

SISTEM KONTROL SUHU OTOMATIS MENGGUNAKAN TELEGRAM BERBASIS WEMOS D1 MINI PADA KANDANG AYAM BROILER

Salman Topiq, Muhammad Faizal Muttaqin

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya
Jalan Sekolah Internasional No. 1-2, Antapani, Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia
salman@ars.ac.id

ABSTRAK

Kandang ayam broiler memerlukan pengaturan suhu dan kelembaban yang stabil agar pertumbuhan ayam tetap optimal, yaitu pada suhu 30°C–34°C dan kelembaban 50%–60%. Permasalahan yang sering terjadi adalah pengendalian suhu kandang masih dilakukan secara manual sehingga menimbulkan keterlambatan, ketidakefisienan, dan ketidaksesuaian suhu dengan kebutuhan ayam. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol suhu otomatis menggunakan Wemos D1 Mini yang terintegrasi dengan aplikasi Telegram. Penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem berbasis model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) yang sistematis dan iteratif. Sistem dirancang untuk dapat memantau suhu dan kelembaban secara real-time menggunakan sensor DHT11, mengaktifkan kipas atau lampu secara otomatis melalui relay, serta memberikan notifikasi dan kontrol kepada pengguna melalui Telegram dengan fitur *inline keyboard*. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan Arduino IDE dan diuji pada prototipe kandang skala kecil. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merespons perubahan suhu $\geq 1^\circ\text{C}$ dengan waktu rata-rata 4,12 detik, menjaga suhu rata-rata 32,25°C dan kelembaban 57,1%, serta menjalankan fungsi manual dan timer dengan baik. Sistem terbukti bekerja secara efektif, fleksibel, dan ekonomis, serta memberikan solusi praktis bagi peternak skala kecil hingga menengah dalam mengotomatisasi kendali suhu kandang ayam broiler.

Kata kunci: Ayam Broiler, Bot Telegram, Internet of Things, Kontrol Suhu Otomatis, Telegram, Wemos D1 Mini

1. PENDAHULUAN

Sistem kontrol atau sistem kendali merupakan sekumpulan komponen yang saling terhubung untuk mengatur suatu kondisi lingkungan secara otomatis. Salah satu penerapannya yang krusial adalah sistem kontrol suhu otomatis, terutama di bidang peternakan ayam broiler. Ayam broiler memerlukan suhu kandang ideal antara 30°C–34°C dan kelembaban 50%–60% untuk menunjang pertumbuhan yang optimal [1]. Namun, pengendalian suhu di kandang ayam masih banyak dilakukan secara manual, sehingga kurang efisien dan sering terlambat dalam merespons perubahan lingkungan.

Ayam broiler, hasil persilangan ayam cornish dan white plymouth rock, memiliki kemampuan mengatur suhu tubuh yang terbatas, terutama ketika terjadi perubahan suhu atau kelembaban secara drastis. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pemanas tambahan seperti lampu untuk menjaga suhu kandang tetap stabil [2]. Salah satu solusi yang menjanjikan adalah pemanfaatan Internet of Things (IoT), dengan mikrokontroler Wemos D1 Mini yang ekonomis, memiliki konektivitas WiFi, serta dapat diprogram dengan Arduino IDE [3].

Sensor DHT11 digunakan sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban karena memiliki keandalan dan jarak transmisi hingga 20 meter [4]. Data sensor ini dapat digunakan untuk mengontrol kipas pendingin dan lampu pemanas secara otomatis melalui relay. Untuk meningkatkan fleksibilitas, sistem ini diintegrasikan dengan aplikasi Telegram yang menyediakan antarmuka bot interaktif berbasis inline

