

Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Otomatisasi Pengisian Bak Air pada Alat Penetas Telur Ayam Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Aplikasi BLYNK

Muhamad Fajar Bagus Wahyudin^{1*}, M. Dewi Manikta Puspitasari², Miftakhul Maulidina³
Universitas Nusantara PGRI Kediri^{1,2,3}

Muhfaj08@gmail.com¹, dewimanikta@gmail.com², miftakhulmaulidi@gmail.com³

*Corresponding Author: Muhamad Fajar Bagus Wahyudin

Abstrak

Usaha ternak ayam kampung memiliki potensi besar dalam perekonomian masyarakat Indonesia, terlihat dari permintaan pasar yang meningkat terhadap telur dan daging ayam kampung. Namun proses penetasan telur masih konvensional menjadi kendala yang disebabkan oleh kurang menjaga suhu dan kelembapan inkubator. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat yang mampu bekerja secara mandiri, stabil, dan efisien dalam proses penetasan, serta memberikan kemudahan bagi peternak dalam melakukan monitoring jarak jauh. Model penelitian yang dipilih ialah model prosedural yang mengembangkan produk awal yang sudah ada ditambahkan inovasi untuk menjadi lebih baik. Penelitian dilakukan di rumah Bapak Sofyan, Desa Pojok Kota Kediri. Hasil penelitian yang didapat bahwa alat penetasan telur ayam otomatis dirancang dan dikembangkan dengan sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32 dan aplikasi Blynk. Stabilitas suhu dan kelembapan berdasarkan uji coba selama 16 hari, alat dapat mempertahankan suhu inkubasi rata-rata 37-39°C dan kelembapan rata-rata 50-65%, Sistem memiliki tingkat akurasi mencapai 90% dan berhasil menjaga volume air melalui deteksi ketinggian oleh sensor ultrasonik HC-SR04 dan pengaturan pengisian pompa air.

Kata Kunci : Monitoring Suhu, Penetasan Telur Ayam, IoT, Blynk.

A. PENDAHULUAN

Negara kepulauan yang mayoritas mata pencaharian penduduknya sebagai petani (bercocok tanam), sehingga Indonesia dijuluki sebagai negara agraris. Sektor pertanian yang memiliki potensi untuk dikembangkan oleh masyarakat ialah sub-sektor peternakan. Menurut data Badan Pusat Statistik 2021, Subsektor peternakan Indonesia diharapkan dapat meningkatkan perekonomian nasional karena kontribusinya terhadap perekonomian nasional dan kemampuan untuk menyerap tenaga kerja yang signifikan (Iksan dkk., 2022). Usaha ternak yang memiliki nilai jual tinggi serta mendukung dalam peningkatan ekonomi masyarakat ialah usaha ternak ayam. Peternakan unggas, khususnya ayam kampung adalah salah satu bidang agribisnis yang memiliki potensi besar dan strategis dalam mendukung ketahanan pangan di Indonesia.

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023, “populasi ayam kampung di Indonesia mencapai lebih dari 370 juta ekor, dengan produksi telur ayam kampung sebesar lebih dari 300 ribu ton per tahun”, permintaan pasar terhadap telur serta daging ayam kampung terus meningkat yang disebabkan oleh nilai gizi yang tinggi serta rasa yang unik. Namun, *produktivitas* ayam kampung seringkali terbatas oleh proses penetasan telur tradisional yang cenderung tidak efisien dan bergantung pada induk ayam (Wendanto dkk., 2021). Peternak kecil masih banyak yang menetas telur ayam secara *konvensional* dengan cara manual, yang memerlukan banyak perhatian dan energi, terutama untuk menjaga suhu dan kelembapan inkubator stabil. Suhu yang tidak stabil dapat mengurangi tingkat keberhasilan penetasan, dan kelembapan yang tidak cukup juga memengaruhi perkembangan embrio (Wati dkk., 2023). Dalam perkembangan ayam yang alami, terdapat faktor yang mempengaruhi perkembangan ayam dalam penetasan telur baik dari segi bibit telur, dari segi peneraman telur, dari segi suhu yang diterima oleh telur dan juga cara induk memamerkan telur tersebut (Salsabila dkk., 2022).

Observasi serta wawancara penulis bersama salah satu pembudidaya ternak telur ayam kampung di Desa Pojok Kota Kediri provinsi Jawa Timur yang menyatakan bahwa tingkat penetasan telur kurang optimal dikarenakan induk ayam kampung hanya bisa mengerami beberapa butir telur saja. Sejalan dengan itu (Asali & Sollu, 2021) menyatakan jika banyak orang di pedesaan memelihara ayam kampung secara alami, artinya mereka dierami secara langsung oleh induknya, sehingga tingkat perkembangbiakan ayam kurang optimal. Sistem penetasan alami yang tidak efektif dapat disebabkan oleh induk ayam kampung hanya dapat mengerami beberapa butir telur sekali mengeram. Hal ini

menjadi masalah utama peternak, akibatnya peternak tidak dapat memenuhi permintaan semua pembeli akan telur ayam kampung.

