

RANCANG BANGUN ALAT PEMANTAU DAN PENGATUR SUHU OTOMATIS PADA PENETAS TELUR MERPATI BALAP BERBASIS IOT

Dwi Wicaksono¹, M. Dewi Manikta Puspitasari^{2*}, Miftakhul Maulidina³, Elsanda Merita
Indrawati⁴

Teknik Elektronika, Universitas Nusantara PGRI Kediri^{1,2,3,4}

dwiwicaksono@gmail.com¹, dewimanikta@gmail.com², miftakhulmaulidi@unpkediri.ac.id³,
elsanda@unpkediri.ac.id⁴

*Corresponding author: M. Dewi Manikta Puspitasari

Abstrak

Burung merpati balap menjadi populer di Indonesia, karena bernilai tinggi dan mampu bersaing dalam ajang perlombaan. Namun, proses penetasan telur masih dilakukan secara konvensional, walaupun telah dikembangkan inkubator semi otomatis berbasis Arduino, pemantauan suhu dan kelembapan masih secara manual. Penelitian ini menggunakan model prototyping, yang memungkinkan pengembangan sistem secara literatif, melalui tahap perancangan, pengujian, evaluasi, dan penyempurnaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pemantau dan pengatur suhu otomatis pada penetas telur merpati berhasil dirancang dan berfungsi dengan baik. Perangkat keras dan lunak terintegrasi mampu membaca suhu dan kelembapan secara real-time, menampilkan LCD dan aplikasi serta mengatur suhu otomatis. Rata-rata inkubasi tercapai 37,68°C dalam rentang optimal 36-38°C, sehingga mendukung stabilitas proses penetasan. Secara keseluruhan, alat ini layak digunakan dan efektif membantu meningkatkan keberhasilan penetasan telur merpati balap

Kata Kunci : Blynk, DHT22, ESP32, Inkubator, IoT.

A. PENDAHULUAN

Burung merpati menjadi hewan peliharaan yang cukup populer di Indonesia, menjadi unggas yang dipelihara segera menjadi hobi untuk mengikuti perlombaan dengan hadiah yang bernilai tinggi sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomi dan menjadi penyebab banyak orang mengembangbiakan dengan tujuan untuk menghasilkan merpati yang berkualitas, bagus, dan mampu bersaing dalam perlombaan. Merpati yang dihasilkan dari indukan yang bagus terlebih berprestasi akan memiliki harga yang lebih tinggi dari harga pasaran yang ada (Fatchurrasad dkk., 2022). Merpati merupakan jenis unggas yang memiliki tingkat produktivitas tinggi, laju pertumbuhan yang cepat, serta masa inkubasi yang relatif singkat, yaitu sekitar 16 hingga 17 hari (Husein dkk., 2024). Penelitian yang dilakukan Lukasiewicz, menghasilkan suhu inkubasi merpati sama saja dengan suhu inkubasi ayam pada umumnya dengan suhu sekitar 37°C dan kelembapan 65% (Łukasiewicz, 2014). Satu periode bertelur, merpati umumnya hanya menghasilkan sedikit butir telur dalam satu sarang, namun rendahnya tingkat produksi telur pada peternak unggas masih berkaitan erat dengan penggunaan teknologi konvensional yang belum optimal dalam proses beternak (Lubis dkk., 2021). Peternak unggas masih menggunakan metode konvensional dalam proses penetasan telur dengan menggunakan inkubator, sehingga peternak harus memantau suhu, kelembapan, serta membalik telur secara manual. Telah berkembang inkubator semi otomatis berbasis Arduino, sehingga proses pemantauan tetap dilakukan secara manual, dengan kemajuan teknologi nirkabel seperti *Bluetooth*, *WiFi*, dan perangkat sederhana seperti *smartphone* agar menjadi lebih efisien (Noviansyah & Abdulrahman, 2022).

Peneliti melakukan observasi dan wawancara dengan peternak sekaligus memiliki hobi budidaya merpati untuk perlombaan balap di Desa Tales, Kecamatan Ngadiluwih, Kabupaten Kediri bahwa komunitas pecinta merpati balap di wilayah tersebut cukup aktif dan terus berkembang. Banyak warga yang mulai membudidayakan merpati balap karena nilai ekonominya yang tinggi, terutama bila merpati tersebut berhasil menjuarai perlombaan. Pada wawancara dijelaskan bahwa proses penetasan telur merpati selama ini masih dilakukan secara alami menggunakan indukan. Namun, metode ini dinilai memiliki banyak keterbatasan, seperti ketergantungan terhadap kondisi induk, tingkat keberhasilan