keyboard, memudahkan pengguna untuk mengatur mode otomatis, manual, timer, maupun reset dari jarak jauh.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem serupa. Penelitian oleh Salensehe et al. [5] menggunakan kombinasi Wemos D1 Mini dan DHT22 untuk mengontrol suhu dan pemberian pakan secara otomatis melalui aplikasi Blynk. Supriyono et al. [6] merancang sistem pemantauan suhu dan gas amonia berbasis Telegram dan Blynk. Rohman dan Isnaini [7] mengusulkan sistem pengendalian suhu dan kelembaban berbasis ESP32 dengan pengiriman data ke server web IoT. Penelitian lain oleh Putra dan Slameto [8] menambahkan fitur smart farming seperti pemberian pakan dan minum otomatis. Alwi et al. [9] juga mengembangkan sistem pemantauan suhu menggunakan Wemos D1 Mini dengan Telegram dan LCD sebagai output. Dari studi-studi tersebut, belum banyak yang memanfaatkan Telegram sebagai antarmuka utama dalam sistem kontrol suhu otomatis secara real-time yang ekonomis dan praktis untuk skala kecil-menengah.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol suhu otomatis berbasis Wemos D1 Mini yang terintegrasi dengan Telegram untuk pemantauan dan kendali jarak jauh dalam kandang ayam broiler. Sistem ini diharapkan dapat menjaga kestabilan suhu dan kelembaban kandang secara otomatis, meningkatkan produktivitas ayam, dan memberikan solusi teknologi yang murah,

fleksibel, dan mudah digunakan oleh peternak skala kecil dan menengah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kualitas Udara

Kualitas udara di dalam kandang ayam sangat mempengaruhi kesehatan dan pertumbuhan ayam broiler. Salah satu gas berbahaya yang umum ditemukan adalah amonia, yang berasal dari penguraian kotoran ayam oleh bakteri. Paparan amonia dalam kadar tinggi dapat menyebabkan iritasi, bahkan luka bakar, dan ambang batas yang diperbolehkan hanya 25–30 ppm [12]. Selain itu, perubahan cuaca yang ekstrem turut memperburuk kondisi udara dan suhu dalam kandang, yang dapat menimbulkan stres pada hewan ternak [13].

2.2. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan teknologi yang memungkinkan objek fisik untuk terhubung dan saling bertukar data melalui jaringan internet. Salah satu perangkat populer dalam pengembangan sistem IoT adalah Wemos D1 Mini, sebuah board mikrokontroler berbasis ESP8266 yang memiliki konektivitas WiFi, harga terjangkau, dan dapat diprogram menggunakan Arduino IDE [4]. Wemos D1 Mini mendukung sistem kendali otomatis tanpa perlu mikrokontroler tambahan karena mampu menjalankan program secara mandiri (*stand-alone*) [14].

2.3. Arduino IDE

Arduino IDE adalah platform pengembangan perangkat lunak berbasis C/C++ yang digunakan untuk menulis dan mengunggah kode ke dalam papan mikrokontroler. Software ini juga mendukung desain rangkaian, simulasi, pengecekan kesalahan, hingga pembuatan layout PCB, sehingga sangat membantu dalam proses perancangan sistem berbasis elektronik [15].

2.4. Relay

Relay merupakan saklar elektromagnetik yang dapat mengalirkan arus besar menggunakan sinyal kecil. Pada sistem ini, relay 2-channel digunakan untuk mengendalikan kipas dan lampu sebagai aktuator, dan bekerja berdasarkan input dari sensor suhu dan kelembaban [16], [17].

2.5. Komponen Pendukung Sistem

Beberapa komponen lain yang digunakan dalam sistem antara lain: Kabel Jumper, digunakan untuk menghubungkan rangkaian tanpa solder [20], [21]. Sensor DHT11, sensor digital untuk mengukur suhu dan kelembaban dengan akurasi cukup baik [22], [23]. Kabel Micro USB, sebagai jalur suplai daya dan pemrograman [24], [19].

2.6. Wemos D1 Mini

Wemos D1 Mini berbasis ESP8266 memiliki 11 pin digital, 1 pin analog, dukungan protokol WiFi

802.11 b/g/n, serta flash memory sebesar 4MB. Dengan bentuk kecil dan konsumsi daya rendah, Wemos D1 Mini cocok untuk pengembangan sistem kendali suhu otomatis berbasis IoT [26], [27].

