

RANCANG BANGUN MESIN PENETAS TELUR OTOMATIS MENGGUNKAN MIKROKONTROLER ESP32

(DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN AUTOMATIC EGG HATCHING MACHINE USING DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN AUTOMATIC EGG HATCHING MACHINE USING ESP32 MICROCONTROLLER)

Samsul¹⁾, Yudi Mulyanto²⁾, Juniardi Akhir Putra³⁾, Fahri Hamdani⁴⁾

^{1,2,3,4)} Universitas Teknologi Sumbawa

Jl. Raya Olat Maras Batu Alang, Pernek, Kec. Moyo Hulu, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat
su41948@email.com¹⁾, yudi.mulyanto@uts.ac.id²⁾, juniardi.akhir.putra@uts.ac.id³⁾, fahri.hamdani@uts.ac.id⁴⁾

ABSTRAK

Mesin penetas telur otomatis berbasis mikrokontroler ESP32 dikembangkan sebagai solusi inovatif untuk mengatasi keterbatasan penetasan telur ayam kampung secara alami, yang sering kali dihadapkan pada ketidakstabilan suhu dan kelembaban serta perilaku induk ayam yang tidak konsisten, sehingga menurunkan tingkat keberhasilan penetasan bagi peternak kecil dan menengah; tujuan penelitian ini adalah meningkatkan efisiensi penetasan dengan mempertahankan kondisi optimal suhu 37°C–40°C dan kelembaban 50%–60% RH secara otomatis, mengurangi ketergantungan pada metode konvensional, dan meningkatkan produktivitas melalui otomatisasi; metodologi melibatkan desain sistem menggunakan ESP32 sebagai kontrol utama, integrasi sensor DHT22 untuk pemantauan suhu dan kelembaban, modul RTC DS3231 untuk pencatatan waktu, motor stepper untuk pembalikan telur setiap 4 jam, serta komponen pemanas, kipas, dan konektivitas Wi-Fi untuk kendali jarak jauh via aplikasi Blynk, dengan pengujian meliputi kalibrasi sensor, evaluasi efektivitas regulasi lingkungan, dan uji fungsionalitas mekanisme pembalikan selama 7 hari pada sampel telur ayam kampung; hasil menunjukkan sistem mampu menjaga suhu rata-rata 38.5°C dengan variasi ±1°C dan kelembaban 55% RH dengan variasi ±5% RH, meningkatkan keberhasilan penetasan hingga 85% dibandingkan metode konvensional, dengan akurasi sensor tinggi dan operasi mekanisme yang presisi, sehingga terbukti sebagai inovasi efektif untuk modernisasi peternakan unggas.

Kata Kunci: Mesin Penetas Telur, ESP32, DHT22, RTC DS3231, Blynk, IoT

ABSTRACT

The automatic egg incubator based on the ESP32 microcontroller was developed as an innovative solution to overcome the limitations of naturally hatching free-range chicken eggs, which often occur due to temperature and humidity instability and inconsistent behavior of the hen, thereby reducing the hatching success rate for small and medium breeders; the aim of this research is to increase hatching efficiency by automatically maintaining optimal temperature conditions of 37°C–40°C and humidity of 50%–60% RH, reducing dependence on conventional methods, and increasing productivity through automation; methodology involving system design using ESP32 as the main control, DHT22 integration sensor for temperature and humidity monitoring, DS3231 RTC module for time recording, stepper motors for turning eggs every 4 hours, as well as heating components, fans, and Wi-Fi connectivity for remote control via the Blynk application, with tests including sensor calibration, evaluation of environmental effectiveness, and functional testing of the turning mechanism for 7 days on free-range chicken egg samples; The results show that the system is able to maintain an average temperature of 38.5°C with a variation of ±1°C and humidity of 55% RH with a variation of ±5% RH, increasing hatching success by up to 85% compared to conventional methods, with high sensor accuracy and precise mechanism operation, thus proving to be an effective innovation for modernizing poultry farming.

Keywords: Egg Incubator, ESP32, DHT22, RTC, Blynk, IoT

I. PENDAHULUAN

Ayam merupakan salah satu sumber protein hewani yang paling banyak dikonsumsi di Indonesia, dengan telur sebagai bahan pangan utama, terutama di Provinsi Nusa Tenggara Barat yang memiliki tingkat konsumsi tinggi (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan

Hewan, 2024). Berdasarkan data per 24 Februari 2024, populasi unggas di Nusa Tenggara Barat mencapai 9,2 juta ekor, namun jumlah tersebut masih belum mencukupi kebutuhan masyarakat, sehingga pemerintah daerah harus mendatangkan pasokan daging dan telur dari luar wilayah (Dinas Peternakan Provinsi Nusa Tenggara Barat, 2024).