penetasan yang tidak menentu, serta sulitnya mengontrol suhu dan kelembaban secara konsisten. Selain itu, apabila indukan stres atau sedang dalam kondisi tidak sehat, proses penetasan sering kali gagal, serta belum banyak peternak merpati di wilayahnya yang menggunakan alat bantu seperti inkubator. Alasan peternak tidak menggunakan alat bantu inkubator ialah harga yang relatif mahal dan tidak dirancang khusus untuk burung merpati. Peternak tertarik terhadap gagasan pembuatan alat penetas otomatis yang dilengkapi sistem pengatur suhu dan kelembaban berbasis *IoT*, alat ini akan sangat membantu meningkatkan efisiensi dalam proses penetasan serta memungkinkan peternak untuk memantau kondisi telur secara jarak jauh melalui *smartphone*.

Pengendalian suhu merupakan aspek krusial dalam proses penetasan telur dan menjadi perhatian utama bagi para peternak, karena suhu yang tidak stabil dapat menurunkan jumlah telur yang menetas dan memperlambat masa panen. Untuk meningkatkan jumlah telur yang menetas serta mempercepat waktu panen melalui penerapan teknologi *IoT* sebagai solusi. Dengan konsep *IoT*, pemantauan suhu dan pencahayaan dapat dilakukan secara lebih praktis melalui aplikasi *mobile* tanpa perlu hadir langsung di lokasi (Ariani dkk., 2020). Kemajuan teknologi dan informasi telah melahirkan berbagai aplikasi yang dirancang untuk mempermudah aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari. Banyak pekerjaan yang sebelumnya dilakukan secara manual kini beralih ke sistem otomatis, salah satunya melalui pemanfaatan mikrokontroler. Dalam beberapa tahun terakhir, *Internet of Things (IoT)* telah menjadi salah satu perkembangan teknologi terpenting yang mengubah cara manusia berinteraksi dengan lingkungan. *IoT* bertujuan memperluas konektivitas antar perangkat melalui jaringan internet secara terus menerus. Salah satu penerapan utamanya adalah dalam pengendalian suhu, di mana sensor dan mikrokontroler digunakan untuk memantau serta mengatur suhu secara otomatis, bahkan dari jarak jauh. Saat ini, internet telah menjadi kebutuhan pokok dalam sehari-hari. Dengan kemampuannya mendukung berbagai aktivitas, internet menjadi fungsi utama dalam pengembangan sistem berbasis teknologi. Dalam sistem ini, mikrokontroler berperan sebagai pusat kendali utama. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32, produk lanjutan dari ESP8266 yang dikembangkan oleh Espressif Systems. ESP32 telah dilengkapi dengan modul *WiFi* internal, sehingga sangat mendukung pengembangan aplikasi berbasis *IoT* (Hidayah dkk., 2024). Penelitian ini bertujuan mengembangkan teknologi di bidang peternakan melalui alat pemantau dan pengatur suhu otomatis pada mesin penetas telur berbasis *IoT*, yang menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor DHT22 yang diharapkan alat ini dapat meningkatkan tingkat keberhasilan penetasan serta mempercepat dan mempermudah prosesnya secara lebih efisien.

B. LANDASAN TEORI

Penelitian terdahulu terkait sistem inkubasi otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* telah banyak dikembangkan dalam upaya meningkatkan efisiensi dan keberhasilan proses penetasan telur pada unggas, seperti penggunaan mikrokontroler, sensor suhu dan kelembaban, serta sistem monitoring visual. Penelitian yang dilakukan oleh Putra dan Sari mengembangkan prototipe alat penetas telur ayam kampung yang mampu mengatur suhu dan kelembaban secara otomatis menggunakan sensor DHT22 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban, dikendalikan oleh mikrokontroler yang memberi perintah kepada aktuator seperti pemanas, pendingin, dan mist maker melalui modul relay berdasarkan input dari sensor. Hasil menunjukkan bahwa prototipe berhasil menjalankan fungsinya dengan baik, yaitu menjaga kestabilan suhu dan kelembaban ruangan inkubator tanpa dipengaruhi oleh kondisi lingkungan luar. Akurasi sensor DHT22 juga dinilai cukup layak digunakan, dengan tingkat kesalahan suhu sebesar $\pm 2^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban $\pm 5\%$ dibandingkan dengan alat pengukur thermohygrometer. Penelitian ini menjadi bukti sistem pengendalian suhu dan kelembaban otomatis berbasis mikrokontroler dapat menjadi solusi yang efektif dan efisien dalam pengembangan alat penetas telur (Putra & Sari, 2022).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Karsid membahas tentang perbedaan efektivitas antara penetasan alami dan penetasan buatan menggunakan mesin penetas otomatis. Hasil penelitian menunjukkan metode penetasan alami hanya mampu menghasilkan tingkat keberhasilan sekitar 50% hingga 60% akibat faktor lingkungan yang tidak stabil, yang berdampak pada perkembangan embrio dalam telur. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, peneliti mengembangkan sebuah mesin penetas telur otomatis yang mampu mengatur suhu dan kelembaban secara terkontrol. Alat dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat pengendali, sensor DHT22 untuk membaca suhu dan kelembaban, serta LCD Keypad Shield 16x2 untuk menampilkan informasi suhu secara real-time. Sistem pemanas menggunakan lampu pijar, sedangkan kelembaban dijaga dengan wadah berisi

