

Sistem Monitoring dan Kontrol Suhu Kandang Ayam Kalkun

DOI: <http://dx.doi.org/10.35889/progresif.v22i1.3236>

Creative Commons License 4.0 (CC BY –NC)



Raka Gifaris Anega Yudha^{1*}, Evanita², Aditya Akbar Riadi³

Teknik Informatika, Universitas Muria Kudus, Kudus, Indonesia

*e-mail Corresponding Author: 202051083@std.umk.ac.id

Abstract

Turkey farming requires stable temperature and humidity management to maintain optimal growth and health. Manual monitoring often causes delays in handling environmental changes, which can reduce productivity. This study designs and implements a temperature and humidity monitoring and control system for turkey cages based on the Internet of Things (IoT). The system utilizes a NodeMCU ESP8266 microcontroller, a DHT11 sensor, and a relay module to automatically control a heating lamp according to temperature conditions. Data are transmitted to a server and displayed on a web-based dashboard accessible remotely, with additional notifications sent via WhatsApp. The development process applied a prototyping method, including hardware and software design, experiment and black-box testing. The results show that the system successfully maintains cage temperature within the ideal range of 28–32°C, displays real-time temperature and humidity data, and achieved a user satisfaction level of 91.25%. This system is considered effective in assisting farmers to monitor turkey cages more efficiently and responsively.

Keywords: Internet of Things; Turkey farming; Temperature monitoring; Humidity; NodeMCU ESP8266.

Abstrak

Peternakan kalkun membutuhkan pengelolaan suhu dan kelembaban kandang yang stabil agar pertumbuhan dan kesehatan ternak tetap optimal. Pemantauan manual sering menimbulkan keterlambatan dalam penanganan perubahan suhu sehingga berpotensi menurunkan produktivitas. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring serta kontrol suhu kandang kalkun berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem memanfaatkan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor DHT11, dan modul relay untuk mengendalikan lampu pemanas secara otomatis sesuai kondisi suhu. Data dikirimkan ke server dan ditampilkan pada dashboard web yang dapat diakses jarak jauh, serta dilengkapi notifikasi melalui WhatsApp. Metode pengembangan menggunakan pendekatan prototyping, meliputi perancangan perangkat keras, perangkat lunak, pengujian eksperimen dan pengujian *Black box*. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu menjaga suhu kandang dalam rentang ideal 28–32°C, menampilkan data suhu dan kelembaban secara *real-time*, serta memperoleh tingkat kepuasan pengguna sebesar 91,25%. Sistem ini dinilai efektif membantu peternak dalam memantau kondisi kandang kalkun secara lebih efisien dan responsif.

Kata kunci: Internet of Things ; Kalkun; Monitoring suhu; Kelembaban; NodeMCU ESP8266.

1. Pendahuluan

Peternakan ayam kalkun di Indonesia semakin berkembang seiring meningkatnya permintaan daging dan telurnya. Namun, tantangan utama dalam pemeliharaan kalkun adalah menjaga kestabilan suhu dan kelembaban kendang. Kedua faktor ini sangat memengaruhi kesehatan, pertumbuhan, dan produktivitas ternak. Kondisi suhu yang terlalu rendah dapat mengakibatkan penurunan metabolisme dan daya tahan tubuh, sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat memicu stres panas (*heat stress*) yang berpotensi menurunkan kualitas produksi.

Kelembaban yang tidak terkontrol juga dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme patogen yang merugikan. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang mampu memantau dan mengendalikan kondisi lingkungan kandang secara akurat dan berkelanjutan.

Selama ini, pemantauan suhu dan kelembaban pada peternakan kecil umumnya masih dilakukan secara manual. Metode ini tidak hanya memakan waktu, tetapi juga memiliki keterbatasan dalam hal akurasi dan kontinuitas pengamatan [1]. Dalam kondisi tertentu, keterlambatan dalam merespons perubahan suhu atau kelembaban dapat berdampak buruk pada kesehatan ternak. Kemajuan teknologi, khususnya di bidang *Internet of Things* (IoT), menawarkan solusi yang dapat menjawab tantangan tersebut melalui sistem pemantauan *real-time* yang terhubung ke internet dan dapat diakses dari jarak jauh [2].

Teknologi IoT memungkinkan integrasi antara perangkat sensor, mikrokontroler, dan platform pemantauan berbasis *web* untuk mengumpulkan, mengolah, dan menyajikan data lingkungan secara otomatis. IoT juga dapat dipadukan dengan sistem kendali otomatis, seperti *relay* pengendali lampu pemanas, untuk menyesuaikan kondisi lingkungan sesuai dengan kebutuhan ternak tanpa intervensi manual yang berlebihan [3]. Hal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi kerja peternak, tetapi juga memastikan kondisi ideal tetap terjaga setiap saat [4].

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem *monitoring* suhu dan kelembaban kandang ayam kalkun berbasis IoT yang dilengkapi fitur kendali otomatis lampu pemanas. Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler *NodeMCU ESP8266* sebagai pengendali utama, sensor DHT11 untuk pembacaan suhu dan kelembaban, serta *relay* sebagai pengontrol lampu. Data yang dikumpulkan akan dikirim ke server dan ditampilkan pada *dashboard* berbasis *web* yang dapat diakses oleh pengguna.

2. Tinjauan Pustaka

Penelitian mengenai sistem *monitoring* suhu kandang berbasis *Internet of Things* (IoT) telah dilakukan dalam berbagai skala dan pendekatan. Misalnya, penelitian Perancangan Sistem Pengatur Suhu Secara Otomatis Pada Kandang Ayam Broiler Menggunakan Mikrokontroler mengembangkan sistem pengatur suhu otomatis dengan sensor DHT22, kipas, dan lampu yang mampu menjaga kondisi kandang tetap stabil [5]. Pendekatan serupa dilakukan dalam studi Sistem *Monitoring* dan Pengatur Suhu Otomatis untuk Kandang Ayam di Desa Sukamanis Berbasis *Arduino* [6], yang memanfaatkan sensor DHT11 dan aplikasi Android sebagai media *monitoring* jarak jauh untuk menekan tingkat kematian ayam akibat suhu ekstrem. Sementara itu, penelitian Sistem *Monitoring* Suhu Kandang Anak Ayam Menggunakan *Internet of Things* menekankan pada pengendalian suhu secara otomatis dan *online* sesuai kebutuhan peternak [7].

Selain suhu, beberapa penelitian memperluas lingkup pengelolaan kandang dengan menambahkan parameter kelembaban dan kualitas udara. Studi *Monitoring* Suhu dan Kelembaban Berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan sensor DHT11 yang diintegrasikan dengan aplikasi *Blynk* dan alarm *buzzer* untuk peringatan dini [8]. Penelitian Rancang Bangun *Monitoring* Suhu dan Kelembaban Kandang Guna Mempermudah Kinerja Peternak Berbasis *Arduino* bahkan menambahkan sensor MQ-135 untuk memantau kualitas udara, dengan sistem terhubung ke *website* agar pemantauan dapat dilakukan dari jarak jauh [9]. Lebih lanjut, penelitian Pemanfaatan *Narrowband IoT* dalam Peningkatan Produktivitas Peternakan melalui *Monitoring* Otomatis mengintegrasikan berbagai sensor (DHT11, MQ137, PH4502c, dan kamera) dengan aktuator seperti kipas, pemanas, dan *sprinkler*, menghasilkan sistem kandang pintar yang mampu meningkatkan hasil panen sekaligus menurunkan tingkat kematian ternak [10].

