

Sistem Kendali Suhu Kelembapan dan Amonia Pada Kandang ayam Broiler Berbasis IoT

Hadi Mirojul Falah¹, Syarif Hidayatulloh², Toni Arifin³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya
e-mail: ¹hadimirojulf@gmail.com, ²syarif@ars.ac.id, ³toni.arifin@ars.ac.id

Abstrak

Ketidakstabilan kondisi lingkungan dalam kandang ayam seperti tingginya suhu, kelembapan yang berlebihan, serta akumulasi gas amonia, merupakan faktor kritis yang berdampak langsung terhadap kesehatan dan produktivitas ayam broiler. Sistem kendali otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) dirancang untuk monitoring serta mengendalikan suhu, kelembapan, dan zat amonia secara real time guna menjaga kualitas lingkungan kandang. Sistem dikembangkan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang terintegrasi dengan sensor DHT22 sebagai pengukuran suhu dan kelembapan, serta sensor MQ-137 untuk deteksi gas amonia. Data sensor ditampilkan melalui LCD dan dikirim otomatis ke *Google Spreadsheet*, serta dapat dimonitoring dan dikendalikan dari jarak jauh melalui aplikasi Blynk. Sistem ini juga mengaktifkan kipas dan lampu secara otomatis berdasarkan ambang batas tertentu. Hasil pengujian menunjukkan akurasi tinggi dengan error suhu maksimal 0,64% dan kelembapan 1,52%, serta waktu *delay* pengiriman data antara 2–4 detik. Implementasi sistem terbukti efektif dalam menjaga kestabilan lingkungan kandang, sehingga mendukung peningkatan kenyamanan, kesehatan dan produktivitas ayam broiler secara signifikan

Kata kunci—*Internet of Thing*, ESP32, suhu, kelembapan, gas amonia

Abstract

The instability of environmental conditions in chicken coops such as high temperatures, excessive humidity, and accumulation of ammonia gas, are critical factors that have a direct impact on the health and productivity of broiler chickens. An Internet of Things (IoT)-based automatic control system is designed to monitor and control temperature, humidity, and ammonia levels in real time to maintain the quality of the coop environment. The system was developed using a NodeMCU ESP32 microcontroller integrated with a DHT22 sensor for temperature and humidity measurement, and an MQ-137 sensor for ammonia gas detection. Sensor data is displayed via LCD and automatically sent to Google Spreadsheet, and can be monitored and controlled remotely via the Blynk application. This system also activates fans and lights automatically based on certain thresholds. Test results show high accuracy with a maximum temperature error of 0.64% and humidity of 1.52%, and a data transmission delay time of between 2–4 seconds. The implementation of the system has proven effective in maintaining the stability of the coop environment, thereby supporting a significant increase in comfort, health and productivity of broiler chickens.

Keywords—*Internet of Things, ESP32, temperature, humidity, ammonia gas*

Corresponding Author:

Syarif Hidayatulloh,
Email: syarif@ars.ac.id

1. PENDAHULUAN

Pembangunan di Indonesia terus menunjukkan kemajuan yang signifikan, di mana peran strategis sektor peternakan sangat berpengaruh dalam menyediakan sumber pangan, energi dan berbagai pendukung lainnya [1]. Peternakan adalah sebuah usaha yang dikelola secara komersial dan kini menjadi andalan dalam memenuhi kebutuhan hidup keluarga. Salah satu contohnya adalah peternakan ayam ras broiler [2]. Ayam broiler merupakan jenis unggas unggulan yang dihasilkan dari persilangan berbagai ras ayam, yang dikenal memiliki produktivitas tinggi, terutama dalam memproduksi daging [3].

Dalam usaha beternak ayam broiler, para peternak sering menghadapi berbagai tantangan dan keluhan. Salah satu kendala yaitu tingginya angka kematian ayam akibat penyakit [4]. Salah satu sektor yang sangat diperhatikan saat beternak ayam yaitu menjaga suhu dan kelembaban di dalam kandang agar tetap optimal. Suhu yang tinggi di kandang ayam menjadi perhatian utama karena dapat mengakibatkan kerugian ekonomi [5]. Selain suhu dan kelembapan menjadi aspek penting, kadar zat amonia menjadi masalah lain yang sering di temukan di kandang ayam broiler [6].

Sistem kendali suhu, kelembapan dan kadar amonia otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat menjadi solusi yang efektif dan efisien untuk kestabilan kondisi lingkungan kandang ayam, bahkan dapat diakses dan dikendalikan dari jarak jauh. Teknologi ini memungkinkan pemantauan dan pengaturan suhu, kelembapan serta kadar gas amonia secara *real time*, sehingga kualitas udara di dalam kandang tetap terjaga [7]. Penyebab munculnya gas amonia dipengaruhi oleh tingkat kelembapan di dalam kandang maupun kondisi lingkungan di luar peternakan. Batas maksimum kadar amonia yang diperbolehkan dalam lingkungan peternakan yaitu 20 ppm (*part per million*) [8]. Amonia dapat memberikan dampak negatif yang serius bagi ayam, terutama pada kesehatan mata dan rongga hidungnya. Selain itu, paparan gas dapat melemahkan sistem kekebalan tubuh ayam [9].

