

ANALISIS DISTRIBUSI TEMPERATUR PADA RUANG PEMANAS DOC AYAM PETELUR MENGGUNAKAN SISTEM OTOMATIS BERBASIS ARDUINO

Abdullah Fatah¹, Mohammad Effendi², Tulus Subagyo³,
Mochamad Mas'ud⁴, Wisma Soedarmadji⁵

^{1, 2, 3, 4, 5}Universitas Yudharta Pasuruan, Jl. Yudharta No.7, Pasuruan, Jawa Timur, Indonesia
Email: abdullahfatah419@gmail.com

Article History

Received: 10-08-2026

Revision: 25-08-2026

Accepted: 28-08-2026

Published: 31-08-2026

Abstract. Day-old layer chicks (DOCs) possess suboptimal thermoregulatory capabilities, necessitating stable temperatures within the brooder to support growth. Uneven temperature distribution resulting from conventional heating systems can induce thermal stress and inhibit chick growth. This study aimed to analyze the impact of horizontal versus zig-zag heating lamp configurations on temperature distribution and to evaluate the performance of an Arduino Uno-based automatic temperature control system. An experimental approach was employed using a 2 m × 1 m × 1 m brooding enclosure equipped with DHT22 sensors, a relay module, and four 5-watt incandescent lamps. Measurements were taken at five observation points over a two-week brooding period, with temperature setpoints of 32–33°C for the first week and 30–31°C for the second week. The results demonstrated that the Arduino Uno-based control system successfully maintained temperatures within the specified ranges, achieving a response time of 2–5 seconds. The zig-zag configuration yielded more uniform temperature distribution than the horizontal configuration—particularly in areas distant from the heat source—maintaining a temperature gradient of less than 1°C. Consequently, the zig-zag configuration proved more effective at minimizing temperature unevenness within the layer chick brooder.

Keywords: Temperature Distribution, DOC Brooding Chamber, Arduino Uno, DHT22 Sensor, Heat Transfer.

Abstrak. Day Old Chick (DOC) ayam petelur memiliki kemampuan termoregulasi yang belum optimal sehingga memerlukan kestabilan suhu ruang pemanas (*brooder*) untuk mendukung pertumbuhan. Ketidakmerataan distribusi temperatur akibat sistem pemanas konvensional dapat menyebabkan stres suhu dan menghambat pertumbuhan DOC. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh konfigurasi posisi lampu pemanas horizontal dan zig-zag terhadap distribusi temperatur serta mengevaluasi kinerja sistem kontrol temperatur otomatis berbasis Arduino Uno. Penelitian menggunakan metode eksperimen pada kandang berukuran 2 m × 1 m × 1 m yang dilengkapi sensor DHT22, modul relay, dan empat lampu pijar 5 Watt. Pengukuran dilakukan pada lima titik pengamatan selama dua minggu masa *brooding*, dengan *setpoint* 32–33°C pada minggu pertama dan 30–31°C pada minggu kedua. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem kontrol berbasis Arduino Uno mampu mempertahankan suhu pada rentang yang ditetapkan dengan waktu respons 2–5 detik. Konfigurasi zig-zag menghasilkan distribusi temperatur lebih merata dibandingkan konfigurasi horizontal, terutama pada area yang jauh dari sumber panas, dengan gradien suhu di bawah 1°C. Dengan demikian, konfigurasi zig-zag lebih efektif dalam mengurangi ketidakmerataan suhu ruang pemanas DOC ayam petelur.

Kata Kunci: Distribusi Temperatur, Ruang Pemanas DOC, Arduino Uno, Sensor DHT22, Perpindahan Panas.

How to Cite: Fatah, A., Effendi, M., Subagyo, T., Mas'ud, M., & Soedarmadji, W. (2026). Analisis Distribusi Temperatur pada Ruang Pemanas Doc Ayam Petelur Menggunakan Sistem Otomatis Berbasis Arduino. *HORIZON: Indonesian Journal of Multidisciplinary*, 4 (4), 6056-6071. <http://doi.org/10.54373/hijm.v4i4.7366>

PENDAHULUAN

Peternakan ayam petelur merupakan salah satu sektor yang berperan dalam penyediaan sumber protein hewani bagi masyarakat. Keberhasilan pemeliharaan ayam petelur sangat dipengaruhi oleh manajemen pada fase awal kehidupan, khususnya *Day Old Chick* (DOC). Pada fase ini, kemampuan termoregulasi tubuh DOC belum berkembang secara optimal sehingga DOC sangat bergantung pada kondisi temperatur lingkungan untuk mempertahankan suhu tubuhnya (Yusuf et al., 2023). Selama periode *brooding*, suhu perlu dipertahankan pada kisaran yang sesuai dengan umur DOC, yaitu sekitar 32–35°C pada minggu pertama dan diturunkan secara bertahap pada minggu berikutnya. Temperatur yang terlalu rendah maupun terlalu tinggi dapat menyebabkan stres, menurunkan konsumsi pakan, menghambat pertumbuhan, dan meningkatkan risiko kematian DOC.

Permasalahan utama pada pemeliharaan DOC bukan hanya kemampuan sistem pemanas dalam menghasilkan panas, tetapi juga kemampuan sistem dalam mempertahankan kestabilan dan pemerataan temperatur di seluruh ruang pemanas. Sistem pemanas konvensional yang menggunakan lampu pijar umumnya belum dilengkapi dengan pengendalian temperatur secara otomatis. Akibatnya, panas cenderung terkonsentrasi di sekitar sumber panas, sedangkan area yang lebih jauh dapat memiliki temperatur lebih rendah. Kondisi tersebut dapat menyebabkan DOC berkumpul pada area tertentu untuk memperoleh temperatur yang nyaman. Ketidakmerataan temperatur juga dipengaruhi oleh posisi dan konfigurasi sumber panas, dimensi ruang, serta pergerakan udara. Oleh karena itu, selain diperlukan sistem kontrol temperatur otomatis, konfigurasi penempatan sumber panas perlu diperhatikan untuk menghasilkan distribusi temperatur yang lebih merata.