air di dalam ruang inkubasi. Mesin penetas ini dirancang untuk menjaga suhu dalam kisaran 36°C hingga 38°C dan kelembaban relatif antara 50% sampai 60%. Dari hasil uji coba, alat ini berhasil mencapai tingkat keberhasilan penetasan hingga 90%, dengan tingkat kegagalan hanya 10%. Temuan ini menunjukkan penggunaan sistem otomatis berbasis mikrokontroler sangat efektif dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi proses penetasan telur dibandingkan metode konvensional (Karsid, 2024).

1. Penetasan Telur Merpati

Merpati merupakan jenis unggas yang memiliki tingkat produktivitas tinggi, laju pertumbuhan yang cepat, serta masa inkubasi yang relatif singkat, yaitu sekitar 16 hingga 17 hari (Husein dkk., 2024).

2. *Internet Of Things (IoT)*

IoT merupakan sistem jaringan global yang menghubungkan perangkat fisik atau benda nyata untuk saling berbagi data dan berfungsi secara otomatis melalui internet, mendorong efisiensi, kenyamanan, serta analitik lanjutan dalam berbagai aplikasi dunia nyata pertanian, hingga layanan publik. Dalam bidang peternakan penerapan *IoT* banyak dimanfaatkan untuk memantau kondisi lingkungan dan mengoptimalkan proses yang berkelanjutan (Shafique dkk., 2020).

3. Esp 32

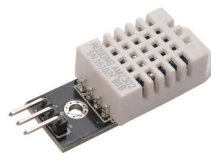
ESP32 ()Ga adalah salah satu keluarga mikrokontroler yang dikenalkan dan dikembangkan oleh Espressif System. ESP32 ini merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler satu ini *compatible* dengan Arduino IDE. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul *WiFi* dan ditambah dengan BLE (*Bluetooth Low Energy*) dalam chip sehingga sangat mendukung dan dapat menjadi pilihan bagus untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things (IoT)*.



Gambar 1. ESP 32

4. Sensor DHT22

Sensor DHT22 digunakan untuk membaca suhu dan kelembaban udara dalam inkubator penetasan. parameter ini berfungsi penting untuk proses penetasan telur yang optimal. (Jabbar dkk., 2024) mengatakan bahwa sensor DHT22 hanya memiliki kesalahan rata-rata sekitar 0,55% jika dibandingkan dengan termometer standar. Ini berarti sensor ini cukup akurat dan bisa diandalkan untuk menjaga suhu inkubator tetap stabil.



Gambar 2. Sensor DHT22

5. Kipas DC 12 Volt

Kipas DC 12 volt (Gambar 3) pada inkubator merpati berfungsi untuk menjaga sirkulasi udara, menstabilkan suhu dan kelembapan, serta mendistribusikan panas secara merata di dalam inkubator. Kehadiran kipas membantu menciptakan kondisi lingkungan yang optimal bagi perkembangan embrio, sehingga meningkatkan tingkat keberhasilan penetasan telur merpati secara signifikan.



Gambar 3. Kipas DC 12 Volt

6. Relay

Relay pada inkubator merpati berfungsi sebagai saklar otomatis yang dikendalikan oleh mikrokontroler untuk mengontrol perangkat seperti pemanas, kipas, atau motor penggerak rak telur (Praselia dkk., 2024). Dengan adanya relay, sistem inkubator dapat bekerja secara otomatis dan lebih aman, sehingga membantu menjaga stabilitas suhu dan kelembapan, serta meningkatkan efisiensi dan keberhasilan penetasan telur merpati.



Gambar 4. Relay

7. Power Supply 12 Volt

Power supply 12 volt pada inkubator merpati berfungsi sebagai sumber energi utama yang menyediakan tegangan stabil bagi komponen seperti kipas, relay, dan motor. Keberadaan *power supply* sangat penting untuk memastikan sistem inkubator berjalan dengan baik.



