

Sistem Inkubator Otomatis Berbasis IoT dan Telegram Menggunakan Mikrokontroler Wemos D1 R32

Galuh Purnama¹, Salman Topiq², Ali Akbar Rismayadi³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya
e-mail: ¹galuhpurnama16@gmail.com, ²salman@ars.ac.id, ³ali@ars.ac.id

Abstrak

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem inkubator otomatis berbasis IoT untuk penetasan telur puyuh, mengatasi tantangan utama dalam metode inkubasi tradisional. Menggunakan mikrokontroler Wemos D1 R32, sistem ini dilengkapi sensor DHT22 untuk memantau suhu (37–38°C) dan kelembapan (50–55%) secara *real-time*, motor stepper untuk rotasi telur otomatis, serta lampu pijar dan kipas DC untuk pengendalian lingkungan yang presisi. Data ditampilkan pada LCD 16x2 dan dikirim melalui Telegram untuk pemantauan dan pengendalian jarak jauh, mengurangi kebutuhan kehadiran fisik peternak. Sistem ini dikembangkan menggunakan model ADDIE (Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, Evaluasi) dan mencapai tingkat keberhasilan penetasan 90% dari 20 telur puyuh, jauh lebih tinggi dibandingkan 50–60% pada metode alami. Dengan mengotomatisasi pengaturan suhu dan kelembapan, sistem ini meminimalkan intervensi manual, meningkatkan efisiensi, dan memberikan solusi modern serta andal bagi peternak unggas skala kecil hingga menengah.

Kata kunci— Inkubator otomatis, Internet of Things, Wemos D1 R32, DHT22, telegram, penetasan telur puyuh

Abstract

This research successfully developed an IoT-based automatic incubator system for hatching quail eggs, addressing key challenges in traditional incubation methods. Utilizing the Wemos D1 R32 microcontroller, the system integrates a DHT22 sensor for real-time temperature (37–38°C) and humidity (50–55%) monitoring, a stepper motor for automatic egg rotation, and incandescent lamps with DC fans for precise environmental control. Data is displayed on a 16x2 LCD and transmitted via Telegram for remote monitoring and control, reducing the need for constant physical presence. The system, developed using the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation), achieved a 90% hatching success rate from 20 quail eggs, significantly improving the 50–60% success rate of natural incubation. By automating temperature and humidity regulation, the system minimizes manual intervention, enhances efficiency, and provides a modern, reliable solution for small to medium-scale poultry farmers.

Keywords— Automatic Incubator, Internet of Things, Wemos D1 R32, DHT22, Telegram, Quail Egg Hatching

Corresponding Author:

Salman Topiq,

Email: salman@ars.ac.id

1. PENDAHULUAN

Saat ini telur puyuh menjadi salah satu komoditas yang banyak dibutuhkan masyarakat, karena selain memiliki nilai gizi tinggi, telur puyuh juga mudah ditemukan dengan harga yang

terjangkau. Dalam perkembangan zaman saat ini, peternakan puyuh juga memerlukan penerapan teknologi untuk mempercepat masa panen dan menghasilkan bibit unggul dari telur yang ditetaskan [1]. Pada metode alami, induk puyuh hanya mampu mengerami sekitar 8 hingga 10 butir telur dengan tingkat keberhasilan penetasan sekitar 50–60%, yang dinilai kurang efisien terutama bagi peternak skala menengah dan besar [2]. Selain itu, proses inkubasi alami juga memerlukan waktu yang cukup lama, yaitu sekitar 16–18 hari untuk telur puyuh, dengan tingkat keberhasilan rata-rata sebesar 81% [3].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan inovasi dalam penetasan telur puyuh secara otomatis yang mampu meningkatkan produktivitas dan efisiensi proses penetasan. Suhu optimal untuk penetasan telur puyuh berada pada kisaran 37,5°C dengan kelembapan relatif sekitar 50–55% agar embrio dapat berkembang secara optimal [3]. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) [4]. Dengan penerapan IoT, proses penetasan telur puyuh dapat dikendalikan secara otomatis dan jarak jauh, sehingga kondisi inkubasi dapat terpantau dengan baik dan lebih stabil selama masa pengeraman [5].