Berdasarkan pembahasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa pemeliharaan lingkungan kandang ayam broiler yang optimal penting untuk meningkatkan produktivitas, menjaga kesehatan dan menurunkan angka kematian akibat stres panas, kelembapan tinggi, serta gas amonia. Teknologi IoT menjadi solusi efektif karena memungkinkan monitoring dan pengendalian otomatis secara *real time*. Penelitian ini merancang sistem kendali suhu, kelembapan, dan amonia berbasis IoT dengan NodeMCU ESP32 yang dapat mengirim data melalui Wi-Fi, mencatat informasi ke Google *Spreadsheet*, serta memungkinkan pemantauan dan kontrol jarak jauh melalui aplikasi *Blynk* secara efisien

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, penulis mengusulkan solusi melalui penelitian yang berjudul “Sistem Kendali Suhu, Kelembapan dan Amonia Pada Kandang Ayam Broiler Berbasis IoT”, yang dipilih sebagai fokus utama dalam penelitian ini.

2. METEDOLOGI PENELITIAN

Keaslian penelitian ini dapat diketahui melalui sub-sub penelitian yang telah diungkap pada penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian mendalam terhadap penelitian-penelitian terdahulu untuk referensi dan perbandingan baik secara teori maupun metodologi. Meskipun terdapat kesamaan, namun terdapat juga perbedaan di antara berbagai penelitian mengenai desain sistem, subjek, dan metode analisis yang digunakan sebelumnya sebagai berikut :

Penelitian yang dilakukan oleh [10] memiliki permasalahan terkait tingginya kadar amonia di peternakan ayam Komunitas Tumbuh Bersama (KTB) yang berdampak negatif pada kesehatan dan produktivitas. Sistem dikembangkan menggunakan ESP8266, sensor DHT11, MQ-135, LDR, relay, Firebase dan aplikasi Android untuk pemantauan *real time*. Pengujian dengan gas korek api menunjukkan sistem berhasil mendeteksi amonia (9–29 ppm), suhu (31–36°C), serta intensitas cahaya, dan mengaktifkan kipas serta lampu otomatis dengan tingkat keberhasilan 100%. Kelebihan sistem meliputi pemantauan *real time*, efisiensi energi dan otomatisasi

pencahayaannya. Namun masih memiliki kelemahan seperti akurasi sensor yang rendah, ketergantungan internet dan uji coba terbatas tanpa pengujian langsung di kandang ayam.

Penelitian yang dilakukan oleh [11] membahas masalah bau menyengat di kandang ayam akibat tingginya gas amonia dan suhu tidak ideal yang memengaruhi kesehatan ayam dan pekerja. Untuk mengatasinya, dirancang sistem monitoring berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor DHT11, MQ135, relay, kipas, LCD dan platform Antares. Hasil pengujian menunjukkan *error* suhu 0,30%–1,94% dan pembacaan amonia stabil (0,82–1 ppm), dengan kipas otomatis aktif pada suhu $\geq 30^{\circ}\text{C}$ atau amonia ≥ 20 ppm. Kelebihan sistem meliputi akurasi suhu, pembacaan amonia yang stabil dan desain efektif, namun masih terdapat kelemahan seperti belum adanya kalibrasi sensor, potensi interferensi gas lain dan belum terukurnya dampak terhadap produktivitas ayam.

Penelitian yang dilakukan oleh [6] mengambil permasalahan terkait tingginya kadar gas amonia pada kandang ayam yang berbahaya jika melebihi 5 ppm. Sistem berbasis IoT menggunakan sensor MQ135, DHT22 dan NodeMCU ESP8266 yang terhubung ke Google *Spreadsheet*. Pengujian dilakukan pada kandang terbuka dan tertutup. Hasilnya kandang tertutup tanpa kipas mencapai kadar amonia hingga 57,270 ppm dan menyebabkan kematian ayam, sementara penggunaan kipas menurunkan kadar menjadi 4–6 ppm.

2.1. NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 adalah modul pengembangan berbasis mikrokontroler yang mengintegrasikan Wi-Fi dan Bluetooth dual-mode, menjadikannya populer untuk aplikasi *Internet of Things* (IoT). Modul ini didukung oleh prosesor Xtensa dual-core 32-bit dengan clock speed hingga 240 MHz, memori flash hingga 16 MB, serta berbagai antarmuka GPIO, SPI, I2C, dan UART yang memudahkan koneksi dengan sensor dan aktuator (AR, 2025). NodeMCU ESP32 juga dilengkapi dengan berbagai pin input/output (I/O) digital dan analog yang memudahkan integrasi dengan sensor maupun aktuator (Givano et al., 2023). ESP32 juga mendukung terhadap berbagai protokol komunikasi seperti MQTT dan HTTP memungkinkan integrasi yang fleksibel dengan platform cloud maupun sistem embedded lainnya [12]



Gambar 1. ESP32

2.2. DHT22

DHT22 adalah sensor gabungan dari sensor suhu (*temperature*) dan kelembaban (*humidity*) yang outputnya berupa sinyal digital dengan konversi dan perhitungan dilakukan oleh MCU 8-bit terpadu. Sensor ini memiliki kalibrasi akurat dengan kompensasi suhu ruang penyesuaian dengan nilai koefisien tersimpan dalam memori [13]. Sensor DHT22 menggunakan kapasitor dan termistor untuk mengukur udara disekitarnya dan keluar sinyal pada pin data. DHT22 diklaim memiliki kualitas pembacaan yang baik, dinilai dari respon proses akuisisi data yang cepat dan ukurannya yang minimalis, serta dengan harga relatif murah jika dibandingkan dengan alat *thermohygrometer* [14].