Gambar 5. Power Supply 12 Volt

8. LCD 16x2

LCD 16x2 pada inkubator merpati berfungsi sebagai tampilan informasi utama untuk memantau suhu, kelembapan, dan status sistem secara real-time. Kehadirannya sangat penting agar pengguna dapat melakukan pengawasan dan pengendalian secara langsung dan praktis, sehingga mendukung keberhasilan penetasan telur secara efisien dan terkontrol.



Gambar 6. LCD 16x2

9. Lampu 25 Watt

Lampu pijar 25 watt pada inkubator merpati berfungsi sebagai pemanas utama untuk menciptakan dan mempertahankan suhu inkubasi yang ideal (Kinnasih & Dzulkiflih, 2022). Dengan penggunaan daya yang relatif kecil, lampu ini cukup efektif untuk inkubator berukuran sedang, meningkatkan efisiensi energi sekaligus menjaga keberhasilan proses penetasan telur merpati secara optimal.



Gambar 7. Lampu 25 Watt

10. Kabel *Jumper*

Kabel *jumper* digunakan untuk menghubungkan pin-pin antar komponen elektronik pada papan rangkaian mikrokontroler.



Gambar 8. Kabel *Jumper*

11. Motor AC 2,5 RPM

Motor AC 2,5 RPM pada inkubator merpati berfungsi sebagai penggerak otomatis sistem pembalik telur dengan kecepatan rendah yang aman. Motor ini membantu memastikan telur dibalik secara teratur, sehingga meningkatkan tingkat keberhasilan penetasan dan menjaga kesehatan embrio.



Gambar 9. Motor AC 2,5 RPM

12. *Step Down*

Step Down (*buck converter* atau modul *power supply* step-down berfungsi untuk menurunkan tegangan input dari sumber listrik (biasanya 12V atau 9V) menjadi tegangan yang sesuai dengan kebutuhan komponen elektronik. *Step Down* pada alat inkubator otomatis berfungsi sebagai pengaman dan penyesuaian tegangan agar ESP32 dan komponen lainnya mendapatkan tegangan yang sesuai dan stabil.



Gambar 10. *Step Down*

13. Aplikasi *Blynk*

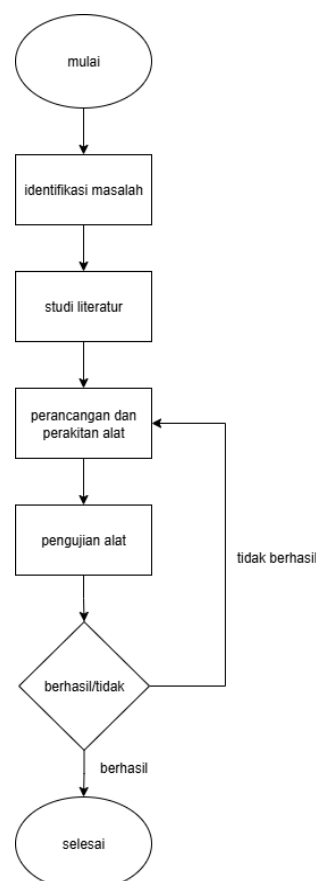
Penggunaan aplikasi *Blynk* dalam sistem inkubator merpati berbasis ESP32 dan sensor DHT22 sangat membantu dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses penetasan telur. *Blynk* memungkinkan pemantauan dan pengendalian suhu serta kelembapan secara *real-time* dan jarak jauh

(Ramadhan dkk., 2023). Dengan demikian, risiko kegagalan penetasan dapat dikurangi, dan kualitas hasil penetasan meningkat.