Berdasarkan permasalahan penelitian tersebut maka munculah sebuah solusi untuk mengatasinya yaitu dengan menciptakan alat penetas telur yang dapat membantu menambah perkembangan ayam tanpa melakukan sebuah pengeraman dari induk ayam (Salsabila dkk., 2022). Dengan memanfaatkan teknologi yang berkembang khususnya dalam bidang *Internet of Things (IoT)*, memungkinkan penerapan sistem *otomatisasi* dan *monitoring real-time* yang efisien. Ini dapat dicapai dengan *smartphone* untuk memantau dan mengontrol suhu dan kelembapan mesin penetas telur secara otomatis dan secara *real-time* melalui penggunaan *mikrokontroler* seperti ESP32 dan aplikasi *IoT* seperti *Blynk*. Peternak dapat mengontrol suhu secara *real-time* dengan *mengintegrasikan mikrokontroler* dengan ESP32 dan *Blynk* dalam menyediakan antarmuka yang ramah pengguna yang *kompatibel* dengan berbagai perangkat, yang memungkinkan pemantauan alat melalui *smartphone* kapan saja dan di mana saja. Penelitian terkait alat penetas telur berbasis *IoT* telah dilakukan oleh Wendanto et.al. (Wendanto dkk., 2021) hasil penelitian menunjukkan bahwa penelitian tentang alat pengontrolan suhu penetas telur otomatis berbasis *IoT* telah mencapai hasil yang diinginkan, akan tetapi penelitian tersebut masih terdapat beberapa kekurangan yaitu terkait sistem *otomatisasi* pengisian bak penampung air dan penambahan supaya *user* mengatur rak telur dan dapat memantau gerak rak telur, penambah supaya *user* biasa *input* data suhu pada aplikasi. Penelitian sebelumnya juga telah memanfaatkan teknologi *Internet of Things (IoT)* dalam pengembangan alat penetas telur, namun penerapannya pada peternakan skala kecil dan menengah masih terbatas.

Sehingga peneliti mengangkat judul *Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Otomatisasi Pengisian Bak Air pada Alat Penetas Telur Ayam Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Aplikasi Blynk*, dengan tujuan penelitian untuk mengembangkan alat yang dapat bekerja secara mandiri, stabil, dan efisien dalam proses penetasan telur, sekaligus memudahkan peternak dalam melakukan pemantauan secara jarak jauh, sehingga alat ini dapat menjadi solusi yang tepat guna dalam meningkatkan produktivitas peternakan ayam kampung, khususnya bagi peternak skala kecil dan menengah.

B. LANDASAN TEORI

1. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep di mana berbagai perangkat fisik seperti sensor, peralatan elektronik, kendaraan, mesin, dan objek lainnya dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, serta konektivitas jaringan sehingga mampu mengumpulkan, mengirim, dan bertukar data melalui internet tanpa perlu campur tangan manusia secara langsung (Arif Fadlullah dkk., 2024). Alat penetas telur menggunakan *Internet of Things (IoT)* untuk memantau dan mengontrol nilai penting seperti suhu dan kelembapan secara *real-time* melalui jaringan internet. Aplikasi *Blynk* adalah *platform* yang populer untuk menerapkan *IoT* dalam skala kecil hingga menengah.

2. Sistem Monitoring

Sistem *monitoring* adalah sebuah sistem terintegrasi yang dirancang untuk memantau, mengawasi, dan mengontrol berbagai proses, perangkat, atau kondisi secara *real-time*. Sistem ini bekerja dengan cara mengumpulkan data secara otomatis dari berbagai sumber, menganalisis data tersebut, dan memberikan peringatan atau notifikasi jika terjadi anomali atau penyimpangan dari nilai normal yang telah ditentukan (Handayani dkk., 2024). Dalam sistem penetasan telur, parameter suhu dan kelembapan merupakan faktor penting yang harus dipantau secara terus-menerus agar embrio di dalam telur dapat berkembang dengan optimal (Adame & Ameha, 2023). *Monitoring* dilakukan dengan bantuan sensor dan antarmuka pengguna yang dapat diakses melalui aplikasi mobile berbasis *IoT*.

3. Penetasan Telur Ayam

Penetasan telur ayam adalah proses perkembangan embrio di dalam telur hingga menetas menjadi anak ayam. Tujuan utama dari penetasan ini adalah untuk memperoleh individu baru (anak ayam) dari telur yang telah dibuahi. Penetasan telur ayam secara buatan membutuhkan kondisi lingkungan yang menyerupai inkubasi alami (Rahmawati dkk., 2021). Parameter utama yang harus dikendalikan meliputi suhu (sekitar 37–39°C) dan kelembapan (sekitar 50–65% pada awal, meningkat hingga 70–75% menjelang penetasan). Ketidaksiesuaian pada parameter tersebut dapat menghambat perkembangan embrio dan menurunkan tingkat keberhasilan penetasan.

4. Sensor suhu DHT22

Sensor DHT22 adalah sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara secara bersamaan. Sensor ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti *monitoring*

lingkungan, sistem pengendali iklim, perangkat *Internet of Things (IoT)*, hingga stasiun cuaca karena keakuratannya yang tinggi dan kemudahan integrasinya dengan *mikrokontroler* seperti Arduino atau NodeMCU (Suparyanto dan Rosad, 2020). Sensor DHT22 sangat penting untuk penelitian ini karena proses penetasan telur membutuhkan suhu dan kelembapan yang sangat tepat.



Gambar 1. Sensor DHT22

5. ESP 32

ESP32 adalah *mikrokontroler* canggih yang dikembangkan oleh Espressif Systems, dirancang khusus untuk aplikasi *Internet of Things (IoT)* dan sistem tertanam yang membutuhkan konektivitas nirkabel (Nizam dkk., 2022). Pada penelitian ini peneliti menggunakan *mikrokontroler* ESP32 ini sebagai otak untuk dapat menjalankan dan mengambil data secara otomatis.