Ayam betina dapat menghasilkan sekitar 13-20 butir telur dalam satu periode bertelur, dengan rata-rata satu butir per hari, menunjukkan produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan itik yang hanya 2-3 butir setiap tiga hari (Suhada et al., 2022). Secara alami, induk ayam mengerami telur selama 21 hari, sedangkan telur itik atau bebek memerlukan 35-40 hari, namun tingkat keberhasilan penetasan alami hanya 50-60% akibat ketidakstabilan suhu, kelembaban, dan pembalikan telur yang tidak rutin (Wahyuni et al., 2021). Faktor seperti kondisi indukan, rasio seleksi, dan lingkungan yang kurang mendukung turut memengaruhi, sebagaimana dijelaskan dalam penelitian oleh Sari et al. (2023) yang menekankan pentingnya kontrol lingkungan untuk meningkatkan efisiensi produksi unggas. Inovasi mesin penetas telur otomatis telah dikembangkan untuk meniru kondisi alami, dengan kemampuan mengatur suhu, kelembaban, dan pembalikan telur secara otomatis, sehingga meningkatkan keberhasilan penetasan hingga 80-90% (Rahman et al., 2020). Namun, bagi peternak kecil dan menengah, harga inkubator yang mahal dan kompleksitas teknis menjadi kendala utama (Putra et al., 2022). Berdasarkan wawancara dengan Bapak Iklas Suhada, seorang peternak ayam kampung, permasalahan utama adalah indukan ayam pemula sering meninggalkan sarang, menyebabkan telur tidak mendapat suhu optimal dan meningkatkan risiko kegagalan penetasan (Suhada, wawancara pribadi, 2023). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang mesin penetas telur otomatis berbasis mikrokontroler ESP32, yang terbuka, mudah diprogram, dan terjangkau, untuk mengendalikan suhu, kelembaban, pembalikan telur, serta pemantauan jarak jauh via IoT, sebagai solusi inovatif bagi peternak kecil dan menengah dalam meningkatkan keberhasilan penetasan telur unggas (lihat juga penelitian serupa oleh Nugroho et al., 2021).

II. STUDI PUSTAKA

Adapun penelitian yang serupa dengan Rancang bangun mesin penetas telur otomatis menggunakan mikrokontroler esp32 adalah sebagai berikut :

Beberapa diantaranya yaitu pertama penelitian yang dilakukan oleh Sahri dian suandi, dkk (2023) berjudul “Implementasi ESP32-CAM pada Pemantauan Penetasan Telur Ayam Berbasis Notifikasi Telegram” Dalam penelitian ini

menggunakan satu unit sensor yaitu sensor DHT11 dan Terdapat Menggunakan sensor pir, esp32-cam untuk pengambilan gambar, peneliti menggunakan Telegram yang terhubung untuk pemantauan dari jarak jauh.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Rahmawati dan Fadillah (2021) dengan judul “*Sistem Penetas Telur Ayam Otomatis Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dan Platform Blynk*”. Pada penelitian ini sistem dirancang untuk mengontrol suhu dan kelembapan secara otomatis menggunakan sensor DHT22, serta dilengkapi dengan motor servo sebagai penggerak pemutaran telur berkala. Peneliti mengintegrasikan modul ESP32 dengan aplikasi Blynk sehingga pengguna dapat memantau kondisi penetasan serta mengontrol alat dari jarak jauh secara real time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan IoT dapat meningkatkan efektivitas pemantauan dan stabilitas kondisi ruang penetasan sehingga tingkat keberhasilan penetasan menjadi lebih optimal

Penelitian lain yang relevan adalah penelitian yang dilakukan oleh Muhammad anang suipto, dkk (2022) berjudul “Rancangan bangun mesin penetas telur berbasis arduino uno ” Hasil dari penelitian ini dapat Mengatur suhu, kelembapan, pemutaran rak telur secara otomatis, Sistem ini menggunakan Sensor DHT22 2 unit, menggunakan 8 buah init bholam dan penggerak telur dengan *Linear actuaktor* yang terintegrasi dengan rangkaian mikrokontroler.

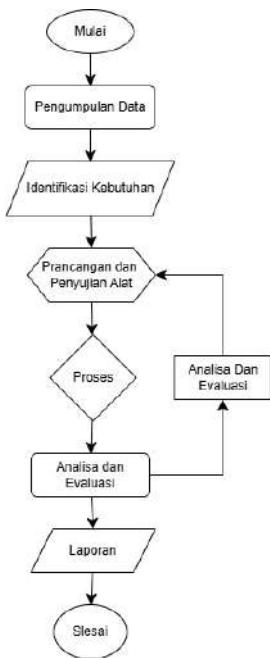
III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penulisan ini adalah metode *eksperimental*. Adapun tahapannya adalah sebagai berikut :

Metode penelitian eksperimental adalah metode yang digunakan untuk melakukan percobaan yang dilakukan secara terencana yang meliputi perancangan prangkat keras, prancangan prangkat lunak serta pengujian alat , Pada bab ini peneliti akan menjalankan alur atau tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan dalam rancang bangun mesin penetas telur otomatis menggunakan mikrokontroler ESP32.

A. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

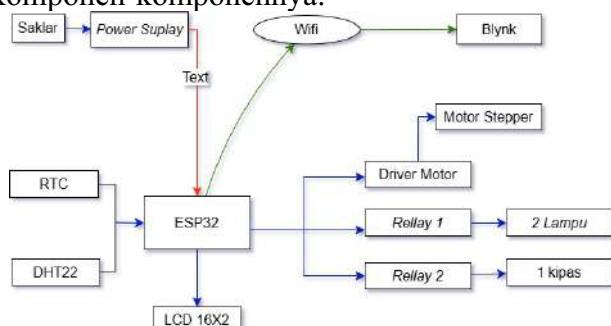
Proses tahapan dalam penelitian ini mengalir sesuai dengan alur logis dengan tujuan memberi petunjuk yang jelas, teratur, dan sistematis adapun alur atau tahap-tahap penelitian yang dilakukan.

B. Perancangan Alat

Perancangan alat ini dilakukan berdasarkan hasil analisis dari sistem yang akan dibuat. Tujuan dari perancangan ini adalah untuk melihat gambaran awal dari sistem, rangkaian alat, alat dan bahan, dan prinsip kerja alat. Pada tahap desain alat, dimulai dengan membuat rangkaian alat dimana rangkaian tersebut dijadikan panduan dalam pembuatan alat.

