

## Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban dan Suhu Pada Inkubator Telur Ayam Kampung Berbasis *IoT*

Ahmad Purwantoro<sup>1</sup>, Miftakhul Maulidina<sup>2</sup>, M. Dewi Manikta Puspitasari<sup>3</sup>, Risky Aswi Ramadhani<sup>4</sup>, Elsanda Merita Indrawati<sup>5\*</sup>

Teknik Elektronika Universitas Nusantara PGRI Kediri<sup>1,2,3,4</sup>

[ahmadpurwantoro3417@gmail.com](mailto:ahmadpurwantoro3417@gmail.com)<sup>1</sup>, [miftakhulmaulidina@unpkediri.ac.id](mailto:miftakhulmaulidina@unpkediri.ac.id)<sup>2</sup>, [M\\_dewimanikta@gmail.com](mailto:M_dewimanikta@gmail.com)<sup>3</sup>, [riskyaswiramadhani@gmail.com](mailto:riskyaswiramadhani@gmail.com), [elsanda@unpkediri.ac.id](mailto:elsanda@unpkediri.ac.id)<sup>4</sup>

\*Corresponding author: Elsanda Merita Indrawati

### Abstrak

Penelitian ini membahas perancangan dan pengujian mesin penetas telur ayam kampung otomatis berbasis Internet of Things (*IoT*) dengan mikrokontroler ESP32 yang terhubung pada aplikasi Blynk. Sistem ini dilengkapi sensor DHT22 untuk memantau suhu dan kelembaban, kipas DC untuk pemerataan suhu, lampu pijar sebagai pemanas, serta motor sinkron untuk pemutaran telur otomatis setiap 4 jam sekali. Metode penelitian yang digunakan adalah pengembangan prototipe melalui tahapan perencanaan, perancangan, pembuatan, dan pengujian. Pengujian dilakukan selama 16 hari masa inkubasi awal dengan kapasitas 20 butir telur ayam kampung. Hasil pengujian menunjukkan suhu rata-rata 37,73°C dan kelembaban rata-rata 53,98% yang berada pada kisaran optimal penetasan. Pemerataan suhu tercapai dengan selisih antar titik kurang dari 1°C. Sistem pemutaran telur otomatis berfungsi sesuai pengaturan dan mendukung distribusi panas yang merata. Tingkat keberhasilan penetasan mencapai 90%, lebih tinggi dibandingkan metode manual yang umumnya berkisar 70–80%. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi *IoT* pada mesin tetas dapat meningkatkan efisiensi, mempermudah pemantauan jarak jauh, dan memperbaiki kualitas penetasan.

**Kata kunci:** Blynk, ESP32, *IoT*, Mesin Tetas Otomatis, Pemantauan Jarak Jauh

### A. PENDAHULUAN

Ayam kampung merupakan salah satu jenis unggas yang banyak dibudidayakan di Indonesia, khususnya di wilayah pedesaan. Keunggulan ayam kampung terletak pada kebutuhan lahan yang relatif kecil, pakan yang murah dan mudah diperoleh, serta nilai ekonomis yang cukup tinggi. Namun, proses pembibitan ayam kampung masih menghadapi kendala, terutama pada tahap penetasan telur. Sebagian besar peternak skala kecil masih mengandalkan metode penetasan tradisional, seperti pengeraman alami atau inkubator manual yang memerlukan pengendalian suhu dan kelembaban secara langsung oleh peternak. Hal ini sering kali menyebabkan ketidakstabilan kondisi inkubasi sehingga menurunkan tingkat keberhasilan penetasan (Nofendri et al., 2023).

Permasalahan utama yang dihadapi peternak adalah sulitnya menjaga kestabilan suhu dan kelembaban selama proses penetasan. Pemutaran telur secara manual juga berpotensi mengganggu kondisi lingkungan dalam inkubator karena setiap kali pintu dibuka akan terjadi perubahan suhu dan kelembaban yang signifikan (Wendanto et al., 2021). Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan salah satu peternak di Desa Pojok, Kecamatan Mojoroto, Kota Kediri, diketahui bahwa keterbatasan pemahaman dan teknologi membuat proses penetasan menjadi kurang efisien. Akibatnya, banyak telur yang gagal menetas atau embrio mati sebelum menetas.