Gambar 2. Mikrokontroler ESP32

6. Layar LCD 16x2 I2C

I2C adalah protokol serial untuk antarmuka dua kabel yang dapat menghubungkan perangkat berkecepatan rendah seperti *mikrokontroler*, EEPROM, konverter A/D dan D/A, antarmuka I/O, dan perangkat *eksternal* lainnya dalam sistem tertanam (Gadgetronicx, 2020). Protokol I2C populer karena mudah digunakan, digunakan, memiliki banyak master, hanya kecepatan bus tertinggi yang ditentukan, dan hanya memerlukan dua kabel dengan resistor pull-up untuk menghubungkan perangkat I2C dalam jumlah yang hampir tidak terbatas.



Gambar 3. Layar LCD 16x2 I2C

7. Relay

Modul relay adalah komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar dengan arus listrik sebagai pengendali. Digunakan dalam rangkaian kontrol AC untuk mengontrol beban AC dengan menggunakan berbagai sumber tegangan antara tegangan beban dan rangkaian kontrol. Modul relay juga diperlukan dalam rangkaian elektronika sebagai pelaksana dan juga merupakan antarmuka antara sistem kontrol beban dan sistem kontrol elektronik dengan berbagai sistem catu daya (Pratika & Plarsa, 2021).



Gambar 4. Modul Relay

8. Aplikasi Blynk

Blynk adalah *platform* aplikasi gratis yang dapat diunduh untuk sistem operasi iOS dan Android yang memungkinkan untuk mengontrol hardware Arduino, Raspberry Pi, dan lainnya melalui Internet. Tujuannya adalah untuk mendukung Internet of Things, memungkinkan untuk mengontrol hardware dari jarak jauh, menampilkan data sensor, menyimpan data, visual, dan melakukan banyak hal canggih lainnya. *Blynk App*, *Blynk Server*, dan *Blynk Library* adalah tiga komponen utama *platform* (Khairunisa dkk., 2024).

9. Kipas DC 12v

Kipas DC 12V adalah kipas angin yang menggunakan motor listrik arus searah (DC) dengan tegangan operasi 12v sebagai penggerakannya. Motor DC ini mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik untuk memutar bilah kipas sehingga menghasilkan aliran udara (Aulia dkk., 2021), untuk

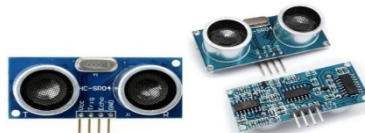
mengoptimalkan kerja motor, kipas yang berputar dilengkapi dengan dua lempengan bermagnet pada bagian statis, juga dikenal sebagai stator.



Gambar 5 Kipas 12V

10. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur jarak atau kedalaman dari suatu objek dengan menggunakan pantulan gelombang ultrasonik (gelombang suara dengan frekuensi di atas 20 kHz) (Prastyo, t.t.). Dalam hal pengukur batas volume air, sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur ketinggian air dalam bak penampungan. Data ini digunakan untuk mengontrol pompa air secara otomatis agar level air tetap optimal.



Gambar 6 Sensor Ultrasonik HC-SR04

11. Lampu

Lampu pemanas merupakan perangkat yang berfungsi menghasilkan panas dengan memanfaatkan energi listrik, yang umumnya digunakan untuk meningkatkan suhu pada ruang atau objek tertentu, mengubah energi listrik menjadi energi panas melalui elemen pemanas, seperti filamen pada lampu pijar atau teknologi inframerah pada jenis lampu tertentu. Lampu pemanas banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang, antara lain pada inkubator telur, proses pengeringan hasil pertanian, pemanas kandang ternak, hingga keperluan industri.

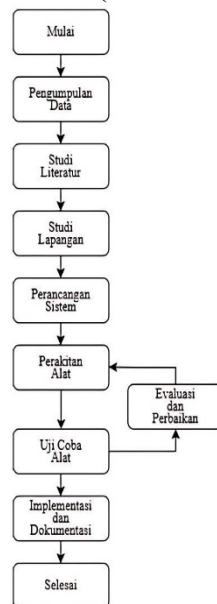
Penelitian terdahulu sangat penting untuk memberikan landasan teoritis dan konteks yang mendalam untuk penelitian yang sedang berlangsung. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah pendekatan, metodologi, dan hasil dari peneliti sebelumnya berbeda dari penelitian ini. Dalam penelitian yang pernah dilakukan oleh Peambonan & Palopo, (2024) dengan judul Rancang Bangun Penetas Telur Bebek Menggunakan Metode *IoT*, penelitian ini menggunakan pendekatan teknologi *Internet of Things (IoT)* untuk merancang alat penetas telur otomatis yang mampu memantau suhu dan kelembaban melalui aplikasi *Blynk* di perangkat seluler. Alat ini menggunakan sensor DHT11 untuk membaca suhu dan kelembaban secara *real-time*. Pemanasan dilakukan secara merata tanpa memerlukan roller untuk membalik telur, dengan bantuan kipas sebagai sirkulasi udara. Suhu ideal yang diterapkan berkisar antara 39–40°C, dan kelembaban antara 70%–80%. Penelitian menghasilkan alat penetas telur otomatis berkapasitas 30 butir telur yang dapat dipantau dan dikontrol melalui aplikasi *Blynk* di *smartphone*. Alat ini berhasil menjaga suhu dan kelembaban dalam rentang ideal untuk penetasan telur bebek. Sistem pemanasan otomatis dan sirkulasi udara yang baik membuat alat ini efisien tanpa memerlukan pembalikan telur manual, sehingga mempermudah kerja peternak dan meningkatkan peluang keberhasilan penetasan.

