

# ALAT PENETAS TELUR OTOMATIS BERBASIS ANDROID

Satria Bagaskara; Fajar Suryawan

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah  
Surakarta

## Abstrak

Penetasan telur selama 21 hari yang difasilitasi oleh mesin tetas ini menawarkan banyak keuntungan, menjadikannya pilihan yang lebih nyaman dibandingkan dengan metode penetasan tradisional. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk berinovasi dan menerapkan penggunaan sensor DHT 11 dalam menciptakan penetas telur otomatis berbasis android. Tujuannya adalah untuk menyederhanakan pemantauan kondisi telur di dalam ruang penetas bagi peternak, memungkinkan mereka melakukannya dari jarak hingga 10 meter. Keuntungan mesin ini meliputi biaya perakitan yang lebih rendah dan integrasi sensor terkini, khususnya DHT 11 untuk mengukur suhu dan kelembapan, ditambah motor ayunan untuk mengotomatiskan pergerakan telur. Metodologi penelitian melibatkan penggunaan lampu pijar/bohlam 220V/AC, 19 butir telur untuk pengujian dalam box penetas telur yang terbuat dari triplek. Regulasi suhu berkisar antara 37-38 °C, sementara kelembapan dipertahankan antara 53-63%. Selanjutnya, hasil yang diperoleh akan dianalisis, mengungkapkan nilai korelasi antara suhu dan kelembapan sebesar -0,9903, menandakan hubungan terbalik. Nilai kesalahan standar, kurang dari 0,1 untuk suhu dan kurang dari 1 untuk kelembapan, menunjukkan bahwa kontrol suhu pada penetas telur otomatis ini sudah cukup akurat.

**Kata kunci** : Penetas otomatis berbasis android

## Abstract

Egg incubation over 21 days facilitated by this incubator machine offers numerous advantages, making it a more convenient choice compared to traditional incubation methods. The primary objective of this research is to innovate and implement the use of DHT 11 sensors to create an Android-based automatic egg incubator. The goal is to simplify the monitoring of egg conditions within the incubation chamber for farmers, allowing them to do so from a distance of up to 10 meters. The machine's advantages include lower assembly costs and the integration of cutting-edge sensors, particularly the DHT 11 for measuring temperature and humidity, along with a swing motor to automate egg movement. The research methodology involves the use of a 220V/AC incandescent bulb, testing 19 eggs in an egg incubation box made of plywood. Temperature regulation falls within the range of 38-40 °C, while humidity is maintained between 53-63%. Subsequently, the obtained results will be analyzed, revealing a correlation value between temperature and humidity of -0.9903, indicating an inverse relationship. The standard error values, less than 0.1 for temperature and less than 1 for humidity, suggest that temperature control in this automatic egg incubator is sufficiently accurate.

**Keywords** : Android based egg incubator

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang pesat saat ini mewajibkan kita untuk terus memperbarui pengetahuan dan keterampilan agar tidak tertinggal dari arus kemajuan ilmu pengetahuan dan

teknologi. Dampak besar yang dihasilkan oleh kemajuan ini sangat memengaruhi kehidupan manusia, mendorong pengembangan dan pemahaman ilmu pengetahuan secara lebih mendalam.

Bidang peternakan, sebagai salah satu pilar ekonomi masyarakat, mengalami kemajuan teknologi yang signifikan. Usaha beternak ayam, dengan nilai ekonomis yang tinggi, menawarkan prospek yang cerah. Keberhasilan peternakan ayam tidak hanya disebabkan oleh popularitas daging ayam sebagai konsumsi umum, tetapi juga tingginya permintaan terhadap telur, menjadikannya usaha yang sangat menguntungkan. Penerapan alat penetas telur berbasis Android menjadi elemen kunci dalam meningkatkan kesuksesan di sektor peternakan, memungkinkan objek untuk mentransfer data secara otomatis melalui jaringan tanpa adanya interaksi manusia. Dalam konteks ini, penggunaan alat Arduino Wemos D1 R32 Esp32 membantu mempermudah tugas para peternak. Dorongan teknologi modern juga memberikan dampak positif pada kemajuan usaha peternakan. Penggunaan teknologi penetas telur ayam, terutama yang berbasis Android, menjadi semakin relevan. Alat ini, dengan kemampuan monitoring otomatis, memberikan informasi suhu dan kelembaban selama proses penetasan telur. Teknologi inkubasi telur buatan, yang melibatkan mesin penetas telur, memberikan keunggulan dengan mengurangi waktu mengering anak ayam, meningkatkan produksi telur ayam betina, dan menghasilkan anak ayam dalam jumlah besar secara bersamaan. Oleh karena itu, pencapaian tujuan tersebut memerlukan pengembangan alat penetas telur otomatis dengan spesifikasi yang diadaptasi untuk handphone Android, sebuah peralatan yang sangat penting bagi para peternak. Namun, disayangkan masih banyak peternak yang menggunakan alat penetas telur yang belum efektif dan efisien. Oleh karena itu, penggunaan teknologi Android dapat menjadi solusi untuk meningkatkan kinerja alat penetas telur yang sudah ada.