Perkembangan teknologi *Internet of Things (IoT)* memberikan peluang untuk mengatasi permasalahan tersebut. Melalui pemanfaatan mikrokontroler seperti ESP32 yang terhubung dengan sensor suhu dan kelembaban, proses monitoring dapat dilakukan secara *real-time* menggunakan aplikasi pada smartphone. Sistem ini dapat mengendalikan pemanas, kipas, serta motor pemutar rak telur secara otomatis sesuai parameter yang telah ditentukan sehingga mengurangi ketergantungan pada pengawasan manual (Jusman et al., 2021).

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan mesin tetas otomatis dengan berbagai metode. Asali & Sollu (2021) merancang sistem penetasan berbasis *Arduino Nano* dan *SMS Gateway*, namun masih terkendala pemadaman listrik sehingga tingkat keberhasilan menetas rendah. Nisa & Andreansyah (2024) menggunakan NodeMCU ESP8266 dan integrasi aplikasi Telegram untuk pemantauan jarak jauh, tetapi belum dilengkapi fitur pemerataan suhu yang optimal. Penelitian

Setyawan et al. (2024) menerapkan *fuzzy logic control* untuk mengatur suhu dan kelembaban, namun tidak menyediakan sistem pemantauan berbasis *IoT* yang terintegrasi penuh.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem penetasan telur ayam kampung otomatis berbasis *IoT* dengan mikrokontroler ESP32 yang mampu melakukan monitoring suhu dan kelembaban secara *real-time* melalui aplikasi *Blynk*, mengatur pemutaran rak telur otomatis menggunakan motor sinkron, serta menjaga pemerataan suhu di seluruh ruang inkubasi dengan bantuan kipas DC. Diharapkan sistem ini dapat meningkatkan efisiensi dan keberhasilan penetasan telur ayam kampung, mengurangi keterlibatan manual peternak, serta menjadi inovasi yang dapat diadopsi oleh peternak skala kecil maupun menengah.

## B. LANDASAN TEORI

### 1. Sistem Penetasan Telur Ayam Otomatis

Penetasan telur ayam membutuhkan pengaturan suhu dan kelembaban yang tepat untuk mendukung perkembangan embrio. Suhu ideal berkisar antara 37°C–39°C, sedangkan kelembaban ideal berada pada kisaran 50%–65% (Yoal et al., 2023). Mesin tetas otomatis dirancang untuk meminimalkan kesalahan manusia, menjaga kestabilan parameter inkubasi, serta mengurangi intervensi manual (Wendanto et al., 2021). Penelitian menunjukkan bahwa mesin otomatis meningkatkan tingkat keberhasilan penetasan dibandingkan metode manual (Nofendri et al., 2023).

### 2. Internet of Things (*IoT*) dalam Penetasan Telur

*IoT* adalah konsep integrasi perangkat elektronik dengan internet untuk mengumpulkan, bertukar, dan menganalisis data secara otomatis (Jusman et al., 2021). Dalam penetasan telur, *IoT* digunakan untuk memantau suhu dan kelembaban secara *real-time* serta mengendalikan aktuator seperti pemanas dan kipas. Nisa & Andreansyah (2024) menyatakan bahwa integrasi *IoT* memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui smartphone, meningkatkan efisiensi dan kenyamanan pengawasan.

### 3. Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler berperforma tinggi dengan prosesor ganda, konektivitas Wi-Fi, dan Bluetooth. Modul ini cocok untuk proyek *IoT* karena mendukung banyak antarmuka input/output dan memiliki kemampuan pemrosesan cepat (Yoal et al., 2023). Dalam penelitian ini, ESP32 mengontrol semua komponen mesin tetas serta mengirimkan data sensor ke aplikasi *Blynk*.