Perkembangan teknologi mikrokontroler memberikan peluang untuk mengatasi permasalahan tersebut melalui sistem pemantauan dan pengendalian temperatur secara otomatis. Arduino Uno merupakan salah satu platform mikrokontroler yang relatif mudah diprogram dan dapat diintegrasikan dengan sensor temperatur serta perangkat kendali pemanas. Sistem berbasis Arduino memungkinkan temperatur ruang pemanas dipantau secara *real-time* dan sumber panas dikendalikan berdasarkan temperatur yang telah ditetapkan (Hari & Darmawan, 2023). Dengan demikian, penerapan sistem kontrol otomatis dapat mengurangi ketergantungan terhadap pengaturan manual dan membantu mempertahankan temperatur pada kondisi yang sesuai bagi DOC.

Penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa mikrokontroler dapat digunakan untuk mengendalikan kondisi lingkungan pada kandang atau ruang pemeliharaan unggas. Maulana et al. (2024) mengembangkan sistem pemantauan suhu dan kelembapan kandang ayam berbasis

Arduino Uno dengan sensor DHT22 dan modul relay. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kombinasi sensor dan mikrokontroler dapat digunakan untuk memantau kondisi lingkungan kandang secara otomatis. Atik et al. (2024) juga mengembangkan pengatur suhu otomatis pada kandang ayam selama masa *brooding* menggunakan Arduino Uno dan sensor LM35. Sementara itu, Sriwati et al. (2023) mengembangkan sistem otomatis berbasis Arduino Uno dan sensor LM35 untuk pengendalian kondisi kandang ayam broiler dan mengevaluasi tingkat kesalahan pembacaan sensor. Wahid et al. (2019) mengembangkan pengendali suhu ruang inkubator DOC berbasis PLC untuk mempertahankan temperatur pada kondisi yang sesuai selama periode pemeliharaan.

Meskipun penelitian-penelitian tersebut telah membuktikan bahwa mikrokontroler dapat digunakan untuk memantau dan mengendalikan temperatur pada lingkungan pemeliharaan unggas, terdapat kesenjangan pada aspek distribusi temperatur dalam ruang pemanas DOC. Maulana et al. (2024), Atik et al. (2024), dan Sriwati et al. (2023) lebih menekankan kemampuan sistem dalam membaca atau mengendalikan temperatur, tetapi belum membandingkan bagaimana konfigurasi geometris penempatan sumber panas memengaruhi pemerataan temperatur pada beberapa titik dalam ruang pemanas. Demikian pula, Wahid et al. (2019) berfokus pada pengendalian temperatur ruang inkubator, bukan pada analisis pola distribusi panas akibat perbedaan posisi sumber panas. Dengan demikian, penelitian terdahulu belum secara spesifik menjawab apakah perubahan konfigurasi lampu pemanas dapat menghasilkan distribusi temperatur yang lebih merata pada ruang *brooder* DOC.

Penelitian ini mengisi kesenjangan tersebut dengan menggabungkan dua aspek yang belum dikaji secara bersamaan, yaitu sistem kontrol temperatur otomatis berbasis Arduino Uno dan analisis distribusi temperatur berdasarkan konfigurasi posisi sumber panas. Penelitian dilakukan dengan membandingkan dua konfigurasi lampu pijar, yaitu horizontal dan zig-zag, kemudian mengukur temperatur pada lima titik pengamatan yang mewakili area berbeda di dalam ruang pemanas. Selain mengevaluasi kemampuan sistem kontrol dalam mempertahankan temperatur sesuai *setpoint*, penelitian ini juga menganalisis perbedaan distribusi temperatur antarposisi lampu. Pendekatan tersebut menjadi pembeda penelitian ini karena tidak hanya menilai apakah sistem pemanas dapat mencapai temperatur yang ditetapkan, tetapi juga mengevaluasi seberapa merata temperatur tersebut tersebar di seluruh ruang pemanas DOC.

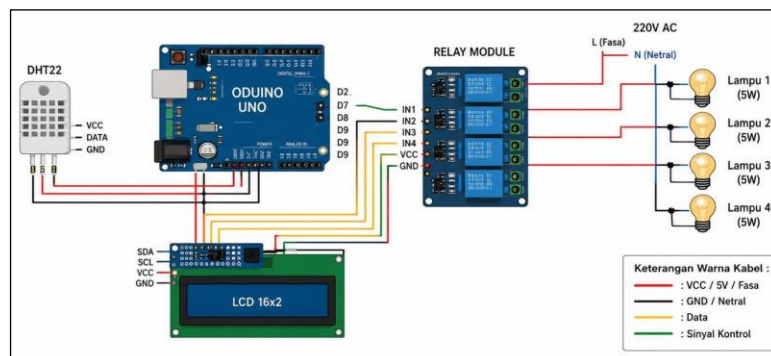
Penelitian ini bertujuan untuk (1) menganalisis pengaruh konfigurasi posisi lampu pemanas horizontal dan zig-zag terhadap distribusi temperatur pada ruang pemanas DOC ayam petelur, dan (2) mengevaluasi kinerja sistem kontrol temperatur otomatis berbasis Arduino Uno

dalam mempertahankan temperatur ruang pemanas sesuai *setpoint* selama periode *brooding*. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan dasar teknis dalam menentukan konfigurasi sumber panas yang lebih tepat untuk menghasilkan kondisi temperatur yang merata dan mendukung pemeliharaan DOC ayam petelur.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk menguji kinerja sistem pemanas berbasis Arduino Uno dalam mengontrol suhu dan menganalisis distribusi temperatur di dalam ruang pemanas DOC. Penelitian dilaksanakan pada April 2026 di peternakan ayam petelur di Dusun Gesing. Perancangan dan persiapan sistem dilakukan sebelum pengujian, sedangkan pengamatan terhadap DOC dilakukan selama 14 hari, yang terdiri atas dua fase *brooding*, yaitu umur 1–7 hari dan 8–14 hari. Dengan demikian, periode pengamatan selama dua minggu merupakan bagian dari pelaksanaan penelitian pada April 2026.