NodeMCU ESP8266 adalah sebuah platform open-source dan fondasi program IoT yang menggunakan bahasa pemrograman Lua. Sensor DHT11, dengan fungsi sensing suhu dan kelembaban, menyediakan output tegangan analog dan dapat diolah lebih lanjut menggunakan mikrokontroler, tergolong dalam elemen resistif seperti perangkat pengukur suhu, seperti NTC. Gagasan untuk mengembangkan alat penetas telur dengan menggunakan Android melibatkan penghubungan sensor suhu dan kelembaban pada Arduino. Sensor tersebut mampu membaca suhu dan kelembaban udara dalam ruangan penetasan, memungkinkan penentuan kondisi ideal untuk penetasan yang baik. Selain itu, koneksi Arduino dengan Android memungkinkan peternak untuk memonitor dan mengendalikan alat penetas telur melalui aplikasi yang terinstal pada smartphone. Penggunaan teknologi Arduino pada alat penetas telur membawa berbagai manfaat, antara lain, penentuan kondisi ideal yang lebih akurat, mempermudah pemantauan dan

pengaturan jarak jauh, peningkatan produktivitas dan efisiensi proses penetasan telur, serta mengurangi tingkat kegagalan penetasan.

## **2. METODE**

### **2.1 Perancangan Alat**

Alat Penetas Telur Otomatis didesain untuk mengatur suhu dan kelembaban di dalam kotak penetasan telur serta mengendalikan *motor* DC untuk memutar telur secara otomatis selama masa penetasan. Proses perancangan sistem ini melibatkan beberapa langkah, termasuk memenuhi kebutuhan komponen, merancang mesin penetas telur, membuat sistem mekanik, pemrograman, dan uji coba alat untuk memastikan kinerjanya sesuai dengan yang diinginkan. *motor* DC untuk memutar telur secara otomatis selama masa penetasan. Proses perancangan sistem ini melibatkan beberapa langkah, termasuk memenuhi kebutuhan komponen, merancang mesin penetas telur, membuat sistem mekanik, pemrograman, dan uji coba alat untuk memastikan kinerja

Kebutuhan alat penetas telur otomatis terbagi menjadi 2 bagian :