Gambar 2. Sensor DHT22

2.3. Sensor MQ-137

Sensor MQ-137 merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur kadar amonia pada udara. Sensor ini memiliki sensitifitas yang baik untuk melakukan pengukuran NH₃ dengan cakupan pengukuran yang luas [15]. Sensor ini juga memiliki daya tahan yang baik. MQ-137 dilengkapi dengan load resistor(RL) / resistor beban 10 kW, namun resistor tersebut telah diganti dari modul sensor karena kurva kalibrasi sensor datasheet mengacu pada nilai resistor beban RL = 47 kW. MQ-137 mampu mendeteksi gas amonia secara terus-menerus dengan kisaran 5-500 ppm. MQ-137 biasanya digunakan untuk sistem pendeteksi kebocoran gas [16].



Gambar 3. Sensor MQ-137

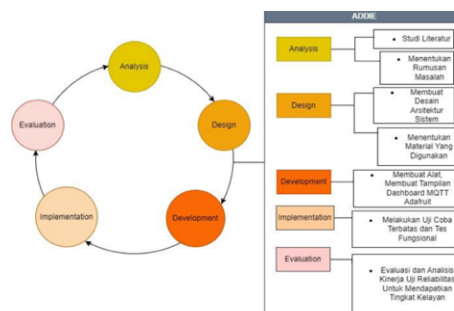
2.4. Arduino IDE

Arduino IDE merupakan perangkat lunak *open source* yang digunakan untuk menulis kode, perangkat lunak ini dibuat menggunakan Java dan dapat bekerja di berbagai platform seperti Windows, Mac dan Linux. Arduino IDE memiliki fitur seperti kebanyakan tools untuk menulis bahasa pemrograman seperti syntax highlighting yang memberikan kemudahan pada saat proses menulis kode program, saat ini Arduino IDE telah merilis versi 1.8.13 [17]



Gambar 4. Arduino IDE

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem dengan pendekatan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Model ini banyak digunakan dalam proses rekayasa sistem karena bersifat sistematis, fleksibel, dan efektif untuk mengembangkan perangkat lunak maupun perangkat keras [18]. Model ini telah terbukti efektif dalam pengembangan sistem kendali suhu, kelembapan dan amonia pada kandang ayam broiler berbasis IoT.



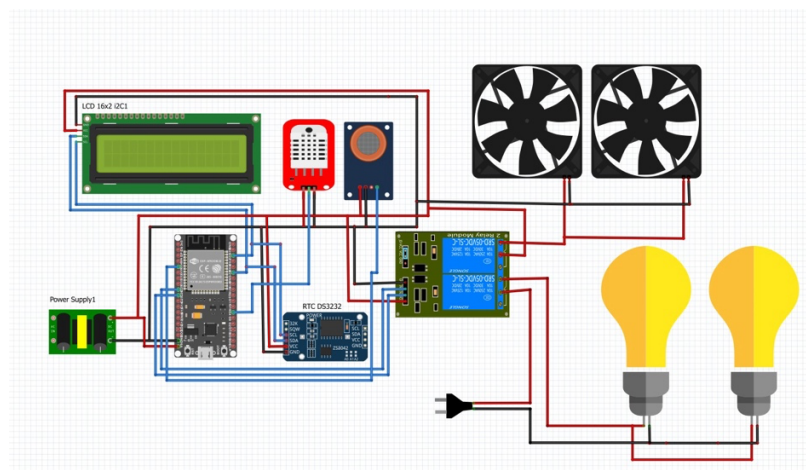
Gambar 5. Metode ADDIE

2.5. Analysis

Tahap analisis merupakan langkah awal yang mencakup pengkajian menyeluruh terhadap rencana penelitian yang akan dilakukan. Pada tahapan ini, ditetapkan tujuan penelitian dengan merancang dan membangun alat kendali suhu, kelembapan dan zat amonia pada kandang ayam broiler berbasis *Internet of Things* (IoT). Selain itu, dilakukan identifikasi kebutuhan pengguna terhadap sistem yang mampu melakukan kendali otomatis, mengirim data secara *real time*, serta memungkinkan monitoring jarak jauh. Metode penelitian disesuaikan dengan pendekatan pengembangan sistem berbasis teknologi, dengan objek pengujian difokuskan pada sistem kendali suhu, kelembapan dan kadar gas amonia dalam kandang ayam broiler berbasis IoT.

2.6. Desain

Tahap desain meliputi proses perancangan sistem perangkat keras (*hardware*) dan antarmuka pengguna (*user interface*), untuk mengembangkan alat sesuai dengan kebutuhan fungsional sistem. Pada tahapan desain, rangkaian dirancang dengan mengintegrasikan antara berbagai komponen, seperti NodeMCU ESP32, sensor DHT22, sensor MQ-137, modul RTC, modul relay dan LCD. Selain itu, antarmuka pengguna dirancang melalui *Blynk* agar mampu melakukan kontrol dan monitoring suhu, kelembapan, serta kadar gas amonia pada kandang ayam secara *real time* dan jarak jauh. Sistem ini juga dirancang untuk mengirimkan data ke *Google Spreadsheet* secara otomatis sesuai dengan waktu yang telah ditentukan oleh pengguna, sehingga pencatatan data dapat dilakukan secara terjadwal dan efisien. Desain ini disusun untuk memastikan sistem bekerja secara otomatis, efektif, dan mudah digunakan oleh peternak.