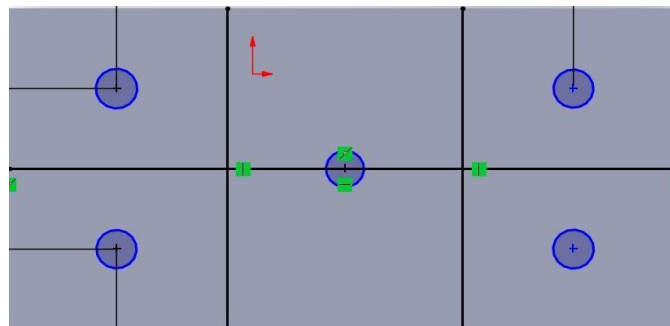
Subjek penelitian berupa DOC ayam petelur berumur satu hari yang dipelihara dalam kandang berukuran 2 m × 1 m × 1 m. Kandang menggunakan rangka kayu, kawat ram, dan dinding karung plastik. Sumber panas terdiri atas empat lampu pijar berdaya 5 Watt yang dikendalikan secara otomatis menggunakan Arduino Uno. Total daya lampu pemanas adalah 20 Watt, sedangkan total daya sistem disesuaikan dengan konsumsi seluruh komponen yang digunakan. Instrumen penelitian terdiri atas sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan, Arduino Uno sebagai pengendali sistem, modul relay 4 *channel* 5V sebagai saklar otomatis, LCD I2C 16×2 untuk menampilkan informasi suhu dan status sistem, serta *power supply* 5V DC dan sumber listrik 220V AC. Termometer inframerah dan *lux meter* digunakan sebagai instrumen pendukung untuk memverifikasi suhu permukaan dan intensitas cahaya lampu pemanas.



Gambar 1. Skema Instalasi Elektronik yang Menunjukkan Koneksi antara Sensor DHT22, Arduino Uno, LCD 16x2, Modul Relay 4 Channel, dan Empat Lampu Pijar 5 Watt.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konfigurasi penempatan lampu pemanas, yaitu konfigurasi horizontal dan zig-zag. Pada konfigurasi horizontal, empat lampu dipasang berjajar mengikuti arah kandang dengan jarak yang seragam. Pada konfigurasi zig-zag, lampu ditempatkan secara berselang-seling pada beberapa posisi untuk memperluas penyebaran panas. Jarak antarlampu pada kedua konfigurasi ditetapkan sebesar 28 cm. Pengumpulan data dilakukan melalui pengukuran temperatur pada lima titik, yaitu titik A (sudut kiri depan), titik B (sudut kanan depan), titik C (tengah), titik D (sudut kiri belakang), dan titik E (sudut kanan belakang). Pengukuran dilakukan pada pukul 06.00, 12.00, dan 16.00 WIB selama tujuh hari pada setiap fase *brooding* dan setiap konfigurasi lampu. Dengan demikian, pengamatan mencakup dua fase umur DOC, yaitu hari ke-1 sampai ke-7 dan hari ke-8 sampai ke-14.

Sistem kontrol menggunakan *setpoint* suhu 32–33°C untuk DOC umur 1–7 hari dan 30–31°C untuk DOC umur 8–14 hari. Sistem bekerja berdasarkan logika ambang batas (*threshold*). Ketika sensor DHT22 mendeteksi suhu berada pada atau di bawah batas bawah *setpoint*, Arduino Uno mengaktifkan relay sehingga lampu pemanas menyala. Sebaliknya, ketika suhu mencapai atau melebihi batas atas *setpoint*, relay memutus arus sehingga lampu pemanas mati. Sebagai pembanding, pengukuran distribusi temperatur juga dilakukan sebelum penerapan sistem kontrol Arduino Uno. Pada kondisi tersebut, lampu pemanas dioperasikan secara manual tanpa pengaturan otomatis selama tiga hari. Data pembanding digunakan untuk melihat kondisi distribusi temperatur sebelum sistem kontrol diterapkan.



Gambar 2. Denah Lima Titik Pengukuran Suhu di Dalam Ruang Pemanas: Titik A (Sudut Kiri Depan), Titik B (Sudut Kanan Depan), Titik C (Tengah Ruang), Titik D (Sudut Kiri Belakang), dan Titik E (Sudut Kanan Belakang)

Data temperatur dari sensor DHT22 dicatat berdasarkan waktu dan titik pengukuran. Data kemudian dihitung nilai rata-ratanya pada setiap titik untuk menggambarkan distribusi temperatur di dalam ruang pemanas. Hasil pengukuran disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk membandingkan distribusi temperatur antara konfigurasi horizontal dan zig-zag. Selain analisis distribusi temperatur, dilakukan perhitungan perpindahan panas radiasi menggunakan

pendekatan Hukum Stefan-Boltzmann sebagaimana digunakan oleh Kurniawan dan Setiawan (2020), dengan persamaan:

$$Q_{\text{radiasi}} = \varepsilon \times \sigma \times A \times (T_1^4 - T_2^4)$$

Keterangan: ε adalah emisivitas permukaan lampu, σ adalah konstanta Stefan-Boltzmann sebesar $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$, A adalah luas permukaan termal efektif, dan T adalah temperatur mutlak dalam Kelvin. Perhitungan ini digunakan sebagai analisis pendukung untuk menjelaskan hubungan antara panas yang dipancarkan sumber panas dan pola distribusi temperatur yang diperoleh pada kedua konfigurasi lampu.

HASIL

Hasil Penelitian

Kondisi Temperatur Ruang Pemanas Sebelum Penerapan Sistem Kontrol

Pengukuran awal dilakukan untuk mengetahui kondisi suhu di dalam ruang pemanas DOC sebelum penerapan sistem kontrol otomatis. Pada kondisi ini, lampu pemanas dinyalakan secara manual tanpa pengaturan otomatis sehingga temperatur di dalam kandang sepenuhnya dipengaruhi oleh karakteristik sumber panas dan kondisi lingkungan luar. Pengukuran dilakukan pada lima titik pengamatan (A–E) pada pukul 06.00, 12.00, dan 16.00 WIB selama tiga hari.

Tabel 1. Data suhu kandang sebelum sistem kontrol (3 hari)

Hari ke-	Waktu	Suhu Dalam Kandang (°C)	Suhu Luar Kandang (°C)
1	06.00	35	26
1	12.00	30	32
1	16.00	37	30
1	Rata-rata	34	29,3
2	06.00	34,8	25,5
2	12.00	31	33
2	16.00	38	31
2	Rata-rata	34,6	29,8
3	06.00	34,5	26
3	12.00	30,2	32
3	16.00	37	30,5
3	Rata-rata	33,9	29,5

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu di dalam kandang belum konsisten dan cenderung mengikuti fluktuasi suhu lingkungan luar, terutama pada siang hari. Titik yang lebih dekat dengan sumber panas menunjukkan suhu yang lebih tinggi dibandingkan titik di bagian sudut kandang, mengindikasikan bahwa tanpa sistem kontrol, ruang pemanas belum mampu mempertahankan kestabilan suhu maupun pemerataan distribusi panas secara optimal.