#### **2.1.1 Hardware**

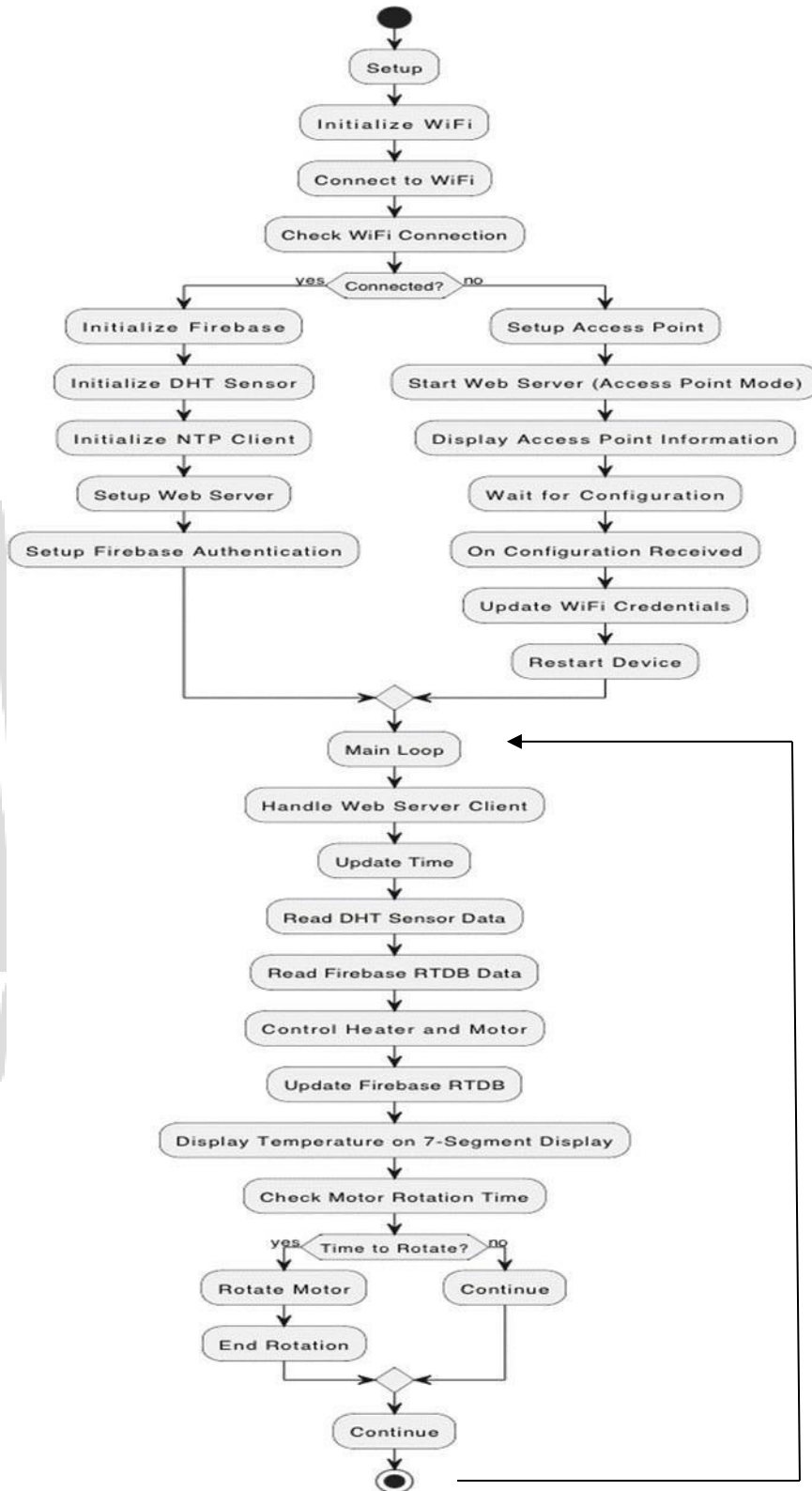
- a. Mikrokontroler Arduino Wemos D1 R32 sebagai pemrosesan data dan perangkat program.
- b. Sensor DHT11 sebagai sensor untuk mengukur suhu dan kelembaban pada kotak penetas telur.
- c. Layar LCD untuk menampilkan hasil pengukuran suhu dan kelembaban.
- d. Motor stepper berperan sebagai penggerak rak telur dengan sistem geser.
- e. Lampu pijar berfungsi sebagai pemanas pada kotak penetas telur.
- f. Relay 5v sebagai pengendali lampu.
- g. Esp32.
- h. Handphone android sebagai pengontrol alat penetas telur.

#### **2.1.2 Software**

- a. Aplikasi program Arduino IDE
- b. Aplikasi penetas telur di android
- c. *Firestore*

### **2.2 Flowchart**

Pembuatan alat ini dilakukan sesuai dengan langkah-langkah yang tercantum dalam *flowchart* penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart*

Program dimulai dengan langkah *Setup*, yang melibatkan inisialisasi awal program. Selanjutnya, pada langkah *Initialize WiFi*, modul WiFi disiapkan untuk koneksi, diikuti oleh langkah *Connect to WiFi* untuk mencoba terhubung ke jaringan WiFi yang telah ditentukan. Setelah itu, langkah *Check WiFi Connection* memeriksa keberhasilan koneksi WiFi. Jika koneksi berhasil, program akan melanjutkan ke langkah-langkah berikut: menginisialisasi *Firebase*, sensor DHT, *NTP Client*, dan konfigurasi server web. Namun, jika koneksi WiFi tidak berhasil, program beralih ke mode *Access Point* untuk konfigurasi.