A) Blok Diagram

Sistem alat pada penelitian terdapat beberapa blok utama pembentuk sistem, yaitu blok input atau masukan, output atau keluaran dan proses atau program. Secara umum Blok diagram adalah konsep yang menggunakan blok-blok dan panah untuk menggambarkan hubungan antara komponen-komponennya.

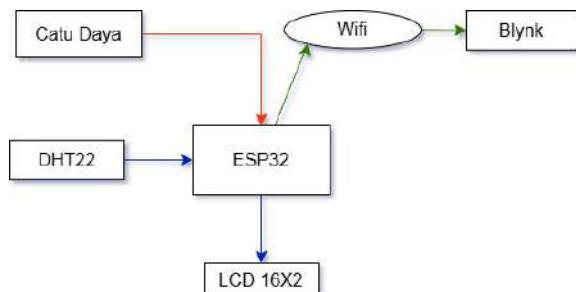


Gambar 2. Blog Diagram

Sistem mesin penetas telur otomatis berbasis ESP32 ini bekerja dengan memanfaatkan suplai daya dari power supply yang diaktifkan melalui saklar sebagai sumber utama rangkaian. ESP32 berfungsi sebagai pusat pengendali yang menerima data dari sensor DHT22 untuk memantau suhu dan kelembaban serta dari modul RTC untuk memastikan penjadwalan otomatis pemutaran telur. Informasi kondisi suhu dan kelembaban ditampilkan secara langsung melalui LCD 16x2, sehingga dapat dipantau oleh pengguna. Berdasarkan data yang diterima, ESP32 mengendalikan dua lampu sebagai elemen pemanas melalui Relay 1 dan kipas sebagai sistem sirkulasi udara melalui Relay 2 agar kondisi inkubasi tetap stabil sesuai kebutuhan penetasan. Selain itu, ESP32 mengontrol motor stepper melalui driver motor untuk melakukan pemutaran rak telur secara berkala. Sistem ini juga mendukung konektivitas IoT melalui jaringan WiFi yang terhubung ke aplikasi Blynk, sehingga proses pemantauan dan pengendalian kondisi penetasan dapat dilakukan dari jarak jauh dan memberikan kemudahan pengguna dalam menjaga kestabilan lingkungan penetasan telur secara real time.

B) Skema Setiap Komponen

1) Perancangan Sistem Sensor DHT22



Gambar 3. Sistem Sensor DHT22

Sistem monitoring penetastelur berbasis ESP32 ini memperoleh sumber daya dari catu daya

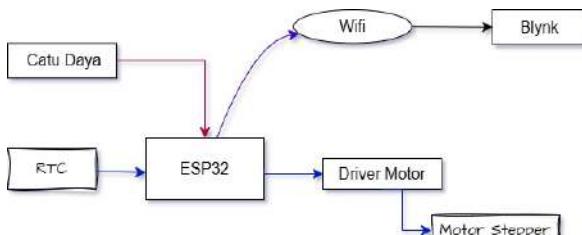
sebagai suplai utama rangkaian. Sensor DHT22 terhubung ke ESP32 untuk memberikan data suhu dan kelembapan secara terus-menerus, kemudian hasil pembacaan tersebut ditampilkan pada LCD 16x2 sebagai informasi langsung bagi pengguna. ESP32 juga dilengkapi konektivitas WiFi yang memungkinkan pengiriman data secara real time ke aplikasi Blynk, sehingga pengguna dapat melakukan pemantauan jarak jauh melalui perangkat smartphone. Dengan integrasi ini, seluruh proses pemantauan kondisi inkubator dapat dilakukan lebih mudah dan efisien baik secara langsung melalui LCD maupun melalui antarmuka aplikasi IoT.

Keterangan :

Tabel 1. Sambungan pin Sensor DHT22 dan ESP32

Sensor DHT22	ESP32
GND	Pin 4
VCC (5V)	Pin VCC
Data	Data
Not Connected	Graun

2) Perancangan Pemutaran Rak



Gambar 4. Sistem Pemutaran Rak

Sistem penetasan telur otomatis ini mengandalkan catu daya sebagai sumber energi utama yang dialirkan ke mikrokontroler ESP32 untuk menjalankan seluruh rangkaian. Modul RTC terhubung ke ESP32 memberikan informasi waktu yang akurat dalam mengatur jadwal pemutaran rak telur secara otomatis. Berdasarkan waktu yang telah diprogram, ESP32 mengontrol driver motor untuk mengaktifkan motor stepper yang bertugas memutar telur secara berkala agar perkembangan embrio tetap optimal. Selain itu, ESP32 terhubung dengan jaringan WiFi sehingga dapat mengirimkan informasi dan status kerja perangkat ke aplikasi Blynk, sehingga pengguna dapat melakukan monitoring dan pengendalian dari jarak jauh secara real time. Dengan integrasi ini, sistem mampu menjalankan proses penetasan

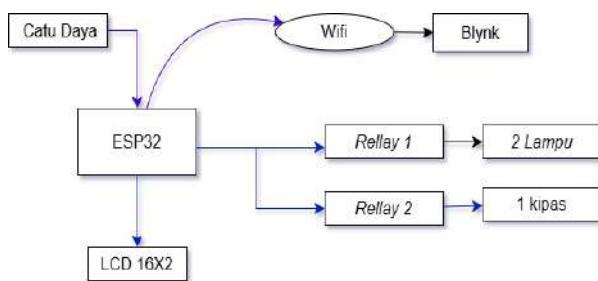
secara lebih efektif dan efisien sesuai kebutuhan pemeliharaan telur.