Gambar 6. Skematik Rangkaian Alat

2.7. Development

Pada tahap ini, terdapat tiga langkah utama yang dilakukan. Langkah pertama adalah pembuatan perangkat keras, yang mencakup proses merancang dan merakit komponen fisik seperti NodeMCU ESP32 serta sensor yang dibutuhkan. Tahapan ini mencakup pemilihan komponen elektronik yang tepat serta perancangan rangkaian elektronik yang optimal dan efisien.

Tahap berikutnya berfokus pada pemrograman perangkat lunak. *Firmware* yang berfungsi untuk mengontrol dan memonitoring suhu, kelembapan dan gas amonia yang berinteraksi dengan aplikasi *Blynk*, kemudian dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman seperti C++ atau bahasa lain yang sesuai untuk NodeMCU ESP32. Dengan perangkat lunak ini, NodeMCU dapat mengakses jaringan WiFi, berinteraksi dengan server *Blynk* dan mengontrol kendali sesuai perintah yang diterima melalui aplikasi.

Terakhir, tahap ini diikuti oleh pengujian awal, Pengujian ini mencakup pemeriksaan fungsionalitas dasar sistem seperti kemampuan untuk mengontrol pengendalian suhu, kelembapan dan gas amonia melalui aplikasi *Blynk* dan memastikan bahwa komunikasi antara NodeMCU dan aplikasi berjalan dengan lancar. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi

masalah awal dan memastikan bahwa sistem dapat beroperasi sesuai dengan yang diharapkan. Dengan demikian, tahapan ini merupakan langkah kunci dalam membangun solusi yang efektif untuk sistem kendali suhu, kelembapan dan gas amonia berbasis IoT.

2.8. Implementation

Tahap implementasi dalam pengembangan sistem kendali suhu, kelembapan dan gas amonia pada kandang ayam broiler berbasis IoT mencakup integrasi antara beberapa perangkat. NodeMCU ESP32 dihubungkan dengan sensor DHT22 mendeteksi untuk suhu dan kelembapan, MQ-137 untuk gas amonia, modul RTC, LCD serta aktuator berupa kipas dan lampu. Saat sistem diaktifkan dan terhubung ke WiFi, LCD menampilkan informasi waktu dan kadar gas, lalu bergantian menampilkan suhu dan kelembapan. Data sensor dikirim otomatis ke Google *Spreadsheet* sesuai waktu yang ditentukan, memudahkan pencatatan terjadwal. Sistem dapat dipantau dan dikendalikan secara *real time* melalui aplikasi *Blynk*. Secara otomatis, lampu menyala dan kipas mati jika suhu $<30^{\circ}\text{C}$; saat suhu $\geq 33^{\circ}\text{C}$, kipas menyala dan lampu mati hingga suhu turun ke 30°C . Jika kadar amonia melebihi ambang batas, kipas otomatis menyala untuk menurunkan konsentrasi gas. Sistem bekerja berulang secara otomatis guna menjaga kondisi lingkungan kandang tetap optimal.

2.9. Evaluation

Tahap Evaluasi dalam model ADDIE merupakan bagian penting dalam pengembangan sistem kendali suhu, kelembapan dan gas amonia pada kandang ayam broiler berbasis NodeMCU ESP32. Evaluasi dilakukan untuk mengukur kehandalan, responsivitas, akurasi pengukuran serta efektivitas pengendalian dan monitoring. Data dikumpulkan selama penggunaan sistem dan dianalisis untuk menilai pencapaian kriteria evaluasi. Jika ditemukan kendala, dilakukan perbaikan yang terdokumentasi dengan baik sebagai dasar pengembangan berkelanjutan. Tahap akhir evaluasi melibatkan analisis hasil pengujian sistem untuk memastikan bahwa pengukuran suhu, kelembapan dan gas amonia berjalan akurat, serta kualitas udara dalam kandang terjaga demi kesehatan dan produktivitas ayam. Hasil pengujian memberikan informasi penting untuk menilai performa sistem dan memastikan bahwa sistem berbasis IoT ini mampu memenuhi kebutuhan pengguna secara optimal, dengan akurasi tinggi, respons cepat, serta kemudahan dalam pemantauan dan kendali jarak jauh.