Setelah persiapan jaringan, program melakukan inisialisasi koneksi ke layanan *Firebase* pada langkah *Initialize Firebase*, kemudian mempersiapkan dan menginisialisasi sensor suhu dan kelembaban DHT pada langkah *Initialize DHT Sensor*, serta mengatur klien NTP untuk memperoleh waktu dari server pada langkah *Initialize NTP Client*.

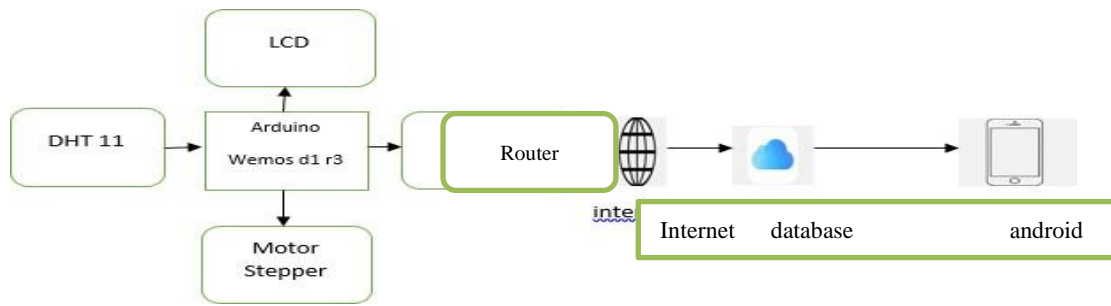
Langkah selanjutnya adalah *Setup Web Server*, di mana server web dibuat untuk melayani permintaan HTTP, dan *Setup Firebase Authentication* untuk menyiapkan otentikasi *Firebase*. Jika koneksi WiFi sebelumnya tidak berhasil, program beralih ke mode *Access Point* pada langkah *Setup Access Point*, di mana server web berjalan untuk menerima konfigurasi WiFi.

Proses konfigurasi WiFi dilanjutkan dengan menampilkan informasi yang diperlukan pada langkah *Display Access Point Information*, dan program menunggu konfigurasi WiFi dari pengguna pada langkah *Wait for Configuration*. Setelah konfigurasi diterima pada langkah *On Configuration Received*, kredensial WiFi diperbarui pada langkah *Update WiFi Credentials*. Program kemudian merestart perangkat dengan kredensial WiFi yang baru pada langkah *Restart Device* dan masuk ke dalam loop utama program pada langkah *Main Loop*.

Dalam loop utama, program terus memproses permintaan dari klien server web pada langkah *Handle Web Server Client*, memperbarui waktu menggunakan klien NTP pada langkah *Update Time*, membaca data suhu dan kelembaban dari sensor DHT pada langkah *Read DHT Sensor Data*, serta membaca data dari *Firebase Realtime Database* pada langkah *Read Firebase RTDB Data*. Program juga mengontrol pemanas dan motor berdasarkan data yang dibaca pada langkah *Control Heater and Motor*, mengirim pembaruan data ke *Firebase Realtime Database* pada langkah *Update Firebase RTDB*, dan menampilkan suhu pada display 7-segmen pada langkah *Display Temperature on 7-Segment Display*.

Selanjutnya, program memeriksa apakah saatnya memutar motor pada langkah *Check Motor Rotation Time*, dan jika iya, akan memutar motor pada langkah *Rotate Motor*. Proses putaran motor diakhiri pada langkah *End Rotation*, dan program dapat memilih untuk melanjutkan loop utama pada langkah *Continue* atau mengakhiri program pada langkah *Stop*.