Keterangan :

Tabel 2. Sambungan Motor Stepper, Driver dan ESP32

Motor Stepper	Driver Motor	ESP32
(+) 5V Rellay	Merah (+) Power Suplay	5V Power Suplay
(-) 12V ke power Suplay	Kabel Hitam (-)	Pin GPiO 18
	12V dari Power Sulay	

3) Lampu dan Kipas



Gambar 5. Lampu dan Kipas

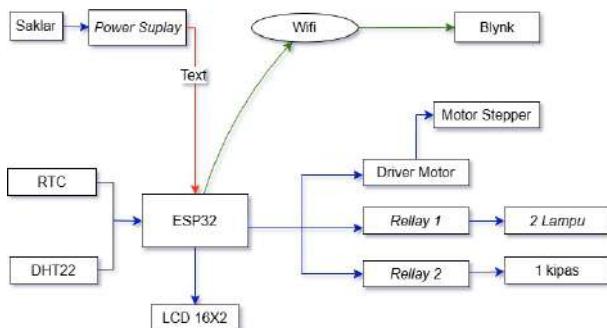
Keterangan :

Tabel 3. Lampu dan Kipas

Relay	Lampu	Kipas
Common	Kabel Merah (+)	Kabel Merah (+)
Normally Open	GPIO 5 10W	Kipas DC 12V
	Kabel Hitam (-)	Kabel Hitam (-)

B. Skema Keseluruhan Prancangan Alat

Pada prancangan ini menggunakan RTC untuk pemwaktuan pemutaran telur pada mesin tetas, sensor DHT22 untuk membaca data suhu dan data kelembaban dala runag inkubator yang akan ditampilkan pada layar LCD, ESP32 sebagai mikrokontroler untuk mengendalikan komponen elektronika dengan program, Sedangkan sambungan ke Aplikasi Blynk menggunakan koneksi WiFi, relay sebagai saklar elektronik yang dapat menghantarkan listrik untuk menyalakan dan mematikan kipas berdasarkan data suhu 30°C – 40°C Sedangkan Kelembaban sekitaran 50% - 60% dan pemutaran Rak telur tiap 4 jam sekali.



Gambar 6. Prancangan keseluruhan alat

Sistem mesin penetas telur otomatis berbasis ESP32 ini menerima suplai daya dari power supply yang diaktifkan melalui saklar sebagai sumber utama. Sensor DHT22 digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembapan di dalam inkubator, sedangkan modul RTC menyediakan informasi waktu untuk penjadwalan proses pemutaran telur. Semua data dari sensor diolah oleh ESP32 kemudian ditampilkan pada LCD 16x2 sebagai monitoring langsung bagi pengguna.

Untuk menjaga kestabilan lingkungan penetasan, ESP32 mengontrol dua lampu sebagai elemen pemanas melalui Relay 1 dan satu kipas sebagai sistem sirkulasi udara melalui Relay 2. Selain itu, ESP32 mengendalikan driver motor yang mengoperasikan motor stepper untuk memutar rak telur secara berkala agar perkembangan embrio sempurna. Sistem ini juga dilengkapi konektivitas WiFi yang terhubung dengan aplikasi Blynk sehingga pengguna dapat memantau dan mengontrol kondisi inkubator dari jarak jauh secara real time. Dengan integrasi perangkat keras dan IoT, sistem penetas telur ini mampu bekerja lebih efektif dan efisien dalam menjaga kondisi penetasan telur tetap optimal.

C. Prancangan Prangkat keras

Tahap perancangan dan implementasi mesin penetas telur otomatis menggunakan mikrokontroler ESP32. Pembahasan mencakup detail spesifikasi perangkat, rancangan perangkat keras, perangkat lunak, serta proses pengujian. Sistem dirancang untuk secara otomatis dan manual mengelola suhu, kelembapan, dan pemutaran telur guna meningkatkan keberhasilan proses penetasan.

1. Hasil Perancangan Sensor DHT22

sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban didalam inkubator mesin tetas.

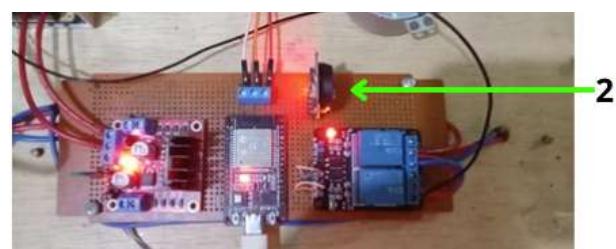


Gambar 7. Sensor DHT22

Dimana sensor DHT22 menggunakan Data Pin 4 untuk terhubung keESP32 yang digunakan untuk membaca data suhu dan data kelembaban dari sensor, Pin VCC memberikan daya ke sensor dengan tegangan 3,3V, sedangkan untuk Pin GND jalur groun Data yang diukur oleh sensor dikirim ke ESP32, kemudian diproses dan ditampilkan di LCD untuk memantau kondisi inkubator.

2. Hasil Perancangan RTC

Real Time Clock (RTC) untuk memberikan informasi waktu yang akurat kepada ESP32.



Gambar 8. RTC

Library RTC dikendalikan menggunakan TimeLib.h dan WidgetRTC.h, yang terhubung melalui protokol I2C. Modul RTC ini memastikan bahwa perangkat dapat membaca waktu dan tanggal dengan akurat untuk fitur seperti pengaturan waktu otomatis untuk motor relay. RTC mengirimkan data waktu yang digunakan untuk mengatur lampu, kipas, dan pemutaran telur, sehingga suhu terjaga pada 37–40°C, kelembaban tetap stabil di 50–60% RH, dan pemutaran telur dilakukan setiap 4 jam sekali.

