasarkan hasil observasi, konsultasi, serta kajian literatur. Analisis difokuskan pada kondisi suhu, kelembapan, dan kadar gas amonia serta keterbatasan pemantauan lingkungan kandang

secara manual. Pada tahap ini juga ditentukan kebutuhan fungsional dan nonfungsional, perangkat keras, perangkat lunak, serta karakteristik prototipe kandang sebagai lingkungan pengujian sistem (Pratama & Candra, 2024a; Suryanto & Nur Ariefin, 2023). Fokus analisis kebutuhan tersebut sesuai dengan uraian prosedur penelitian pada naskah skripsimu.

Tahap *design* mencakup perancangan arsitektur sistem, rangkaian perangkat, alur komunikasi data, dan logika pengendalian otomatis. ESP32 digunakan sebagai pusat kendali untuk menerima dan mengolah data sensor lingkungan. Data hasil pengukuran digunakan sebagai dasar pengendalian kipas ventilasi dan lampu pemanas berdasarkan nilai ambang yang telah ditentukan. Perancangan komunikasi data juga dilakukan agar hasil monitoring dapat dikirimkan melalui sistem berbasis IoT secara *real time* (Dias et al., 2022; Rohman & Isnaini, 2025). Arsitektur sistem ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur Sistem

Tahap *development* merupakan proses realisasi rancangan melalui perakitan komponen elektronik dan pemrograman sistem. Sensor diintegrasikan dengan ESP32 sebagai perangkat input, sedangkan kipas ventilasi dan lampu pemanas digunakan sebagai aktuator. Program dikembangkan agar sistem mampu membaca data sensor, memproses nilai berdasarkan logika pengendalian, mengirimkan data monitoring, dan memberikan respons otomatis terhadap perubahan kondisi lingkungan kandang (Farhan & Said, 2025; Rohman & Isnaini, 2025; Suryanto & Nur Ariefin, 2023). Proses pengembangan perangkat keras dan logika kontrol tersebut dijelaskan dalam materi penelitianmu sebagai realisasi desain sistem.

Tahap *implementation* dilakukan dengan menerapkan sistem pada prototipe kandang ayam broiler skala laboratorium. Sistem dikalibrasi dan diuji untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca kondisi lingkungan serta respons aktuator terhadap perubahan suhu, kelembapan, dan kualitas udara. Pengujian prototipe digunakan sebagai simulasi awal untuk mengevaluasi kinerja sistem sebelum diterapkan pada kandang dengan skala yang lebih luas (Fahmi & Riyanti, 2022; Hidayat & Sari, 2021; Putri et al., 2022).

Tahap *evaluation* dilakukan untuk menilai akurasi sensor, kestabilan monitoring, dan kemampuan sistem kontrol otomatis dalam merespons perubahan kondisi lingkungan. Hasil pembacaan sensor dibandingkan dengan alat ukur acuan, sedangkan respons sistem dianalisis berdasarkan kemampuannya menjaga kondisi lingkungan sesuai nilai ambang yang telah ditetapkan. Hasil evaluasi digunakan untuk mengetahui kinerja dan keterbatasan sistem

sebagai dasar pengembangan selanjutnya (Ade Rahayu, 2025; Chand, 2025; Hidayat & Sari, 2021).

2.2 Alat dan Bahan

Perangkat penelitian terdiri atas komponen perangkat keras, perangkat lunak, dan bahan pendukung yang digunakan dalam pengembangan serta pengujian sistem. Spesifikasi alat dan bahan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

No.	Alat/Bahan	Fungsi
1	ESP32	Pusat pengolahan data dan pengendali sistem
2	Sensor suhu dan kelembapan	Mengukur kondisi suhu dan kelembapan kandang
3	Sensor gas amonia	Mendeteksi kualitas udara dan kadar gas amonia
4	Load cell dan HX711	Mengukur berat atau ketersediaan pakan
5	Relay	Mengendalikan aktuator berdasarkan perintah ESP32
6	Kipas ventilasi	Membantu sirkulasi udara dan pengendalian suhu
7	Lampu pemanas	Membantu mempertahankan suhu kandang
8	Power supply	Menyuplai daya listrik pada sistem
9	Prototipe kandang	Media simulasi pengujian sistem
10	Laptop/PC	Pemrograman dan pengolahan data
11	Arduino IDE	Pengembangan dan pengunggahan program ESP32
12	Platform IoT	Media monitoring data secara <i>real time</i>