Salah satu perangkat yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem berbasis IoT adalah Wemos D1 R32, sebuah mikrokontroler yang mendukung konektivitas *Wi-Fi* dan memungkinkan integrasi dengan berbagai sensor, termasuk sensor suhu dan kelembapan seperti DHT22 [6]. Penggunaan Wemos D1 R32 dalam sistem monitoring inkubator telah terbukti efektif dalam berbagai penelitian sebelumnya. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk memantau suhu inkubator secara langsung melalui aplikasi berbasis IoT seperti Telegram, yang menampilkan data secara *real-time* melalui *smartphone*. Dengan sistem ini, peternak yang sebelumnya hanya mendapatkan keberhasilan 50–60% diharapkan dapat meningkatkan persentase penetasan secara signifikan, sekaligus menghemat tenaga dan waktu [5].

Beberapa teknologi IoT yang pernah dibuat oleh para peneliti salah satunya yaitu menurut [7] membahas sistem yang menunjukkan bahwa suhu di dalam inkubator harus dijaga antara 36–40°C dan kelembapan 40–60% agar hasil penetasan maksimal. Untuk mencapai kestabilan suhu dan kelembapan tersebut, diperlukan sistem pengontrol otomatis. Dengan pemanfaatan teknologi inkubator otomatis berbasis pengontrol suhu yang presisi, proses penetasan dapat dilakukan secara lebih efektif, akurat, dan mengurangi ketergantungan terhadap pengeraman pada setiap induk [8].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem inkubator otomatis dan monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler Wemos D1 R32. Sistem ini dirancang untuk memantau suhu secara *real-time* menggunakan sensor DHT22 dan terintegrasi dengan platform Telegram sebagai media notifikasi dan pemantauan jarak jauh melalui aplikasi. Sistem inkubator otomatis dan monitoring berbasis IoT yang tidak hanya sekadar mengandalkan kecanggihan perangkat, tetapi benar-benar menjawab permasalahan utama peternak yaitu meningkatkan keberhasilan penetasan, menjaga kualitas, dan mengoptimalkan produktivitas usaha ternak puyuh.

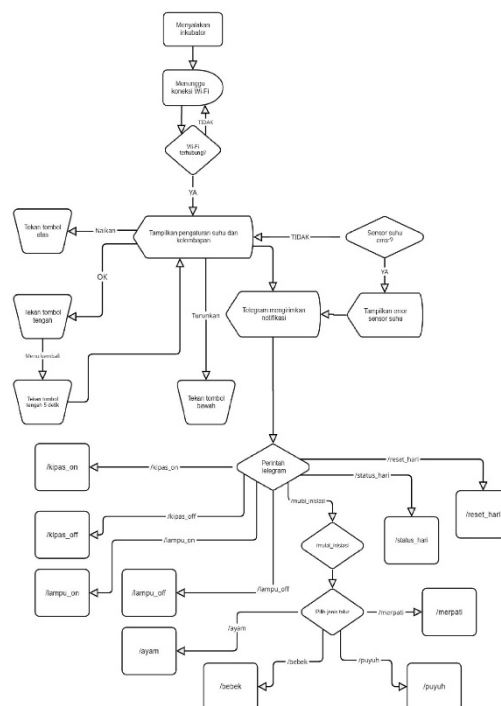
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi pendekatan eksperimental dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) untuk merancang dan menguji sistem inkubator otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) guna meningkatkan efisiensi penetasan telur puyuh. Prosedur penelitian mencakup analisis kebutuhan peternak, desain skematik rangkaian menggunakan mikrokontroler Wemos D1 R32 dan sensor DHT22, pengembangan prototipe melalui perakitan perangkat keras dan pemrograman pada Arduino IDE, implementasi sistem dengan koneksi *Wi-Fi* dan integrasi Telegram, serta evaluasi kinerja melalui pengujian suhu (37–38°C), kelembapan (50–55%), dan tingkat keberhasilan penetasan (90% dari 20 telur puyuh). Data dikumpulkan secara kuantitatif melalui pembacaan sensor setiap 5 menit, pengujian respons Telegram (rata-rata 1.6 detik), dan observasi fertilitas telur pada hari ke-5, dianalisis menggunakan statistik deskriptif dengan Python (library NumPy), serta divalidasi dengan termometer manual (error <0.5°C). Pendekatan ADDIE memastikan iterasi sistematis,

sebagaimana direkomendasikan dalam pengembangan teknologi [9], [10]. Tabel 1 menunjukkan alat-alat yang digunakan, sementara Gambar 1 mengilustrasikan alur sistem.