2.7. Aktuator: Kipas DC dan Lampu

Kipas DC digunakan untuk menurunkan suhu ketika suhu melebihi ambang batas, sementara lampu digunakan sebagai pemanas ketika suhu terlalu rendah. Keduanya diaktifkan melalui relay secara otomatis berdasarkan data dari sensor [28], [29].

2.8. Penelitian Sebelumnya

Berbagai penelitian telah dilakukan dalam pengembangan sistem kontrol suhu otomatis berbasis Internet of Things (IoT) untuk kandang ayam broiler. Salensehe et al. [8] merancang sistem pengontrol kandang ayam otomatis berbasis smartphone yang memanfaatkan sensor DHT22 dan Wemos D1 Mini, serta mengontrol pemberian pakan dan minum menggunakan Arduino dan RTC. Sistem ini bekerja berdasarkan jadwal waktu yang ditentukan dan dikendalikan melalui aplikasi Blynk.

Penelitian oleh Supriyono et al. [9] mengembangkan sistem monitoring suhu dan gas amonia menggunakan sensor DHT11 dan MQ-135. Sistem ini mengirim data melalui Telegram dan Blynk, tetapi tidak dilengkapi dengan kontrol otomatis untuk perangkat seperti kipas atau lampu.

Rohman dan Isnaini [10] mengusulkan sistem otomatisasi pengendalian suhu dan kelembaban menggunakan ESP32 yang terhubung ke server web IoT. Data sensor DHT22 dikirim secara real-time untuk dianalisis dan digunakan sebagai dasar pengaktifan perangkat pendingin atau pemanas.

Putra dan Slameto [11] mengembangkan sistem smart farming untuk ayam pedaging yang memantau suhu dan kelembaban serta memberikan pakan dan minum otomatis. Sistem menggunakan Wemos D1 Mini, DHT11, RTC, dan motor penggerak, serta menampilkan data melalui aplikasi Blynk.

Sementara itu, Alwi et al. [6] merancang alat pengawasan suhu dan kelembaban dengan memanfaatkan Wemos D1 Mini dan sensor DHT22. Hasil pengukuran ditampilkan melalui LCD dan Telegram, dengan tingkat akurasi tinggi. Namun, sistem belum dilengkapi dengan fitur timer, reset otomatis, dan kontrol manual jarak jauh.

Berbeda dari penelitian-penelitian tersebut, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini mengintegrasikan pemantauan dan kontrol suhu otomatis serta manual melalui Telegram. Sistem menyediakan fitur inline keyboard untuk mengatur mode otomatis, manual, timer, reset, dan matikan semua perangkat dalam satu antarmuka yang sederhana dan tanpa ketergantungan pada aplikasi pihak ketiga seperti Blynk atau server web tambahan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan pengembangan sistem berbasis model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) yang bersifat sistematis dan iteratif. Tahapan analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem pengendali suhu otomatis pada kandang ayam broiler yang masih menggunakan metode manual. Dari hasil analisis tersebut, ditetapkan bahwa sistem perlu mampu bekerja secara real-time, otomatis, dan dapat dikendalikan dari jarak jauh melalui antarmuka yang sederhana seperti Telegram. Sistem juga harus efisien, murah, dan cocok diimplementasikan pada peternakan skala kecil-menengah [33].

Perancangan sistem dilakukan melalui pembuatan skema rangkaian elektronik yang terdiri dari mikrokontroler Wemos D1 Mini, sensor suhu dan kelembaban DHT11, relay 2 channel, lampu pijar, kipas DC, serta LCD I2C 16x2. Telegram digunakan sebagai media komunikasi antara sistem dan pengguna, dengan memanfaatkan fitur bot dan *inline keyboard* sebagai antarmuka interaktif. Program dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++ yang mencakup fungsi pembacaan sensor, kontrol otomatis aktuator, pengiriman notifikasi suhu, serta penerimaan perintah pengguna.

Pengembangan dilakukan melalui perakitan perangkat keras dan pengkodean perangkat lunak. Semua komponen dirakit dalam sebuah prototipe menggunakan media akrilik dan triplek, dengan kabel jumper sebagai penghubung utama. Perangkat lunak diuji secara bertahap untuk memastikan kestabilan koneksi WiFi, keakuratan pembacaan sensor, serta kecepatan respons sistem terhadap perintah pengguna dari Telegram. Pengujian dilakukan dalam lingkungan simulasi kandang ayam untuk mengukur keandalan sistem dalam mendeteksi suhu, mengaktifkan atau menonaktifkan perangkat secara otomatis, serta mengirimkan peringatan jika terjadi suhu ekstrem.