Kinerja Sistem Kontrol Temperatur Otomatis Berbasis Arduino Uno

Pengujian sistem kontrol dilakukan untuk mengetahui performa sensor DHT22 dan respons mekanik modul relay dalam mengendalikan empat lampu pijar berkapasitas 5 Watt. Sistem diatur menggunakan logika ambang batas (threshold): pada Fase Minggu I (umur 1–7 hari), setpoint diatur pada 32°C–33°C, dan pada Fase Minggu II (umur 8–14 hari), setpoint diturunkan menjadi 30°C–31°C.

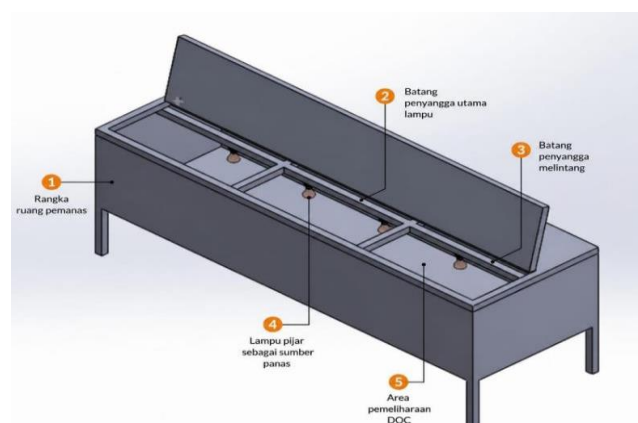
Tabel 2. Hasil pengujian kinerja sistem kontrol otomatis

Fase Pengujian	Target Setpoint (°C)	Suhu Rata-rata Terbaca (°C)	Rata-rata Durasi Lampu ON (menit)	Rata-rata Durasi Lampu OFF (menit)	Kondisi Kontrol
Minggu I (Hari 1-7)	32,0 - 33,0	32,5	15-20	10-12	Stabil / Berfungsi
Minggu II (Hari 8-14)	30,0 - 31,0	30,6	10-14	15-18	Stabil / Berfungsi

Sistem mampu mempertahankan temperatur pada rentang ideal yang dibutuhkan DOC dengan waktu tunda respons (delay time) berkisar 2–5 detik, yang dinilai cukup responsif dalam mengantisipasi perubahan termal lingkungan luar di lokasi penelitian.

Distribusi Temperatur pada Konfigurasi Lampu Horizontal (Sejajar)

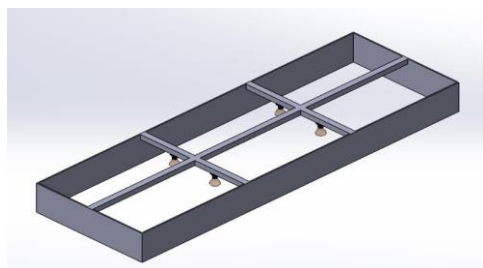
Pada konfigurasi sejajar, empat lampu pijar dipasang berjajar pada bagian tengah langit-langit kandang. Hasil rata-rata pengukuran selama tujuh hari pada masing-masing minggu menunjukkan rata-rata pagi (06.00) sebesar 31,58°C, siang (12.00) sebesar 32,73°C, dan sore (16.00) sebesar 32,17°C pada Minggu I; serta rata-rata pagi 29,57°C, siang 30,80°C, dan sore 30,18°C pada Minggu II. Titik C (tengah ruang) secara konsisten menunjukkan nilai suhu tertinggi dibandingkan titik-titik lain pada setiap waktu pengukuran, sedangkan titik-titik di sudut kandang (A, B, D, E) menunjukkan nilai yang relatif lebih rendah dan bervariasi.



Gambar 3. Ilustrasi Tata Letak Empat Lampu Pijar Yang Dipasang Sejajar Mengikuti Arah Memanjang Kandang dengan Jarak Antarlampu 28 cm

Distribusi Temperatur pada Konfigurasi Lampu Zig-Zag

Konfigurasi zig-zag menempatkan lampu pemanas pada beberapa posisi yang tidak berada dalam satu garis lurus. Susunan ini dirancang untuk memperluas jangkauan penyebaran panas di dalam ruang pemanas sehingga temperatur pada area yang lebih jauh dari sumber panas dapat dipertahankan lebih merata. Berdasarkan hasil pengukuran selama tujuh hari pada setiap fase *brooding*, konfigurasi zig-zag menghasilkan rata-rata temperatur pagi, siang, dan sore yang relatif stabil. Pada Minggu I, rata-rata temperatur masing-masing waktu pengamatan adalah 31,29°C pada pukul 06.00, 32,35°C pada pukul 12.00, dan 31,96°C pada pukul 16.00. Pada Minggu II, rata-rata temperatur tercatat sebesar 29,32°C pada pagi hari, 30,27°C pada siang hari, dan 30,08°C pada sore hari. Selain kestabilan temperatur, konfigurasi zig-zag menunjukkan distribusi suhu yang relatif merata pada lima titik pengamatan. Temperatur pada titik sudut A, B, D, dan E cenderung mendekati temperatur pada titik tengah C. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penempatan lampu pada posisi yang tidak sejajar dapat membantu mengurangi perbedaan temperatur antararea dalam ruang pemanas.