C. METODE PENELITIAN

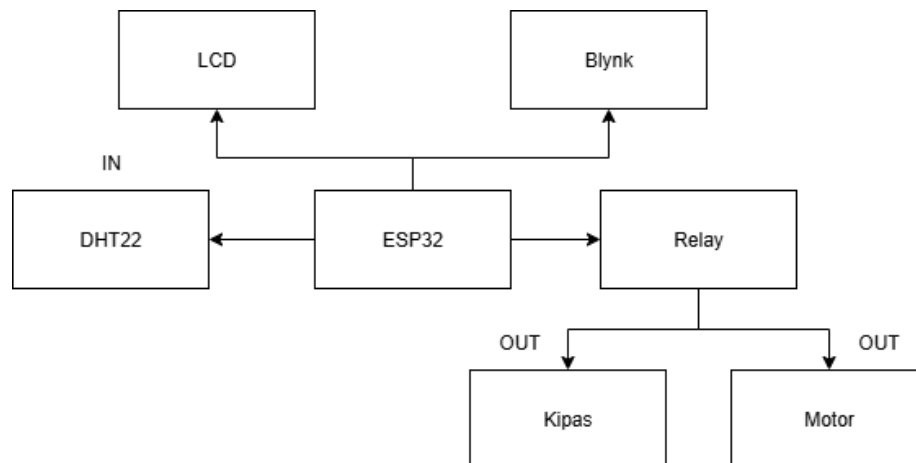
Penelitian ini menggunakan model prototyping, model *prototyping* memungkinkan proses pengembangan dilakukan secara iteratif, di mana rancangan awal *prototype* dapat segera diuji, dievaluasi, dan disempurnakan sebelum menghasilkan produk akhir yang sesuai dengan kebutuhan. Model pengembangan yang digunakan disusun secara terstruktur dan sistematis untuk menciptakan alat pemantau otomatis pada inkubator telur merpati yang bekerja secara optimal. Penelitian ini dilakukan di Desa Tales, Kecamatan Ngadiluwih, Kabupaten Kediri, bersama mitra Ferdiansyah selaku peternak dan hobi memelihara merpati balap, peneliti mengembangkan alat yang telah dirancang yang mencakup tahapan sistem pengembangan yakni perancangan perangkat keras dan lunak, perakitan alat, pengujian fungsional, serta evaluasi dan revisi alat, semuanya dilaksanakan di lokasi tersebut.

Langkah awal adalah melakukan identifikasi masalah, dengan mengamati langsung permasalahan di lapangan, terutama terkait dengan kesulitan dalam memantau suhu, kelembapan, dan kondisi telur secara manual. Tahapan berikutnya melakukan studi literatur dengan mengumpulkan berbagai informasi dari sumber-sumber yang relevan seperti buku, jurnal ilmiah, skripsi sebelumnya, serta dokumentasi teknis. Setelah itu, dilakukan proses perancangan dan perakitan alat, proses perakitan melibatkan pemilihan dan pemasangan komponen seperti mikrokontroler ESP32 dan, sensor DHT22 untuk membaca suhu dan kelembapan, modul relay untuk mengaktifkan aktuator seperti kipas atau motor, serta output visual seperti LCD. Setelah alat selesai dirakit, tahap selanjutnya adalah pengujian. Jika alat tidak berfungsi sesuai dengan spesifikasi atau menunjukkan performa yang kurang optimal, maka sistem dianggap belum berhasil dan perlu dilakukan perbaikan. Dalam hal ini, peneliti akan kembali pada tahap perancangan untuk mengidentifikasi serta memperbaiki kekurangan, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak, sebelum dilakukan pengujian ulang hingga alat berfungsi sesuai harapan.



Gambar 11. Flowchart Model Pengembangan

1. Desain Pengembangan



Gambar 12. Desain Blok Diagram

Flowchart pada diagram blok pada gambar 12 menjelaskan bahwa DHT22 merupakan sensor suhu dan kelembaban yang berfungsi untuk mengukur kondisi lingkungan di dalam inkubator. Data suhu dan kelembaban ini akan dikirim ke mikrokontroler ESP32 untuk diproses. Mikrokontroler ini menerima data dari sensor DHT22. ESP32 juga menghubungkan sistem ke platform *IoT*. LCD berfungsi menampilkan informasi suhu dan kelembaban secara real-time kepada pengguna. Aplikasi *Blynk* digunakan untuk mengontrol dan memantau alat dari jarak jauh. Relay berfungsi sebagai saklar elektronik untuk mengontrol arus tinggi dari beban seperti motor dan kipas. Kipas digunakan untuk menurunkan suhu inkubator apabila suhu melebihi batas atas yang telah ditentukan pada program ESP32. Motor di gunakan untuk memutar rak di dalam inkubator yang telah diatur pada program ESP32.

2. Teknik Analisis Data Deskriptif Kuantitatif

Teknik analisis deskriptif kuantitatif digunakan untuk mengolah dan menganalisis data numerik yang diperoleh selama proses pengujian alat. Tujuannya adalah untuk mengetahui tingkat keakuratan, stabilitas, dan efektivitas sistem pemantau serta pengatur suhu otomatis yang dikembangkan. Data kuantitatif yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi :

- Data rata rata suhu yang diukur oleh sensor DHT22 dalam kurun waktu 7 hari.
- Tingkat keberhasilan sistem dalam menjaga suhu inkubator dalam rentang yang telah ditentukan 36 - 38°C.