## 2.3 Diagram Blok Sistem



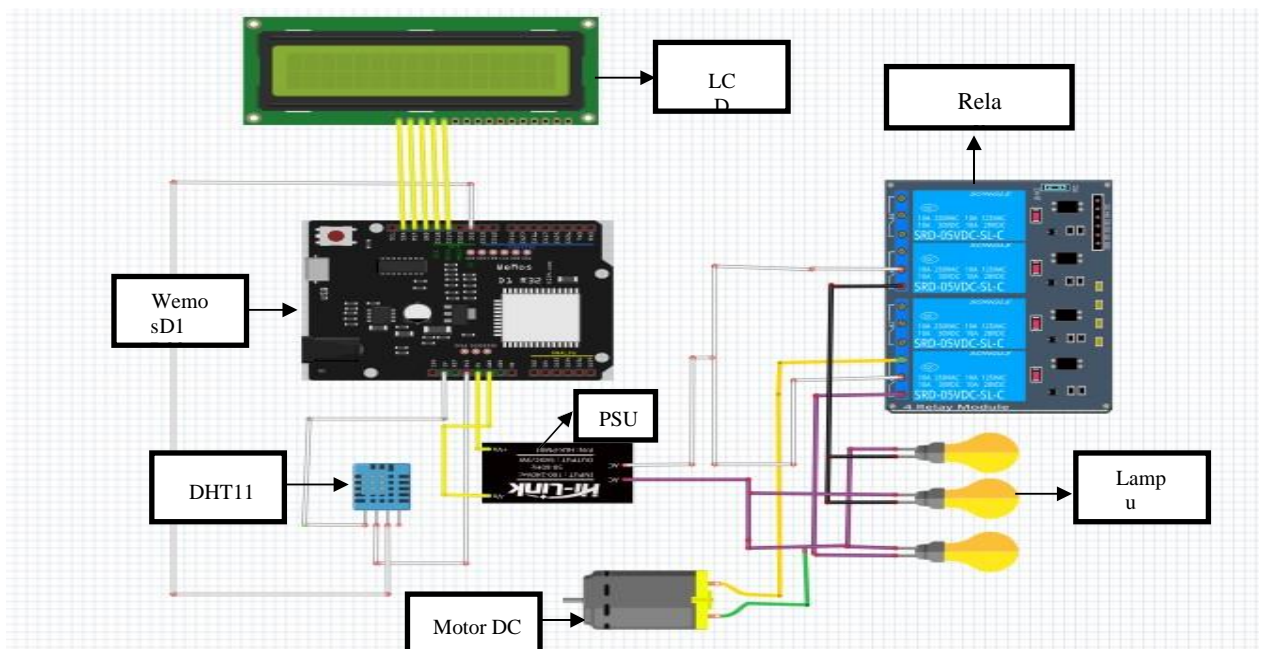
Gambar 2. Diagram Blok Sistem Data Dari DHT11 Pada Wemos D1 R3 Esp32 untuk diProses

Sensor DHT11 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban di dalam inkubator. Data yang diperoleh dari sensor ini akan dikirimkan ke mikrokontroler Wemos D1 R32. Mikrokontroler tersebut akan meneruskan nilai suhu dan kelembaban ke LCD untuk ditampilkan. Wemos D1 R32 diatur dalam mode station terlebih dahulu dan kemudian dihubungkan dengan router atau access point. Untuk terhubung, perlu disediakan SSID dan kata sandi dari access point pada program mikrokontroler. Accesspoint yang telah terhubung dengan jaringan internet akan meneruskan data pembacaan ke database, dan informasi tersebut dapat diakses melalui web interface pada komputer atau smartphone yang terhubung dengan internet.

Melalui web interface, selain mendapatkan informasi tentang suhu dan kelembaban, pengguna juga dapat menerima pemberitahuan mengenai deteksi gerakan telur yang telah menetas. Terdapat juga peringatan jika kondisi kelembaban melebihi atau kurang dari setpoint, sehingga pengguna dapat menambahkan air ke dalam inkubator untuk menjaga kelembaban tetap ideal. Untuk menjaga suhu tetap optimal, inkubator akan mengaktifkan lampu bohlam sebagai pemanas ketika suhu di dalam inkubator di bawah atau sama dengan setpoint suhu bawah. Sebaliknya, lampu pemanas akan dimatikan ketika suhu mencapai atau melebihi setpoint suhu atas, sehingga suhu dalam inkubator perlahan turun.