Pendekatan berbeda ditawarkan dalam penelitian Implementasi *Fuzzy Logic Control* untuk Pemberi Pakan Ayam Otomatis pada Ayam Broiler dengan Menggunakan Teknologi IoT [11]. Fokus penelitian tersebut adalah sistem pemberian pakan otomatis berbasis logika *fuzzy*, namun tetap menunjukkan potensi integrasi teknologi IoT dalam manajemen kandang yang lebih luas. Sementara itu, penelitian Implementasi Sistem Penjadwalan Otomatis *Smart Closed House* Kandang Ayam Broiler Berbasis IoT Menggunakan *K-Nearest Neighbor* memperlihatkan penerapan metode kecerdasan buatan untuk mengoptimalkan kondisi kandang broiler, termasuk pengendalian suhu, kelembaban, dan gas amonia [12].

Studi lain juga menggarisbawahi penerapan kendali suhu dan kelembaban dengan pendekatan kontrol PID, seperti yang dilakukan dalam Rancang Bangun Miniatur Sistem

Kontrol dan *Monitoring* Suhu Kandang *Close House* Berbasis *Arduino Uno* [13]. Penelitian Sistem *Monitoring* Kualitas Udara, Suhu, dan Kebersihan Kandang Ayam Otomatis Berbasis *Internet of Things* (IoT) turut menambahkan fungsi kebersihan kandang dengan *sprinkler* otomatis [14]. Selain itu, penelitian *Prototype* Sistem *Monitoring* Suhu dan Kelembaban pada Kandang Ayam Broiler Berbasis *Internet of Things* [15] dan *A Smart Monitoring* Berbasis *Internet of Things* (IoT) Suhu dan Kelembaban pada Kandang Ayam Broiler [1] sama-sama menegaskan peran *NodeMCU ESP8266* dan aplikasi *monitoring* berbasis *web* atau *smartphone* untuk meningkatkan efektivitas pemantauan. Penelitian Sistem *Monitoring* Suhu dan Kelembaban Kandang Ayam Berbasis *Internet of Things* (IoT) menambahkan fitur notifikasi SMS sebagai bentuk peringatan dini bagi peternak [3].

Dari berbagai penelitian tersebut terlihat bahwa pengembangan sistem kandang pintar berbasis IoT umumnya berfokus pada ayam broiler atau ayam kampung. Kajian yang secara khusus menargetkan kandang kalkun masih terbatas. Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini menitikberatkan pada kalkun dengan mengintegrasikan sensor suhu dan kelembaban, kendali otomatis lampu pemanas, tampilan data berbasis *web*, serta fitur notifikasi *WhatsApp*. Kombinasi fitur ini menawarkan kontribusi baru karena belum banyak diterapkan dalam penelitian sebelumnya.

3. Metodologi

Penelitian ini mengembangkan sistem otomatisasi berbasis *Internet of Things* (IoT) yang ditujukan khusus untuk kandang anak ayam kalkun, bukan ayam broiler maupun ayam kampung. Sistem ini dirancang untuk menjaga suhu kandang tetap ideal dengan pemantauan suhu dan kelembaban secara *real-time* melalui jaringan internet.

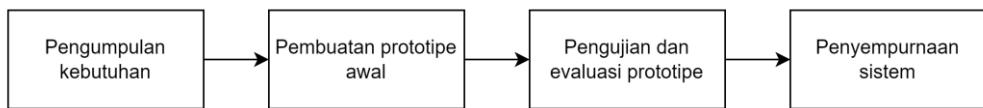
Sistem dilengkapi pengendali otomatis berupa lampu pijar yang dikendalikan oleh *relay*, berdasarkan pembacaan sensor DHT11. Ketika suhu turun di bawah 28°C, lampu otomatis menyala dan notifikasi dikirimkan melalui *WhatsApp* bahwa suhu kandang rendah dan lampu menyala. Sebaliknya, saat suhu melebihi 32°C, lampu otomatis mati dan sistem mengirimkan notifikasi bahwa suhu kandang tinggi dan lampu telah dimatikan.

Data suhu dan kelembaban ditampilkan melalui antarmuka *web*, memungkinkan pemantauan jarak jauh secara praktis. Integrasi antara kontrol otomatis, tampilan berbasis *web*, dan notifikasi *WhatsApp* menjadi keunggulan sistem ini, karena fitur-fitur tersebut belum banyak diterapkan pada sistem pengatur suhu kandang ayam yang ada.

Penelitian ini menggunakan metode *prototyping*, yang memungkinkan pengembangan sistem dilakukan secara bertahap melalui pembuatan model awal (*prototype*), kemudian diuji dan disempurnakan berdasarkan masukan pengguna hingga mencapai hasil yang optimal. Pendekatan ini dipilih karena sesuai untuk sistem *monitoring* suhu dan kelembaban kandang ayam kalkun yang membutuhkan interaksi langsung dengan pengguna untuk memastikan kemudahan penggunaan dan keakuratan fungsi.

Sistem *monitoring* dan kontrol suhu kandang kalkun dirancang agar mampu melakukan pemantauan dan pengendalian kondisi lingkungan secara otomatis, akurat, dan dapat diakses jarak jauh. Fungsionalitas utama meliputi pembacaan suhu dan kelembaban secara *real-time* menggunakan sensor DHT11 yang terhubung dengan mikrokontroler *NodeMCU ESP8266*. Berdasarkan hasil pembacaan tersebut, *NodeMCU* mengatur kerja modul *relay* untuk menyalakan lampu pemanas ketika suhu turun di bawah 28°C dan mematikannya kembali ketika suhu melebihi 32°C. Data suhu dan kelembaban dikirim ke server melalui koneksi *Wi-Fi* dan ditampilkan pada *dashboard web* dalam bentuk teks, grafik, serta riwayat waktu. Pengguna juga dapat memantau kondisi kandang dari jarak jauh serta mengontrol lampu pemanas secara manual melalui antarmuka *web* yang sederhana dan interaktif.

Sistem ini dilengkapi fitur notifikasi otomatis yang mengirim pesan melalui *WhatsApp* ketika suhu kandang berada di luar batas ideal, sehingga pengguna dapat segera mengetahui kondisi terkini tanpa perlu mengakses *dashboard*. Selain itu, data historis suhu dan kelembaban disimpan di server agar dapat digunakan untuk evaluasi stabilitas suhu dalam jangka waktu tertentu. Seluruh fitur ini terintegrasi melalui komunikasi antara *NodeMCU*, API, dan *website* yang saling terhubung melalui jaringan *Wi-Fi*.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Tahap pertama adalah pengumpulan kebutuhan (*requirement gathering*). Pada tahap ini, dilakukan wawancara dan observasi terhadap peternak untuk mengidentifikasi kebutuhan fungsional sistem yang akan dikembangkan. Fitur utama yang diharapkan meliputi pemantauan suhu dan kelembaban secara *real-time* melalui serial monitor dan antarmuka *web*, pengiriman data hasil pembacaan sensor ke server untuk ditampilkan secara daring, serta pengendalian pemanas yang dapat beroperasi otomatis ketika suhu turun di bawah 28°C dan berhenti saat suhu melebihi 32°C. Selain itu, sistem juga harus menyediakan opsi kendali manual agar pengguna dapat menyesuaikan pengoperasian sesuai kondisi lapangan. Seluruh kebutuhan ini menjadi acuan dalam menentukan spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak, sekaligus menjadi parameter pengujian pada tahap eksperimen di bagian hasil dan pembahasan.