3. Hasil Perancangan Saklar On/Off

Saklar On/Off digunakan peneliti sebagai pengendali utama aliran daya dari sumber daya ke

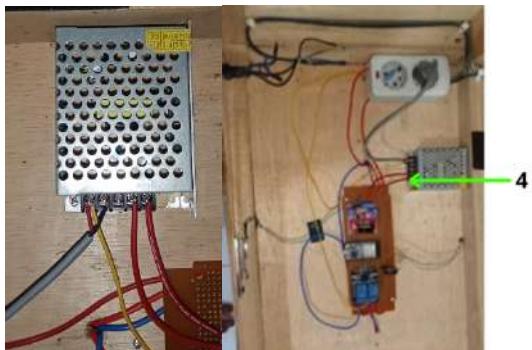
sistem. Saat saklar dinyalakan, listrik akan dialirkan ke seluruh komponen yang terhubung, ketika saklar dinyalakan sistem bekerja sesuai fungsinya. Sebaliknya, ketika saklar dimatikan, aliran daya terhenti, sehingga sistem tidak beroperasi.



Gambar 9. Saklar On/Off

4. Hasil Perancangan Power Suplay

Power Supply berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik dari 220V ke 12V, yang digunakan untuk memberi daya pada motor driver (L298N), motor, dan perangkat lainnya.



Gambar 10. Power Suplay

ESP32 menerima daya 5V dari Power Supply, yang juga digunakan untuk memberi energi pada sensor dan LCD. Tanpa Power Supply, sistem tidak dapat berfungsi karena tidak ada sumber energi yang mendukung komponen-komponennya.

5. Hasil Perancangan LCD

LCD 16x2 dihubungkan ke 5V dari ESP32 menggunakan Pin2. sedangkan Pin 1 LCD terhubung ke ground pada ESP32 untuk catu daya eksternal. Data suhu dan kelembaban data tersebut berupa informasi yang diperoleh dari sensor DHT22, seperti suhu dan kelembapan lingkungan. Dengan adanya LCD, pengguna dapat memantau kondisi mesin tetas secara langsung.

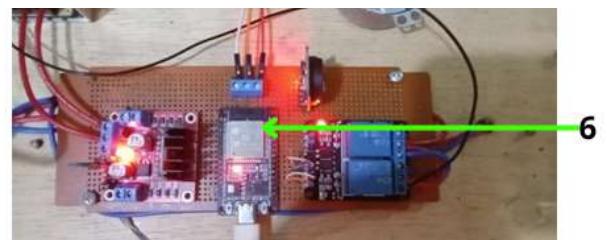


Gambar 11. LCD

Sedangkan Pin 1 LCD terhubung ke ground pada ESP32 untuk catu daya eksternal. Data suhu dan kelembaban data tersebut berupa informasi yang diperoleh dari sensor DHT22, seperti suhu dan kelembapan lingkungan. Dengan adanya LCD, pengguna dapat memantau kondisi mesin tetas secara langsung.

6. Hasil Perancangan ESP32

ESP32, yang merupakan otak dari sistem ini, membutuhkan tegangan 5V untuk beroperasi.

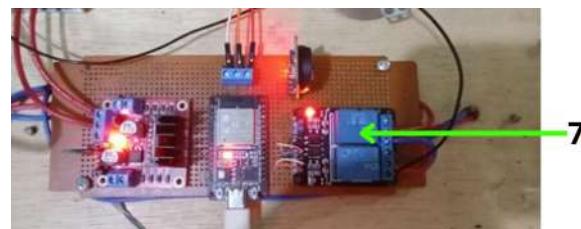


Gambar 12. ESP32

ESP32 akan mengambil daya 5V dari Driver motor, yang kemudian juga akan menyediakan 3.3V untuk komponen lain seperti RTC, DHT22, Relay, LCD serta menghubungkan dengan aplikasi *Blynk* untuk pemantauan dan pengendali jarak jauh.

7. Hasil Perancangan Rellay

Relay lampu terhubung ke GPIO 5 Relay ini digunakan untuk diaktifkan atau dimatikan Lampu berdasarkan suhu ntuk mode otomatis atau melalui aplikasi Blynk untuk mode manual.

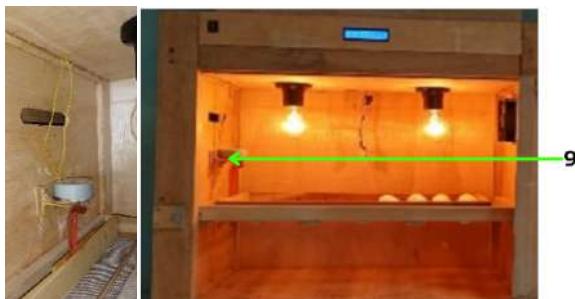


Gambar 13. Rellay

Sedangkan Pin GPO 18 untuk relay motor berfungsi mengontrol motor berdasarkan waktu jika berada dalam mode otomatis, atau melalui aplikasi Blynk jika dalam mode manual.

8. Hasil Perancangan Motor Stepper

Motor stepper untuk memutar rak telur di dalam inkubator secara teratur.



Gambar 14. Motor Stepper

Motor ini mendapatkan aliran listrik melalui Relay dengan pin GPO 18 dan Driver Motor, sementara pengaturan waktunya dikendalikan oleh RTC. Selain itu, motor stepper juga dapat dikendalikan dari jarak jauh menggunakan aplikasi *Blynk*, sehingga pengguna dapat untuk mengontrol proses penetasan secara lebih fleksibel.

9. Hasil Perancangan lampu

Pin GPIO 5 Relay ini digunakan untuk diaktifkan atau dimatikan Lampu berdasarkan suhu untuk mode otomatis atau melalui aplikasi *Blynk* untuk mode manual.