## 2.4 Skema Rangkaian



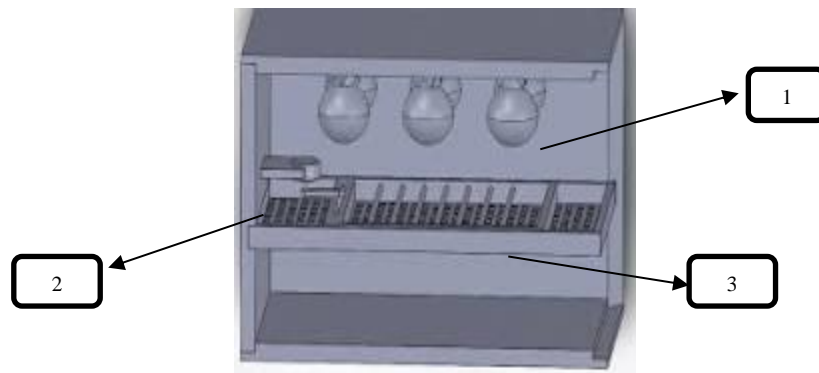
Gambar 3. Skema Rangkaian Sistem

Skema rangkaian sistem ini telah dirancang untuk mengontrol dan memantau kondisi dalam inkubator. Komponen utama yang terlibat meliputi LCD, sensor DHT11, motor DC, lampu pijar, WemosD1 R32 (ESP32), power supply, dan empat relay. Sensor DHT11 bertugas membaca suhu dan kelembaban di dalam inkubator, sedangkan LCD digunakan untuk menampilkan informasi suhu, kelembaban, dan status lainnya secara visual.

Motor DC berfungsi sebagai elemen pengontrol dalam inkubator, mungkin untuk mengatur ventilasi atau perangkat lainnya. Lampu pijar bertindak sebagai pemanas dalam inkubator untuk menjaga suhu sesuai dengan kebutuhan. Wemos D1 R32 (ESP32) berperan sebagai mikrokontroler yang bertanggung jawab atas pengaturan dan pemantauan kondisi inkubator. Sistem mendapatkan daya dari power supply, dan empat relay digunakan sebagai saklar kontrol untuk mengontrol motor DC, lampu pijar, atau perangkat lainnya dalam inkubator.

Koneksi antar komponen diatur dengan cermat: Sensor DHT11 terhubung ke Wemos D1 R32 untuk mengukur suhu dan kelembaban, sementara LCD terhubung ke Wemos D1 R32 untuk menampilkan informasi tersebut. Motor DC dan lampu pijar terhubung ke relay yang dikendalikan oleh Wemos D1 R32, memungkinkan kontrol terhadap suhu dan kondisi inkubator. Wemos D1 R32 diberi daya oleh power supply untuk menjalankan operasionalnya. Namun, penting untuk dicatat bahwa koneksi dan konfigurasi spesifik dapat bervariasi tergantung pada rincian teknis dan kebutuhan khusus sistem inkubator yang dirancang.

## 2.5 Gambar Konteks Fisik Alat



Gambar 4. Konteks Fisik Alat

Keterangan :

- 1) Lampu Pijar berfungsi sebagai pemanas atau penghangat
- 2) Motor AC digunakan untuk menggerakkan rak geser pada mesin penetas.
- 3) Rak Telur berfungsi sebagai tempat peletakan telur yang akan ditetaskan

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 1 Tabel Hasil Uji Coba Elektronik**

NO	Uji coba elektronik	Fungsi	Hasil	
			Valid	Invalid
1	Wemos D1 R32 Esp32	Mengendalikan berbagai proses dalam sistem penetasan telur	<input type="checkbox"/>	-
2	Sensor DHT 11	Digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban pada alat penetasan telur.	<input type="checkbox"/>	-
3	RTC	Berperan dalam mengatur waktu pada seluruh proses penetasan telur.	<input type="checkbox"/>	-
4	Power Supply	Menyediakan tegangan ke perangkat lain dengan nilai 3.3 V melalui stepdown.	<input type="checkbox"/>	-
5	Stepdown	Berfungsi mengurangi tegangan sesuai dengan kebutuhan.	<input type="checkbox"/>	-



6	SSR ( <i>Solid State Relay</i> )	Mengontrol arus listrik yang masuk ke dalam sistem secara solid dan efisien.	□	-
---	----------------------------------	--	---	---

Dari data tersebut, Alat yang terdiri dari Wemos D1 R32 ESP32, sensor DHT11, RTC, power supply stepdown, dan SSR, dapat diuji validitasnya melalui serangkaian langkah. Pertama, lakukan pemeriksaan fisik untuk memastikan koneksi dan integritas komponen. Selanjutnya, uji sensor DHT11 dan RTC untuk memastikan pembacaan data dan waktu yang akurat. Periksa tegangan output power supply stepdown dan pastikan sesuai dengan kebutuhan. Uji SSR dengan memberikan sinyal kontrol dan memastikan bahwa daya mengalir ke perangkat terkait. Selain itu, pastikan integrasi keseluruhan berjalan dengan baik dan gunakan fitur logging untuk melacak nilai-nilai dan status selama pengujian. Dengan langkah-langkah ini, validasi alat dapat dilakukan untuk memastikan kinerjanya sesuai dengan kebutuhan aplikasi yang diinginkan.