2.10. Pengumpulan Data

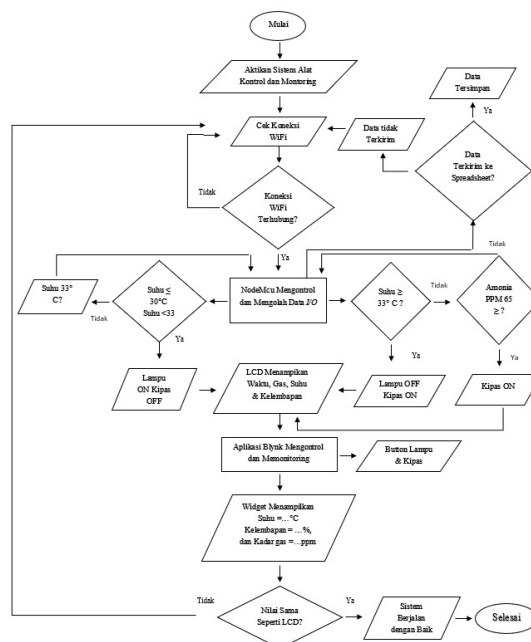
Alat dan bahan yang digunakan pada rangkaian dan pembuatan alat kendali suhu, kelembapan, dan amonia pada kandang ayam broiler berbasis IoT adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Alat	Bahan
1	NodeMcu ESP32	Laptop
2	Sensor DHT22	Bor
3	Sensor MQ-137	Solder
4	<i>Real Time Clock (RTC)</i>	Lem
5	<i>Liquid Crystal Display (LCD) 16x2 I2C</i>	Gunting
6	Modul Relay 2 channel	Pisau Cutter
7	Timah	Kabel data
8	Breadboard	Gergaji besi
9	Kabel Jumper	Tang potong
10	Adapter DC 5V/2A	Mesin Gerinda
11	Box kandang ayam	Gergaji
12	Fitting Lampu	Palu
13	Lampu bohlam	Tatah
14	Kipas DC 12V	

No	Alat	Bahan
15	Selotip	
16	Lem Korea	
17	PCB	

Sistem kendali suhu, kelembapan dan amonia pada kandang ayam berbasis IoT ini menggunakan komponen elektronik terintegrasi yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32. Setelah diaktifkan, ESP32 otomatis terhubung ke WiFi yang telah dikonfigurasi. Informasi suhu, kelembapan dan kadar zat amonia ditampilkan bergantian pada LCD menggunakan sensor DHT22 dan MQ137. Sistem memiliki dua mode pengendalian yaitu otomatis (berdasarkan ambang batas suhu) dan manual melalui aplikasi *Blynk*. Untuk kestabilan daya, digunakan power supply 5V/2A. Selain monitoring *real time*, sistem juga mengirimkan data secara otomatis ke Google *Spreadsheet* sesuai waktu yang ditentukan, mendukung pencatatan dan analisis data kandang secara terjadwal. Data yang ditampilkan juga dapat divalidasi antara tampilan LCD dan dashboard *Blynk* untuk memastikan akurasi. Dengan fitur otomatisasi ini, pengguna tidak perlu mengontrol secara manual kondisi lingkungan kandang.



Gambar 7. *Flowchart* Kendali Suhu Kelembapan dan Amonia Pada Kandang Ayam Berbasis IoT

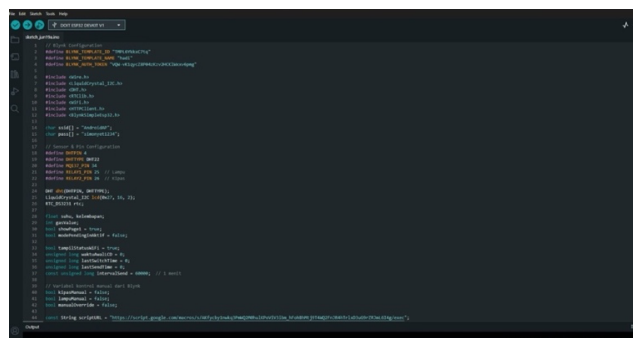
Flowchart pada Gambar 7 menggambarkan alur kerja sistem kendali otomatis suhu, kelembapan dan amonia pada kandang ayam broiler berbasis IoT dengan NodeMCU ESP32 sebagai pusat kendali. Setelah sistem diaktifkan, dilakukan pengecekan koneksi WiFi. Jika sudah terhubung, ESP32 mulai membaca data dari sensor DHT22 dan MQ137. Jika suhu $\leq 30^{\circ}\text{C}$, lampu menyala dan kipas mati jika suhu $\geq 33^{\circ}\text{C}$, lampu mati dan kipas menyala. Selain itu, jika kadar gas amonia ≥ 65 ppm, kipas akan otomatis diaktifkan untuk menjaga kualitas udara dalam kandang. Data hasil pembacaan sensor akan ditampilkan secara *real time* di LCD dan dikirim ke dashboard *Blynk*. Sistem juga mengirim data ke Google *Spreadsheet* sesuai waktu yang ditentukan. Alur ini berjalan secara berulang selama sistem aktif untuk menjaga kestabilan lingkungan kandang. Data sensor seperti waktu, suhu, kelembapan dan kadar gas ditampilkan secara *real time* di LCD dan dapat dipantau melalui aplikasi *Blynk*. Aplikasi ini menampilkan data dalam bentuk widget dan memungkinkan kendali manual kipas serta lampu. Data juga