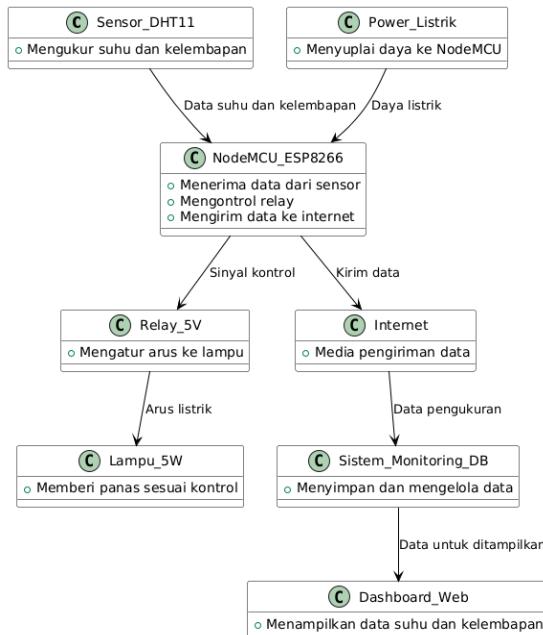
Tahap kedua adalah pembuatan *prototype* awal. Proses ini meliputi perancangan rangkaian elektronik menggunakan mikrokontroler *NodeMCU ESP8266*, sensor DHT11, dan *relay*, serta pembuatan antarmuka *web* untuk menampilkan data dan memberikan kontrol jarak jauh. *Prototype* awal difokuskan pada pembuktian fungsi inti, seperti pembacaan sensor dan kendali *relay* berdasarkan suhu.

Tahap ketiga adalah pengujian dan evaluasi *prototype*. *Prototype* yang sudah dirakit diuji baik secara *white box* maupun *black box* untuk memastikan alur logika program berjalan dengan benar dan fungsi-fungsi utama bekerja sesuai skenario. Hasil pengujian kemudian dievaluasi bersama pengguna, sehingga diperoleh umpan balik terkait performa sistem, tampilan antarmuka, dan kenyamanan penggunaan.

Tahap terakhir adalah penyempurnaan sistem berdasarkan masukan pengguna. Perbaikan dilakukan pada perangkat keras, perangkat lunak, maupun antarmuka *web* agar sistem dapat digunakan secara stabil dan memenuhi kebutuhan lapangan. Setelah seluruh perbaikan dilakukan, sistem diuji kembali untuk memastikan kinerjanya sebelum digunakan secara penuh dalam pemantauan kandang ayam kalkun.

3.1. Model Perangkat Keras

Sistem ini memanfaatkan sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban lingkungan secara *real-time*. Hasil pengukuran dari sensor tersebut dikirimkan ke *NodeMCU ESP8266* yang bertindak sebagai unit pemrosesan utama.



Gambar 2. Model Perangkat Keras

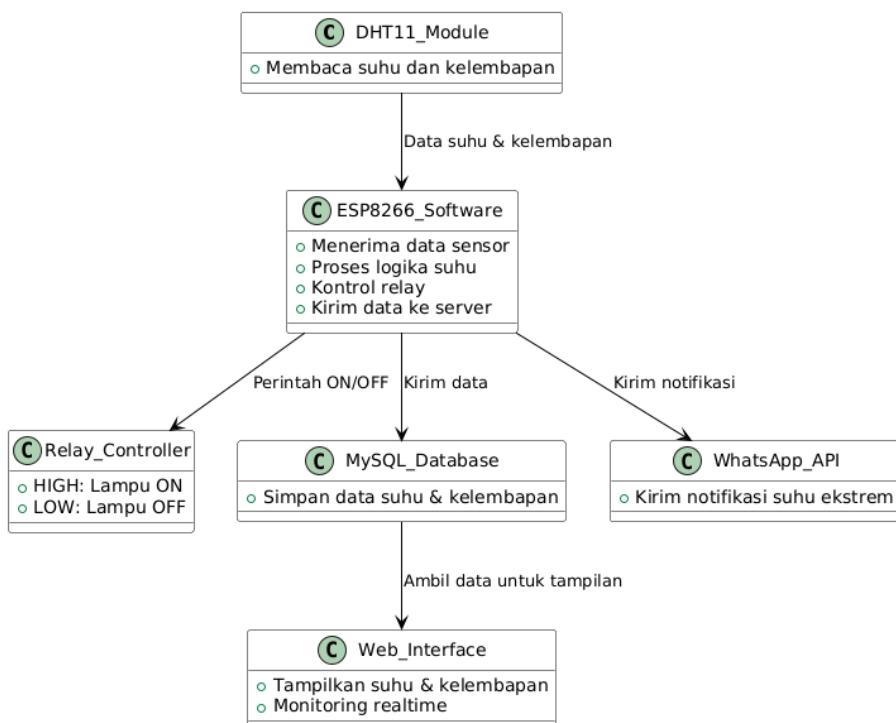
NodeMCU ESP8266 menerima data suhu dan kelembapan lalu menjalankan dua proses utama. Pertama, *NodeMCU* mengatur kerja *relay* 5V berdasarkan nilai suhu yang diterima. Jika suhu berada di bawah batas minimum, *NodeMCU* mengaktifkan *prototype* untuk menyalakan lampu pijar 5 watt sebagai pemanas, dan sebaliknya mematikan lampu jika suhu sudah melebihi ambang atas. Kedua, *NodeMCU* mengirimkan data pengukuran ke internet melalui koneksi nirkabel agar dapat dicatat dalam basis data.

Data yang dikirim melalui internet diterima dan disimpan dalam sistem *monitoring* yang terintegrasi dengan database MySQL. Informasi suhu dan kelembapan yang tersimpan kemudian disalurkan ke *dashboard web* berbasis antarmuka grafis agar pengguna dapat memantau kondisi kandang dari jarak jauh secara mudah dan cepat. Sistem ini juga dilengkapi dengan notifikasi otomatis melalui WhatsApp saat suhu melewati batas pengendalian.

3.2. Model Perangkat Lunak

Model perangkat lunak menjelaskan alur proses otomatisasi sistem inkubasi berbasis IoT yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP8266. Proses diawali dari modul DHT11, yang bertugas membaca suhu dan kelembapan lingkungan di dalam kandang ayam kalkun. Modul ini secara berkala mengukur kondisi fisik tersebut dan mengirimkannya dalam bentuk digital ke unit pemrosesan.

Data yang diterima akan diolah oleh perangkat lunak pada ESP8266. Di dalam modul ini, data suhu dianalisis untuk menentukan apakah perlu dilakukan tindakan otomatisasi. Jika suhu terdeteksi di bawah ambang minimum atau di atas ambang maksimum, ESP8266 akan memberikan instruksi kepada pengendali *prototype*, yaitu modul yang bertanggung jawab menyalakan atau mematikan lampu pemanas secara otomatis. Keputusan ON atau OFF dikendalikan melalui logika kondisi sederhana berdasarkan rentang suhu yang telah ditentukan.



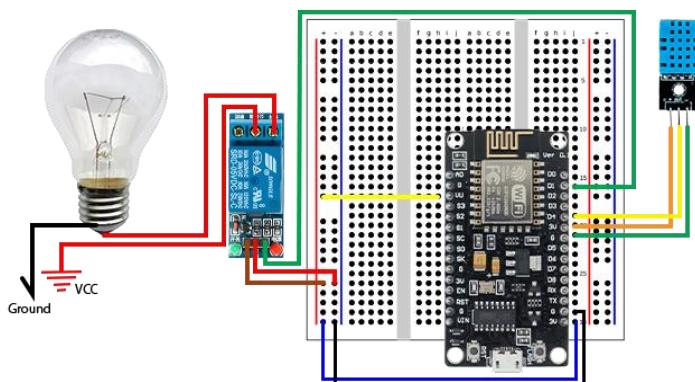
Gambar 3. Model Perangkat Lunak

Selain mengatur lampu, ESP8266 juga mengirimkan hasil pengukuran dan status sistem ke basis data MySQL melalui koneksi internet. Data ini kemudian dapat ditampilkan melalui antarmuka *web*, sehingga pengguna dapat memantau kondisi suhu dan kelembapan secara *real-time*. Akses *web* ini memberikan kemudahan bagi peternak untuk mengecek status kandang kapan pun dibutuhkan.