Gambar 15. Lampu

Relay berfungsi sebagai saklar otomatis yang menyalakan atau mematikan lampu berdasarkan instruksi dari ESP32. Pengendalian ini dilakukan sesuai hasil pengukuran suhu yang diperoleh dari sensor DHT22. Lampu ini memiliki pencahayaan 10W, Sistem juga dirancang agar lampu dapat dikendalikan secara manual melalui aplikasi *Blynk*.

10. Hasil Perancangan Kipas

Kipas DC 12V digunakan untuk mengontrol kelembaban pada ruang mesin tetas.



Gambar 16 Kipas

Seperti halnya lampu, kipas juga dapat dikendalikan melalui aplikasi *Blynk*, yang memungkinkan pengguna untuk memantau dan pengoperasian kipas dari jarak jauh. Ini memberi fleksibilitas lebih dalam mengelola kondisi inkubator tanpa harus berada di dekatnya.

D. Prancangan Prangkat Lunak

1. Tampilan Pada Aplikasi Blynk

Blynk adalah sebuah aplikasi yang dirancang untuk memudahkan kontrol dan pemantauan perangkat secara nirkabel. Melalui aplikasi ini, pengguna dapat mengakses sistem yang terhubung dengan ESP32 menggunakan koneksi hotspot. Dengan fitur-fitur yang mudah dioperasikan, *Blynk* memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengendalikan perangkat mereka dari jarak jauh hanya melalui smartphone.



Gambar 17. Blynk

Pada bagian yang ditandai dengan angka (1), aplikasi menunjukkan waktu dari modul RTC (Real-Time Clock). Fitur ini berfungsi untuk mengontrol durasi operasional mesin penetasan, sehingga pengguna dapat mengetahui berapa lama mesin telah beroperasi. Selanjutnya, pada angka

(2), ditampilkan nilai kelembapan yang juga ditayangkan di layar LCD. Pemantauan kelembapan ini sangat penting untuk menjaga kondisi optimal dalam mesin penetas. Sementara itu, angka (3) menunjukkan suhu di dalam mesin, yang juga disinkronkan dengan tampilan LCD agar pengguna dapat memantau kondisi suhu secara real-time, baik secara lokal maupun jarak jauh. Pada angka (4), terdapat fitur pengaturan mode operasi yang memungkinkan pengguna memilih antara mode manual dan mode otomatis. Mode manual memberikan fleksibilitas tambahan, di mana pada angka (5), pengguna dapat mengontrol kipas secara manual untuk menyesuaikan aliran udara sesuai kebutuhan. Begitu pula dengan angka (6), yang digunakan untuk mengontrol lampu secara manual. Selain itu, pada angka (7), terdapat kontrol manual untuk memutar rak telur, yang memastikan posisi telur dapat diatur secara optimal selama proses penetasan. Tampilan aplikasi ini dirancang untuk memudahkan pengguna dalam memonitor dan mengontrol seluruh fungsi mesin penetasan telur, baik secara otomatis maupun manual, demi mencapai hasil penetasan yang maksimal.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Skenario Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh komponen pada mesin penetas telur otomatis bekerja sesuai fungsi yang telah dirancang. Pertama, dilakukan pengujian sensor DHT22 untuk memastikan pembacaan suhu dan kelembapan sesuai kondisi di dalam mesin. Kemudian, ESP32 diatur untuk mengaktifkan lampu pemanas melalui relay apabila suhu berada di bawah nilai yang ditentukan dan mematikannya ketika suhu mencapai batas yang sesuai. Selanjutnya, kipas diuji untuk memastikan dapat menyala ketika kelembapan melebihi batas yang telah diatur.

Pengujian motor stepper dilakukan dengan memastikan motor dapat memutar rak telur secara otomatis pada interval waktu tertentu yang dikontrol oleh RTC. Tampilan LCD 16x2 juga diuji untuk memastikan informasi suhu, kelembapan, dan status komponen dapat terbaca dengan jelas. Terakhir, dilakukan pengujian koneksi WiFi dan Blynk untuk mengecek apakah sistem dapat mengirim notifikasi dan dapat dikendalikan jarak jauh melalui smartphone.

Dengan skenario ini, seluruh fitur utama diuji untuk memastikan sistem berjalan optimal dan dapat mendukung proses penetasan telur secara otomatis.

B. Hasil Tabel Pengujian

Tabel 4. Pengujian Sistem Sensor DHT22

NO	WAKTU RTC	PEMBACAAN SENSOR	
		SUHU	KELEMBABAN
1.	01:34:43	38.0C'	58:2%
2.	03:13:39	40.8C'	56:8%
3.	04:01:11	31.1C'	68:4%
4.	00:57:37	38.2C'	54:8%
5.	04:01:07	37.6C'	49:9%

Tabel Pengujian sensor DHT22 ini bertujuan untuk melihat akuratnya sensor DHT22 dalam mendekripsi suhu dan kelembaban dalam inkubator mesin penetasan telur. DHT22 Mengukur suhu dan kelembaban, yang informasinya dikirim ke ESP32 dan di tampilkan melalui LCD.

Tabel 5. Pengujian Lampu dan Kipas

NO	PEMBACAAN LAMPU DAN KIPAS			
	DHT22		LAMPU (On/off)	KIPAS (On/off)
	S	K		
1.	38.0C'	58:2%	On	Off
2.	40.8C'	56:8%	On	Off
3.	31.1C'	68:4%	On	Off
4.	38.2C'	54:8%	On	Off
5.	37.6C'	49:9%	On	Off

Pengujian tahap ini menggunakan sensor DHT22 yang digunakan untuk menguji aksi kendali *on/Off* lampu dan kipas berdasarkan informasi suhu dan kelembaban yang terukur pada sensor DHT22. Sistem juga dirancang lampu dan kipas dapat dikendalikan secara manual melalui aplikasi Blynk. Pengguna dapat memantau kondisi suhu dan mengontrol lampu dari jarak jauh menggunakan smartphone.