Gambar 4. Ilustrasi Tata Letak Lampu Pijar Yang Dipasang Tidak Membentuk Satu Garis Lurus Untuk Menjangkau Area Yang Lebih Luas di Dalam Kandang

Perbandingan Distribusi Temperatur Konfigurasi Sejajar vs Zig-Zag

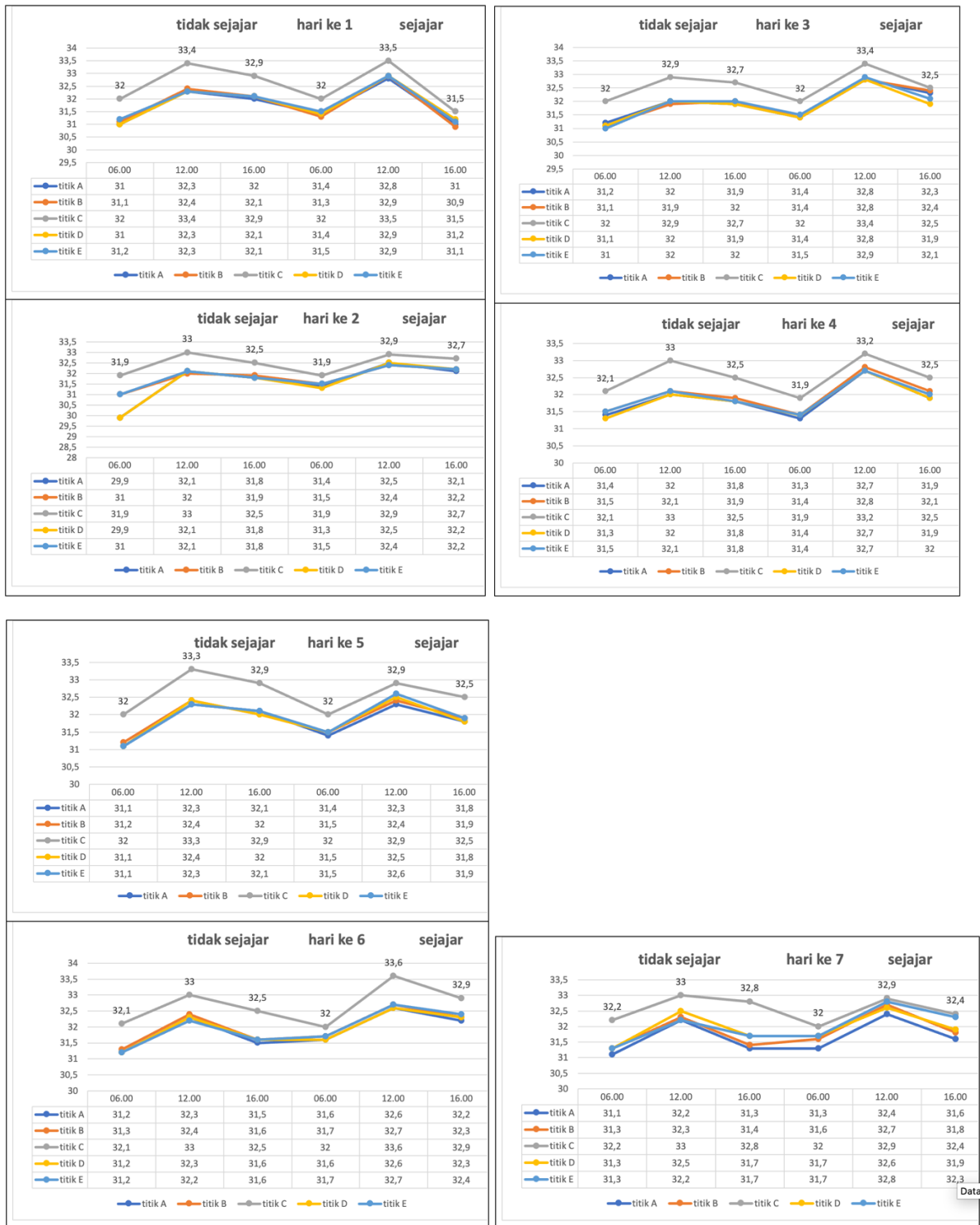
Tabel 3. Rata-rata distribusi temperatur mingguan (konfigurasi sejajar vs zig-zag)

Konfigurasi	Minggu	Rata-rata Pagi (06.00) °C	Rata-rata Siang (12.00) °C	Rata-rata Sore (16.00) °C
Sejajar (Horizontal)	I	31,58	32,73	32,17
Sejajar (Horizontal)	II	29,57	30,80	30,18
Zig-Zag (Tidak Sejajar)	I	31,29	32,35	31,96
Zig-Zag (Tidak Sejajar)	II	29,32	30,27	30,08

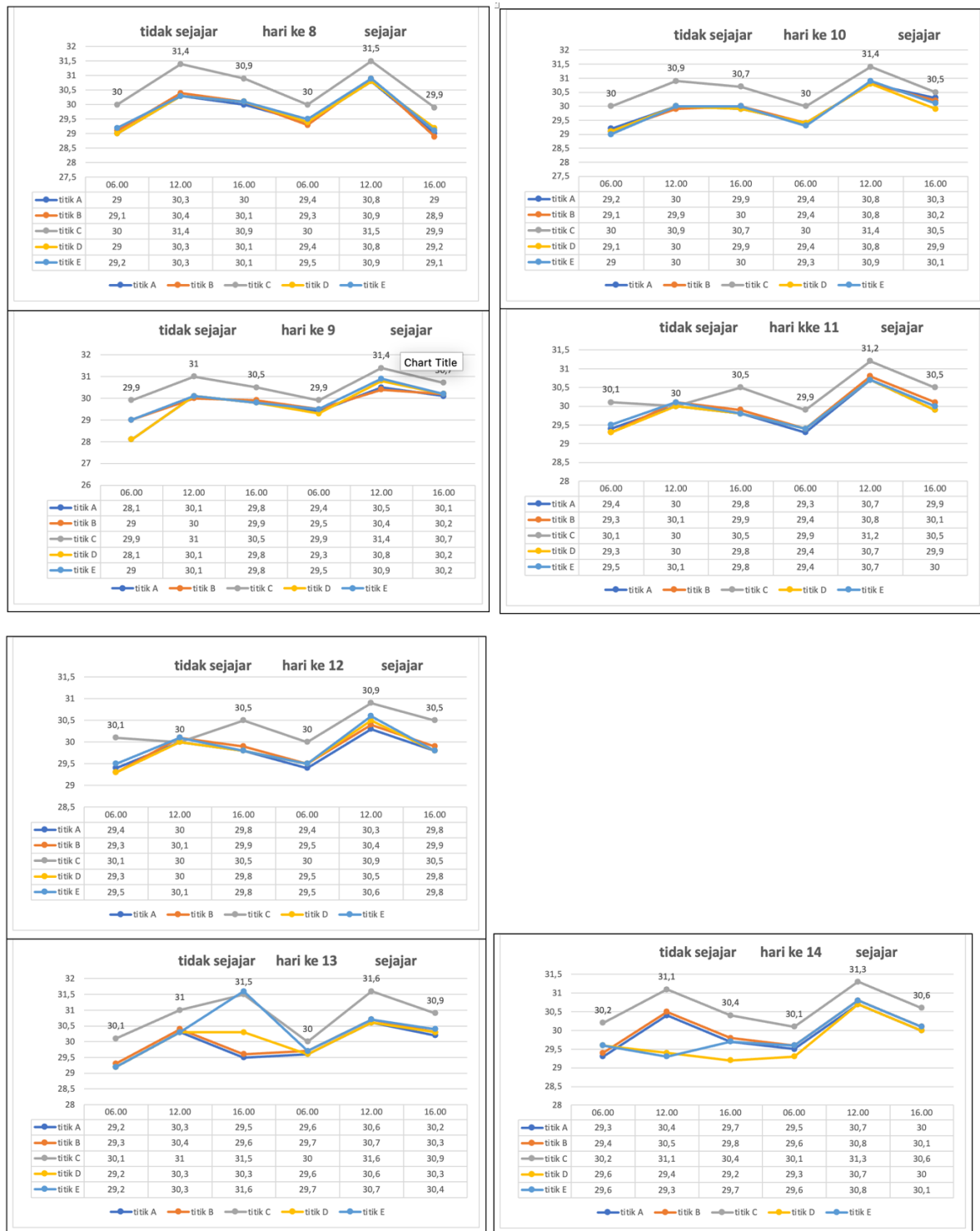
Tabel 4. Perbandingan distribusi temperatur pada hari ke-1 (titik A-E)