Dengan analisis kuantitatif ini, dapat diperoleh gambaran objektif terhadap tingkat kestabilan dan keakuratan alat dalam menjaga lingkungan inkubasi, serta efisiensi sistem kontrol otomatis berbasis ESP32 dan *IoT*.

3. Teknik Analisis Data Deskriptif Kualitatif

Data diperoleh dari observasi langsung terhadap alat saat dioperasikan di lapangan, termasuk data pembacaan suhu dari sensor DHT22, status kerja aktuator kipas, motor, serta respon sistem terhadap kontrol dari aplikasi *Blynk*. Data yang telah dikumpulkan diseleksi dan disusun berdasarkan relevansi terhadap tujuan penelitian, yang tidak relevan atau bersifat berulang akan dieliminasi, sehingga hanya menyisakan informasi penting yang menggambarkan kinerja dan efektivitas sistem. Data yang telah direduksi disusun dalam bentuk uraian naratif, tabel, dan dokumentasi visual untuk menggambarkan proses kerja alat. Melalui teknik analisis deskriptif kualitatif ini, peneliti dapat memahami sejauh mana alat yang dirancang mampu bekerja sesuai dengan tujuan penelitian, serta menjadi dasar untuk perbaikan atau pengembangan lebih lanjut.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengembangan dari keseluruhan proses pengembangan alat dipaparkan secara rinci, mencakup realisasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta integrasi dengan platform *Internet of*

Things (IoT). Proyek ini menghasilkan sistem otomatis yang mampu memantau dan mengendalikan suhu dalam inkubator telur merpati balap secara real-time. Uji coba dilakukan untuk mengetahui performa dan keakuratan alat yang telah dikembangkan, khususnya dalam hal pemantauan suhu, kendali otomatis, dan pengiriman data ke aplikasi *Blynk*. Pengujian dilakukan selama 7 hari dalam lingkungan simulasi penetasan menggunakan telur kosong (non-produktif), dengan data dicatat secara berkala.

Tabel 1. Data Uji Coba Pukul 06:00

Tabel Monitoring Suhu		
No	Tanggal	Suhu
1	2/6/2025	37,2 °C
2	3/6/2025	37,1 °C
3	4/6/2025	36,9 °C
4	5/6/2025	37,1 °C
5	6/6/2025	37,3 °C
6	7/6/2025	37,3 °C
7	8/6/2025	37,4 °C
Rata rata		37,18°C

Tabel 2. Data Uji Coba Pukul 12:00

Tabel Monitoring Suhu		
No	Tanggal	Suhu
1	2/6/2025	37,9 °C
2	3/6/2025	38,1 °C
3	4/6/2025	37,6 °C
4	5/6/2025	37,8 °C
5	6/6/2025	38,5 °C
6	7/6/2025	37,8 °C
7	8/6/2025	38,6 °C
Rata rata		38,04 °C

Tabel 3. Data Uji Coba Pukul 18:00

Tabel Monitoring Suhu		
No	Tanggal	Suhu
1	2/6/2025	37,8 °C
2	3/6/2025	38,1 °C
3	4/6/2025	37,5 °C
4	5/6/2025	37,6 °C
5	6/6/2025	38,3 °C
6	7/6/2025	37,7 °C
7	8/6/2025	38,4 °C
Rata rata		37,91°C

Tabel 4. Data Uji Coba Pukul 24:00

Tabel Monitoring Suhu		
No	Tanggal	Suhu
1	2/6/2025	37,4 °C
2	3/6/2025	37,9 °C
3	4/6/2025	37,2 °C
4	5/6/2025	37,2 °C
5	6/6/2025	38,1 °C
6	7/6/2025	37,5 °C
7	8/6/2025	38,1 °C
Rata rata		37,62°C

Data pengukuran suhu dan kelembaban yang diperoleh selama pengujian dicatat setiap 4 jam selama 7 hari dan dianalisis untuk menilai akurasi pembacaan sensor DHT22. Berdasarkan data uji coba alat pada tabel 1, 2, 3, dan 4 hasil total suhu yang diperoleh dapat di rata rata sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

\bar{X} = Nilai rata-rata.

$\sum X$ = Jumlah nilai suhu.

n = Jumlah data.