Evaluasi sistem mencakup pengujian waktu respons, akurasi sensor, dan keberhasilan fitur manual serta timer dalam aplikasi Telegram. Rata-rata waktu respons sistem terhadap perintah adalah 4,12 detik, dengan suhu yang terbaca sebesar 32,25°C dan kelembaban 57,1%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu berfungsi secara optimal dalam menjaga kestabilan suhu kandang secara otomatis dan memberikan fleksibilitas bagi pengguna untuk mengatur sistem secara manual dari jarak jauh. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan layak untuk digunakan sebagai solusi otomatisasi lingkungan kandang ayam broiler yang praktis, murah, dan efektif.

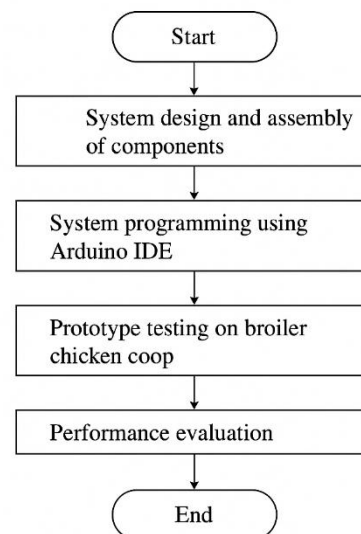
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Memuat hasil, Pengujian dan pembahasan tentang skripsi yang telah dilakukan

4.1. Analisis

Permasalahan utama yang menjadi dasar penelitian ini adalah belum adanya sistem kontrol suhu otomatis yang terjangkau dan mudah digunakan oleh peternak ayam broiler skala kecil hingga menengah. Pengendalian suhu kandang selama ini masih dilakukan secara manual, sehingga menimbulkan ketidakefisienan, keterlambatan respons, dan ketidaksesuaian suhu lingkungan dengan kebutuhan fisiologis ayam broiler. Suhu ideal yang dibutuhkan berada pada kisaran 30°C–34°C dengan kelembaban 50%–60% [3]. Jika suhu kandang terlalu tinggi atau terlalu rendah, akan berdampak negatif terhadap kenyamanan, pertumbuhan, dan tingkat konversi pakan ayam broiler.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan analisis kebutuhan sistem yang mampu bekerja secara otomatis dan real-time dengan kendali jarak jauh. Sistem ini harus mampu mendeteksi perubahan suhu secara dinamis, mengatur perangkat pendingin dan pemanas secara otomatis, serta menyediakan antarmuka sederhana melalui aplikasi seperti Telegram. Dari analisis ini ditetapkan bahwa solusi berbasis IoT dengan Wemos D1 Mini dan sensor DHT11 merupakan kombinasi yang efisien dan ekonomis [4], [22].



Gambar 1. Flowchart penelitian

4.2. Desain

Desain sistem dirancang dengan mempertimbangkan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak. Komponen utama terdiri dari mikrokontroler Wemos D1 Mini sebagai pusat kendali, sensor suhu dan kelembaban DHT11 sebagai input, serta relay 2 channel yang terhubung ke kipas dan lampu sebagai aktuator. Output tambahan berupa LCD I2C 16x2 digunakan untuk menampilkan suhu dan kelembaban secara lokal, sedangkan Telegram digunakan sebagai platform kendali jarak jauh dan notifikasi berbasis *cloud*.



Gambar 2. Rangkaian instalasi kontrol suhu otomatis

Antarmuka Telegram dirancang menggunakan bot dengan tombol *inline keyboard* yang memungkinkan pengguna memilih mode otomatis, manual, timer, reset, dan matikan semua perangkat. Sistem juga didesain agar dapat kembali ke mode otomatis secara default setelah fungsi timer selesai dijalankan. Diagram rangkaian dan diagram blok telah disusun sebagai dasar proses pengembangan selanjutnya.