Tabel 6. Pengujian Rak Telur

No	WAKTU RTC	MOTOR STEPPER
		(On/off)
1.	09-01	On
2.	13-04	On
3.	17-09	On
4.	21-11	On
5.	01-13	On

Tabel di atas dirancang untuk menguji aksi kendali motor Stepper dalam hal menggerakan rak telur berdasarkan informasi waktu dari RTC. Pada kondisi implementasi, pemutaran rak telur akan dilakukan setiap 4 jam sekali, sama seperti lampu dan kipas motor dapat di kontrol melalui aplikasi Blynk. Sama halnya dengan lampu dan kipas pengguna juga dapat memantau dan mengontrol pemutaran rak telur dari jarak jauh menggunakan smartphone.

Tabel 7. Pengujian Keseluruhan

NO	TANGGAL	RTC (Waktu)	DHT22		LAMPU	KIPAS	MOTO
			Suhu	Kelembaban	(On/Off)	(On/Off)	(On/Off)
1.	29/12/2024	01:34:43	38.0C'	58:2%	On	Off	Off
2.	30/12/2024	03:13:39	40.8C'	56:8%	On	Off	Off
3.	31/12/2024	04:01:11	31.1C'	68:4%	On	Off	On
4.	01/01/2025	05:57:37	38.2C'	54:8%	On	Off	Off
5.	02/01/2025	03:47:19	36.8C'	61:7%	On	Off	On
6.	03/01/2025	03:50:12	33.8C'	72:1%	On	Off	Off
7.	04/01/2025	04:06:04	42.0C'	53:3%	Off	On	Off
8.	05/01/2025	04:06:04	42.0C'	53:3%	On	Off	On
9.	06/01/2025	05:24:21	39.8C'	56:0%	On	Off	Off
10.	07/01/2025	07:05:06	37.7C'	60:4%	On	Off	Off
11.	08/01/2025	07:47:46	37.4C'	60:2%	On	Off	Off
12.	09/01/2025	08:25:35	35.9C'	63:1%	On	Off	Off
13.	10/01/2025	08:32:15	42.8C'	45:3%	On	Off	Off
14.	11/01/2025	08:34:44	37.8C'	53:7%	On	Off	Off
15.	12/01/2025	06:47:12	34.3C'	64:3%	On	Off	Off
16.	13/01/2025	06:47:19	34.30C'	64:30%	On	Off	Off
17.	14/01/2025	06:46:07	34.3C'	65:10%	On	Off	Off
18.	15/01/2025	06:39:25	34.20C'	65:10%	On	Off	Off
19.	16/01/2025	06:41:21	34.10C'	65:30%	On	Off	Off
20.	17/01/2025	06:35:32	36.10C'	60:10%	On	Off	Off
21.	18/01/2025	06:35:12	36.40C'	59:80%	On	Off	Off

pembacaan pertama menunjukkan dari sisi suhu, data menunjukkan fluktuasi yang signifikan. Suhu terendah tercatat pada 31 Desember 2024, yaitu 31.1°C, sedangkan suhu tertinggi mencapai 42.8°C pada 10 Januari 2025. Suhu cenderung tinggi hampir setiap hari, dengan nilai di atas 35°C, yang menunjukkan kondisi lingkungan yang cukup

panas selama periode pengamatan. Kelembapan, di sisi lain, bervariasi antara 45.3% hingga 72.1%. Nilai kelembapan tertinggi tercatat pada 03 Januari 2025, sebesar 72.1%, sedangkan nilai terendah terjadi pada 10 Januari 2025, yaitu 45.3%. Pola ini menunjukkan bahwa kelembapan cenderung menurun saat suhu meningkat, seperti yang terlihat pada suhu ekstrem pada 10 Januari 2025, di mana kelembapan berada pada titik terendah.

Lampu dalam sistem ini sebagian besar menyala setiap hari, kecuali pada 04 Januari 2025, di mana lampu dalam kondisi mati. Aktivitas lampu tampaknya tidak dipengaruhi oleh fluktuasi suhu maupun kelembapan, mengindikasikan bahwa lampu diatur untuk menyala berdasarkan logika terprogram yang tidak bergantung pada kondisi lingkungan. Kipas, berbeda dengan lampu, hanya menyala pada 04 Januari 2025, meskipun kelembapan pada hari tersebut tidak termasuk yang tertinggi.

Aktivitas kipas tampaknya tidak terintegrasi langsung dengan sensor suhu atau kelembapan, karena pada suhu dan kelembapan ekstrem lainnya, kipas tetap dalam kondisi mati. Hal ini menunjukkan bahwa logika pengoperasian kipas mungkin masih perlu ditingkatkan. Motor stepper dalam sistem ini menunjukkan pola yang sangat konsisten. Berdasarkan data, motor stepper menyala setiap 4 jam sekali, seperti yang terlihat pada waktu aktif pada 31 Desember 2024 (04:01), 02 Januari 2025 (03:47), dan 05 Januari 2025 (04:06). Pola ini membuktikan bahwa pengaturan otomatis berbasis RTC berjalan dengan baik dan sesuai jadwal yang diharapkan.