Jika ditemukan kondisi ekstrem seperti suhu terlalu rendah atau terlalu tinggi, maka sistem secara otomatis akan mengirimkan notifikasi melalui layanan *WhatsApp*. Fungsi ini dijalankan oleh modul *WhatsApp API* yang diakses oleh ESP8266, sehingga pengguna langsung mendapatkan peringatan di perangkat mereka.

3.3 Wiring Diagram

Wiring diagram pada sistem ini menjelaskan secara rinci hubungan antar komponen utama yang digunakan, yaitu *NodeMCU* ESP8266, sensor DHT11, *prototype 5V*, dan lampu pijar 5-watt sebagai pemanas. *NodeMCU* ESP8266 berperan sebagai pusat pengendali yang mengintegrasikan seluruh perangkat, menerima input dari sensor, memproses data, serta mengirimkan sinyal kendali ke modul *prototype*. Sensor DHT11 dipasang untuk mendeteksi suhu dan kelembaban lingkungan di dalam kandang. Data hasil pembacaan sensor ini kemudian diteruskan ke *NodeMCU* melalui *pin data* yang telah ditentukan. Selanjutnya, *NodeMCU* memproses data dan melakukan analisis sederhana untuk menentukan apakah suhu kandang masih berada dalam batas normal atau sudah melewati ambang batas tertentu.



Gambar 4. Wiring Diagram

Prototype berfungsi sebagai saklar elektronik yang menghubungkan atau memutuskan arus listrik menuju lampu pijar 5 watt. Jika suhu kandang turun di bawah ambang batas, *NodeMCU* akan memberikan sinyal logika ke *prototype* agar lampu menyala dan meningkatkan suhu ruangan. Sebaliknya, ketika suhu terdeteksi melebihi ambang batas atas, *NodeMCU* akan memutus sinyal sehingga *prototype* dalam kondisi off dan lampu otomatis mati. Mekanisme ini memungkinkan pengendalian suhu kandang berlangsung secara otomatis tanpa intervensi manual dari peternak. Penggunaan *wiring diagram* juga memastikan setiap koneksi antar *pin* sudah sesuai dengan fungsi perangkat keras masing-masing, sehingga sistem dapat beroperasi stabil dan aman. Gambar berikut menampilkan representasi visual dari rangkaian sambungan yang telah dijelaskan. Pada gambar terlihat bagaimana *pin-pin* *NodeMCU* ESP8266 dihubungkan dengan jalur input dan *output* sensor DHT11, modul *prototype 5V*, serta lampu pijar.

Untuk memperjelas hubungan antar komponen pada sistem, dibuat tabel sambungan yang memuat informasi *pin* *NodeMCU*, perangkat yang terhubung, modul yang digunakan, serta mode kerja masing-masing *pin*. Tabel ini membantu memahami detail koneksi antara *NodeMCU*, sensor DHT11, dan *prototype* sehingga alur perancangan perangkat keras dapat diikuti dengan mudah.

Tabel 1. Skema Wiring

No.	Label	Perangkat	Modul	Mode
1.	D4	<i>NodeMCU</i>	DHT11 - Out	Output
2.	G	<i>NodeMCU</i>	DHT11 – Ground	-
3.	3v	<i>NodeMCU</i>	DHT11 - VCC	-
4.	D7	<i>NodeMCU</i>	Prototype 5V – In	Output
5.	G	<i>NodeMCU</i>	Prototype 5V – GND	-
6.	3v	<i>NodeMCU</i>	Prototype 5V – VCC	-
7.	CC	<i>Prototype 5V</i>	Steker	-
8.	NO	<i>Prototype 5V</i>	Lampu 5 Watt	-

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Implementasi

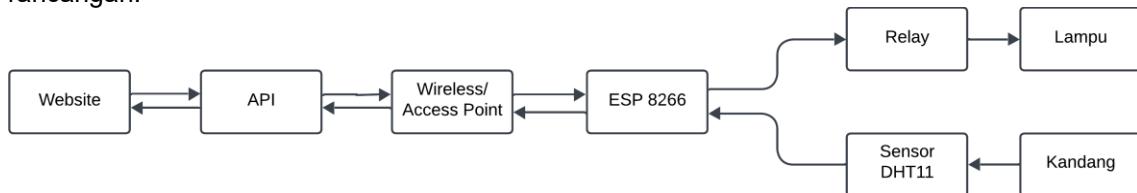
Implementasi merupakan hasil dari perancangan alat sistem terintegrasi berbasis IoT dan mikrokontroler untuk manajemen kandang ayam kalkun, khususnya pada sub sistem pengatur suhu. Sistem ini tidak hanya memantau kondisi suhu dan kelembapan di dalam kandang anak ayam kalkun, tetapi juga secara otomatis mengendalikan lampu pijar melalui modul *prototype*. *Prototype* dikendalikan oleh *NodeMCU ESP8266* berdasarkan data suhu dan kelembapan yang diterima dari sensor DHT11.

Sistem ini dirancang untuk memenuhi beberapa kebutuhan fungsional utama yang menjadi dasar pengujian. Kebutuhan tersebut meliputi kemampuan membaca suhu dan kelembapan kandang secara *real-time*, menampilkan data pada *dashboard web* dalam bentuk angka dan grafik, serta mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke server melalui koneksi HTTP. Sistem juga harus mampu mengontrol lampu pemanas secara otomatis berdasarkan batas suhu minimum 28°C dan maksimum 32°C, serta menyediakan kendali manual melalui tombol pada *dashboard*. Selain itu, sistem diharapkan dapat memberikan notifikasi otomatis melalui *WhatsApp* ketika suhu keluar dari rentang ideal, menampilkan riwayat data berdasarkan tanggal dan waktu, serta memungkinkan pengaturan akun pengguna sebagai penerima notifikasi. Seluruh kebutuhan ini diimplementasikan dalam sistem untuk memastikan setiap fungsionalitas dapat diverifikasi pada tahap pengujian *black box*.

Mekanisme pengendalian suhu dan kelembapan oleh sistem bekerja dengan mekanisme jika suhu di dalam kandang anak ayam terdeteksi di bawah 28°C, maka lampu akan menyala secara otomatis untuk meningkatkan suhu hingga mencapai batas ideal. Sebaliknya, jika suhu terdeteksi di atas 32°C, maka lampu akan mati secara otomatis untuk menurunkan suhu. Proses pengaturan ini berlangsung sepenuhnya otomatis, bergantung pada hasil pembacaan sensor DHT11, guna memastikan kondisi lingkungan kandang tetap optimal mengingat adanya risiko kematian anak ayam kalkun pada usia awal.