Sehingga rata-rata suhu sebagai berikut:

$$\bar{X}_{\text{total suhu}} = \frac{37,18+38,04+37,91+37,62}{4} = 37,68^{\circ}\text{C}$$

Berdasarkan hasil analisis kuantitatif dari data pengujian suhu selama 7 hari, alat yang dikembangkan menunjukkan kemampuan dalam menjaga kestabilan suhu inkubator dengan rata-rata total suhu sebesar $37,68^{\circ}\text{C}$, yang berada dalam rentang suhu ideal untuk penetasan telur merpati, yaitu antara 37°C hingga 38°C . Hasil ini menunjukkan bahwa sistem kontrol suhu yang diterapkan, yaitu menggunakan sensor DHT22 yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32, mampu bekerja secara efektif dan konsisten. Dibandingkan dengan penelitian Putra dan Sari (Putra & Sari, 2022) yang hanya mencatat suhu selama 2 hari setiap 6 jam sekali, kelebihan dari penelitian ini terletak pada durasi pengujian yang lebih panjang selama 7 hari penuh dan pencatatan data yang dilakukan secara berkala setiap 6 jam, sehingga menghasilkan akurasi pengamatan suhu yang lebih detail terhadap kondisi operasional sebenarnya. Sedangkan jika dibandingkan dengan penelitian Karsid (Karsid, 2024) masih menggunakan Arduino Uno tanpa fitur *IoT*, yang hanya memungkinkan pengawasan lokal dan manual, sementara penelitian ini telah memanfaatkan ESP32 yang mendukung pemantauan berbasis *Internet of Things (IoT)* melalui aplikasi *Blynk*, sehingga pengguna dapat memantau suhu dan kelembaban secara real-time melalui *smartphone*.

Berdasarkan hasil wawancara dengan mitra peternak merpati di Desa Tales, Kecamatan Ngadiluwih, Kabupaten Kediri, diperoleh beberapa tanggapan positif terhadap alat inkubator otomatis berbasis *IoT* yang telah dikembangkan. Mitra yang terlibat dalam proses uji coba, yaitu Sdr. Ferdiansyah, memberikan beberapa respon, yakni Kemudahan pemantauan jarak jauh, hal ini membuat proses pengawasan menjadi lebih efisien, kinerja sensor DHT22 yang digunakan dalam sistem dinilai cukup akurat dalam membaca suhu dan kelembaban ruangan inkubator, sistem otomatis pada pengaturan suhu dan pengoperasian kipas dan motor dinilai menghemat waktu dan tenaga, alat dirancang dengan bentuk yang praktis mudah ditempatkan serta tidak memerlukan perawatan yang rumit. Hal ini menjadi nilai tambah bagi peternak dengan keterbatasan ruang dan waktu.

hasil analisis alat ini menunjukkan bahwa alat yang dikembangkan penelitian ini lebih efisien dibandingkan dengan penelitian Adriansyah dkk., (2023). Alat yang dikembangkan Andriansyah memiliki sistem pemantauan yang hanya menggunakan web server sehingga hanya bisa diakses jika perangkat ponsel atau laptop terhubung pada jaringan *WiFi* yang sama dengan mikrokontroler. Ini membatasi fleksibilitas pemantauan dari jarak jauh dan juga web server tidak memiliki fitur notifikasi sehingga pengguna harus membuka halaman web secara manual untuk memantau kondisi alat. Selain itu, mitra peternak juga menyampaikan bahwa akurasi pembacaan sensor DHT22 cukup baik. Nilai suhu dan kelembaban yang ditampilkan pada LCD dan aplikasi sesuai dengan kondisi aktual, menunjukkan bahwa alat mampu memberikan data sesuai secara real time.

E. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan pada alat pemantau dan pengatur suhu otomatis pada penetas telur merpati balap berbasis *IoT*, maka dapat disimpulkan bahwa sistem berhasil dirancang dan dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor DHT22, modul relay, pemanas, kipas, LCD 16x2, serta platform *IoT*. Perangkat keras dan perangkat lunak disusun dalam satu sistem terintegrasi yang dapat

membaca suhu, serta mengatur suhu secara otomatis melalui pemanas dan kipas. Sistem mampu memantau suhu dan kelembaban secara real-time dengan sensor DHT22, dan menampilkannya pada LCD serta aplikasi *Blynk*. Kontrol otomatis dilakukan berdasarkan batas suhu yang telah ditentukan. Pengguna juga dapat memantau dan mengendalikan alat dari jarak jauh melalui aplikasi *Blynk* selama terdapat koneksi internet. Alat berfungsi dengan baik dan mampu mempertahankan suhu inkubasi dengan rata-rata suhu di $37,68^{\circ}\text{C}$ dari rentang suhu $36-38^{\circ}\text{C}$. Proses penetasan dapat berlangsung dengan stabil, dan fitur pemantauan jarak jauh memberikan nilai tambah bagi pengguna. Dengan demikian, alat ini layak digunakan dan dapat membantu peternak dalam meningkatkan penetasan telur merpati balap. Namun masih terdapat kekurangan untuk melengkapi alat yakni penambahan panel surya atau solar cell sebagai sumber energi alternatif, terutama untuk wilayah pedesaan yang rawan pemadaman listrik. Hal ini akan membuat alat jadi lebih efisien dalam penggunaan daya listrik dan ramah lingkungan. Penambahan modul ESP32-CAM yang dapat dikembangkan untuk memberikan fitur pengawasan visual secara real-time live streaming melalui jaringan internet

DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyah, K., Permata, E., & Cahyono, B. D. (2023). Prototype Penetas Telur Ayam Kampung Menggunakan Arduino Nano V3.0 ATmega328. *Avitec*, 5(2), 97. <https://doi.org/10.28989/avitec.v5i2.1672>
- Ariani, F., Endra, R. Y., Erlangga, E., Aprilinda, Y., & Bahan, A. R. (2020). Sistem Monitoring Suhu dan Pencahayaan Berbasis Internet of Thing (IoT) untuk Penetasan Telur Ayam. *EXPERT: Jurnal Manajemen Sistem Informasi dan Teknologi*, 10(2), 36. <https://doi.org/10.36448/jmsit.v10i2.1602>
- Fatchurrasad, A., Muhamad Fuat Asnawi, & Nulngafan. (2022). Sistem Informasi Manajemen Pencatatan Ternak Merpati Berbasis Website. *STORAGE: Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer*, 1(4), 30–38. <https://doi.org/10.55123/storage.v1i4.1217>
- Hidayah, R. R., Nurcahyo, S., & Dewatama, D. (2024). Implementasi Pengaturan Suhu Menggunakan Mikrokontroler ESP32. 3(3), 106–115.
- Husein, S. M. A., Agbolosu, A. A., & Ishaq, N. (2024). Performance Characteristics of Pigeons (*Columba Livia Domestica*) Reared Under Deep Litter System in Ghana. *May*. <https://doi.org/10.37591/RRJoVS>
- Jabbar, F. A., BudimanKusdinar, A., & Prajoko, P. (2024). Prototype Sistem Pemantau Suhu Pada Inkubator Telur Itik Berbasis IoT. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(5), 10410–10415. <https://doi.org/10.36040/jati.v8i5.11049>
- Karsid, K. (2024). Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban Udara pada Alat Penetas Telur Menggunakan Arduino Uno. *Elektriese: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, 14(01), 25–32. <https://doi.org/10.47709/elektriese.v14i01.3734>
- Kinnasih, I. W. & Dzulkifli. (2022). Rancang Bangun Alat Pengontrol Suhu dan Kelembaban Pada Tempat Penetasan Telur Menggunakan Sensor DHT22 dan Motor Swing berbasis IoT. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, 11(3), 57–72.
- Lubis, A. C., Satria, H., Alayubby, M. F., Putri, R. M., & Triana, C. R. (2021). Efisiensi Perbandingan Teknologi Mesin Inkubator Penetas Telur Unggas Otomatis Menggunakan Synchronous Motor AC dengan Sistem Manual. *Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 1–6.
- Lukasiewicz, M. (2014). Biology of Embryo Development in Pigeon *Columba Livia Domestica* in Conditions of Artificial Incubation. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 2(7), 401–406. <https://doi.org/10.14737/journal.aavs/2014/2.7.401.406>

- 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.
- Praselia, K. A., Sumaryana, Y., & Sudiarjo, A. (2024). Sistem Monitoring Inkubator Penetas Temperatur Telur pada Bebek Menggunakan Modul NODEMCU 8266 yang Terintegrasi dengan Aplikasi Blynk. *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, 12(2), 1154–1162. <http://dx.doi.org/10.23960/jitet.v12i2.4146>
- Putra, Y. D. A., & Sari, C. (2022). Pengaplikasian Sensor DHT22 berbasis Arduino Sebagai Penetas Telur Ayam Kampung. *ELECTRA: Electrical Engineering Articles*, 2(2), 42. <https://doi.org/10.25273/electra.v2i2.12254>
- Ramadhan, M. A., Nugroho, B. S., & Irawan, A. I. (2023). Perancangan Sistem Monitoring Dan Pemberi Pakan Kucing Otomatis Berbasis Iot. *e-Proceeding of Engineering*, 10(5), 4353–4360.
- Shafique, K., Khawaja, B. A., Sabir, F., Qazi, S., & Mustaqim, M. (2020). *Internet of Things (IoT) for next-generation smart systems: A Review of Current Challenges, Future Trends and Prospects for Emerging 5G-IoT Scenarios*. *IEEE Access*, 8, 23022–23040. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2970118>