### 4. Sensor DHT22

DHT22 adalah sensor digital untuk mengukur suhu dan kelembaban dengan akurasi tinggi,  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  untuk suhu dan  $\pm 2\%$  RH untuk kelembaban (Noviansyah & Abdulrahman, 2022). Sensor ini sangat penting dalam mesin tetas karena keberhasilan penetasan sangat bergantung pada kestabilan kedua parameter ini.

### 5. Pemerataan Suhu

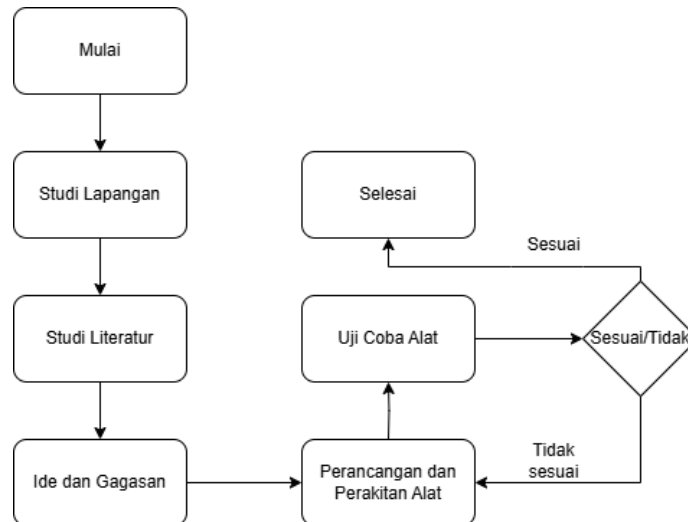
Pemerataan suhu dilakukan dengan kipas DC yang berfungsi mengalirkan udara panas secara merata di dalam inkubator (Mukhlis et al., 2023). Tanpa pemerataan yang baik, perbedaan suhu antarbagian dapat memengaruhi perkembangan embrio (Wendanto et al., 2021).

### 6. Pemutaran Telur Otomatis

Pemutaran telur mencegah embrio menempel pada cangkang dan memastikan distribusi panas merata. Pemutaran dilakukan setiap 4–6 jam sekali menggunakan motor sinkron (Adriaensen et al., 2022). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemutaran otomatis meningkatkan tingkat keberhasilan penetasan (Anang Sucipto & Bagus Prakoso, 2022; Asali & Sollu, 2021).

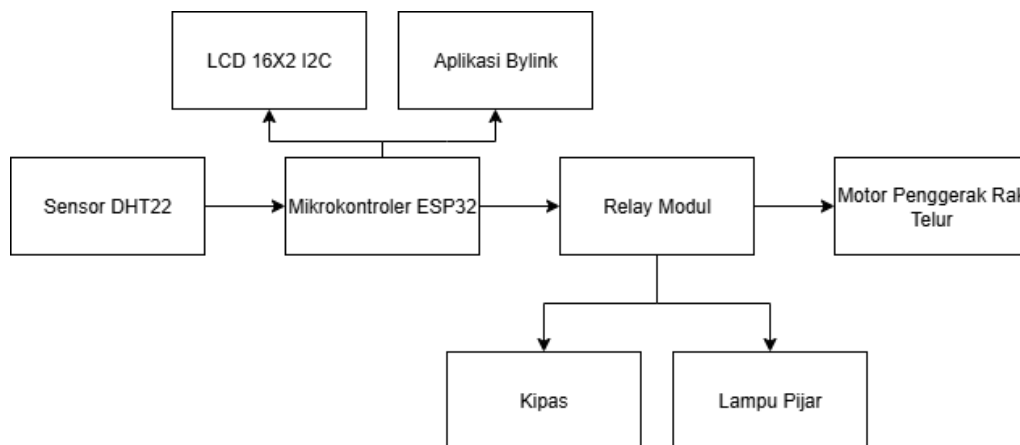
## C. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa teknologi dengan model pengembangan prosedural. Model ini disusun secara sistematis mulai dari perencanaan, perancangan, pembuatan, hingga evaluasi produk. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan pengembangan produk secara bertahap dan fleksibel sesuai dengan hasil pengujian. Produk yang dikembangkan berupa mesin penetasan telur ayam kampung otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* yang dapat dipantau dan dikendalikan melalui aplikasi *Blynk*. Alur pengembangan yang digunakan oleh peneliti dalam melakukan penelitian ini memiliki 5 tahapan yang akan digunakan, berikut 5 tahapan yang akan digunakan:



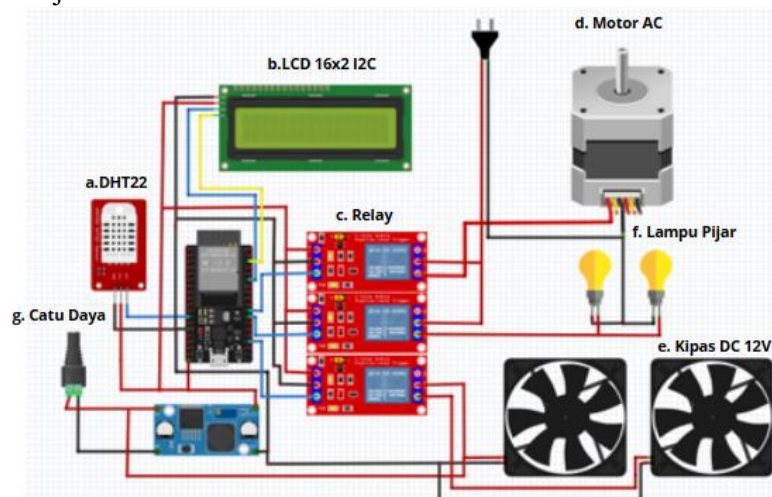
Gambar 1. Flowchart Alur Pengembangan (Adaptasi Muktiawan et al.(2025))

Desain pengembangan ini menggunakan sistem perancangan sudut pandang logika operasional sistem melalui blok diagram, serta detail koneksi antar elemen yang menggunakan wiring diagram. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menjelaskan bagaimana keseluruhan sistem dirancang, baik dalam hal fungsi maupun aspek teknis. Blok diagram pengembangan alat monitoring suhu kelembaban dan pemutaran telur ayam secara otomatis ditunjukkan pada Gambar 2.



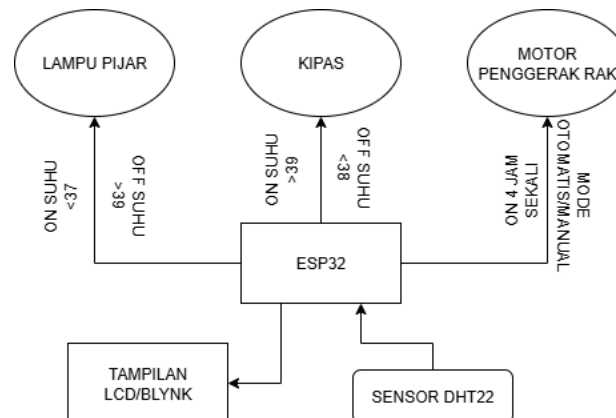
Gambar 2. Blok Diagram

Wiring diagram berfungsi sebagai gambaran secara detail bagaimana alat atau komponen dirakit menggunakan kabel atau jalur sirkuit.