Adapun penelitian yang dilakukan oleh Asali & Sollu, (Asali & Sollu, 2021) yang berjudul Rancang Bangun Alat Penetas Telur Otomatis Dengan Pengiriman Data via Sms Gateway Berbasis Arduino Nano yang merancang dan mengimplementasikan alat penetas telur otomatis berbasis *mikrokontroler* Arduino. Sistem ini mengatur suhu inkubator pada kisaran 37–38°C dan melakukan pembalikan telur otomatis setiap 8 jam. Informasi penetasan dipantau menggunakan sensor suara, yang akan mengirim notifikasi melalui modul SIM800L V.2 berupa SMS kepada peternak saat telur menetas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari 20 butir telur, sebanyak 4 telur berhasil menetas, memberikan tingkat keberhasilan sebesar 20%. Berdasarkan penelitian sebelumnya, penelitian ini hanya berfokus pada validasi kinerja alat hingga hari ke-16, karena pada hari ke-1 hingga 16 telur berada di fase kritis perkembangan embrio, di mana organ penting lainnya berkembang (Adriaensen dkk., 2022) serta kendala waktu dalam pengujian alat. Peneliti menyadari kekurangan pada penelitian sebelumnya dan menawarkan metode yang lebih khusus, peneliti membuat *monitoring* suhu dan sistem *otomatisasi* pengisian bak air dengan pompa air dan sensor ultrasonik yang terhubung ke *mikrokontroler* ESP32 yang terintegrasi dengan aplikasi *Blynk*. Sistem ini akan membuat air pada bak mengisi secara otomatis dalam jangka waktu tertentu untuk meningkatkan stabilitas suhu pada telur. Selain itu, perangkat ini

memiliki sensor DHT22 yang mengukur suhu, motor sinkron yang berfungsi sebagai penggerak rak telur, kipas yang meratakan suhu panas ruangan, dan LCD yang menampilkan informasi secara *real-time*.

C. METODE PENELITIAN

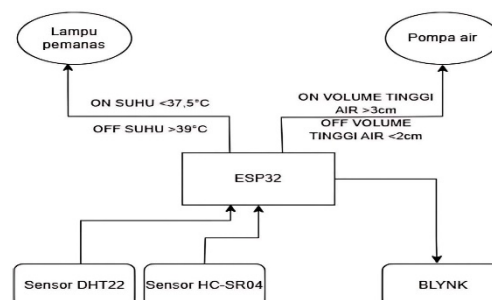
Peneliti menggunakan model prosedural sebagai model pengembangan penelitian ini. Model ini adalah implementasi dari model deskriptif yang secara bertahap menggambarkan proses pembuatan barang atau alat. Peneliti akan menggunakan model pengembangan prototipe dalam penelitian ini untuk mengembangkan alat penetas telur otomatis yang berbasis *IoT* melalui aplikasi *Blyn*, metode dilakukan dengan tujuan untuk mengembangkan alat penetas telur ayam kampung dengan fitur *IoT* menggunakan aplikasi *Blynk*. Penelitian ini dilaksanakan di kediaman Bapak Sofyan yang berlokasi di Desa Pojok, Kecamatan Mojoroto, Kota Kediri. Pemilihan lokasi didasarkan pada pertimbangan bahwa Bapak Sofyan merupakan salah satu perajin alat penetas telur dan secara rutin melakukan proses penetasan secara mandiri. Waktu pengembangan adalah dari Maret hingga Juni 2025. Ini dimulai dengan studi lapangan, studi literatur, penarikan judul, pembuatan alat, uji coba alat, evaluasi, dan pengambilan data hasilnya, dengan uji coba alat berlangsung selama 16 hri, mulai saat alat dirakit dan berfungsi. Peneliti melakukan 5 tahap pengembangan yang digunakan dalam penelitian mulai dari tahap awal hingga akhir proses, yang terdapat pada Gambar 7 diagram alir (flowchart) alur pengembangan.



Gambar 7 Flowchart Alur Pengembangan
 (Adaptasi dari Peambonan & Palopo, 2024))

1. Desain Alur Program

Dalam desain alur program yang dibuat, sensor DHT22 memeriksa nilai suhu dan kelembapan. Kemudian data ini dikirim ke *mikrokontroler* ESP32 dan aplikasi *Blynk*. ESP32 akan memproses data dan melakukan tindakan sesuai program untuk menunjukkan suhu dan kelembapan secara *real-time*. Dalam program yang digunakan, ketika suhu ruangan tetas telur $<37,5^{\circ}\text{C}$, lampu akan menyala sampai suhu $>39^{\circ}\text{C}$ dan mati, sedangkan kipas akan menyala ketika suhunya lebih dari 39°C dan mati ketika suhunya lebih dari 38°C . aktivasi pengisian air berdasarkan kontrol kelembapan (pengisian air). Jika jarak permukaan air lebih dari 15 cm, pompa akan dihidupkan. Jika jarak permukaan air kurang dari 14 cm, pompa akan dimatikan.