Dalam sistem *monitoring* dan kontrol kandang kalkun ini, aliran data dimulai dari Kandang, di mana Sensor DHT11 mengukur suhu dan kelembaban, lalu mengirimkan data ini ke mikrokontroler *ESP8266*. *ESP8266* selanjutnya mengirimkan data sensor tersebut secara nirkabel melalui *Wireless/Access Point* ke API (*Application Programming Interface*) yang bertindak sebagai jembatan data. API ini kemudian menyajikan data yang diterima ke *Website*, memungkinkan pengguna memantau kondisi kandang secara *real-time*. Sebaliknya, untuk kontrol, pengguna dapat mengirimkan perintah (misalnya, menghidupkan atau mematikan lampu) dari *Website*. Perintah ini diteruskan melalui API, lalu kembali ke *ESP8266* via *Wireless/Access Point*. *ESP8266* kemudian mengaktifkan *Prototype* yang terhubung, yang pada gilirannya mengontrol aktuator seperti Lampu di dalam kandang, memungkinkan penyesuaian kondisi lingkungan sesuai kebutuhan.

Selain fitur utama pengendalian suhu dan kelembapan, sistem juga dilengkapi beberapa fitur pendukung untuk meningkatkan kemudahan pemantauan dan keandalan penggunaan. Fitur notifikasi otomatis melalui *WhatsApp* diintegrasikan dengan API agar pengguna mendapatkan peringatan ketika suhu kandang berada di luar batas aman. Sistem juga menyediakan fungsi pengelolaan akun untuk menentukan nomor tujuan notifikasi. Pada *dashboard web*, tersedia menu filter data berdasarkan waktu dan tanggal agar pengguna dapat meninjau kondisi kandang pada periode tertentu, serta tombol *Dump Data* untuk menghapus seluruh riwayat suhu dan kelembapan guna membersihkan riwayat data ketika satu *batch* anak ayam sudah waktunya keluar kandang. Seluruh fitur ini terhubung langsung dengan database dan diuji melalui pengujian *black box* untuk memastikan setiap fungsi bekerja sesuai rancangan.



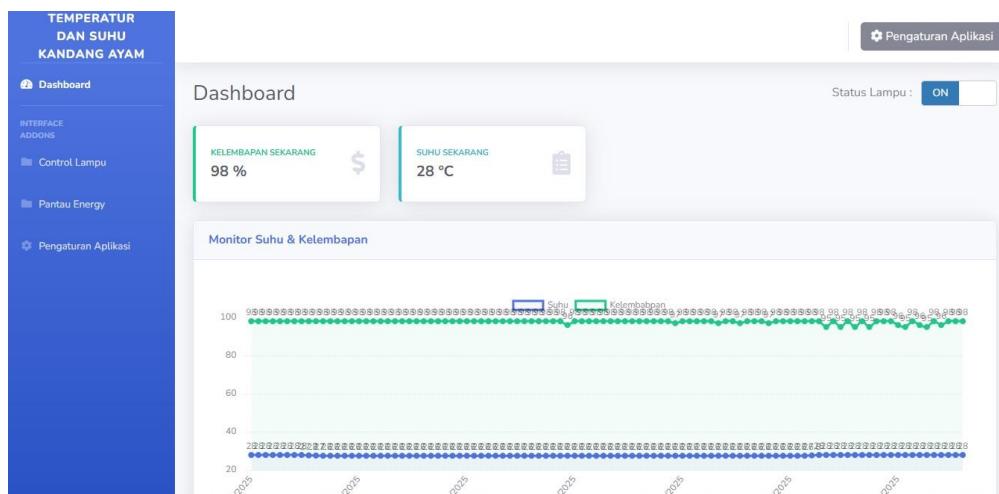
Gambar 5. Modul Sistem

Pada bagian atas kandang pintar, terlihat sebuah laptop yang sedang mengakses *dashboard* sistem *monitoring* dan kontrol berbasis *web*. Antarmuka ini menampilkan data suhu serta kelembaban secara *real-time*, hasil pembacaan dari sensor yang tertanam dalam kandang pintar. Keberhasilan komunikasi antara sensor, mikrokontroler, dan server aplikasi menjadi bukti bahwa integrasi sistem telah berjalan lancar.



Gambar 6. Laptop mengakses sistem *monitoring* dan kontrol

Antarmuka *web* sistem *monitoring* dan kontrol kandang kalkun ini didesain sebagai *dashboard* utama yang intuitif, menyajikan gambaran komprehensif tentang kondisi lingkungan kandang secara *real-time* dan historis. Pada bagian atas, pengguna dapat dengan cepat memantau metrik lingkungan penting seperti "Kelembapan Sekarang" yang menunjukkan 98% dan "Suhu Sekarang" yang terukur 28°C, memberikan informasi vital dalam sekejap mata. *Dashboard* ini juga menyediakan fungsionalitas kontrol langsung melalui saklar "Status Lampu", memungkinkan pengguna untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pencahayaan kandang dengan mudah. Lebih lanjut ke bawah, terdapat grafik "Monitor Suhu & Kelembapan" yang memvisualisasikan tren data suhu (garis biru) dan kelembaban (garis hijau) dari waktu ke waktu, memungkinkan analisis pola, identifikasi anomali, dan pengambilan keputusan yang tepat untuk menjaga kondisi optimal.



Gambar 7. Tampilan *Dashboard*

Pengguna dapat dengan jelas melihat rekaman data periodik yang mencakup suhu dalam *Celcius*, tingkat kelembaban dalam persentase, serta status *prototype* (ON/OFF) yang mengindikasikan operasi perangkat kontrol, lengkap dengan stempel waktu yang akurat untuk setiap pengukuran. Untuk memudahkan analisis, tersedia fitur penyaringan data berdasarkan rentang "Mulai Tanggal" dan "Sampai Tanggal" melalui tombol "Filter", memungkinkan pengguna memfokuskan pada periode tertentu. Selain itu, terdapat kolom pencarian umum untuk menemukan entri spesifik dan opsi untuk mengatur jumlah *entries per page*. Fungsionalitas penting lainnya adalah tombol "Dump Data" yang memungkinkan pengguna menghapus semua riwayat data, sangat berguna untuk keperluan reset data ketika sebuah *batch* anak ayam sudah waktunya keluar kandang, memastikan operator memiliki akses penuh

dan terstruktur terhadap informasi historis untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik.

#	Temperatur	Kelembapan	Relay State	Waktu
1	32.3 °C	89 %	Off	2025-06-21 19:20:46
2	32.3 °C	88 %	Off	2025-06-21 19:20:43
3	32.3 °C	87 %	Off	2025-06-21 19:20:40
4	32.3 °C	91 %	Off	2025-06-21 19:20:38
5	32.3 °C	92 %	Off	2025-06-21 19:20:31
6	32.3 °C	92 %	Off	2025-06-21 19:20:27
7	32.3 °C	92 %	Off	2025-06-21 19:20:24

Gambar 8. Tampilan Riwayat Data

Pengguna juga dapat mengontrol manual melalui tombol lampu jika ingin mematikan atau menghidupkan lampu sesuai rentan suhu yang ditentukan. Hal ini dilakukan agar pengguna dapat memiliki kendali penuh atas nyalanya lampu.



Gambar 9. Tampilan Kendali Lampu

4.2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem *monitoring* dan kontrol suhu kandang kalkun berbasis *Internet of Things* berfungsi sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah didefinisikan. Pengujian dibagi menjadi dua kelompok utama, yaitu pengujian alat/eksperimen perangkat keras dan pengujian fungsionalitas antarmuka berbasis web.

4.2.1 Pengujian Eksperimen

Pengujian alat dilakukan untuk memverifikasi kinerja sensor DHT11 dan modul *relay* dalam merespons perubahan suhu di dalam kandang. Pengujian difokuskan pada tiga kondisi, yaitu suhu rendah (di bawah 28°C), suhu ideal (28–32°C), dan suhu tinggi (di atas 32°C). Pembacaan suhu diamati melalui serial monitor, sementara status *relay* dan lampu pemanas dicatat untuk setiap perubahan suhu.