Gambar 3. Wiring Diagram

Pada desain alur program ini akan menunjukkan urutan logika dan proses yang dilakukan oleh mikrokontroler ESP32. Ini dimulai dengan inialisasi sistem, melihat data suhu dan kelembaban dari sensor DHT22, dan kemudian mengontrol aktuator, seperti motor sinkron untuk memutar rak telur dan kipas untuk pemerataan suhu. Alur ini juga mencakup cara data dikirim ke aplikasi *Blynk* dan ditampilkan pada *LCD*. Berikut flowchart dari desain alur program ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Alur Program

#### D. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 1. Hasil

Pengujian mesin tetas telur ayam kampung otomatis berbasis *IoT* dilakukan selama 16 hari masa inkubasi awal dengan pengambilan sampel setiap pukul 06.00, 13.00, dan 20.00 WIB. Parameter yang diuji meliputi kestabilan suhu, kelembaban, dan pemerataan suhu di dalam ruang tetas. Sistem diuji dalam kondisi otomatis, di mana pengaturan suhu, kelembaban, dan pemutaran telur dikendalikan oleh mikrokontroler sesuai program.



Gambar 1. Alat Tetas Telur Otomatis Berbasis *IoT*

Pengujian alat bertujuan untuk mengetahui alat yang telah dibuat dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan atau tidak, dapat menjaga kestabilan suhu dan kelembaban, serta apakah pemerataan berjalan dengan baik. Berikut hasil uji coba yang disajikan pada tabel 1,2,3, dan 4:

Tabel 1. Data Pengujian Suhu dan Kelembaban Pukul 06.00 WIB

| Tabel Monitoring Suhu dan kelembaban 06.00 |           |           |                |
|--|-----------|-----------|----------------|
| NO   | Tanggal   | Suhu (°C) | Kelembaban (%) |
| 1  | 25/5/2025 | 37,5°C    | 58%            |
| 2  | 26/5/2025 | 38°C      | 54%            |
| 3  | 27/5/2025 | 37,8°C    | 56%            |

|           |           |         |        |
|-----------|-----------|---------|--------|
| 4         | 28/5/2025 | 37,2°C  | 60%    |
| 5         | 29/5/2025 | 37,5°C  | 58%    |
| 6         | 30/5/2025 | 38,2°C  | 52%    |
| 7         | 31/5/2025 | 37,6°C  | 59%    |
| 8         | 1/6/2025  | 37,2°C  | 61%    |
| 9         | 2/6/2025  | 38,1°C  | 55%    |
| 10        | 3/6/2025  | 37°C    | 61%    |
| 11        | 4/6/2025  | 37,8°C  | 56%    |
| 12        | 5/6/2025  | 38,2°C  | 51%    |
| 13        | 6/6/2025  | 38,4°C  | 49%    |
| 14        | 7/6/2025  | 37°C    | 60%    |
| 15        | 8/6/2025  | 37,7°C  | 56%    |
| 16        | 9/6/2025  | 37,4°C  | 59%    |
| Rata-rata |           | 37,57°C | 56,58% |

Tabel 2. Data Pengujian Suhu dan Kelembaban Pukul 13.00 WIB

**Tabel Monitoring Suhu dan kelembaban 13.00**

| No        | Tanggal   | Suhu (°C) | Kelembaban (%) |
|-----------|-----------|-----------|----------------|
| 1         | 25/5/2025 | 38,1°C    | 51%            |
| 2         | 26/5/2025 | 38,4°C    | 50%            |
| 3         | 27/5/2025 | 38,2°C    | 51%            |
| 4         | 28/5/2025 | 37,6°C    | 55%            |
| 5         | 29/5/2025 | 38,7°C    | 48%            |
| 6         | 30/5/2025 | 38,4°C    | 50%            |
| 7         | 31/5/2025 | 37,4°C    | 55%            |
| 8         | 1/6/2025  | 38°C      | 50%            |
| 9         | 2/6/2025  | 37,8°C    | 56%            |
| 10        | 3/6/2025  | 37,9°C    | 56%            |
| 11        | 4/6/2025  | 37,5°C    | 55%            |
| 12        | 5/6/2025  | 38°C      | 49%            |
| 13        | 6/6/2025  | 37,2°C    | 54%            |
| 14        | 7/6/2025  | 37,5°C    | 55%            |
| 15        | 8/6/2025  | 38,2°C    | 51%            |
| 16        | 9/6/2025  | 37,7°C    | 55%            |
| Rata-rata |           | 37,91°C   | 52,56%         |