Konfigurasi	Waktu	Titik A	Titik B	Titik C	Titik D	Titik E
Sejajar	06.00	31,4	31,3	32,0	31,4	31,5
Sejajar	12.00	32,8	32,9	33,5	32,9	32,9
Sejajar	16.00	31,0	30,9	31,5	31,2	31,1
Zig-Zag	06.00	31,0	31,1	32,0	31,0	31,2
Zig-Zag	12.00	32,3	32,4	33,4	32,3	32,3
Zig-Zag	16.00	32,0	32,1	32,9	32,1	32,1

Berikut gambar grafik data sejajar vs zig-zag pada masing-masing kondisi di minggu 1:



Berikut gambar grafik data sejajar vs zig-zag pada masing-masing kondisi di minggu 2:



Grafik batang perbandingan rata-rata suhu pada titik A-E antara konfigurasi sejajar dan zig-zag, pada Minggu I dan Minggu II, untuk menunjukkan perbedaan gradien suhu antarkonfigurasi. Secara umum, pola pada seluruh hari pengamatan menunjukkan bahwa konfigurasi zig-zag menghasilkan sebaran nilai suhu antartitik yang lebih rapat (gradien lebih

kecil), sementara konfigurasi sejajar secara konsisten memperlihatkan lonjakan suhu pada titik C yang lebih tinggi dibandingkan titik-titik lainnya.

Analisis Perpindahan Panas Radiasi

Perhitungan laju perpindahan panas radiasi dilakukan menggunakan pendekatan Hukum Stefan-Boltzmann berdasarkan data suhu rata-rata pada hari ke-1 (Minggu I) dan hari ke-8 (Minggu II) sebagai representasi masing-masing minggu, dengan asumsi $\varepsilon = 0,9$; $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$; $A = 1 \text{ m}^2$; dan $T \text{ lingkungan} = 300 \text{ K}$. Pada hari ke-1 (Minggu I, siang hari), dengan suhu rata-rata 30°C (303 K), diperoleh nilai $Q \approx 35,6 \text{ W/m}^2$. Pada hari ke-8 (Minggu II, siang hari), dengan suhu rata-rata $30,98^\circ\text{C}$ (303,98 K), diperoleh nilai $Q \approx 39,9 \text{ W/m}^2$. Secara keseluruhan pada Minggu I, nilai radiasi tertinggi terjadi pada siang hari ($52,8 \text{ W/m}^2$), diikuti sore hari ($48,7 \text{ W/m}^2$) dan pagi hari ($44,5 \text{ W/m}^2$); sedangkan pada Minggu II terjadi penurunan nilai radiasi dengan nilai tertinggi pada siang hari ($36,9 \text{ W/m}^2$), sore hari ($35,4 \text{ W/m}^2$), dan pagi hari ($31,2 \text{ W/m}^2$).



Gambar 5. Dokumentasi Kondisi Ruang Pemanas Beserta Lampu Pijar dan DOC Ayam Petelur Selama Masa Brooding.

DISKUSI

Kinerja Sistem Kontrol Temperatur Berbasis Arduino Uno

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem kontrol berbasis Arduino Uno yang diintegrasikan dengan sensor DHT22 dan modul relay mampu mempertahankan temperatur ruang pemanas pada rentang setpoint yang dibutuhkan DOC, baik pada Fase Minggu I (32°C – 33°C) maupun Fase Minggu II (30°C – 31°C), dengan waktu tunda respons yang singkat (2–5 detik). Temuan ini memperkuat hasil penelitian Hari dan Darmawan (2023), yang menyatakan bahwa sistem pengontrol suhu berbasis logika fuzzy dan Arduino Uno efektif menjaga kestabilan suhu kandang brooding. Konsistensi hasil ini juga sejalan dengan temuan Sriwati et al. (2023), yang melaporkan bahwa sistem pemanas kandang broiler berbasis Arduino Uno

dengan sensor LM35 bekerja dengan baik dan memenuhi harapan meskipun tingkat error pembacaan sensor tercatat sebesar 1,69%. Dibandingkan dengan pendekatan Wahid et al. (2019) yang menggunakan PLC dan sensor LM35 untuk mengendalikan kecepatan blower berdasarkan ambang suhu tertentu, penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi Arduino Uno dan DHT22 tetap mampu menghasilkan respons kontrol yang setara dengan biaya implementasi yang jauh lebih terjangkau, sebagaimana disebutkan sebagai salah satu keunggulan platform Arduino (Hari & Darmawan, 2023). Temuan ini juga sejalan dengan hasil Atik et al. (2024) dan N et al. (2023), yang masing-masing menunjukkan keandalan Arduino Uno dalam mengendalikan suhu kandang brooding ayam broiler secara otomatis. Kestabilan sistem ini penting mengingat DOC berada pada fase kritis I, di mana kegagalan pengaturan suhu dapat berdampak pada tidak tercapainya bobot badan standar maupun peningkatan risiko kematian akibat penyakit.