4.3. Pengembangan

Tahap pengembangan dimulai dengan perakitan perangkat keras, termasuk Wemos D1 Mini, sensor DHT11, relay, kipas DC, lampu pijar, dan LCD. Semua komponen dihubungkan menggunakan kabel jumper dan disusun di atas media akrilik dan triplek. Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE, ditulis dalam bahasa C++ yang mencakup pembacaan sensor, kontrol logika suhu, komunikasi dengan Telegram API, serta pengaturan timer dan mode manual.

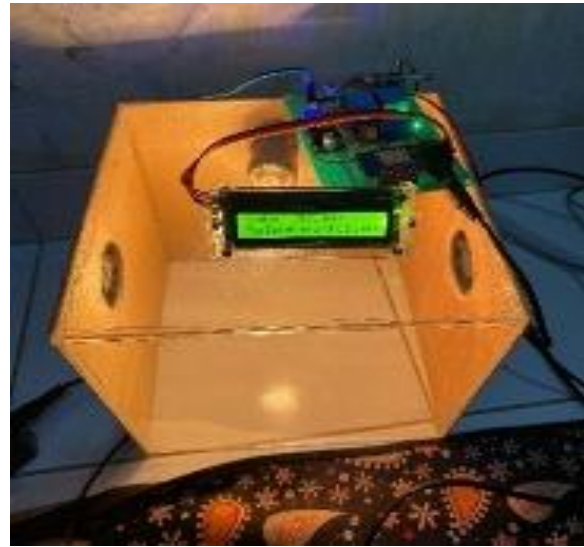
Bot Telegram dikonfigurasi untuk merespons perintah seperti `/lampu_on`, `/kipas_off`, `/status`, dan sebagainya. Fungsi otomatisasi bekerja berdasarkan ambang batas suhu, yakni lampu aktif jika suhu $<30^{\circ}\text{C}$ dan kipas aktif jika suhu $>34^{\circ}\text{C}$. Saat suhu berubah $\geq 1^{\circ}\text{C}$, sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi ke Telegram. Selain itu, jika pengguna mengaktifkan timer, sistem akan mematikan perangkat setelah waktu yang ditentukan dan kembali ke mode otomatis.

4.4. Implementasi

Setelah proses perakitan dan pemrograman selesai, sistem diimplementasikan dalam kondisi simulasi kandang ayam broiler. Seluruh fitur berhasil dijalankan sesuai rancangan. Pengguna dapat memantau suhu dan kelembaban secara lokal melalui LCD, atau dari jarak jauh melalui Telegram. Perintah yang dikirim melalui Telegram menghasilkan respon aktual terhadap aktuator (kipas/lampu), dengan waktu respons rata-rata 4,12 detik.

Uji coba dilakukan dalam berbagai skenario, seperti kondisi suhu rendah, suhu tinggi, perubahan mendadak, serta kombinasi manual dan otomatis. Sistem berhasil menjaga suhu kandang tetap dalam

rentang ideal. Mode manual dan timer juga berjalan baik, dengan akurasi waktu yang tinggi dan kemampuan reset otomatis setelah timer selesai.



Gambar 3. Rangkaian Utuh

Tampilan Telegram memberikan pengalaman pengguna yang intuitif. Informasi yang disampaikan mencakup status suhu dan kelembaban, aktivasi perangkat, dan peringatan suhu ekstrem. Semua notifikasi dikirimkan dalam waktu nyata, tanpa keterlambatan yang berarti, dan mendukung pemantauan tanpa harus berada di lokasi fisik.

4.5. Evaluasi

Evaluasi dilakukan terhadap keandalan sistem dari aspek teknis, performa fungsional, dan kemudahan penggunaan. Waktu respons diuji pada sepuluh pengulangan perintah ON/OFF dan menunjukkan waktu rata-rata 4,12 detik. Data suhu dan kelembaban terbaca secara stabil, dengan rata-rata suhu $32,25^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban 57,1%. Ini menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga kondisi lingkungan kandang dalam batas optimal bagi pertumbuhan ayam broiler.