Tabel 3. Data Pengujian Suhu dan Kelembaban Pukul 20.00 WIB

**Tabel Monitoring Suhu dan kelembapan 20.00**

| No | Tanggal   | Suhu (°C) | Kelembaban (%) |
|----|-----------|-----------|----------------|
| 1  | 25/5/2025 | 37,5°C    | 55%            |
| 2  | 26/5/2025 | 37,8°C    | 56%            |
| 3  | 27/5/2025 | 37,2°C    | 54%            |
| 4  | 28/5/2025 | 37,6°C    | 55%            |
| 5  | 29/5/2025 | 38,6°C    | 48%            |
| 6  | 30/5/2025 | 37,4°C    | 54%            |
| 7  | 31/5/2025 | 37,2°C    | 54%            |
| 8  | 1/6/2025  | 38,4°C    | 49%            |
| 9  | 2/6/2025  | 37,7°C    | 56%            |

|           |          |         |        |
|-----------|----------|---------|--------|
| 10        | 3/6/2025 | 38,5°C  | 48%    |
| 11        | 4/6/2025 | 38,3°C  | 49%    |
| 12        | 5/6/2025 | 37,4°C  | 55%    |
| 13        | 6/6/2025 | 37,5°C  | 55%    |
| 14        | 7/6/2025 | 38,7°C  | 47%    |
| 15        | 8/6/2025 | 37,3°C  | 56%    |
| 16        | 9/6/2025 | 37,7°C  | 54%    |
| Rata-rata |          | 37,70°C | 52,58% |

Berdasarkan uji coba dan pengamatan alat yang telah dilakukan yang dipaparkan pada tabel 1, 2 dan 3, dengan perhitungan didapat rata-rata suhu dan kelembapan sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \dots \dots \dots (1)$$

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata.

$\sum X$  = Jumlah nilai suhu atau kelembapan.

N = Jumlah data.

Dari hasil perhitungan rata-rata suhu dan kelembapan yang dilakukan oleh peneliti, rata-rata keseluruhan dari 3 waktu pengamatan pada rata-rata total suhu dihasilkan 37,73°C dan rata-rata total kelembapan dihasilkan 53,98%. Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa alat mampu menjaga suhu dan kelembapan dalam kisaran optimal proses penetasan telur ayam kampung, yaitu suhu 37–39°C dan kelembapan 50-65%.

Selain pembacaan sensor digital, dilakukan pula perbandingan suhu menggunakan termometer kayu di beberapa titik inkubator:

Tabel 4. Tabel Pengukuran Suhu Disetiap Sisi Menggunakan Thermometer Kayu

| Tabel Pemerataan Suhu    |        |        |        |
|--------------------------|--------|--------|--------|
| Posisi                   | Pagi   | Siang  | Malam  |
| Depan                    | 37,7°C | 37,9°C | 38°C   |
| Belakang                 | 37,4°C | 37,6°C | 37,7°C |
| Kanan                    | 37,9°C | 38°C   | 38,3°C |
| Kiri                     | 37,8°C | 38,1°C | 38°C   |
| <b>Status Pemerataan</b> | Merata | Merata | Merata |

Berdasarkan data pengukuran 4 titik ruang tetas, didapat selisih antar posisi tidak lebih dari 1°C. Nilai ini masih dalam batas wajar, sehingga dapat dikatakan suhu dalam ruang tetas tersalurkan secara merata. Motor sinkron yang digunakan pada alat tetas telur ini sudah ditentukan dengan timer yang sudah diprogram didalam ESP32. Berikut waktu pengaturannya:

- Motor akan berputar dan menggerakkan rak telur setiap 4 jam sekali, dengan durasi waktu berputar selama 10 detik dengan kecepatan 5 rpm.
- Dalam 1 hari berarti rak telur akan berputar sebanyak 6 kali, sehingga dalam 16 hari estimasi rak telur berputar sebanyak 96 kali.