Tabel 1. Alat-alat yang digunakan

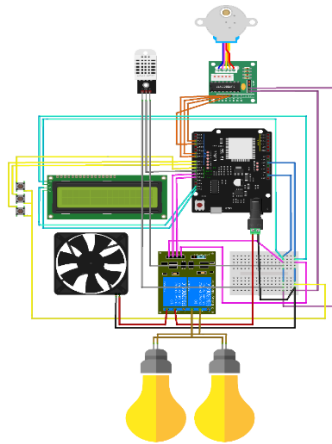
No	Nama Alat
1	Laptop
2	Pisau Cutter
3	Obeng
4	Bor Portable
5	Solder
6	Gunting



Proses pengujian dilakukan dalam lingkungan kecil terkendali selama 16–18 hari, dengan data suhu dan kelembapan direkam secara periodik. Validitas data diukur dengan membandingkan hasil sensor DHT22 terhadap termometer manual, menghasilkan tingkat kesalahan minimal. Pengujian fungsional mencakup respons aktuator (lampu pijar, kipas DC, motor stepper) dan keandalan notifikasi Telegram, yang mendukung efisiensi sistem sebagaimana dijelaskan dalam studi IoT sebelumnya. Pendekatan ini memastikan bahwa sistem yang dikembangkan relevan dengan kebutuhan peternak dan dapat direplikasi dalam konteks agrikultur.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan prototipe inkubator otomatis berbasis IoT menggunakan Wemos D1 R32 yang terintegrasi dengan sensor DHT22, lampu pijar sebagai pemanas, kipas DC sebagai pendingin, motor stepper untuk rotasi telur otomatis, dan LCD 16x2 sebagai tampilan lokal. Sistem dapat dikontrol serta dipantau jarak jauh melalui Telegram Bot dengan fitur pengaturan suhu/kelembapan, pemilihan jenis telur (ayam, bebek, puyuh, merpati), dan pelacakan hari penetasan.



Gambar 2. Skematik Rangkaian Alat

Tabel 2. Pengujian Sensor Suhu DHT22 (Suhu dan Kelembapan)

No	Jam/Waktu	Suhu	Kelembapan	Notifikasi	Status
1	08:43	37.2°C	54.3%	Ya	Berhasil
2	08:48	37.0°C	54.4%	Ya	Berhasil
3	08:53	37.0°C	53.9%	Ya	Berhasil
4	08:59	36.9°C	54.1%	Ya	Berhasil
5	09:04	37.4°C	53.7%	Ya	Berhasil

Data tersebut menunjukkan bahwa suhu inkubator berada pada kisaran 36,9°C hingga 37,4°C dan kelembapan 53,7% hingga 54,4%, yang masih dalam batas ideal penetasan telur puyuh (37–38°C dan 50–55%). Setiap pembacaan berhasil dikirim sebagai notifikasi, menandakan sistem bekerja stabil, akurat, dan responsif selama proses pemantauan.

Tabel 3. Pengujian Rotasi Telur Otomatis

No	Jam/Waktu	Interval Rotasi (Jam)	Sudut Rotasi (°)	Status Stepper Motor	Notifikasi Telegram	Catatan
1	08:00	4	360	Berfungsi	Ya	Rotasi normal
2	12:00	4	360	Berfungsi	Ya	Rotasi normal
3	16:00	4	360	Berfungsi	Ya	Rotasi normal
4	20:00	4	360	Berfungsi	Ya	Rotasi normal

Data tersebut menunjukkan bahwa sistem rotasi otomatis inkubator bekerja dengan baik dan konsisten. Setiap 4 jam sekali, motor stepper melakukan rotasi sebesar 360°, yaitu pada pukul 08:00, 12:00, 16:00, dan 20:00. Status motor menunjukkan bahwa semua rotasi berfungsi dengan normal, dan notifikasi berhasil dikirim melalui Telegram setiap kali rotasi terjadi. Catatan pada setiap waktu menyatakan “Rotasi normal”, yang menandakan tidak ada gangguan atau error. Hal ini menunjukkan bahwa fitur pembalik telur otomatis telah berjalan stabil dan sesuai jadwal.