Tabel 1. Pengujian waktu respon ON/OFF Kontrol suhu Via Telegram

No	Pengujian Respon ON/OFF	
	Pengujian ON/OFF Kontrol Sistem	Waktu Respon (Detik)
1	Pengujian Kipas On	02.84
2	Pengujian Kipas OFF	04.94
3	Pengujian Lampu On	02.92
4	Pengujian Lampu OFF	04.42
5	Pengujian Kipas Timer	02.90
6	Pengujian Lampu Timer	05.74
7	Pengujian Reset Timer	03.72
8	Pengujian Matikan Semua	04.93
9	Pengujian Status	05.57
10	Pengujian Mode Auto	03.20
Rata-Rata		4,12

Fitur otomatisasi, notifikasi, dan kontrol manual bekerja sesuai spesifikasi. Pengujian timer menunjukkan keakuratan waktu kerja dan transisi yang mulus kembali ke mode otomatis. Tidak ditemukan bug atau kesalahan fungsi dalam pengujian berulang. Dari sisi hardware, semua komponen menunjukkan stabilitas dan ketahanan terhadap operasi berkelanjutan.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu seperti Salensehe et al. [7], Supriyono et al. [8], dan Rohman & Isnaini [9], sistem ini menawarkan integrasi yang lebih lengkap antara pemantauan, pengendalian suhu, dan notifikasi real-time dalam satu platform sederhana. Penggunaan Telegram terbukti menjadi solusi yang praktis dan fleksibel untuk kendali jarak jauh tanpa membutuhkan aplikasi pihak ketiga tambahan seperti Blynk atau web server.

Dari hasil evaluasi ini, dapat disimpulkan bahwa sistem telah memenuhi kebutuhan fungsional peternak dalam menjaga suhu kandang secara otomatis, mudah digunakan, dan efisien secara biaya. Sistem ini sangat potensial untuk diterapkan secara nyata di peternakan ayam broiler skala kecil-menengah dan dapat dikembangkan lebih lanjut ke arah sistem peternakan pintar (smart farming).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol suhu otomatis pada kandang ayam broiler berbasis Wemos D1 Mini yang terintegrasi dengan aplikasi Telegram. Sistem yang dikembangkan mampu memantau suhu dan kelembaban secara real-time, serta mengatur perangkat kipas dan lampu pemanas secara otomatis berdasarkan ambang batas suhu yang telah ditentukan. Selain itu, sistem menyediakan fitur kontrol manual dan timer melalui bot Telegram dengan antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan. Rata-rata waktu respons sistem sebesar 4,12 detik menunjukkan performa yang responsif dalam menerima dan mengeksekusi perintah, sementara suhu dan kelembaban yang dicapai selama pengujian tetap berada dalam kisaran ideal yaitu 30°C–34°C dan 50%–60%. Implementasi notifikasi otomatis serta tampilan data melalui LCD memberikan fleksibilitas dan kemudahan dalam pemantauan baik secara lokal maupun jarak jauh. Dengan biaya rendah dan perangkat keras minimal, sistem ini sangat cocok digunakan oleh peternak skala kecil hingga menengah. Pengembangan sistem ke depan direkomendasikan untuk mencakup fitur tambahan seperti deteksi gas amonia, pemberian pakan otomatis, serta integrasi dengan aplikasi mobile khusus guna mendukung ekosistem peternakan cerdas yang lebih terstruktur dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arulogun, O.T., Olatunbosun, A., Fakolujo, O.A. and Olaniyi, O.M., 2013. RFID-based student's attendance management system. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(2), pp.1-9.
- [2] P. T. Ningsih, T. Tadjuddin, and A. W. Indrawan, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban Sarang Burung Walet Berbasis Internet Of Things," *Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika (SNTEI)*, pp. 251–257, 2021.
- [3] L. Ezquerro et al., "Large dinosaur egg accumulations and their significance for understanding nesting behaviour," *Geoscience Frontiers*, vol. 15, no. 5, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2024.101872>
- [4] A. H. Aini, Y. Saragih, and R. Hidayat, "Rancang Bangun Smart System Pada Kandang Ayam Menggunakan Mikrokontroler," *JTPG (Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo)*, vol. 7, no. 1, pp. 27–35, 2022.
- [5] H. H. Abrianto, K. Sari, and I. Irmayani, "Sistem Monitoring Dan Pengendalian Data Suhu Ruang Navigasi Jarak Jauh Menggunakan WEMOS D1 Mini," *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 38–49, 2021.
- [6] A. Alwi, T. Hasanuddin, and H. Azis, "Perancangan Alat Pengawasan dan Pengendalian Suhu dan Kelembaban Kandang Ayam Broiler Berbasis Mikorkontroler," *Buletin Sistem Informasi Dan Teknologi Islam*, vol. 2, no. 2, pp. 64–71, 2021.
- [7] I. W. S. Yasa, I. W. D. Pancane, and I. M. Asna, "Tangga Berbasis Aplikasi Telegram," *Proceeding Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA)*, Universitas Pendidikan Ganesha, 2022.
- [8] N. W. Salensehe, B. Narasiang, and N. M. Tulung, "System Pengontrol Kandang Ayam Otomatis Menggunakan Smartphone," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, Universitas Negeri Manado, 2021.
- [9] H. Supriyono, F. Suryawan, R. M. A. Bastomi, and U. Bimantoro, "Sistem monitoring suhu dan gas amonia untuk kandang ayam skala kecil," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 9, no. 3, pp. 562, 2021.
- [10] G. A. Rohman and A. R. Isnaini, "Otomatisasi Pengendalian Suhu dan Kelembaban Berbasis Internet of Things pada Kandang Ayam Potong," *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 5, no. 2, pp. 558–565, 2025.
- [11] A. A. Putra and A. A. Slameto, "Sistem Monitoring dan Smart Farm untuk Ayam Pedaging Berbasis Internet Of Think," *Respati*, vol. 15, no. 3, pp. 12–23, 2020.
- [12] F. H. Mustianto, A. Tafrikhatin, and A. T. Wulandari, "Rancang Bangun Pengatur Suhu Kandang Ayam Otomatis Menggunakan Sensor