2.3 Prosedur Kerja Sistem

Sistem dirancang untuk melakukan monitoring suhu, kelembapan, kadar gas amonia, dan ketersediaan pakan secara *real time*. Data hasil pembacaan sensor dikirimkan ke ESP32 untuk diproses dan dibandingkan dengan nilai *threshold* yang telah ditentukan berdasarkan kondisi lingkungan yang sesuai untuk pemeliharaan ayam broiler. Apabila nilai parameter berada di luar rentang yang ditetapkan, ESP32 menjalankan logika pengendalian untuk mengaktifkan atau menonaktifkan aktuator sesuai dengan kondisi yang terdeteksi. Kipas ventilasi digunakan untuk membantu menurunkan suhu dan meningkatkan sirkulasi udara, sedangkan lampu pemanas digunakan untuk meningkatkan suhu ketika kondisi kandang berada di bawah batas minimum. Selain itu, sensor *load cell* digunakan untuk mengukur berat pakan sehingga ketersediaan pakan dapat dipantau secara otomatis. Nilai ambang lingkungan yang digunakan sebagai acuan pengendalian sistem ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Threshold Lingkungan Kandang Ayam Broiler

Parameter	Nilai Minimum	Nilai Maksimum	Sumber
Suhu	28 °C	32 °C	(Sukma et al., 2025)
Kelembapan	60%	70%	(Farhan & Said, 2025)
Kadar gas amonia	0 ppm	25 ppm	(Suryanto & Nur Ariefin, 2023)

Pemilihan nilai *threshold* pada Tabel 2 didasarkan pada rentang kondisi lingkungan yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian terdahulu. Rentang suhu 28–32 °C digunakan untuk menjaga kondisi termal kandang agar tidak terlalu rendah maupun terlalu tinggi bagi ayam broiler (Sukma et al., 2025). Rentang kelembapan 60–70% digunakan sebagai batas kondisi kelembapan lingkungan kandang yang menjadi acuan sistem dalam mempertahankan kondisi yang sesuai bagi ternak (Farhan & Said, 2025). Sementara itu, kadar gas amonia dibatasi hingga 25 ppm berdasarkan acuan yang digunakan oleh Suryanto dan Nur Ariefin

(2023), karena peningkatan konsentrasi amonia perlu direspons melalui peningkatan ventilasi kandang.

Nilai *threshold* tersebut kemudian diterapkan dalam logika pengendalian otomatis pada ESP32. Untuk parameter suhu, apabila suhu kandang berada di bawah 28 °C, ESP32 mengaktifkan lampu pemanas untuk meningkatkan suhu kandang. Apabila suhu berada pada rentang 28–32 °C, lampu pemanas dan kipas ventilasi berada pada kondisi normal atau tidak diaktifkan berdasarkan logika pengendalian yang diterapkan. Apabila suhu melebihi 32 °C, ESP32 mengaktifkan kipas ventilasi untuk membantu menurunkan suhu kandang. Dengan demikian, pengendalian suhu dilakukan berdasarkan kondisi aktual yang terdeteksi oleh sensor.

Pada parameter kadar gas amonia, apabila konsentrasi amonia melebihi 25 ppm, ESP32 mengaktifkan kipas ventilasi untuk meningkatkan sirkulasi udara dan membantu mengurangi akumulasi gas di dalam kandang. Sebaliknya, apabila kadar amonia masih berada pada atau di bawah batas tersebut, kipas tidak diaktifkan berdasarkan parameter amonia. Untuk parameter kelembapan, nilai 60–70% digunakan sebagai rentang monitoring untuk mengetahui kondisi kelembapan kandang. Data kelembapan dikirimkan ke platform IoT sehingga kondisi lingkungan dapat dipantau secara *real time*. Sementara itu, sensor *load cell* digunakan untuk mengukur berat pakan pada wadah. Hasil pengukuran berat pakan dikirimkan ke sistem monitoring untuk memberikan informasi mengenai ketersediaan pakan.

Secara umum, alur pengendalian sistem dimulai dari pembacaan sensor oleh ESP32, pengolahan dan perbandingan nilai sensor dengan *threshold*, pengambilan keputusan berdasarkan kondisi parameter, kemudian pengiriman perintah kepada aktuator. Hasil monitoring selanjutnya dikirimkan melalui jaringan internet menuju platform pemantauan sehingga kondisi kandang dan status sistem dapat diamati secara *real time*. Integrasi tersebut memungkinkan sistem tidak hanya melakukan pemantauan kondisi kandang, tetapi juga memberikan respons otomatis terhadap perubahan parameter lingkungan.