Peneliti juga melakukan wawancara langsung terhadap mitra di Desa Pojok Kecamatan Mojoroto Kota Kediri. Dari wawancara tersebut didapat poin-poin sebagai berikut:

- Kemudahan oprasional: alat yang dibuat sangat membantu dalam proses penetasan telur, terutama kemudahan dalam pemantauan suhu, dan pengoprasian mesin tetas. Dengan alat ini beliau cukup mengontrol lewat LCD pada alat dan aplikasi *Blynk* di *smartphone*. Bahkan ketika beliau berada diluar rumah tetap dapat melakukan pemantauan secara *real time*.
- Efektivitas dan fungsi: Dalam pengujian selama 16 hari, alat dapat berfungsi dengan semestinya, serta dapat menjaga kestabilan di dalam ruang tetas.
- Keakuratan data: tampilan pada *LCD* dan aplikasi *Blynk* cukup akurat dan responsif ketika ada perubahan suhu didalam mesin tetas.

## 2. Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pengendalian otomatis berbasis ESP32 dan *IoT-Blynk* mampu menjaga kestabilan suhu dan kelembaban selama proses penetasan. Suhu rata-rata yang dihasilkan berada pada kisaran optimal 37–39°C untuk perkembangan embrio ayam kampung (Yoal et al., 2023). Kelembaban rata-rata juga berada pada kisaran yang direkomendasikan, yaitu 50–65% (Wendanto et al., 2021), sehingga mendukung proses penetasan yang optimal.

Penggunaan kipas DC berperan penting dalam pemerataan suhu di seluruh bagian inkubator, menghindari perbedaan suhu yang dapat menghambat perkembangan embrio. Pemutaran telur otomatis setiap 4 jam sekali memastikan distribusi panas merata di seluruh permukaan telur, sesuai rekomendasi penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa pemutaran rutin mampu meningkatkan tingkat keberhasilan penetasan (Asali & Solli, 2021).

Keberhasilan penetasan sebesar 90% yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan metode manual yang umumnya berada pada kisaran 70–80% (Nofendri et al., 2023). Hal ini membuktikan bahwa integrasi teknologi *IoT* dan sistem otomatisasi pada mesin penetas mampu meningkatkan efisiensi dan keberhasilan penetasan, sekaligus mengurangi ketergantungan pada pengawasan manual peternak.

## E. KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil perancangan alat, uji coba, dan analisis yang telah dilakukan selama 16 hari, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: a) Alat penetas telur ayam kampung otomatis berbasis *IoT* berhasil dibuat dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor DHT22, kipas untuk meratakan dan menurunkan suhu, lampu pijar sebagai pemanas, serta motor sinkron sebagai penggerak rak telur otomatis. Seluruh sistem dapat diawasi dan diatur melalui aplikasi *Blynk*, yang memudahkan pemantauan dari jarak jauh; b) Perangkat ini dapat mempertahankan temperatur rata-rata 37,73°C dan kelembapan rata-rata 53,98%, yang termasuk dalam kisaran optimal untuk penetasan. Rak telur berputar secara otomatis setiap 4 jam, dan suhu di dalam ruang tetas terdistribusi secara baik dan merata berdasarkan pengukuran di keempat sisi; c) Pemerataan suhu dalam inkubator terbukti baik, dengan selisih antar titik kurang dari 1°C. Ini menunjukkan bahwa penggunaan kipas sebagai pemerata panas bekerja secara efektif dalam menjaga konsistensi suhu inkubasi.