- DHT22 Berbasis Wemos D1 R32 Dengan Keluaran Berupa LCD dan Notifikasi Telegram,” JASATEC: Journal of Students of Automotive, Electronic and Computer, vol. 2, no. 1, pp. 9–19, 2022.
- [13] J. D. Susatyono and Y. Fitrianto, “Sistem Monitoring Kualitas Udara dan Otomatisasi Pemberian Pakan Ayam Berbasis IoT,” Krea-TIF: Jurnal Teknik Informatika, vol. 9, no. 2, pp. 1–10, 2021.
- [14] S. Suryanto and R. N. Ariefin, “Sistem Monitoring Kualitas Udara, Suhu dan Kebersihan Kandang Ayam Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT),” IMTechno: Journal of Industrial Management and Technology, vol. 4, no. 2, pp. 117–123, 2023.
- [15] M. F. Kurniawan, “KUNCI PINTU BERBASIS INTERNET OF THING (IoT),” *Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, vol. 3, pp. 1–16, Universitas Komputer Indonesia, 2023.
- [16] U. M. Tyas and A. A. Buckhari, “IMPLEMENTASI APLIKASI ARDUINO IDE PADA MATA KULIAH SISTEM DIGITAL,” TEKNOS: Jurnal Pendidikan Dan Teknologi, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2023.
- [17] A. Shafitri, Suhardianto, A. Mashuri, and A. Aditya, “Perancangan Pengendali Lampu Kantor Berbasis Internet of Thing,” PROSISKO, vol. 9, no. 1, pp. 53–59, 2022.
- [18] R. Aulia, R. A. Fauzan, and I. Lubis, “Pengendalian Suhu Ruangan Menggunakan Menggunakan FAN dan DHT11 Berbasis Arduino,” CESS, vol. 6, no. 1, pp. 30, 2021.
- [19] Sujono and R. W. M. Ramadhan, “Controlling Lampu Rumah Berbasis IoT,” Exact Papers in Compilation, vol. 2, no. 1, pp. 211–218, 2020.
- [20] A. R. Azhar et al., “Sistem monitoring kapasitas air dan pengisian otomatis berbasis IoT menggunakan modul ESP8266,” Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan, vol. 12, no. 1, 2024.
- [21] A. Akbar, Z. Zaenudin, Z. Mutaqin, and L. D. Samsumar, “IoT-Based Smart Room Using Web Server-Based Esp32 Microcontroller,” Formosa Journal of Computer and Information Science, vol. 1, no. 2, pp. 79–86, 2022.
- [22] A. Nur Alfian and V. Ramadhan, “Prototype Detektor Gas Dan Monitoring Suhu Berbasis Arduino Uno,” PROSISKO, vol. 9, no. 2, pp. 61–69, 2022.
- [23] R. D. Saputra, “Prototype sistem pengaturan kecepatan kipas DC otomatis menggunakan sensor PIR, sensor ultrasonik, sensor DHT11 berbasis mikrokontroler Arduino Uno dan NodeMCU,” Electrician, vol. 16, no. 1, pp. 45–55, 2022.
- [24] F. A. Deswar and R. Pradana, “Monitoring Suhu Pada Ruang Server Menggunakan Wemos D1 R1 Berbasis Internet of Things (IoT),” Technologia, vol. 12, no. 1, pp. 25–32, 2021.
- [25] Y. Herdiana, “Prototype Monitoring Ketinggian Air Berbasis Internet of Things Menggunakan Blynk Dan Nodemcu Esp8266 Pada Tangki,” COMPUTING | Jurnal Informatika, vol. 7, no. 1, pp. 1–11, 2020.
- [26] D. Tantowi and Y. Kurnia, “Simulasi Sistem Keamanan Kendaraan Roda Dua Dengan Smartphone dan GPS Menggunakan Arduino,” Algor, vol. 1, no. 2, pp. 9–15, 2020.
- [27] A. Rahman and A. N. Salim, “Sistem kendali pH dan kekeruhan air pada aquascape menggunakan Wemos D1 Mini Esp8266 berbasis IoT,” Jurnal Teknologi Terpadu, vol. 8, no. 1, pp. 22–30, 2022.
- [28] G. Yakin, I. M. S. Wibawa, and I. K. Putra, “Rancang Bangun Alat Pengukur pH Tanah Menggunakan Sensor pH Meter Modul V1.1 SEN0161 Berbasis Arduino Uno,” Jurnal Fisika Universitas Udayana, vol. 22, no. 2, pp. 105–111, 2021.
- [29] H. R. Abdillah, H. Abrianto, A. D. Sidik, and I. Irmayani, “Rancang Bangun Sistem Auto dan Manual Pompa untuk Monitor dan Kontrol Level Air Berbasis IoT dengan NodeMCU ESP 8266 dan Aplikasi Blynk,” Journal Scientific of Mandalika (JSM), vol. 6, no. 5, pp. 1124–1135, 2025.
- [30] J. R. Sembiring, A. M. Purba, and M. Akhdan, “Rancang Bangun Miniatur Palang Kereta Api Otomatis Berbasis Arduino Uno,” Jurnal Ilmiah Tenaga Listrik, vol. 1, no. 2, pp. 75–87, 2022.
- [31] L. Wattimury, F. Laamena, and C. M. Tehubijuluw, “Aplikasi Mikrokontroler Berbasis Sensor Radio Frekuensi Identification (RFID) Sebagai Sistem Pengaman Otomatis,” ALE Proceeding, vol. 6, pp. 102–109, 2023.
- [32] P. A. Nugroho, “Sistem Pengaman Sepeda Motor Menggunakan E-KTP Berbasis Arduino Uno,” JEIS: Jurnal Elektro dan Informatika Swadharma, vol. 2, no. 2, pp. 9–16, 2022. A. Rachma, T. Iriani, and S. S. Handoyo, “Penerapan model ADDIE dalam pengembangan media pembelajaran berbasis video simulasi mengajar keterampilan memberikan reinforcement,” Jurnal Pendidikan West Science, vol. 1, no. 8, pp. 506–516, 2023.