2.4 Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian dikumpulkan melalui observasi, dokumentasi, dan hasil pembacaan sensor. Observasi dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi lingkungan dan kebutuhan sistem, sedangkan dokumentasi digunakan sebagai pendukung kegiatan pengembangan dan pengujian. Data kuantitatif diperoleh dari pembacaan suhu, kelembapan, dan kadar gas amonia secara *real time*, kemudian disimpan sebagai *dataset* untuk mengevaluasi kinerja sistem.

Analisis data dilakukan melalui uji validitas, efektivitas, dan efisiensi (Habibi & Zaky, 2025). Uji validitas dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap alat ukur acuan. Persentase kesalahan dan tingkat akurasi dihitung menggunakan Persamaan (1) dan (2):

$$\text{Error (\%)} = \text{Error} = \frac{|\text{Nilai Sistem} - \text{Nilai Acuan}|}{\text{Nilai Acuan}} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Akurasi (\%)} = 100\% - \text{Error (\%)} \dots\dots\dots (2)$$

Uji efektivitas digunakan untuk menilai kemampuan sistem dalam menjaga kondisi lingkungan pada rentang yang ditetapkan dan memberikan respons otomatis melalui aktuator (Susatyo & Fitrianto, 2021). Efektivitas dihitung menggunakan Persamaan (3):

$$\text{Efektivitas(\%)} = \frac{\text{Jumlah kondisi sesuai standar}}{\text{Jumlah seluruh pengamatan}} \times 100\%$$

Uji efisiensi dilakukan untuk menilai kemampuan sistem dalam mengurangi kebutuhan pemantauan dan pengendalian manual berdasarkan waktu, frekuensi intervensi pengguna, dan konsistensi pengelolaan kandang (Dias et al., 2022; Rohman & Isnaini, 2025). Efisiensi dihitung menggunakan Persamaan (4):

$$Efisiensi = \left(\frac{Output\ Aktual}{Output\ Standar} \right) \times (\%)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Implementasi Sistem Automasi Kandang

Penelitian ini menghasilkan sistem automasi kandang ayam broiler berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mengintegrasikan ESP32 sebagai pusat kendali dengan sensor DHT22, MQ135, dan *load cell*. Kipas ventilasi dan lampu pemanas digunakan sebagai aktuator untuk merespons perubahan kondisi lingkungan berdasarkan nilai ambang yang telah ditetapkan. Sistem diimplementasikan pada prototipe kandang skala laboratorium berukuran 130 × 70 × 60 cm. Hasil implementasi prototipe sistem ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Implementasi Sistem Automasi Kandang Ayam Broiler

Sistem melakukan pembacaan suhu, kelembapan, indikator kualitas udara, dan berat pakan secara berkala. Data sensor diproses oleh ESP32 untuk menentukan kondisi lingkungan dan status aktuator, kemudian dikirimkan melalui jaringan internet menuju Firebase Realtime Database. Hasil monitoring ditampilkan melalui dashboard secara *real time* dan disimpan sebagai data historis. Tampilan dashboard monitoring ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Dashboard Monitoring

Berdasarkan Gambar 4, informasi kondisi kandang dan status perangkat dapat diakses melalui dashboard tanpa melakukan pemeriksaan secara langsung di lokasi prototipe. Integrasi monitoring dan penyimpanan data memungkinkan perubahan kondisi lingkungan diamati secara berkelanjutan selama proses pengujian.

3.2 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan membandingkan kondisi lingkungan sebelum dan setelah sistem automasi diterapkan. Data hasil pengujian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Perbandingan kondisi lingkungan sebelum dan setelah penerapan sistem

Parameter	Sebelum Sistem	Setelah Sistem	Hasil
Suhu	21,8–33,6 °C	30–32 °C	Lebih stabil
Kelembapan	64,7–100%	68–78%	Lebih terkendali
Nilai MQ135	0,71–15,35	4–6	Lebih stabil
Monitoring	Manual	<i>Real time</i> berbasis IoT	Dapat dipantau jarak jauh
Pengendalian	Manual	Otomatis	Aktuator bekerja otomatis

Berdasarkan Tabel 3, penerapan sistem automasi mampu meningkatkan kestabilan kondisi lingkungan kandang serta mendukung monitoring dan pengendalian secara *real time*. Kipas ventilasi dan lampu pemanas bekerja berdasarkan hasil pembacaan sensor sehingga perubahan suhu dapat direspons secara otomatis.