Tabel 4. Pengujian Telegram

No	Kondisi Pengujian	Perintah/Notifikasi	Waktu Respons (detik)	Status Keberhasilan
1	Notifikasi Otomatis	Suhu dan kelembapan	2.2	Berhasil
2	Stepper motor otomatis	Stepper motor bergerak 1 putaran	2.7	Berhasil
3	/status	Status Suhu dan kelembapan	1.4	Berhasil
4	/kipas on	Kipas diaktifkan	1.4	Berhasil
5	/kipas off	Kipas dimatikan	1.5	Berhasil
6	/lampu on	Lampu diaktifkan	1.4	Berhasil
7	/lampu off	Lampu dimatikan	1.5	Berhasil
8	/mulai_inisiasi dan /puyuh	Memulai hari penetasan	1.7	Berhasil
9	/status hari	Status hari penetasan	1.6	Berhasil
10	/reset hari	Proses inisiasi direset	1.8	Berhasil
11	Sensor DHT22 Gagal mendeteksi	Alert sensor error mendeteksi	1.2	Berhasil
Rata-rata			1.2	

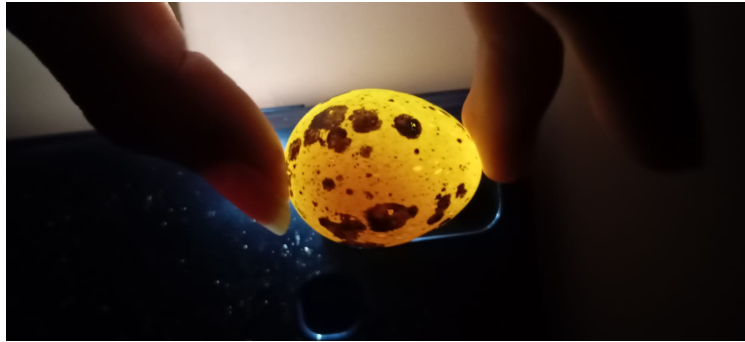
Data di atas menunjukkan hasil pengujian sistem inkubator otomatis dengan berbagai skenario perintah dan notifikasi, baik otomatis maupun manual. Notifikasi otomatis suhu dan kelembapan merespons dalam waktu 2.2 detik dan berhasil dikirim. Perintah rotasi otomatis untuk stepper motor juga berhasil dengan waktu respons 2.7 detik. Pengujian perintah manual melalui Telegram seperti /status, /kipas_on, /kipas_off, /lampu_on, dan /lampu_off menunjukkan waktu respons sangat cepat antara 1.2 hingga 1.4 detik, dan semuanya berhasil dijalankan. Fungsi tambahan seperti /mulai_inisiasi dan /puyuh, /status_hari, dan /reset_hari juga bekerja dengan baik dengan respons di bawah 2 detik. Bahkan ketika sensor DHT22 gagal mendeteksi data, sistem berhasil memberikan notifikasi error dalam waktu 2.1 detik. Secara keseluruhan, sistem menunjukkan respons cepat dan akurat, serta mampu menangani baik operasi normal maupun kondisi error.

Tabel 5. Hasil Pengujian Tingkat Keberhasilan Penetasan Telur Puyuh

No	Jumlah Telur	Telur Menetas	Telur Gagal	Tingkat Keberhasilan	Catatan
1	20	18	2	90%	2 Telur Infertil



Gambar 2. Telur Puyuh Fertil



Gambar 3. Telur Puyuh Infertil



Gambar 4. Telur Puyuh Menetas

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel dan Gambar diatas, dari total 20 butir telur puyuh yang diuji, sebanyak 18 butir berhasil menetas, sementara 2 butir gagal menetas. Tingkat keberhasilan penetasan mencapai 90%, yang menunjukkan bahwa sistem inkubator bekerja dengan sangat baik. Adapun dua telur yang gagal menetas diketahui dalam kondisi infertil, yaitu tidak mengalami perkembangan embrio sejak awal proses inkubasi.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem inkubator otomatis berbasis IoT menggunakan mikrokontroler Wemos D1 R32 berhasil bekerja sesuai dengan tujuan yang dirancang. Sensor DHT22 mampu membaca suhu dan kelembapan secara akurat dan stabil pada kisaran ideal 37–38°C dan 50–55%, yang dibutuhkan untuk proses penetasan telur unggas. Aktuator berupa lampu pijar dan kipas pendingin juga merespons dengan tepat terhadap perubahan suhu dan kelembapan di dalam inkubator. Fitur rotasi telur otomatis menggunakan motor stepper berjalan dengan baik sesuai interval waktu yang ditentukan dan memberikan notifikasi melalui aplikasi Telegram. Sistem juga memungkinkan pemantauan dan pengendalian dari jarak jauh secara *real-time* menggunakan bot Telegram, dengan respons perintah yang cepat dan akurat. Selain itu, fitur pemilihan jenis telur dan pelacakan hari penetasan dapat bekerja secara otomatis sesuai durasi penetasan masing-masing jenis telur. Hal ini menunjukkan bahwa sistem inkubator otomatis yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kenyamanan dalam proses penetasan telur unggas secara modern.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dirumuskan, berikut adalah kesimpulan penelitian ini:

1. Sistem inkubator otomatis berbasis IoT dengan mikrokontroler Wemos D1 R32 berhasil meningkatkan tingkat keberhasilan penetasan telur puyuh dari 50–60% (metode alami)

- menjadi 90% melalui pengaturan suhu (37–38°C) dan kelembapan (50–55%) yang stabil dan presisi, mengatasi masalah ketidakstabilan lingkungan inkubasi.
2. Sistem ini mengatasi keterbatasan waktu dan tenaga peternak dengan fitur otomatisasi, tampilan data *real-time* pada LCD 16x2, dan kontrol jarak jauh melalui aplikasi Telegram, sehingga meningkatkan efisiensi dan produktivitas tanpa memerlukan pemantauan manual konstan.
 3. Dengan sensor DHT22, sistem menyediakan monitoring suhu dan kelembapan secara *real-time* serta notifikasi otomatis via Telegram, memenuhi kebutuhan akan sistem IoT yang presisi dan memungkinkan pengendalian jarak jauh untuk mendukung efisiensi penetasan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada kedua orang tua tercinta atas doa, dukungan, dan motivasi yang tiada henti, serta kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama proses penelitian. Apresiasi yang setinggi-tingginya diberikan kepada pihak Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya, rekan-rekan seperjuangan di Program Studi Teknik Informatika, serta semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam pelaksanaan penelitian ini. Semoga segala bantuan dan dukungan yang diberikan menjadi amal kebaikan yang mendapat balasan dari Allah SWT.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Syarwani, “Sistem Monitoring Suhu Pada Kandang Ayam Menggunakan esp8266 dan Sensor dht11 Berbasis IOT,” *Neutral: Journal of Engineering*, vol. 1, no. 1, pp. 9–13, 2023.
- [2] F. Peprah, S. Gyamfi, M. Amo-Boateng, E. Buadi, and M. Obeng, “Design and construction of smart solar powered egg incubator based on GSM/IoT,” *Sci Afr*, vol. 17, p. e01326, 2022.
- [3] S. Arifin, “Control Sistem Inkubator Telur Ayam Menggunakan Metode Fuzzy Logic,” *Positif: Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi*, vol. 9, no. 2, pp. 123–129, 2023.
- [4] M. Yasir, M. Maulidi, M. I. T. Ibrahim, and M. Faisal, “Uji Kinerja Alat Penetas Telur Dengan Kapasitas 30 Butir Telur Bebek,” *Jurnal Ristech (Jurnal Riset, Sains dan Teknologi)*, vol. 4, no. 1, pp. 39–44, 2023.
- [5] I. Gunawan, H. Ahmadi, and M. R. Said, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Pemberi Pakan Otomatis Ayam Anakan Berbasis Internet Of Things (IoT),” *Infotek J. Inform. dan Teknol*, vol. 4, no. 2, pp. 151–162, 2021.
- [6] I. As’ ad, “Penerapan Internet of Things (IoT) dalam Sistem Kontrol-Monitoring Proses Transesterifikasi Pembuatan Biodiesel Berbasis ESP32,” *Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam*, vol. 4, no. 3, pp. 221–230, 2023.
- [7] A. Alimuddin, R. Arafiah, I. Saraswati, R. Alfanz, P. Hasudungan, and T. Taufik, “Development and performance study of temperature and humidity regulator in baby incubator using fuzzy-pid hybrid controller,” *Energies (Basel)*, vol. 14, no. 20, p. 6505, 2021.
- [8] F. A. Maharani, F. Magfirah, H. Nirwana, and F. Ulfiah, “Rancang Bangun Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis IoT,” in *Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*, 2021, pp. 245–250.
- [9] Z. Azhar, A. R. F. Gani, A. R. F. Gani, and Z. M. Nata, “Inkubator Mesin Tetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino,” *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, vol. 8, no. 2, pp. 156–163, 2023.

- [10] K. Muttaqin, A. Ihsan, and H. Irawan, "Peningkatan Produktivitas Ternak Ayam Melalui Teknologi Inkubator Mesin Penetas Telur Berbasis Internet of Thing," *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, vol. 6, no. 5, 2022.