Gambar 8 Alur Program

2. Analisis Deskripsi Kuantitatif dan Kualitatif

Dalam analisis deskripsi kuantitatif, penelitian ini menggunakan sistem yang ditampilkan melalui *platform Blynk* yang mencatat secara otomatis suhu dan kelembapan yang dihasilkan oleh sensor DHT22. Kemudian data tersebut disusun dalam format tabel agar lebih mudah mengamati pola perubahan suhu dan kelembapan di dalam ruangan tetas telur. Analisis ini dilakukan dengan membandingkan suhu di setiap sisi ruangan tetas telur dengan suhu yang ditampilkan pada termometer kayu. Sedangkan dalam analisis deskriptif kualitatif, bahwa Salah satu pertanyaan yang diajukan oleh peneliti adalah apakah alat yang dibuat dapat menjadi lebih mudah, lebih efisien, dan berfungsi dengan baik. Data yang dikumpulkan untuk analisis deskriptif kuantitatif penulis diperoleh dari wawancara yang dilakukan secara langsung dengan mitra.

3. Metode Uji Coba

Tujuan dari kegiatan uji coba yang dilakukan pada instrumen yang telah dibuat adalah untuk mengetahui apakah instrumen tersebut dapat beroperasi dan berfungsi sesuai dengan harapan. Alat yang diuji coba adalah mesin tetas telur otomatis yang berbasis Internet of Things. Hasil dari pengujian alat adalah bahwa ketika tombol off dinyalakan, lampu yang berfungsi sebagai peningkat suhu panas akan menyala sampai suhu tertentu. Jika suhu lebih tinggi daripada batas yang ditentukan dalam program, kipas akan menyala dan mati. Kipas juga berfungsi sebagai pemerata suhu di ruangan tetas telur. Dalam kotak, layar LCD menunjukkan suhu dan kelembapan. Selain itu, motor penggerak akan bergerak secara otomatis setiap tiga jam. Aplikasi *Blynk* yang sudah terkoneksi pada ESP32 yang digunakan dapat melacak suhu, kelembapan, dan penggantian mode rak geser secara otomatis atau manual.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Hasil Pengembangan

Alat penetas telur otomatis dibuat untuk memberikan lingkungan inkubasi ayam yang stabil dan sesuai untuk proses perkembangan embrio selama masa inkubasi. Pendekatan berbasis *Internet of Things (IoT)* yang digunakan dalam sistem ini memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol secara jarak jauh melalui aplikasi *Blynk* yang terpasang pada *smartphone* mereka. Sistem berbasis *mikrokontroler* ESP32 ini menggabungkan alat penetas telur ayam otomatis dengan sensor suhu dan kelembapan (DHT22), sensor ultrasonik (HC-SR04) untuk mengukur ketinggian air, dan modul relay untuk mengontrol elemen pemanas dan pompa air otomatis. Fitur sistem dari alat yang digunakan pada alat tetas telur adalah *monitoring* suhu dan kelembapan secara *real-time* melalui *Blynk*, pengisian air otomatis bila ketinggian air di bawah ambang batas, notifikasi pada aplikasi bila kondisi tidak normal (misalnya suhu di luar rentang 36–39°C), tampilan grafik historis data pada *Blynk App*.

2. Data Uji Coba

Uji coba yang dilakukan oleh peneliti yaitu selama 16 hari dengan mencatat suhu dan kelembapan 3 kali dalam 1 hari, yaitu pada pagi jam 06.00, siang pada jam 13.00 dan malam pada jam 20.00. Sebab pada jam tersebut terjadi perpindahan waktu dari pagi ke siang, siang ke malam, dan malam ke pagi. Tujuan dari pengamatan ini adalah untuk mengetahui apakah sistem pemanas, pompa air dan pemantauan jarak jauh yang sudah dibuat berfungsi dengan baik.

Tabel 1. Hasil Uji Coba Alat Pukul 06.00 WIB

Tabel Monitoring Suhu dan Kelembapan 06.00					
Hari	Tanggal	Suhu rata-rata (°C)	Kelembapan (%)	Volume air Min (cm)	Volume air Max (cm)
1	7/26/2025	37 °C	60%	1,41 cm	2,6 cm
2	8/26/2025	37,7°C	56%	1,46 cm	2,62 cm
3	9/26/2025	37,4°C	59%	1,58 cm	2,77 cm
4	10/26/2025	38,1°C	54%	1,53 cm	2,6 cm
5	11/26/2025	37,8°C	57%	1,44 cm	2,51 cm
6	12/26/2025	37,3°C	60%	1,5 cm	2,72 cm
7	13/26/2025	37°C	60%	1,51 cm	2,55 cm
8	14/26/2025	37,5°C	52%	1,44 cm	2,67 cm
9	15/26/2025	38°C	51%	1,59 cm	2,73 cm
10	16/26/2025	37,2°C	61%	1,56 cm	2,57 cm

Tabel Monitoring Suhu dan Kelembapan 06.00

Hari	Tanggal	Suhu rata- rata (°C)	Kelembapan (%)	Volume air Min (cm)	Volume air Max (cm)
11	17/26/2025	37,7°C	59%	1,58 cm	2,57 cm
12	18/26/2025	38,3°C	54%	1,52 cm	2,51 cm
13	19/26/2025	37°C	60%	1,42 cm	2,76 cm
14	20/26/2025	38,2°C	56%	1,44 cm	2,8 cm
15	21/26/2025	37,6°C	52%	1,48 cm	2,77 cm
16	22/26/2025	37°C	51%	1,41 cm	2,51 cm
Rata-rata		37,55°C	56,25%	1,49cm	2,64 cm