3.3 Hasil Pengujian Sensor dan Aktuator

Pengujian DHT22 dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap termometer digital sebagai alat ukur acuan. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor DHT22

No.	Suhu Acuan (°C)	Rata-rata DHT22 (°C)	Error (%)	Akurasi (%)
1	30,0	30,15	0,50	99,50
2	31,0	31,00	0,00	100,00
3	32,0	31,95	0,16	99,84
4	33,0	33,05	0,15	99,85
5	34,0	33,95	0,15	99,85
Rata-rata	–	–	0,19	99,81

Berdasarkan Tabel 4, DHT22 memperoleh rata-rata *error* 0,19% dan akurasi 99,81%, sehingga mampu memberikan pembacaan suhu yang konsisten sebagai input sistem. Pengujian MQ135 menunjukkan perubahan nilai dari 3,2 pada kondisi kandang bersih hingga 12,7 saat ventilasi ditutup, sehingga dapat digunakan sebagai indikator perubahan kualitas udara. Sementara itu, *load cell* mampu mendeteksi perubahan berat pakan pada rentang 200–1.000 gram dan mendukung pemberian notifikasi ketika persediaan mencapai batas minimum. Hasil pengujian aktuator menunjukkan bahwa kipas ventilasi dan lampu pemanas dapat bekerja sesuai logika kontrol berdasarkan data sensor yang diproses oleh ESP32.

3.4 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi ESP32, sensor, aktuator, dan *Internet of Things* (IoT) mampu mendukung monitoring serta pengendalian kondisi kandang secara *real time*. Sistem dapat memantau suhu, kelembapan, kualitas udara, dan ketersediaan pakan serta mengendalikan kipas ventilasi dan lampu pemanas secara otomatis. Temuan ini sejalan dengan Farhan & Said (2025), Suryanto & Nur Ariefin (2023), serta Andini et al. (2024) yang menunjukkan bahwa penerapan mikrokontroler dan IoT dapat meningkatkan kontinuitas pemantauan lingkungan kandang.

Penerapan sistem mampu menjaga suhu pada kisaran 30–32 °C dan membuat kondisi kelembapan lebih terkendali. Sensor DHT22 juga menghasilkan akurasi sebesar 99,81%, sehingga data pembacaan dapat digunakan sebagai masukan dalam pengendalian aktuator. Hasil ini mendukung penelitian Rohman & Isnaini (2025), Hanafi & Suharjo (2025), yang melaporkan bahwa penggunaan sensor dan aktuator otomatis dapat membantu menjaga kondisi iklim kandang. Temuan tersebut juga berkaitan dengan Pratama & Candra, (2024) serta Sunarno & Nagari, (2022) mengenai pentingnya pengendalian lingkungan dalam mendukung kondisi pemeliharaan ayam broiler.

Pengujian MQ135 menunjukkan respons terhadap perubahan kondisi udara, sedangkan *load cell* mampu memantau perubahan berat pakan dan mendukung pemberian notifikasi ketika persediaan mencapai batas minimum. Hasil tersebut sejalan dengan Budiawan et al. (2025), serta Susatyono & Fitrianto (2021) yang menempatkan kualitas udara dan pemantauan pakan sebagai bagian penting dalam pengelolaan kandang. Pada penelitian ini, kedua fungsi tersebut diintegrasikan bersama monitoring suhu dan kelembapan dalam satu dashboard berbasis IoT.

Dibandingkan Putri et al. (2022), Ramadhan et al. (2025), serta Rohman & Isnaini (2025) yang lebih berfokus pada suhu dan kelembapan, penelitian ini mengintegrasikan monitoring lingkungan dan ketersediaan pakan dengan penyimpanan data melalui Firebase serta pengendalian aktuator otomatis. Penelitian Andini et al. (2024) telah menerapkan ESP32 dan dashboard IoT, sedangkan Hanafi & Suharjo (2025) mengembangkan monitoring *real time* dan notifikasi. Kebaruan penelitian ini terletak pada penggabungan monitoring suhu, kelembapan, indikator kualitas udara, dan ketersediaan pakan dengan penyimpanan data serta

pengendalian kipas dan lampu pemanas dalam satu sistem automasi kandang ayam broiler berbasis IoT.

4. Simpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem automasi kandang ayam broiler berbasis ESP32 dan *Internet of Things* (IoT) yang mengintegrasikan monitoring suhu, kelembapan, kualitas udara, dan ketersediaan pakan dalam satu platform. Sistem mengolah data dari sensor sebagai dasar monitoring kondisi kandang dan pengambilan keputusan untuk pengendalian aktuator secara otomatis. Kipas ventilasi dan lampu pemanas dapat merespons perubahan kondisi suhu dan kualitas udara berdasarkan nilai *threshold* yang telah ditentukan, sedangkan sensor *load cell* digunakan untuk memantau ketersediaan pakan secara otomatis.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penerapan sistem dapat membantu menjaga kondisi lingkungan kandang agar lebih terkendali. Rentang suhu berubah dari 21,8–33,6 °C sebelum penerapan sistem menjadi 30–32 °C setelah sistem diterapkan, sedangkan kelembapan berubah dari 64,7–100% menjadi 68–78%. Pengujian sensor DHT22 juga menunjukkan tingkat akurasi pembacaan suhu sebesar 99,81%. Selain pengendalian otomatis, integrasi IoT memungkinkan data kondisi kandang disimpan dan dipantau secara *real time* dari jarak jauh.

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada integrasi empat aspek monitoring, yaitu suhu, kelembapan, kualitas udara, dan ketersediaan pakan, dengan mekanisme pengendalian otomatis berbasis ESP32 dan IoT dalam satu platform. Integrasi tersebut memungkinkan sistem menggabungkan proses pengumpulan data sensor, pemantauan kondisi kandang, penyimpanan data, dan pengendalian aktuator secara terpadu. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan memberikan pendekatan terintegrasi untuk mendukung pengelolaan lingkungan dan kebutuhan dasar ayam broiler secara lebih otomatis dan terpantau.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung penyelesaian penelitian.

6. Daftar Pustaka

- Ade Rahayu. (2025). Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D) : Pengertian, Jenis dan Tahapan. *DIAJAR: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(3), 459–470. <https://doi.org/10.54259/diajar.v4i3.5092>
- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347–2376. <https://doi.org/10.1109/COMST.2015.2444095>
- Amelia Putri, M., Sari Putri, N., & Yuliandri, Y. (2021). THE INCOME OF BROILER CHICKEN FARMERS WITH PARTNERSHIP PATTERNS IN HARAU DISTRICT, FIFTY CITY REGENCY. *JURNAL AGRIBISNIS*, 10(2), 122–130. <https://doi.org/10.32520/agribisnis.v10i2.1736>
- Andini, F. P., Andini, T., Aryanto, N., & Topan, P. A. (2024). RANCANG BANGUN KANDANG AYAM PEDAGING CERDAS OTOMATIS BERBASIS MIKRONTROLER ESP32 DAN APLIKASI BLYNK IOT. *Jurnal Informatika Teknologi Dan Sains (Jinteks)*, 6(3), 595–604. <https://doi.org/10.51401/jinteks.v6i3.4361>
- Budiawan, A., Suryono, R. R., & Darwis, D. (2025). Implementasi Sensor Gas Amonia Berbasis Internet of Things pada Peternakan Ayam Potong dengan Sistem Monitoring dan