**Tabel 2 Perbandingan sensor dengan thermometer**

No	Sensor(°C)	Thermometer (°C)	Persentase Perbedaan Kesalahan(%)
1	34,7	34,8	0,1
2	35,5	35,0	0,5
3	36,4	36,2	0,2
4	37,0	37,4	0,4
5	38,0	38,0	0
Rata-rata <i>error</i>			<b>0,24</b>

Dari eksperimen tersebut, ditemukan perbandingan antara sensor dengan termometer, dengan selisih sekitar 0.24% selama pengujian alat. Perbandingan ini akan menjadi faktor pertimbangan untuk rentang suhu yang optimal guna mencapai hasil penetasan telur yang baik. Nilai hasil penetasan telur diketahui optimal pada rentang suhu 37,00 hingga 38,00°C.

**Tabel 3 Analisa suhu dan kelembaban telur**

H a r i	Waktu					
	Pagi (08.00-08.15)		Sore (16.00-16.15)		Malam (22.00-22.15)	
	Suhu(°C)	lembaban(%)	Suhu(°C)	lembaban(%)	Suhu(°C)	lembaban(%)
1	38,10	56,10	38,00	56,60	38,10	53,50
2	38,00	60,80	38,10	63,70	38,10	61,60

3	38,10	73,00	38,10	60,60	38,10	60,30
4	38,10	61,80	38,10	60,60	38,10	60,30
5	38,05	59,10	38,10	59,40	38,00	59,30
6	38,00	59,50	38,00	59,50	38,10	59,90
7	38,10	60,40	38,05	60,50	38,10	59,80
8	38,00	59,00	38,10	60,10	38,10	60,40
9	38,00	59,20	38,05	59,70	38,10	60,20
10	38,05	59,70	38,10	59,90	38,10	59,50
11	38,05	60,20	38,10	59,80	38,10	59,40
12	38,10	58,00	38,10	59,30	38,10	59,90
13	38,10	59,50	38,05	59,30	38,10	59,90
14	38,10	59,30	38,00	60,10	38,05	60,50
15	38,05	60,50	38,10	65,00	38,06	60,60
16	38,05	59,80	38,10	60,10	38,05	60,50
17	38,10	59,80	38,10	60,00	38,10	60,40
18	38,05	59,90	38,10	60,20	38,10	60,40
19	38,10	62,10	38,10	61,20	38,10	62,70
20	38,10	61,70	38,10	62,50	38,05	62,00
21	38,10	62,20	38,10	62,50	38,05	62,00

Berdasarkan data di atas pengujian dilakukan 21 hari dengan jumlah telur selama proses penetasan berjumlah telur ayam selama proses penetasan berjumlah 19 butir. Diwaktu pergerakan motor dc sekitar 3 kali selama waktu proses penetasan untuk mendapatkan hasil embrio yang baik. Pergerakan ini selama 15 menit dimana waktu saat pergerakan motor terjadi di jam 08.00, 16.00, dan 22.00 pada saat pengujian data didapatkan hasil 38,10°C dengan kelembapan 60% perbandingan besar terlihat pada saat hari pertama sampai hari ketiga dengan rata2 kelembapan dan suhu yang dihasilkan lebih tinggi dari pada hari 4-22 hari dengan jumlah telur yang menetas sekitar 3 dan 10 ekor anak ayam mati dalam cangkang dan 6 telur yang tidak menetas. Penyebab telur tidak menetas tidak lain yaitu embrio anak ayam yang tidak sempurna. Disinilah proses *monitoring* suhu dan *control* bermanfaat bagi pengguna untuk melihat kondisi mesin tetap.