Tabel 2. Hasil Uji Coba Alat Pukul 13.00 WIB

Tabel Monitoring Suhu dan Kelembapan 13.00

Hari	Tanggal	Suhu rata- rata (°C)	Kelembapan (%)	Volume air Min (cm)	Volume air Max (cm)
1	7/26/2025	37,5°C	55%	1,4 cm	2,6 cm
2	8/26/2025	38,2°C	51%	1,5 cm	2,69 cm
3	9/26/2025	37,7°C	55%	1,59 cm	2,63 cm
4	10/26/2025	37,3°C	57%	1,45 cm	2,74 cm
5	11/26/2025	37°C	60%	1,5 cm	2,63 cm
6	12/26/2025	37,7°C	53%	1,41 cm	2,74 cm
7	13/26/2025	38°C	53%	1,53 cm	2,63 cm
8	14/26/2025	37,2°C	55%	1,59 cm	2,71 cm
9	15/26/2025	37°C	59%	1,42 cm	2,58 cm
10	16/26/2025	37,6°C	51%	1,58 cm	2,66 cm
11	17/26/2025	37,4°C	49%	1,59 cm	2,54 cm
12	18/26/2025	38,2°C	58%	1,57 cm	2,77 cm
13	19/26/2025	38°C	53%	1,58 cm	2,72 cm
14	20/26/2025	37,3°C	55%	1,56 cm	2,69 cm
15	21/26/2025	38,1°C	57%	1,46 cm	2,79 cm
16	22/26/2025	37,7°C	52%	1,57 cm	2,6 cm
Rata-rata		37,61°C	54,56%	1,51 cm	2,67 cm

Tabel 3. Hasil Uji Coba Alat Pukul 20.00 WIB

Tabel Monitoring Suhu dan Kelembapan 20.00

Hari	Tanggal	Suhu rata- rata (°C)	Kelembapan (%)	Volume air Min (cm)	Volume air Max (cm)
1	7/26/2025	38,7 °C	47%	1,4 cm	2,6 cm
2	8/26/2025	37,3°C	56%	1,58 cm	2,64 cm
3	9/26/2025	37,7°C	54%	1,46 cm	2,65 cm
4	10/26/2025	37,2°C	48%	1,56 cm	2,74 cm
5	11/26/2025	38°C	55%	1,4 cm	2,65 cm
6	12/26/2025	38,5°C	50%	1,59 cm	2,58 cm
7	13/26/2025	38,7°C	57%	1,43 cm	2,65 cm
8	14/26/2025	37,3°C	58%	1,41 cm	2,68 cm
9	15/26/2025	37,5°C	53%	1,58 cm	2,76 cm
10	16/26/2025	37°C	49%	1,53 cm	2,67 cm
11	17/26/2025	37,3°C	54%	1,4 cm	2,78 cm
12	18/26/2025	38,4°C	56%	1,59 cm	2,71 cm
13	19/26/2025	37,7°C	60%	1,47 cm	2,59 cm
14	20/26/2025	37,2°C	52%	1,58 cm	2,6 cm

Tabel Monitoring Suhu dan Kelembapan 20.00					
Hari	Tanggal	Suhu rata- rata (°C)	Kelembapan (%)	Volume air Min (cm)	Volume air Max (cm)
15	21/26/2025	37,7°C	57%	1,43 cm	2,66 cm
16	22/26/2025	37°C	50%	1,52 cm	2,65 cm
Rata-rata		37,7°C	53,5%	1,49 cm	2,63 cm

3. Analisis Deskriptif Kuantitatif

Dalam menguji stabilitas suhu dan kelembapan pada tabel 1,2,3, menunjukkan uji coba dan pengamatan alat yang dilakukan dengan perhitungan didapat rata-rata suhu, kelembapan, dan volume air, yaitu :

- a. Rata-rata suhu total :

$$T_{total\ suhu} = \frac{37,55+37,61+37,7}{3} = 37,62^{\circ}\text{C}$$

- b. Rata-rata kelembapan total :

$$T_{total\ kelembapan} = \frac{56,25+54,56+53,5}{3} = 54,77\%$$

- c. Rata-rata volume minimum air total :

$$V_{total\ vol\ air\ min} = \frac{1,49+1,51+1,49}{3} = 11,49\text{ cm}$$

- d. Rata-rata volume maximum air total :

$$V_{total\ vol\ air\ max} = \frac{2,64+2,67+2,63}{3} = 2,64\text{ cm}$$

Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa alat dapat mempertahankan suhu dan kelembapan pada kisaran optimal untuk proses penetasan telur ayam kampung, yaitu 37–39°C dan 50-65% kelembapan. Sistem juga berhasil menjaga suhu dan kelembapan dalam rentang optimal inkubasi dengan *fluktuasi* minimal, berkat pengontrolan otomatis dari *mikrokontroler* berdasarkan data sensor DHT22. Dalam sensor ultrasonik HC-SR04 dapat mengukur ketinggian air dengan tepat. Waktu aktivasi pompa air rata-rata adalah 21–23 detik untuk menaikkan level air dari 1,4 cm ke 2,6 cm. Dalam sepuluh kali pengisian, sistem berhenti otomatis sesuai batas atas, yang memberikan tingkat akurasi 90%.