Pengaruh Konfigurasi Penempatan Lampu terhadap Distribusi Temperatur

Temuan utama penelitian ini menunjukkan bahwa konfigurasi zig-zag menghasilkan distribusi temperatur yang lebih merata dibandingkan konfigurasi sejajar (horizontal), dengan gradien suhu antartitik yang lebih kecil, khususnya pada area yang jauh dari sumber panas. Pola ini secara teoretis dapat dijelaskan melalui prinsip letak sumber panas sebagai faktor penentu distribusi temperatur: pada penempatan lampu secara sejajar, fluks kalor radiasi terpusat pada sumbu tengah geometris kandang sehingga terjadi akumulasi energi panas di sekitar Titik C, sementara pancaran radiasi tidak menjangkau area sudut secara optimal karena keterbatasan sudut pancar efektif lampu. Sebaliknya, pada penempatan zig-zag, fluks kalor radiasi terbagi lebih merata ke setiap kuadran ruang, yang turut memicu aliran konveksi alami yang lebih sirkulatif sehingga menekan terjadinya stratifikasi udara panas.

Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian Kurniawan dan Setiawan (2020), yang menunjukkan bahwa analisis kerataan suhu berbasis Arduino pada kandang jangkrik dapat dicapai melalui perhitungan Finite Element Method (FEM) yang mempertimbangkan posisi dan radiasi sumber panas, dengan hasil kerataan suhu sebesar 31°C. Kesesuaian ini memperkuat argumen bahwa penempatan sumber panas bukan sekadar faktor teknis instalasi, melainkan variabel yang secara signifikan menentukan pola distribusi termal di dalam ruang tertutup. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi baru dengan secara spesifik membandingkan dua konfigurasi penempatan lampu pada objek DOC ayam petelur, suatu aspek yang belum banyak dieksplorasi dalam penelitian-penelitian terdahulu yang lebih

berfokus pada sistem pemantauan atau pengendalian suhu semata (Maulana et al., 2024; Reza et al., 2023).

Mekanisme Perpindahan Panas dan Kehilangan Energi Termal

Analisis perhitungan radiasi menggunakan Hukum Stefan-Boltzmann menunjukkan bahwa nilai Q_{radiasi} pada Minggu I lebih tinggi dibandingkan Minggu II, sejalan dengan penurunan setpoint suhu yang diprogramkan pada sistem kontrol. Hal ini konsisten dengan karakteristik perpindahan panas radiasi yang berbanding lurus dengan pangkat empat suhu absolut, sehingga perubahan suhu yang relatif kecil dapat menghasilkan perubahan nilai radiasi yang signifikan. Interpretasi ini memperkuat pemahaman bahwa suhu yang lebih stabil dan lebih rendah pada Minggu II menyebabkan laju perpindahan panas radiasi yang juga lebih rendah, sesuai dengan kebutuhan fisiologis DOC yang menurun seiring bertambahnya usia.

Selain radiasi, kehilangan energi termal (heat loss) juga dipengaruhi oleh konduktivitas material dinding kandang yang terdiri atas kayu tripleks dan anyaman kawat ram, sebagaimana material dengan konduktivitas tinggi dapat mempercepat kehilangan panas ke lingkungan luar. Pada konfigurasi sejajar, kehilangan panas di area sudut diperparah oleh minimnya suplai radiasi langsung akibat sudut pancar lampu yang terbatas, sehingga temperatur sudut merosot lebih tajam dibandingkan konfigurasi zig-zag, yang suplai panasnya lebih dekat dengan area sudut sehingga mampu mengompensasi laju kehilangan panas secara konduksi-konveksi. Temuan ini melengkapi kajian Fitria et al. (2025) mengenai pengaruh dimensi permukaan perpindahan panas terhadap efektivitas transfer termal dalam ruang tertutup, serta relevan dengan prinsip perpindahan panas pada sistem penukar kalor yang dikaji Erwin et al. (2024) dalam konteks industri manufaktur.

Implikasi dan Kontribusi Penelitian

Secara teoretis, penelitian ini memberikan kontribusi empiris terhadap kajian sistem *brooding* otomatis dengan menunjukkan bahwa pemerataan temperatur tidak hanya berkaitan dengan kemampuan sistem kontrol dalam mempertahankan *setpoint*, tetapi juga dipengaruhi oleh konfigurasi geometris sumber panas. Temuan ini memperluas hasil penelitian sebelumnya yang lebih banyak berfokus pada penggunaan mikrokontroler, sensor suhu, dan sistem kendali otomatis (Maulana et al., 2024; Sriwati et al., 2023; Wahid et al., 2019). Dengan demikian, penelitian ini menempatkan tata letak sumber panas sebagai salah satu aspek yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan sistem pengendalian temperatur ruang pemanas DOC.

Secara praktis, hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi zig-zag dapat menjadi salah satu alternatif penempatan lampu pemanas pada ruang *brooder* yang digunakan dalam penelitian ini. Konfigurasi tersebut menghasilkan distribusi temperatur yang relatif merata pada titik-titik pengamatan dan mampu mempertahankan gradien suhu pada kisaran yang sesuai dengan kondisi pengujian. Temuan ini dapat menjadi pertimbangan bagi pengelola peternakan dalam merancang penempatan sumber panas, terutama ketika menggunakan sistem pemanas berbasis lampu pijar dan kontrol otomatis Arduino Uno. Namun, penerapan konfigurasi tersebut perlu disesuaikan dengan ukuran kandang, jumlah sumber panas, kapasitas pemanas, dan kondisi lingkungan masing-masing lokasi.