Tabel 2. Hasil eksperimen kinerja *relay* terhadap perubahan

Kondisi	Suhu (°C)	Relay	Lampu	Keterangan
Suhu rendah	26,0	HIGH	Hidup	Pemanas aktif
	26,5	HIGH	Hidup	Pemanas aktif
	27,0	HIGH	Hidup	Pemanas aktif
	27,5	HIGH	Hidup	Pemanas aktif
Ambang minimum	28,0	LOW	Mati	Pemanas berhenti
Suhu ideal	29,0	LOW	Mati	Suhu stabil dalam rentang
	30,0	LOW	Mati	Suhu stabil dalam rentang
Ambang maksimum	32,0	LOW	Mati	Pemanas tetap tidak aktif
Suhu tinggi	32,5	LOW	Mati	Pemanas tidak diaktifkan
	33,0	LOW	Mati	Pemanas tidak diaktifkan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *relay* berada pada kondisi HIGH dan menyalaikan lampu pemanas ketika suhu berada di bawah 28°C, sehingga sistem dapat menaikkan suhu kandang secara otomatis. Ketika suhu mencapai atau melampaui 28°C, status *relay* berubah menjadi LOW dan lampu pemanas mati, sehingga mencegah kenaikan suhu berlebih. Pada rentang suhu ideal 28–32°C dan kondisi suhu tinggi di atas 32°C, *relay* tetap dalam kondisi LOW dan pemanas tidak diaktifkan, sesuai dengan logika pengendalian yang dirancang. Pola ini menunjukkan bahwa mekanisme kontrol suhu berjalan stabil dan konsisten berdasarkan ambang batas yang telah ditetapkan. Selain respons *relay*, dilakukan pula pengujian transmisi data dari NodeMCU ESP8266 ke server untuk memastikan bahwa data hasil eksperimen tersimpan dengan benar pada basis data.

Tabel 3. Contoh hasil pengujian transmisi data IoT

No	Parameter	Nilai Contoh	Hasil Pengujian
1	Interval pengiriman	10 detik	Data terkirim berkala
2	Status HTTP	200 OK	Server merespons sukses
3	Latensi rata-rata	150–200 ms	Transmisi cukup cepat
4	Akurasi suhu (DHT11)	±0,5°C	Sesuai pembacaan sensor
5	Rekaman per jam	540 record/jam	Data tersimpan rutin

Dari pengujian ini, sistem terbukti mampu mengirimkan data suhu dan kelembapan secara periodik ke server dengan status respons HTTP 200 OK dan latensi di kisaran ratusan milidetik. Akurasi data yang tersimpan di basis data MySQL masih berada dalam toleransi pembacaan sensor DHT11, sehingga data dapat digunakan sebagai dasar pemantauan dan analisis kondisi kandang.

4.2.2 Pengujian Fungsionalitas Antarmuka

Pengujian fungsionalitas antarmuka dilakukan terhadap *dashboard* web yang sebelumnya telah disajikan pada Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9 pada subbab 4.1 Implementasi. Pengujian ini bertujuan memastikan bahwa antarmuka mampu menampilkan informasi dengan benar serta menjalankan fungsi kontrol sesuai kebutuhan pengguna. Pengujian tampilan informasi *real-time* dan riwayat data dilakukan dengan mencocokkan nilai yang ditampilkan pada *dashboard* dengan data yang tersimpan di basis data.

Tabel 4. Pengujian tampilan informasi pada *dashboard* web

No	Fitur	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1	Tampilan suhu sekarang	Menampilkan suhu terkini dalam °C	Tampil “28°C”, sesuai sensor
2	Tampilan kelembapan sekarang	Menampilkan kelembapan terkini dalam %	Tampil “75%”, sesuai sensor
3	Status lampu	Menampilkan “Hidup”/“Mati” sesuai <i>relay</i>	Status sesuai kondisi <i>relay</i>
4	Grafik suhu–kelembapan	Menampilkan tren suhu dan kelembapan terhadap waktu	Grafik terbentuk dan ter-update

No	Fitur	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
5	Tabel riwayat data	Menampilkan suhu, kelembapan, status <i>relay</i> , waktu	Data tampil sesuai database

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai suhu dan kelembapan yang tampil pada *dashboard* sesuai dengan data sensor dan rekaman pada basis data, baik dalam bentuk teks maupun grafik. Tabel riwayat data juga menampilkan informasi suhu, kelembapan, status *relay*, dan waktu pencatatan secara konsisten, sehingga mendukung proses pemantauan dan evaluasi kondisi kandang. Fitur kontrol lampu manual, filter data, dan notifikasi juga diuji untuk memastikan kesesuaian antara aksi pengguna di antarmuka dan respons sistem.

Tabel 5. Pengujian fitur kontrol dan notifikasi antarmuka

No	Skenario	Aksi Pengguna	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1	Kontrol lampu manual ON/OFF	Klik tombol hidup/matikan lampu	Lampu menyala/mati, status di <i>dashboard</i> ikut berubah	Sesuai, respons < 2 detik
2	Filter riwayat berdasarkan tanggal	Memilih rentang tanggal tertentu	Hanya data dalam rentang tersebut yang ditampilkan	Sesuai dengan rentang
3	Pencarian data riwayat	Mengisi kata kunci (misalnya "28.5")	Baris dengan nilai terkait muncul di tabel	Pencarian berfungsi
4	Notifikasi suhu rendah	Suhu turun < 28°C	Pesan peringatan terkirim ke <i>WhatsApp</i> pengguna	Notifikasi diterima
5	Notifikasi suhu tinggi	Suhu naik > 32°C	Pesan peringatan terkirim ke <i>WhatsApp</i> pengguna	Notifikasi diterima

Berdasarkan pengujian tersebut, seluruh fitur utama antarmuka, mulai dari tampilan data *real-time*, riwayat dan grafik, kontrol lampu manual, filter dan pencarian data, hingga notifikasi *WhatsApp*, telah berfungsi sesuai rancangan. Antarmuka web yang ditunjukkan pada Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9 mendukung proses pengujian ini karena setiap objek antarmuka yang diuji telah dijelaskan sebelumnya pada bagian implementasi. Hal ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya bekerja dengan baik pada tingkat perangkat keras, tetapi juga menyediakan pengalaman pemantauan dan pengendalian yang fungsional bagi pengguna melalui antarmuka berbasis web.

4.3 Pembahasan

Pengujian sistem *monitoring* dan kontrol suhu kandang kalkun menunjukkan bahwa seluruh fitur utama bekerja sesuai rancangan. Fitur pembacaan sensor suhu dan kelembapan mampu menampilkan data secara *real-time*, kemudian mengirimkannya ke server untuk disimpan dan ditampilkan kembali melalui halaman *dashboard web*. Hasil uji *black box* pada sisi perangkat keras memperlihatkan bahwa sistem dapat menyalakan lampu pemanas ketika suhu turun di bawah 28°C dan mematikannya kembali saat suhu melebihi 32°C, sehingga mekanisme pengendalian otomatis berjalan stabil sesuai batas nilai yang telah ditetapkan. Notifikasi *WhatsApp* berhasil dikirimkan ketika suhu berada di luar rentang ideal, sehingga sistem mampu memberikan peringatan dini kepada pengguna secara praktis.