### 2. Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan diatas maka saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya, yaitu: a) Hasil penelitian dapat berfungsi dengan baik dan efisien, namun ada beberapa kelemahan yang harus diperbaiki dalam penelitian dan pengembangan yang akan datang. Pada alat yang telah dibuat oleh peneliti tidak dilengkapi dengan *UPS (Uninterruptible Power Supply)* atau baterai cadangan, sehingga sangat rentan terhadap kehilangan aliran listrik. Hal ini dapat menghambat proses penetasan, terutama jika terjadi pemadaman listrik yang berkepanjangan, sehingga pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan *UPS (Uninterruptible Power Supply)* atau baterai cadangan; b) Penelitian yang dilakukan hanya sampai hari ke-16, aplikasi *Blynk* telah menyediakan pemantauan secara langsung, tetapi belum dilengkapi dengan fitur pemberitahuan otomatis ketika suhu atau kelembapan melebihi batas yang ditentukan. Fitur ini akan sangat mendukung pengguna dalam memberikan respons lebih cepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adriaensen, H., Parasote, V., Castilla, I., Bernardet, N., Halgrain, M., Lecompte, F., & Réhault-Godbert, S. (2022). How Egg Storage Duration Prior to Incubation Impairs Egg Quality and Chicken Embryonic Development: Contribution of Imaging Technologies. *Frontiers in Physiology*, 13(May), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.902154>
- Anang Sucipto, M., & Bagus Prakoso, S. (2022). Rancang Bangun Alat Penetas Telur Otomatis berbasis Arduino. *Jurnal FORTECH*, 3(1), 43–50. <https://doi.org/10.56795/fortech.v3i1.106>
- Asali, S., & Solli, T. S. (2021). Rancang Bangun Alat Penetas Telur Ayam Otomatis Dengan Pengiriman Data Via Sms Gateway Berbasis Arduino Nano. *Foristek*, 11(1), 57–67. <https://doi.org/10.54757/fs.v11i1.105>

- Jusman, M. R. R., Masita, S., & Dzarfaraby, M. (2021). Sistem Kontrol & Monitoring Mesin Penetas Telur Berbasis Iot (Internet Of Things). *Mechatronics Journal In Professional and Entreprenuer*, 3(2), 64–71.
- Mukhlis, S., Puspasari, R., & Kom, M. (2023). Perancangan Alat Penetasan Telur Otomatis Menggunakan Bluetooth Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Rekayasa Sistem ...*, 1(3), 1202–1213. <https://kti.potensi-utama.org/index.php/JUREKSI/article/download/1106/304>
- Nisa, S., & Andreansyah, I. (2024). *Jurnal Kecerdasan Buatan , Komputasi dan Teknologi Informasi Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis Internet of Things*. 5(2), 135–146.
- Nofendri, Y., Prayoga, C., Aditya, Y., & ... (2023). Implementasi Alat Penetas Telur Untuk Peternak Skala Kecil. *SULUH: Jurnal ...* <https://journal.univpancasila.ac.id/index.php/SULUH/article/view/4603%0Ahttps://journal.univpancasila.ac.id/index.php/SULUH/article/download/4603/2521>
- Noviansyah, Y., & Abdulrahman, E. (2022). Rancang Bangun Inkubator Penetas Telur Otomatis Menggunakan Sensor Suhu Berbasis Mikrokontroler Wemos D1 Esp8266. *Jurnal Teknik Elektro Raflesia*, 2(1), 21–29. <http://ejournal.polraf.ac.id/index.php/JTERAF/article/view/135>
- Setyawan, A., Yulianto, & Budi, E. S. (2024). Penetas Telur ayam Otomatis dengan Metode Fuzzy Logic Control Dalam Upaya Meningkatkan Penetasan. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*, 11(1), 54–64. <https://doi.org/10.33795/elkolind.v11i1.3488>
- Wendanto, W., Prasetyo, O. B., Praweda, D. R., & Kusuma Arbi, A. R. (2021). Alat Pengontrolan Suhu Penetas Telur Otomatis Menggunakan ESP8266 Wemos D1 Mini Berbasis Internet of Things. *Go Infotech: Jurnal Ilmiah STMIK AUB*, 27(2), 167–176. <https://doi.org/10.36309/goi.v27i2.154>
- Yoal, H., Dirgantara, W., & Subairi, S. (2023). Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Penetas Telur Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno Berbasis IoT. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 2(2), 176–183. <https://doi.org/10.56211/blendsains.v2i2.356>