- Pengendalian Kualitas Udara Otomatis. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(1), 343–349. <https://doi.org/10.57152/malcom.v5i1.1649>
- Chand, S. P. (2025). Methods of Data Collection in Qualitative Research: Interviews, Focus Groups, Observations, and Document Analysis. *Advances in Educational Research and Evaluation*, 6(1), 303–317. <https://doi.org/10.25082/AERE.2025.01.001>
- Dias, J. P., Restivo, A., & Ferreira, H. S. (2022). Designing and constructing internet-of-Things systems: An overview of the ecosystem. *Internet of Things*, 19, 100529. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2022.100529>
- Fahmi, N., & Riyanti, A. (2022). Monitoring Chicken Cage Based on Wireless Sensor Network and Internet of Things. *Software Development, Digital Business Intelligence, and Computer Engineering*, 1(1), 9–13. <https://doi.org/10.57203/session.viii.2022.9-13>
- Farhan, M., & Said, M. S. (2025). SISTEM MONITORING CERDAS SUHU DAN KELEMBAPAN KANDANG ANAK AYAM BROILER BERBASIS INTERNET OF THINGS. *Simtek : Jurnal Sistem Informasi Dan Teknik Komputer*, 10(2), 554–558. <https://doi.org/10.51876/simtek.v10i2.1683>
- Habibi, F. A., & Zaky, U. (2025). SISTEM MONITORING TINGKAT KUALITAS UDARA DAN OPTIMASI SENSOR MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS BERBASIS ANDROID. *Jurnal Informatika Teknologi Dan Sains (Jinteks)*, 7(2), 650–658. <https://doi.org/10.51401/jinteks.v7i2.5617>
- Hanaf, M., & Suharjo, I. (2025). Rancang Bangun Sistem Kendali Suhu Kandang Ayam Berbasis IoT Dengan Notifikasi Otomatis dan Pemantauan Real-Time. *Jurnal Komputer, Informasi Dan Teknologi*, 5(1), 16. <https://doi.org/10.53697/jkomitek.v5i1.2836>
- Hidayat, D., & Sari, I. (2021). MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT). *JURNAL TEKNOLOGI DAN ILMU KOMPUTER PRIMA (JUTIKOMP)*, 4(1), 525–530. <https://doi.org/10.34012/jutikomp.v4i1.1676>
- Jannah, L. M., Sarjana, T. A., & Suprijatna, E. (2020). PENGARUH PERUBAHAN SPASIAL MIKROKLIMATIK AMONIA PADA ZONA PENEMPATAN DAN PANJANG KANDANG BERBEDA TERHADAP PERFORMA AYAM BROILER PERIODE STARTER. *JURNAL ILMIAH PETERNAKAN TERPADU*, 8(1), 14. <https://doi.org/10.23960/jipt.v8i1.p14-20>
- Pratama, S., & Candra, W. (2024a). EFFECT OF CAGE TEMPERATURE AND HUMIDITY ON BODY WEIGHT AND FEED CONVERSION OF BROILER CHICKENS (Pengaruh suhu dan kelembapan kandang terhadap bobot badan dan konversi ransum ayam broiler). *JURNAL NUKLEUS PETERNAKAN*, 11(1), 1–5. <https://doi.org/10.35508/nukleus.v11i1.16107>
- Putri, R. E., Putra, M., & Fahmy, K. (2022). PENGEMBANGAN SISTEM PEMBERI PAKAN AYAM CERDAS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT). *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 26(1), 27–37. <https://doi.org/10.25077/jtpa.26.1.27-37.2022>
- Ramadhan, M. R., Thiopelus, A., Maulyda, I., Pongkapadang, K. N., Apada, A. M. S., Yusuf, S., Marasakti, R., & Amal, I. (2025). Thermal Stability in Closed House System in Optimizing Welfare and Productivity of Broiler Chickens in Tropical Climate. *JURNAL ILMIAH PETERNAKAN TERPADU*, 13(2), 340. <https://doi.org/10.23960/jipt.v13i2.p340-355>
- Rohman, G. A., & Isnaini, A. R. (2025). Otomatisasi Pengendalian Suhu dan Kelembaban Berbasis Internet of Things pada Kandang Ayam Potong. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(2), 558–565. <https://doi.org/10.57152/malcom.v5i2.1686>
- Sukma, I. M., Ghazali, M. imam, & Sugiharto, W. harry. (2025). Sistem Peringatan Dini Berbasis IoT untuk Monitoring dan Pengelolaan Gas Amonia dan Suhu pada Kandang Ayam. *Jurnal Sistem Komputer Dan Informatika*, 7(1), 112–120.

- Sunarno, S., & Nagari, A. P. (2022). Efek Dinamika Faktor Lingkungan terhadap Perilaku Ayam Broiler di Kandang Close House. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 24(1), 8. <https://doi.org/10.25077/jpi.24.1.8-20.2022>
- Suryanto, S., & Nur Ariefin, R. (2023). Sistem Monitoring Kualitas Udara , Suhu dan Kebersihan Kandang Ayam Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT). *IMTechno: Journal of Industrial Management and Technology*, 4(2), 117-123. <https://doi.org/10.31294/imtechno.v4i2.2150>
- Susatyono, J. D., & Fitrianto, Y. (2021). Sistem Monitoring Kualitas Udara dan Otomatisasi Pemberian Pakan Ayam Berbasis IoT. *Krea-TIF*, 9(2), 1. <https://doi.org/10.32832/kreatif.v9i2.5650>