4. Analisis Deskripsi Kualitatif

Analisis ini melibatkan *observasi* dan wawancara langsung dengan mitra peneliti yaitu Pak Sofyan, yang tinggal di Desa Pojok, Kecamatan Mojojoto, Kota Kediri. Hasil wawancara ini menghasilkan beberapa kesimpulan bahwa, menurut Pak Sofyan Alat yang dibuat sangat membantu dalam proses penetasan telur, karena mudah untuk memantau suhu dan mengoperasikan mesin tetas. Beliau dapat mengontrol dengan alat ini melalui LCD alat dan aplikasi *Blynk* di *smartphone*, alat yang dibuat sangat efisien, beliau tidak perlu sering memantau secara fisik karena notifikasi bisa muncul di *smartphone*. beliau juga masih dapat memantau secara *real-time* bahkan saat berada di luar rumah, selama pengujian selama 16 hari, Pak Sofyan menyatakan bahwa alat dapat berfungsi dengan semestinya, dapat menjaga kestabilan di ruang tetas, dan sistem berjalan dengan konsisten namun koneksi internet terkadang menjadi hambatan kecil, Pak Sofyan menyatakan bahwa tampilan pada LCD dan aplikasi *Blynk* cukup akurat dan responsif saat suhu mesin tetas berubah. Beliau juga memberikan saran tentang alat yang saya buat. Alat ini harus memiliki sumber daya listrik cadangan seperti *UPS (Uninterruptible Power Supply)* yang berguna sebagai antisipasi ketika terjadi pemadaman listrik secara mendadak, sehingga tidak sampai mengganggu proses penetasan yang sedang berlangsung.

5. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat penetas telur otomatis yang dibuat oleh peneliti telah memenuhi kebutuhan peternak modern. Peletakan sensor suhu dan kelembapan di tengah susunan telur juga bertujuan untuk mendapatkan pembacaan suhu yang paling representatif dari kondisi rata-rata inkubator. Telur- telur di tengah merupakan bagian paling terlindungi dan sekaligus paling lambat dalam menerima panas dari elemen pemanas, sehingga pembacaan suhu dari titik ini menjadi acuan yang aman dan akurat untuk menjaga suhu inkubasi dalam rentang optimal (37–39°C). Jika sensor ditempatkan terlalu dekat dengan pemanas atau sisi luar, maka pembacaan dapat menyesatkan karena terlalu tinggi atau rendah dari suhu aktual yang dirasakan oleh embrio. Penempatan di tengah memungkinkan sistem kontrol lebih stabil dan mencegah terjadinya fluktuasi suhu ekstrem yang bisa mengganggu perkembangan embrio. Mikrokontroler ESP32 meningkatkan fleksibilitas pengendalian

perangkat dan memungkinkan integrasi dengan aplikasi Blynk sebagai platform pemantauan. Sistem terbukti mampu menjaga suhu dan kelembapan yang stabil sesuai standar inkubasi ayam dengan sensor DHT22 yang akurat. Selain itu, elemen pemanas dan pompa air yang dikendalikan oleh relay memastikan bahwa perubahan kondisi lingkungan dapat secara otomatis dikoreksi. Dengan integrasi aplikasi *Blynk*, Pengguna dapat memantau suhu dan kelembapan secara *real-time* dan menerima notifikasi otomatis ketika parameter melewati ambang batas. Pengguna juga dapat mengontrol secara manual dari jarak jauh jika diperlukan.

Berdasarkan pembahasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan mendasar antara alat yang dikembangkan dalam penelitian ini dan alat- alat pada penelitian sebelumnya. Alat yang dikembangkan oleh peneliti memiliki keunggulan dalam otomatisasi fisik, seperti pengisian air otomatis dengan sensor ultrasonik dan pompa serta pemantauan suhu dan kelembapan secara *real-time*. Namun, mereka masih kekurangan notifikasi penetasan, pengaturan suhu dan kelembapan melalui aplikasi, dan belum diuji hingga proses penetasan selesai. Alat pada penelitian Wendanto et al., (Wendanto dkk., 2021) memiliki sistem pemanas dan pembalik telur otomatis yang baik, tetapi tidak memiliki sistem notifikasi dan pengisian air otomatis. Adapun alat dari Asali & Sollu, (Asali & Sollu, 2021) telah menyediakan fitur notifikasi penetasan melalui SMS, tetapi belum mendukung IoT dan tidak memiliki sistem pengisian air otomatis. Dengan demikian, Alat peneliti unggul dari segi otomatisasi fisik.

E. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan dari hasil perancangan alat, uji coba, dan analisis yang telah dilakukan selama 16 hari, bahwa alat penetas telur ayam otomatis telah berhasil dirancang dan dikembangkan dengan sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis *IoT* menggunakan mikrokontroler ESP32 dan aplikasi *Blynk*. Selain itu, alat ini memiliki fitur otomatisasi pengisian air dengan bantuan sensor ultrasonik dan pompa air. Dengan tingkat akurasi mencapai 90%, sistem berhasil menjaga volume air melalui deteksi ketinggian oleh sensor ultrasonik HC-SR04 dan pengaturan pengisian pompa air. Berdasarkan uji coba selama 16 hari, alat bekerja dengan baik yaitu dengan dapat mempertahankan kestabilan suhu inkubasi rata-rata 37-39°C dan kelembapan rata-rata 50-65%, yang masing-masing berada di kisaran optimal untuk penetasan telur ayam. Walaupun alat ini bekerja dengan baik dan efisien, ada beberapa kelemahan yang perlu diperbaiki dalam penelitian dan pengembangan yang akan datang ialah penambahan cadangan daya, untuk mencegah pemadaman listrik yang dapat mengganggu proses penetasan, disarankan untuk menambahkan sumber daya cadangan (UPS) atau sistem backup daya. Dan validasi hasil penetasan, studi ini hanya menguji stabilitas alat hingga hari ke-16, untuk pengembangan lebih lanjut tingkat keberhasilan penetasan telur harus divalidasi langsung hingga hari ke-21. Karena penetasan telur ayam kampung secara umum memerlukan waktu inkubasi selama 21 hari, yang merupakan durasi fisiologis standar bagi embrio ayam untuk berkembang secara sempurna. Validasi hingga hari ke-21 diperlukan karena pada periode ini terjadi tahap akhir perkembangan embrio, termasuk pembentukan paru- paru dan persiapan menetas.