Keberhasilan pengujian fungsional pada perangkat keras dan antarmuka web menunjukkan bahwa sistem ini berpotensi membantu mengatasi keterbatasan pemantauan manual yang selama ini dilakukan peternak. Sistem otomatis yang dikembangkan dapat mengurangi kebutuhan pengawasan terus-menerus, karena kondisi suhu dan kelembapan dapat dipantau dari jarak jauh melalui *dashboard*, sementara perekaman data historis mendukung evaluasi pola perubahan lingkungan kandang, khususnya pada fase pertumbuhan kalkun yang sensitif terhadap perubahan suhu. Dengan demikian, sistem memberikan nilai tambah tidak hanya pada aspek pengendalian suhu, tetapi juga pada kemudahan pemantauan dan pencatatan data lingkungan secara berkelanjutan.

Hasil pengujian memperlihatkan bahwa penerapan sistem berbasis *NodeMCU* ESP8266 dan sensor DHT11 dapat menjadi solusi alternatif yang relatif sederhana dan ekonomis untuk pengelolaan kandang ungas skala kecil. Sistem memungkinkan peternak merespons perubahan suhu dengan lebih cepat sehingga potensi terjadinya stres panas maupun penurunan daya tahan tubuh dapat diminimalkan, sementara fitur notifikasi memperkuat aspek kepraktisan karena peringatan dapat diterima tanpa harus berada di lokasi kandang. Namun demikian, efektivitas sistem dalam menurunkan angka kematian atau meningkatkan performa produksi belum dapat disimpulkan secara kuantitatif, karena pengujian dilakukan dalam rentang waktu terbatas dan belum melibatkan perbandingan langsung dengan metode konvensional di lapangan.

Beberapa temuan teknis selama pengujian memberikan arah yang jelas bagi pengembangan berikutnya. Penggunaan satu unit sensor DHT11 belum mampu merepresentasikan kondisi suhu di seluruh area kandang, sehingga penambahan beberapa titik sensor dengan ketelitian lebih tinggi diperlukan agar pembacaan data lebih representatif dan presisi. Sistem saat ini masih berfokus pada kontrol suhu melalui lampu pemanas, sehingga pengembangan lebih lanjut dapat mengintegrasikan pengaturan kelembapan, ventilasi, dan mekanisme pendinginan agar pengendalian lingkungan kandang menjadi lebih menyeluruh. Selain itu, ketergantungan pada jaringan lokal berpotensi menimbulkan gangguan ketika koneksi tidak stabil, sehingga perlu dipertimbangkan penggunaan koneksi tambahan seperti NB-IoT atau LTE, mekanisme penyimpanan data lokal sementara, serta sumber daya listrik cadangan seperti baterai atau panel surya agar sistem tetap beroperasi ketika terjadi pemadaman listrik.

Dari sisi antarmuka, pengujian menunjukkan bahwa tampilan *dashboard* yang ditunjukkan pada Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9 telah menyajikan informasi suhu, kelembapan, dan status lampu pemanas secara sederhana dan mudah dipahami. Pengguna dapat memanfaatkan fitur grafik, riwayat data, filter tanggal, kontrol lampu manual, dan tombol *Dump Data* untuk mendukung proses pemantauan dan pengelolaan kandang. Meski demikian, penambahan pengaturan batas suhu secara dinamis, visualisasi grafik yang lebih interaktif, serta optimasi tampilan untuk perangkat seluler akan semakin meningkatkan kenyamanan penggunaan dan fleksibilitas pemantauan di lapangan.

Jika dibandingkan dengan beberapa penelitian sebelumnya [1], [2], [7], [16], [17], [18], [19], [20], penelitian ini memberikan penguatan pada aspek integrasi fitur dalam satu sistem terpusat. Penelitian terdahulu banyak berfokus pada pemantauan suhu dan kelembapan atau pengendalian pemanas secara otomatis, sedangkan sistem yang dikembangkan pada penelitian ini menggabungkan pemantauan *real-time*, kontrol otomatis lampu pemanas, tampilan *dashboard web*, riwayat data, serta notifikasi melalui *WhatsApp*, sehingga fungsi sistem menjadi lebih adaptif terhadap kebutuhan operasional peternak. Sebagian besar penelitian sebelumnya menerapkan sistem serupa pada kandang ayam broiler [1], [3], [12], [13], [15], [21], sementara penelitian ini mengarahkan penerapan pada kandang kalkun dengan rentang suhu ideal 28–32°C yang berbeda dari ungas lain, sehingga memperluas konteks penerapan teknologi berbasis *Internet of Things* pada jenis ternak yang lebih beragam. Temuan ini dapat menjadi acuan bagi pengembangan sistem sejenis dengan parameter lingkungan yang disesuaikan untuk komoditas ungas lainnya.

5. Simpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem *monitoring* suhu dan kelembaban pada kandang ayam kalkun berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem menggunakan mikrokontroler *NodeMCU* ESP8266, sensor DHT11, serta modul *prototype* yang mengontrol lampu pemanas. Sistem mampu membaca suhu dan kelembaban secara *real-time* dan mengirimkan data tersebut ke server *web* melalui koneksi internet. Fungsionalitas ini membantu peternak dalam menjaga kestabilan suhu kandang, yang memengaruhi kesehatan dan produktivitas ternak.

Pengujian sistem mencakup metode *white box* dan *blackbox*. Hasil *white box* menunjukkan bahwa setiap bagian dari kode berjalan sesuai dengan alur logika yang dirancang. Sementara itu, pengujian *blackbox* membuktikan bahwa fungsi utama seperti pembacaan suhu, pengiriman data ke server, dan pengendalian *prototype* bekerja sesuai dengan masukan dan keluaran yang diharapkan.

Meskipun sistem telah berfungsi dengan baik, terdapat beberapa keterbatasan. Sistem hanya menggunakan satu sensor tanpa cadangan, sehingga kerusakan sensor utama dapat menyebabkan gangguan pada keseluruhan sistem. Tampilan antarmuka *web* juga masih tergolong sederhana dan belum mendukung fitur lanjutan. Sistem juga belum dilengkapi dengan sumber daya alternatif seperti baterai atau panel surya yang dapat menjaga operasional tetap berjalan saat terjadi pemadaman listrik. Kedepannya, pengembangan sistem dapat difokuskan pada peningkatan keandalan, skalabilitas, dan fitur pemantauan yang lengkap.

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem *monitoring* suhu dan kelembaban kandang ayam kalkun berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dikembangkan mampu berfungsi dengan baik dan sesuai tujuan. Sistem memanfaatkan mikrokontroler *NodeMCU ESP8266* yang terhubung dengan sensor DHT11 untuk membaca suhu dan kelembaban secara *real-time*, lalu mengirimkan data ke server agar dapat dipantau dari jarak jauh melalui jaringan internet. Selain itu, sistem juga mampu mengatur kerja *prototype* secara otomatis untuk mengontrol lampu pemanas sesuai kondisi lingkungan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berjalan stabil dan mampu memberikan informasi kondisi kandang secara akurat. Fitur otomatisasi dan pemantauan jarak jauh memberikan kemudahan serta efisiensi dalam pengelolaan kandang ayam kalkun, terutama dalam menjaga suhu dan kelembaban tetap ideal. Sebagai pengembangan selanjutnya, sistem ini masih dapat ditingkatkan, misalnya dengan menambahkan sensor cadangan untuk meningkatkan keandalan pembacaan data, serta menggunakan sumber daya alternatif seperti baterai atau panel surya guna menjaga keberlanjutan operasional saat terjadi pemadaman listrik. Melalui pengembangan tersebut, sistem diharapkan dapat berperan lebih luas sebagai bagian dari manajemen peternakan kalkun yang modern, andal, dan responsif terhadap kebutuhan pengguna di lapangan.