dikirim otomatis ke Google *Spreadsheet* sebagai catatan historis. Sistem akan memverifikasi kesesuaian data antara LCD dan dashboard *Blynk* dan jika cocok, sistem dinyatakan berjalan dengan baik untuk monitoring kandang ayam broiler secara optimal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian bertujuan untuk merancang sistem kendali suhu, kelembapan dan amonia pada kandang ayam dengan integrasi sensor DHT22, MQ137, RTC, LCD dan relay untuk mengontrol kipas serta lampu secara otomatis. Sistem bekerja berdasarkan suhu, ketika suhu berada di kisaran 30–33°C, lampu menyala dan kipas mati. Jika suhu melebihi 33°C, lampu akan mati dan kipas menyala untuk menurunkan suhu. Selain itu, jika sensor MQ137 mendeteksi kadar gas amonia melebihi ambang batas yang telah ditentukan, maka kipas juga akan menyala secara otomatis untuk membantu sirkulasi udara. Data suhu, kelembapan dan kadar gas dikirim otomatis ke Google *Spreadsheet* sesuai waktu yang telah ditentukan, serta dapat dipantau melalui aplikasi *Blynk*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengontrol kondisi lingkungan kandang secara stabil dan otomatis, serta mendukung kesehatan dan produktivitas ayam broiler.

Setelah seluruh komponen sistem dirakit, sistem diprogram dengan logika kendali otomatis menggunakan mikrokontroler. Saat suhu mencapai $\geq 30^{\circ}\text{C}$, lampu menyala dan kipas mati hingga suhu mencapai $\geq 33^{\circ}\text{C}$, yang kemudian mematikan lampu dan menyalakan kipas. Sistem juga dilengkapi sensor MQ137 untuk mendeteksi gas amonia, jika kadar gas ≥ 65 ppm, kipas akan aktif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja stabil dan responsif terhadap kondisi lingkungan, sehingga efektif mendukung kenyamanan dan kesehatan ayam broiler dalam kandang berbasis IoT



Gambar 8. Kode Arduino IDE

Setelah semua alat siap, kemudian pada Gambar 9 dilakukan tahap implementasi, yaitu berupa penggabungan dan pengujian awal terhadap perangkat yang telah didesain sebelumnya. Berikut adalah gambar rangkaian yang sudah dibuat.



Gambar 9. Rangkaian Alat

Hasil dari perancangan sistem kendali suhu, kelembapan dan gas amonia pada kandang ayam berbasis IoT ini bekerja berdasarkan logika pemrograman yang telah dibuat sebelumnya menggunakan bahasa pemrograman C++ melalui aplikasi Arduino IDE. Logika pemrograman yang diterapkan pada alat ini mencakup sistem kendali otomatis suhu, kelembapan dan gas amonia.

Sistem dilengkapi dengan fitur monitoring dan kendali jarak jauh menggunakan aplikasi *Blynk* serta menampilkan data suhu, kelembapan dan gas amonia pada LCD dan dashboard *Blynk*. Data juga dikirim otomatis ke Google *Spreadsheet* melalui koneksi internet menggunakan HTTP Request. Seluruh proses berjalan secara otomatis dan *real time*, mulai dari pembacaan sensor hingga pengendalian kipas dan lampu yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32.

Evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas dan efisiensi sistem di lapangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja sesuai dengan logika yang dirancang, yaitu secara otomatis mengendalikan kipas dan lampu berdasarkan suhu serta mengaktifkan kipas jika kadar gas amonia melebihi ambang batas. Sistem juga mampu menampilkan data suhu, kelembapan dan gas amonia pada LCD, serta memungkinkan monitoring dan kontrol jarak jauh melalui aplikasi *Blynk*. Seluruh data dikirim secara otomatis ke Google *Spreadsheet* sesuai interval waktu yang ditentukan, sebagai dokumentasi dan bahan evaluasi pengelolaan kandang ayam broiler.

1. Pengujian Akurasi Suhu

Tabel 2. Pengujian Akurasi Suhu

No	Suhu	Thermometer HTC-1	Seilish	Percent Error
1	30.1	30.0	0.1	0.33%
2	31.7	31.5	0.2	0.64%
3	29.9	30.0	0.1	-0.33%
4	32.5	32.7	0.2	-0.61%
5	33.3	33.5	0.2	-0.60%
6	34.1	34.0	0.1	0.29%

Pengujian akurasi sensor suhu dengan membandingkan hasil sensor DHT22 dengan *Thermometer* HTC-1 sebagai alat referensi. Selisih suhu berkisar antara 0.1 hingga 0.2°C dengan persentase *error* tertinggi 0.64% dan terendah -0.61%. Hasil menunjukkan sensor memiliki akurasi yang cukup baik dan kesalahan pembacaan masih dalam batas toleransi. Dengan demikian, sensor dapat diandalkan untuk sistem kendali suhu otomatis pada kandang ayam berbasis IoT.

2. Pengujian Akurasi Kelembapan

Tabel 3. Pengujian Akurasi Kelembapan

No	Kelembapan	Thermometer HTC-1	Error	Percent Error
1	78	79	-1	1,52%
2	62	63	-1	1,52%
3	78	78	0	0.00%
4	63	62	1	1.49%
5	66	67	-1	1,52%
6	76	77	-1	1,52%

Pengujian akurasi sensor kelembapan dapat membandingkan hasil sensor DHT22 dengan alat *Thermometer* HTC-1. Selisih nilai kelembapan yang terdeteksi berkisar antara -1 hingga 1, dengan persentase *error* tertinggi sebesar 1,52% dan terendah 0,00%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor kelembapan memiliki akurasi yang baik dan pembacaan yang stabil.