DAFTAR PUSTAKA

- Adame, M. M., & Ameha, N. (2023). Review on Egg Handling and Management of Incubation and Hatchery Environment. *AJBS (Asian Journal of Biological Sciences)*, 16(4), 474-484. <https://doi.org/10.3923/ajbs.2023.474.484>
- Arif Fadlullah, Amelia Manda Sari, Wahdana, Farhan Muhammad Nabil, Devi Sarmilah Chomariah, Widya Ambarwati, & Muhammad Irfan. (2024). Edukasi Teknologi dan Literasi Digital kepada Siswa SMP Negeri 12 Tarakan. *JURPIKAT (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 5(2), 509-523. <https://doi.org/10.37339/jurpikat.v5i2.1574>
- Asali, S., & Sollu, T. S. (2021). RANCANG BANGUN ALAT PENETAS TELUR AYAM OTOMATIS DENGAN PENGIRIMAN DATA VIA SMS GATEWAY BERBASIS ARDUINO NANO. *Foristek*, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.54757/fs.v11i1.105>
- Aulia, R., Fauzan, R. A., & Lubis, I. (2021). PENGENDALIAN SUHU RUANGAN MENGGUNAKAN MENGGUNAKAN FAN DAN DHT11 BERBASIS ARDUINO. *CESS (Journal of Computer Engineering System and Science)*, 6(1), 1-9.

- Gadgetronicx. (2020, Juli 29). Popular communication protocols in Embedded systems—Part I. *Gadgetronicx*. <https://www.gadgetronicx.com/popular-communication-protocols-embedded-systems/>
- Handayani, T. E., Wiseto, I., & Agung, P. (2024). *Sistem Monitoring dan Otomatisasi Tanaman Hidroponik Berbasis IoT Menggunakan Aplikasi Blynk*. 5(1), 90–99.
- Iksan, N., Hidayati, L., Andrasto, T., & Fathoni, K. (2022). Sistem Kendali Suhu dan Kelembapan pada Alat Penetas Telur Berbasis Fuzzy Logic Controller. *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 8(2), 245. <https://doi.org/10.26418/jp.v8i2.53246>
- Khairunisa, N., Sunardi, H., & Antony, F. (2024). Implementasi Sistem Alarm Dan Monitoring Kelembaban Tanah Dan Suhu Terhadap Tanaman Cabai Berbasis Internet of Things (Iot) Menggunakan Logika Fuzzy. *Journal of Intelligent Networks and IoT Global*, 2(1), 18–29. <https://doi.org/10.36982/jinig.v2i1.4437>
- Nizam, M., Yuana, H., & Wulansari, Z. (2022). MIKROKONTROLER ESP 32 SEBAGAI ALAT MONITORING PINTU BERBASIS WEB. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 1–6.
- Prastyo, E. A. (t.t.). Pengertian dan Cara Kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04. *Arduino Indonesia | Tutorial Lengkap Arduino Bahasa Indonesia*. Diambil 25 Juni 2025, dari <https://www.arduinoindonesia.id/2022/10/pengertian-dan-cara-kerja-sensor-ultrasonik-HC-SR04.html>
- Pratika, M. T. S., & Plarsa, I. N. (2021). Rancang Bangun Wireless Relay dengan Monitoring Daya Listrik Berbasis Internet of Things. *JITTER (Jurnal Ilmiah Teknologi dan Komputer)*, 2(3), 1–9.
- Rahmawati, D. F., Arifin, M., & Sihite, M. (2021). Pengaruh Letak Telur pada Mesin Tetas terhadap Persentase Fertilitas, Kematian Embrio dan Dead in Shell. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari*, 1(1), 1–11. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v2i1.179>
- Salsabila, M., Halim, M., Tambun, N., Aurora, D., Lestari, R., & Nurmasiyah. (2022). Alat Penetas Telur Sederhana. *GRAVITASI Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(1), 17–23.
- Suparyanto dan Rosad. (2020). Pengukuran Suhu, Kelembaban, Dan Tekanan Udara Untuk Menentukan Prakiraan Cuaca Berbasis Mikrokontroler. *Suparyanto dan Rosad*, 5(3), 248–253.
- Wati, J. N., Yantidewi, M., & Deta, U. A. (2023). Pengaruh Jumlah Lampu Pijar terhadap Suhu Mesin Penetas Telur Berbasis Raspberry Pi: *Jurnal Kolaboratif Sains*, 6(7), Article 7. <https://doi.org/10.56338/jks.v6i7.3784>
- Wendanto, W., Prasetyo, O. B., Praweda, D. R., & Arbi, A. R. K. (2021). Alat Pengontrolan Suhu Penetas Telur Otomatis Menggunakan ESP8266 Wemos D1 Mini Berbasis Internet of Things. *Go Infotech: Jurnal Ilmiah STMIK AUB*, 27(2), Article 2. <https://doi.org/10.36309/goi.v27i2.154>