Daftar Referensi

- [1] Y. I. Mukti, F. Rahmadyanti, dan D. T. U. Diti, "A Smart Monitoring Berbasis Internet of Things (IoT) Suhu dan Kelembaban pada Kandang Ayam Broiler," *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 77–84, 2021, doi: 10.29303/jcosine.v5i1.399.
- [2] A. H. Aini, Y. Saragih, dan R. Hidayat, "Rancang Bangun Smart System Pada Kandang Ayam Menggunakan Mikrokontroler," *J. Teknol. Pertan. Gorontalo*, vol. 7, no. 1, pp. 27–35, 2022, doi: 10.30869/jtpg.v7i1.909.
- [3] Novita Kurnia Ningrum, Tiara Widya Kusuma, Ibnu Utomo Wahyu Mulyono, Ajib Susanto, dan Yupie Kusumawati, "Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Kandang Ayam Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Elektron. Dan Komput.*, vol. 16, no. 2, pp. 278–285, 2023, [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.stekom.ac.id/index.php/elkom>
- [4] F. S. Efendy, I. S. Asti, dan F. R. Aullia, "Sistem Monitoring Kandang Ayam Broiler Closed House Berbasis IoT pada Studi Kasus Moldovar Farm," *J. Pengabdi. pada Masy. Ilmu Pengetah. dan Teknol. Terintegrasi*, vol. 8, no. 2, pp. 67–78, 2024, doi: 10.33795/jindeks.v8i2.4652.
- [5] A. Hanafie, A. L. Perdana, Dinar, dan R. R. Ibrahim, "Perancangan Sistem Pengatur Suhu Secara Otomatis Pada Kandang Ayam Broiler Menggunakan Mikrokontroler," *J. Teknol. dan Komput.*, vol. 2, no. 02, pp. 178–183, 2022, doi: 10.56923/jtek.v2i02.95.
- [6] M. T. Pamungkas dan A. Fergina, "Sistem Monitoring Dan Pengatur Suhu Otomatis Untuk Kandang Ayam Di Desa Sukamanis Berbasis Arduino," *J. Tek. Inform. UNIKA St. Thomas*, vol. 06, pp. 331–339, 2021, doi: 10.54367/jtiust.v6i2.1545.
- [7] A. Ginting, R. Aulya, dan Z. Yunizar, "Sistem Monitoring Suhu Kandang Anak Ayam Menggunakan Internet Of Things," *J. Sains dan Teknol. 4.0*, vol. 1, no. 1, pp. 9–14, 2023, [Daring]. Tersedia pada: [https://jurnal.komputasi.org/index.php/jst/article/download/7/3](https://jurnal.komputasi.org/index.php/jst/article/view/7%0Ahttps://jurnal.komputasi.org/index.php/jst/article/download/7/3)
- [8] R. L. Alam dan A. Nasuha, "Sistem Pengendali pH Air dan Pemantauan Lingkungan Tanaman Hidroponik menggunakan Fuzzy Logic berbasis IoT," *Elinvo (Electronics, Informatics, Vocat. Educ.)*, vol. 5, no. 1, pp. 11–20, 2020, doi: 10.21831/elinvo.v5i1.34587.
- [9] R. Fahmin Kafafi, "Rancang Bangun Monitoring Suhu Dan Kelembaban Kandang Guna Mempermudah Kinerja Peternak Berbasis Arduino," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 3, no. 2, pp. 98–104, 2019, doi: 10.36040/jati.v3i2.873.

- [10] A. Rakhman, A. Sutanto, dan R. Hernowo, "Pemanfaatan Narrowband IoT (NB-IoT) dalam Peningkatan Produktivitas Peternakan melalui Monitoring Otomatis," *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 8, no. 3, pp. 275–280, 2023, doi: 10.30591/jpit.v8i3.5824.
- [11] H. Sobri, Y. Nurdiansyah, D. R. Istiyadi, dan A. Infantono, "Implementasi Fuzzy Logic Control Untuk Pemberi Pakan Ayam Otomatis Pada Ayam Broiler Dengan Menggunakan Teknologi IoT," *Pros. Semin. Nas. Sains Teknol. dan Inov. Indones.*, vol. 3, no. November, pp. 179–190, 2021, doi: 10.54706/senastindo.v3.2021.159.
- [12] F. S. Efendi, T. A. Cinderatama, dan I. S. Asti, "Implementasi Sistem Penjadwalan Otomatis Smart Closed House Kandang Ayam Broiler Berbasis IOT menggunakan K-Nearest-Neighbour," *J. Autom. Comput. Inf. Syst.*, vol. 4, no. 2, pp. 88–99, 2024, doi: 10.47134/jacis.v4i2.88.
- [13] S. B. Mulia, Y. Erdani, M. R. Febrian, dan R. F. Alfian, "Rancang Bangun Miniatur Sistem Kontrol Dan Monitoring Suhu Kandang Close House Berbasis Arduino Uno," *J. TEDC*, vol. 16, no. 2, pp. 116–125, 2022.
- [14] S. Suryanto dan R. Nur Ariefin, "Sistem Monitoring Kualitas Udara , Suhu dan Kebersihan Kandang Ayam Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT)," *IMTechno J. Ind. Manag. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 117–123, 2023, doi: 10.31294/imtechno.v4i2.2150.
- [15] J. S. Saputra dan S. Siswanto, "Prototype Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Pada Kandang Ayam Broiler Berbasis Internet of Things," *PROS/SKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 7, no. 1, pp. 1-12, 2020, doi: 10.30656/prosko.v7i1.2132.
- [16] B. Kusumo, "Simulasi Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ayam Dan Monitoring Suhu Kandang," *J. Syst. Comput. Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 192–203, 2024, doi: 10.61628/jsce.v5i2.1278.
- [17] M. R. Wahyudi dan A. R. Nugraha, "Alat Inkubator Kandang Anak Ayam Menggunakan Sensor Suhu DHT11 dengan Mikrokontroler Arduino," *J. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 101–110, 2020, doi: 10.33592/jutis.vol7.iss1.161.
- [18] M. Mukhairi Rizal, M. Ikhsan, dan M. S. Hasibuan, "Sistem Pemantau Suhu dan Kelembapan Kandang Puyuh Menggunakan Metode Logika Fuzzy Sugeno Berbasis Internet of Things," *J. Fasilkom*, vol. 14, no. 1, pp. 242–249, 2024, doi: 10.37859/jf.v14i1.6977.
- [19] C. Cardi dan A. Najmurrokhman, "Pengembangan Sistem Informasi Suhu dan Kelembapan Kandang Ayam Tertutup Menggunakan Platform Internet-of-Things," *JUMANJI (Jurnal Masy. Inform. Unjani)*, vol. 5, no. 2, pp. 110, 2021, doi: 10.26874/jumanji.v5i2.97.
- [20] H. SUPRIYONO, F. SURYAWAN, R. M. A. BASTOMI, dan U. BIMANTORO, "Sistem Monitoring Suhu dan Gas Amonia untuk Kandang Ayam Skala Kecil," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 9, no. 3, pp. 562, 2021, doi: 10.26760/elkomika.v9i3.562.
- [21] A. Rahmatulloh, D. Wahyudin, N. Widiyasono, dan I. Darmawan, "IoT-Based Temperature Monitoring System For Smart Cage," *ICACNIS 2022 - 2022 Int. Conf. Adv. Creat. Networks Intell. Syst. Blockchain Technol. Intell. Syst. Appl. Hum. Life, Proceeding*, 2022, doi: 10.1109/ICACNIS57039.2022.10055769.