Dengan tingkat kesalahan yang rendah dan konsisten, sensor ini layak digunakan dalam sistem monitoring kelembapan kandang ayam berbasis IoT secara *real time*

3. Pengujian Delay Pengiriman Data *Spreadsheet*

Tabel 4. Pengujian Delay Pengiriman

Percobaan	Delay	Status Pengiriman
1	3 detik	Data Terkirim
2	3 detik	Data Terkirim
3	4 detik	Data Terkirim
4	2 detik	Data Terkirim
5	4 detik	Data Terkirim
6	2 detik	Data Terkirim

Pengujian dilakukan sebanyak enam kali untuk mengukur delay pengiriman data, dengan hasil seluruh data berhasil terkirim dalam waktu 2 hingga 4 detik. Rata-rata delay yang tercatat adalah 3 detik, menunjukkan performa pengiriman yang stabil dan efisien. Dengan tidak adanya kegagalan pengiriman, sistem dinilai andal untuk kebutuhan monitoring *real time* berbasis IoT

4. Pengujian *Threshold* Otomatisasi (Lampu dan Kipas)

Tabel 5. Pengujian *Threshold* Otomatis

No	Simulasi Suhu	Lampu	Kipas	Sesuai Logika (YA/TIDAK)
1	30,2	ON	OFF	YA
2	31,3	ON	OFF	YA
3	32,4	ON	OFF	YA
4	33,2	OFF	ON	YA
5	32,1	ON	OFF	YA
6	31,9	ON	OFF	YA

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4. sistem otomatisasi lampu dan kipas merespons perubahan suhu secara konsisten sesuai logika yang telah dirancang. Sistem mampu mendeteksi batas suhu dengan akurat dan mengontrol perangkat secara otomatis tanpa kesalahan. Respon sistem terhadap kondisi suhu rendah dan tinggi berjalan tepat waktu, menunjukkan bahwa proses pembacaan sensor dan eksekusi perintah ke aktuator berlangsung stabil. Selain itu, perpindahan status antara lampu dan kipas berlangsung halus tanpa delay yang mengganggu, sehingga mendukung kestabilan suhu dalam lingkungan pemantauan.

5. Pengujian Manual melalui *Blynk*

Tabel 6. Pengujian Manual melalui *Blynk*

No	Perangkat	Blynk	Respon Relay	Evaluasi
1	Lampu	ON	Lampu Menyala	Respon sesuai perintah
2	Kipas	OFF	Kipas Mati	Respon sesuai perintah
3	Lampu	OFF	Lampu Mati	Respon sesuai perintah
4	Kipas	ON	Kipas Menyala	Respon sesuai perintah
5	Lampu	ON	Lampu Menyala	Respon sesuai perintah
6	Kipas	OFF	Kipas Mati	Respon sesuai perintah

Pengujian menunjukkan sistem kendali jarak jauh menggunakan aplikasi *Blynk* berfungsi dengan baik dan memberikan respon yang sesuai terhadap setiap perintah yang diberikan. Setiap perintah yang dikirim melalui tombol kontrol di aplikasi menghasilkan output yang tepat pada

perangkat lampu dan kipas melalui relay, tanpa adanya kesalahan fungsi. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi antara *Blynk*, mikrokontroler dan aktuator telah berjalan dengan stabil serta dapat diandalkan untuk pengoperasian manual dalam sistem otomatisasi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pengembangan yang dilakukan, sistem kendali suhu, kelembapan dan amonia pada kandang ayam broiler berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP32, sensor DHT22 dan MQ-137 menunjukkan performa yang stabil, akurat dan andal. Sistem ini mampu secara otomatis mengontrol perangkat seperti kipas dan lampu sesuai dengan kondisi lingkungan yang terdeteksi, serta menampilkan data secara *real time* melalui LCD dan aplikasi *Blynk*. Pengiriman data ke Google *Spreadsheet* berjalan lancar, mendukung pencatatan dan analisis data secara efisien. Pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga kondisi lingkungan kandang secara optimal, mendukung kesehatan ayam dan memudahkan monitoring jarak jauh.

Penelitian berikutnya disarankan untuk mempertimbangkan penggunaan mikrokontroler alternatif seperti Arduino MKR WiFi 1010 guna meningkatkan performa sistem, karena meskipun NodeMCU ESP32 andal, terdapat kekurangan seperti sensitivitas tegangan, keterbatasan pin I/O, dan akurasi ADC yang rendah. Sistem juga dapat ditingkatkan dengan menambahkan fitur seperti penyemprot udara atau ventilasi otomatis untuk menciptakan lingkungan kandang yang lebih optimal. Selain itu, data yang dikirim ke Google *Spreadsheet* dapat dianalisis lebih lanjut dengan dukungan teknologi kecerdasan buatan (AI) untuk menghasilkan rekomendasi strategis, seperti pengaturan suhu ideal dan deteksi dini kondisi abnormal, dengan dukungan pelatihan dan pendampingan berkala bagi peternak agar sistem tetap berjalan optimal dalam jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

- Hadi Mirojul Falah
- Orang Tua, Saudara Penulis & Keluarga Besar
- Teman & Kerabat Penulis