Secara keseluruhan, sistem ini berfungsi dengan stabil, terutama pada pengoperasian lampu dan motor stepper. Namun, kipas tampaknya membutuhkan logika tambahan agar lebih responsif terhadap kondisi suhu tinggi atau kelembapan tinggi. Dengan integrasi yang lebih baik antara sensor dan kipas, sistem dapat lebih efisien dan optimal dalam menjaga kondisi lingkungan sesuai kebutuhan.

C. Hasil Pengujian Telur



Gambar 18. Pengujian Telur

(1) Selama tiga hari pertama sejak telur dimasukkan ke dalam mesin penetas, belum terlihat adanya perubahan yang signifikan pada telur. (2) Pada hari ke-4 hingga ke-6, mulai terlihat tanda-tanda perubahan pada isi telur. Perubahan ini terlihat seperti adanya bentuk akar yang mulai berkembang di dalam telur. (3) Setelah hari ke-7 hingga ke-9, tidak tampak perubahan yang berarti dibandingkan dengan kondisi sebelumnya. Namun, bagian dalam telur mulai menunjukkan perkembangan yang lebih stabil. (4) Pada hari ke-10 hingga ke-12, isi telur mulai menjadi lebih padat. Hal ini dapat diamati dengan kondisi telur yang tampak lebih gelap dan terasa lebih berat dibandingkan sebelumnya. (5) Perkembangan semakin nyata pada hari ke-13 hingga ke-16, di mana mulai muncul banyak retakan pada cangkang telur. Retakan ini menunjukkan bahwa telur semakin dekat dengan tahap penetasan. (6) Pada periode ini, embrio yang berada di dalam telur telah berkembang sepenuhnya menjadi anak ayam. dapat melihat embrio mulai bergerak untuk memposisikan dirinya mendekati bagian cangkang yang lebih tipis. Peneliti sering mendengar suara kecil dari dalam telur juga sering terdengar, menandakan bahwa proses penetasan akan segera terjadi. (7) Pada hari ke-21, anak ayam mulai memecahkan cangkang telur dari dalam proses ini disebut piping. Anak ayam menggunakan paruhnya untuk membuat lubang kecil di cangkang, yang perlahan membesar hingga akhirnya anak ayam keluar dari telur. Setelah menetas, anak ayam akan terlihat basah

dan membutuhkan waktu untuk mengeringkan bulunya di dalam mesin tetas. Dari total 9 butir telur yang diuji, sebanyak 6 butir berhasil menetas dengan baik, menghasilkan anak ayam yang sehat. Hal ini menunjukkan tingkat keberhasilan penetasan sebesar **66,7%**. Sementara itu, 3 butir telur mengalami kerusakan, yang berarti **33,3%** dari total telur tidak berhasil menetas. Kerusakan telur dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kegagalan perkembangan embrio, ketidakstabilan suhu atau kelembaban dalam mesin tetas, atau cacat bawaan pada telur. Meski demikian, tingkat keberhasilan yang mencapai lebih dari 50% menunjukkan bahwa mesin tetas otomatis berbasis mikrokontroler ESP32 sudah cukup efektif, namun masih perlu perbaikan untuk meningkatkan hasil penetasan.

V. KESIMPULAN

Mesin penetas telur otomatis berbasis ESP32 yang dirancang dalam penelitian ini mampu mengontrol suhu, kelembaban, serta pemutaran telur secara otomatis sesuai kebutuhan proses penetasan. Sistem juga dilengkapi pemantauan dan pengendalian jarak jauh melalui aplikasi Blynk sehingga lebih praktis digunakan oleh peternak. Berdasarkan hasil pengujian, seluruh komponen dapat bekerja dengan baik dan responsif terhadap kondisi di dalam inkubator. Dengan demikian, alat ini dapat menjadi solusi yang efektif dan terjangkau untuk meningkatkan keberhasilan penetasan telur unggas bagi peternak kecil maupun menengah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. (2024). *Statistik Peternakan Indonesia 2024*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- [2]. Dinas Peternakan Provinsi Nusa Tenggara Barat. (2024). *Data Populasi Unggas NTB per Februari 2024*. Pemerintah Provinsi NTB.
- [3]. Putra, A., dkk. (2022). Analisis Kendala Penggunaan Mesin Penetas pada Peternak Kecil. *Jurnal Teknologi Peternakan*, 5(2), 77–84.
- [4]. Rahman, A., dkk. (2020). Inovasi Mesin Penetas Telur Otomatis untuk Peningkatan Produksi Unggas. *Jurnal Sains dan Teknologi Ternak*, 8(1), 45–53.
- [5]. Rahmawati, S., & Fadillah, R. (2021). Sistem Penetas Telur Ayam Otomatis Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dan Platform Blynk. *Jurnal Teknologi Informasi*, 9(3), 112–119.
- [6]. Sahri, D. S., dkk. (2023). Implementasi ESP32-CAM pada Pemantauan Penetasan Telur Ayam

- Berbasis Notifikasi Telegram. *Jurnal Elektronika dan Otomasi*, 4(2), 58–67.
- [7]. Sari, R., dkk. (2023). Pengaruh Faktor Lingkungan terhadap Keberhasilan Penetasan Telur Ayam. *Jurnal Ilmu Ternak*, 11(1), 23–31.
- [8]. Suhada, I. (2023). Kendala Beternak Ayam Kampung di Tingkat Peternak Pemula. *Wawancara Pribadi*, 14 Agustus 2023.
- [9]. Suhada, R., dkk. (2022). Studi Produktivitas Ayam dan Itik dalam Sistem Peternakan Rakyat. *Jurnal Peternakan Nusantara*, 6(4), 90–98.
- [10]. Wahyuni, A., dkk. (2021). Analisis Keberhasilan Penetasan Alami dan Faktor Pembatasnya. *Jurnal Agripet*, 21(2), 101–109.