Implikasi penelitian menunjukkan bahwa pengembangan sistem *brooding* otomatis sebaiknya tidak hanya berorientasi pada otomatisasi penyalaan dan pemadaman pemanas, tetapi juga mempertimbangkan aspek distribusi panas di dalam ruang pemeliharaan. Integrasi antara sistem kontrol temperatur dan desain tata letak sumber panas berpotensi menghasilkan kondisi termal yang lebih terkendali bagi DOC. Meskipun demikian, hasil penelitian ini masih terbatas pada ukuran *brooder*, jumlah lampu, konfigurasi, dan kondisi lingkungan yang digunakan selama pengujian. Oleh karena itu, penelitian lanjutan diperlukan untuk menguji konfigurasi tersebut pada ukuran kandang yang berbeda, jumlah DOC yang lebih beragam, variasi daya sumber panas, serta kondisi lingkungan yang berbeda agar diperoleh dasar yang lebih kuat untuk menentukan konfigurasi sumber panas yang paling sesuai.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem kontrol temperatur otomatis berbasis Arduino Uno yang diintegrasikan dengan sensor DHT22 dan modul relay mampu bekerja secara handal dalam menjaga kestabilan suhu ruang pemanas DOC ayam petelur, dengan mempertahankan temperatur pada rentang setpoint 32°C–33°C pada Fase Minggu I dan 30°C–31°C pada Fase Minggu II, disertai waktu tunda respons yang singkat. Selain itu, konfigurasi penempatan lampu pemanas secara zig-zag (tidak sejajar) terbukti menghasilkan distribusi temperatur yang lebih merata dan homogen dibandingkan konfigurasi sejajar (horizontal), dengan gradien suhu antartitik yang tereduksi hingga di bawah 1°C, sehingga dapat menekan risiko ketidakmerataan panas yang berpotensi menimbulkan stres termal maupun perilaku penumpukan (*piling*) pada DOC.

Temuan ini menegaskan bahwa efektivitas sistem *brooding* otomatis tidak hanya ditentukan oleh keandalan komponen elektronik dan kecepatan respons kontrol, tetapi juga oleh desain tata letak sumber panas sebagai variabel yang secara langsung memengaruhi pola

distribusi termal di dalam ruang pemanas. Dengan demikian, penelitian ini memberikan implikasi praktis bahwa penerapan konfigurasi zig-zag dapat dipertimbangkan sebagai strategi desain brooder yang lebih efisien dalam mendukung kenyamanan termal DOC ayam petelur secara menyeluruh. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan agar sistem kontrol logika ON/OFF dikembangkan menjadi algoritma kontrol yang lebih presisi seperti Fuzzy Logic Control atau Proportional-Integral-Derivative (PID) yang dikopel dengan modul AC Dimmer guna meningkatkan efisiensi energi; dilakukan kajian mendalam mengenai variasi ketebalan dan jenis material isolator dinding kandang untuk menekan laju kehilangan panas (heat loss) konduktif ke lingkungan luar; serta ditambahkan unit aktuator berupa kipas sirkulasi berdaya rendah yang dikontrol secara berkala untuk membantu meratakan distribusi panas konveksi pada ruang kandang berskala lebih besar.

REFERENSI

- Abdillah, N., Martanto, & Hayati, U. (2024). Peningkatan kontrol suhu ruangan melalui Arduino Uno mikrokontroller di kantor pemerintahan Desa Kebonturi. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(2), 1875–1881.
- Ahmad, F., & Amrullah, M. F. (2023). Implementasi perancangan sistem kontrol dan monitoring instalasi otomasi panel listrik industri menggunakan IoT berbasis mobile. *Jurnal Teknik Elektro*, 3(1), 331–343.
- Atik, M. U. D., Al-Azhari, A. H., & Djuniadi. (2024). Pengatur suhu otomatis pada kandang ayam selama masa brooding berbasis Arduino Uno dan sensor LM35. *AVITEC (Aviation Electronics, Information Technology, Telecommunications, Electricals, Controls)*, 6, 79–86.
- Erwin, Asbanu, H., Chan, Y., Sugiyanto, D., & Susanto, H. (2024). Study of heat transfer applications using shell & tube type heat exchanger systems in the manufacturing industry. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 12(1), 29–42.
- Fitria, Y., Fitri, U., & Zuryanty. (2025). Pembelajaran IPA SD di era digital: Integrasi teknologi, literasi sains, dan penguatan HOTS. Deepublish Digital.
- Hari, N. H., & Darmawan, I. (2023). Sistem pengontrol suhu pada kandang brooding dengan logika fuzzy menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Madura*, 5(1), 43–51.
- Kurniawan, B., & Setiawan, T. (2020). Analisis kerataan suhu ruangan kandang berbasis Arduino pada budidaya ternak jangkrik. *Jurnal Media Teknologi*, 6(2), 205–212.
- Maulana, F., Sumaedi, A., & Fiqri, F. (2024). Analisa hasil perancangan alat pendeteksi suhu dan kelembaban kandang ayam berbasis mikrokontroler Arduino Uno. *Journal Information & Computer*, 2, 28–36. <https://doi.org/10.32493/jicomisc.v2i1.38636>
- Mustafa, S., & Khaidir, M. (2023). Monitoring otomatis heater kandang DOC ayam broiler berbasis Arduino Uno. *Jurnal Tematis (Teknologi, Manufaktur dan Industri)*, 4(2), 36–43.
- Reza, M., Marpaung, N., & Karim, A. (2023). Otomatisasi pengendalian suhu dan kelembaban kandang brooding anak ayam berbasis Arduino Uno. *SAINTIKOM*, 22, 105–112.
- Sriwati, S., Fathurrahman, M., & Khaidir, M. (2023). Optimasi pemeliharaan pemantauan suhu kandang DOC ayam broiler dengan sensor LM35 dan teknologi komunikasi Bluetooth. *Jurnal Teknologi*, 18(c), 108–111.

- Wahid, M. N., Afandy, L., & Slamet, P. (2019). Pengendali suhu ruang inkubator DOC berbasis PLC. *Jurnal Elsains*, 1, 1–5.
- Yolnasdi, Arviansyah, Irfan, D., & Ambiyar. (2020). Rancang bangun pengontrol suhu ruangan berbasis mikrokontroler Arduino Uno. *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 3, 218–226.
- Yusuf, A., Tafrikhatin, A., Sumarah, J., & Hudaifah, N. N. (2023). Pembelajaran mikrokontroler Arduino Uno berbasis sensor untuk pemula. *Jurnal Jasatec*, 3(1), 15–26.