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Panju, S. Fathan, S. Y. Pateda, and F. Datau, "Penerapan Sapta Usaha Ternak Ayam Broiler Berdasarkan Pendidikan Peternak," *Gorontalo Journal of Equatorial Animals*, vol. 1, no. 2, 2022.
- [2] A. H. Walid, W. Artini, T. D. Sutiknjo, and N. Lisanty, "Komparasi pendapatan peternak ayam broiler pola mandiri dan pola kemitraan di kabupaten trenggalek," *Jintan Jurnal Ilmiah Pertanian Nasional*, vol. 1, no. 2, p. 101, 2021.
- [3] F. D. Firmada, T. Soedarto, and N. Rizkiyah, "Analisis Ekonomi dan Risiko Usaha Peternakan Ayam Broiler," *SEIKO: Journal of Management & Business*, vol. 6, no. 2, pp. 347–357, 2023.
- [4] Y. I. Mukti, F. Rahmadayanti, and D. T. U. Diti, "A Smart Monitoring Berbasis Internet of Things (IoT) Suhu dan Kelembaban pada Kandang Ayam Broiler," *Journal of Computer Science and Informatics Engineering (J-Cosine)*, vol. 5, no. 1, pp. 77–84, 2021.
- [5] A. P. Rahmadha, D. R. Suchendra, and A. Sularsa, "Sistem Monitoring dan kendali suhu dan kelembaban pada kandang peternakan ayam broiler," *eProceedings of Applied Science*, vol. 6, no. 3, 2020.
- [6] P. Pendriadi, S. Meliala, M. A. Muthalib, and A. BIntoro, "Studi kadar gas amonia menggunakan sensor amonia MQ135 menggunakan spreadsheet berbasis internet of thing (IOT)," *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 25, no. 2, pp. 75–84, 2023.
- [7] M. K. Rosikin, L. Perdanasari, T. A. I. Azis, and N. Amalia, "Implementasi Sistem Otomatisasi Monitoring Suhu, Kelembapan, dan Amonia pada Kandang Ayam Petelur Menggunakan Metode Fuzzy," *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan*, vol. 10, no. 2, pp. 75–82, 2023.

- [8] A. S. Raharjo and Z. Jamal, "Rancang Bangun Pengendali Dan Pengawasan Gas Amonia Pada Peternakan Ayam Berbasis Arduino Mega 2560 R3," *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, vol. 1, no. 2, pp. 71–78, 2020.
- [9] D. Ramadhan, A. T. Hanuranto, and R. Mayasari, "Implementasi Kandang Ayam Pintar Berbasis Internet Of Things Untuk Pemantauan Dan Pengendalian Peternakan Ayam," *eProceedings of Engineering*, vol. 7, no. 2, 2020.
- [10] A. Solichin and A. J. N. Firdaus, "SISTEM PROTOTIPE PADA AYAM UNTUK MENANGGULANGI GAS AMONIA DENGAN SISTEM KENDALI," in *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI)*, 2024, pp. 1109–1115.
- [11] M. Bilal and U. Umar, "Perancangan Sistem Monitoring Dan Kontrolling Suhu Dan Kadar Gas Ammonia Pada Kandang Ayam Berbasis Mikrokontroller NodeMCU," *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 21, no. 1, pp. 20–25, 2020.
- [12] M. K. Zein, M. Is' ad, A. S. Wardhana, and M. Pradana, "Implementasi Smart Home Berbasis ESP32 dan Integrasi Protokol MQTT, Node-RED serta Google Assistant melalui NORA," *Journal of Instrumentation and Hardware*, vol. 2, no. 2, pp. 29–37, 2024.
- [13] A. Givano, M. Saleh, and E. D. Marindani, "SISTEM KENDALI SUHU DAN KELEMBABAN RELATIF PADA KANDANG AYAM TEROTOMATISASI," *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology (J3EIT)*, vol. 11, no. 1, 2023.
- [14] N. I. Afiah, D. N. Ramadan, and T. N. Damayanti, "Prototype Otomasi Dan Monitoring Suhu Dan Kelembapan Pada Peternakan Ayam Broiler Berbasis Iot," *eProceedings of Applied Science*, vol. 7, no. 6, 2021.
- [15] R. F. Puryanto, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING SUHU, PH DAN AMONIA BERBASIS IOT PADA BUDI DAYA IKAN NILA DENGAN CATU DAYA PANEL SURYA- Dalam bentuk buku karya ilmiah," 2023.
- [16] A. A. Putri, S. Fuada, and E. Setyowati, "Sistem Pendeteksi Gas Amonia Menggunakan MQ-137 Pada Air Berbasis Internet of Things Dengan Aplikasi Blynk di Android," *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, vol. 22, no. 2, pp. 285–304, 2023.
- [17] D. A. Jakaria and M. R. Fauzi, "Aplikasi Smartphone Dengan Perintah Suara Untuk Mengendalikan Saklar Listrik Menggunakan Arduino," *Jurnal Teknik Informatika (JUTEKIN)*, vol. 8, no. 1, 2020.
- [18] F. R. Imran, G. Rahana, F. H. Mahda, and D. A. L. Sari, "Sistem Monitoring dan Pengendalian Suhu Otomatis Berbasis IoT Untuk Greenhouse Dengan Algoritma Fuzzy Logic," *Journal Electric Field*, vol. 1, no. 2, pp. 71–81, 2024.