### 3.1 Hasil *Hardware*



Gambar 5. *Hardware* alat penetas telur

Berdasarkan gambar 4 di atas adalah hasil *hardware* ketika suhu diatas  $37^{\circ}\text{C}$  lampu pijar pada box penetas telur akan otomatis padam sehingga kelembaban di box penetas telur akan terkontrol dengan baik. Disinilah peran penting alat penetas telur berbasis android ,yang memudahkan pengguna mengontrol mesin penetas telur berbasis android.

### 3.2 Hasil *Software* (Aplikasi untuk mengontrol alat penetas telur)



Gambar 6. Aplikasi alat penetas telur

Berdasarkan Gambar 5 di atas menjelaskan bahwa aplikasi alat penetas telur yang disertai diagram suhu, mengatur suhu, dan pengaturan untuk menggerakkan motor DC setiap jam yang diatur.

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Hasil penelitian tentang inkubator penetas telur berbasis Android menyimpulkan hal-hal berikut:

- 1) Inkubator dirancang untuk secara otomatis melakukan proses penetasan telur sesuai harapan, berfungsi sebagai sistem kontrol suhu dengan menggunakan thermostat, dan

mengatur daya pemanasan menggunakan timer. Kedua alat ini berkinerja sesuai harapan, dimana lampu pemanas akan mati otomatis jika suhu melebihi 38°C, dan menyala kembali jika suhu kurang dari 38°C.

- 2) Wemos D1 R32 ESP32 yang digunakan untuk memonitor suhu dan kelembaban pada inkubator memberikan informasi secara real-time atau sesuai waktu yang telah ditentukan sebelumnya. Perubahan suhu dan kelembaban pada jam tertentu dapat dideteksi melalui aplikasi Android yang terhubung dengan Wemos D1 R32 ESP32, memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi inkubator secara langsung dan mengakses informasi sesuai dengan pengaturan waktu yang telah ditentukan sebelumnya..
- 3) Kapasitas inkubator ini mampu menampung hingga 19 telur ayam. Berdasarkan hasil percobaan, tingkat keberhasilan penetasan telur sekitar 21%, di mana sekitar 3 telur berhasil menetas dengan 10 anak ayam hidup dalam cangkang dan 6 telur yang tidak menetas. Penyebab telur tidak menetas adalah embrio anak ayam yang tidak sempurna.

#### **4.2 Saran**

Dalam hasil penelitian ini, masih terdapat beberapa kekurangan dan diharapkan dapat diperbaiki dalam penelitian penelitian selanjutnya. Maka dari itu diharapkan dilakukan pengembangan berupa :

- a. Kesesuaian suhu pada HP Android
- b. Penyesuaian waktu putar motor penggerak
- c. Pengendalian sinyal yang stabil

#### **PERSANTUNAN**

Ucapan terimakasih saya haturkan kepada :

- 1) Kedua orang tua yang membantu doa dan memberi penulis semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
- 2) Bapak Fajar Suryawan S.T., M.Eng.Sc.,Ph.D sebagai dosen pembimbing yang memberibimbing kepada penulis.
- 3) Teman-teman Teknik Elektro yang memberi segala bantuan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Deswar, F.A. and Pradana, R. (2021). Monitoring Suhu Pada Ruang Server Menggunakan WemosD1 R32 Berbasis Internet of Things (Iot). *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 12(1), 25-32

- Antares. (n.d.). *MIT App Inventor*. Retrieved from antares.id: <https://antares.id/id/mitappinventor2.html> (diakses 10 Juli 2023)
- Novianto, Dwi, Ika Setiyowati, dan Widitya Tri Nugraha. (2016). Rancang Bangun Inkubator Telur Ayam Menggunakan Sensor DHT 11 Sebagai Sensor Suhu dan Kelembapan. Universitas Tidar.
- Kho, D. (2020). *Pengertian Relay dan Fungsinya*. Retrieved from <https://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/> (diakses 10 Juli 2023)
- Nugroho, I. D. (n.d.). *Alat Pengatur Lampu Dan Pembalik Telur Otomatis Pada Bok Penetasan Telur Berbasis Mikrokontroler ATmega 16 Dilengkapi Uninterruptible Power Supply*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Kholis N dan Shaifudin S. (2017). Sistem Monitoring dan Pengontrolan Temperatur pada Inkubator Penetas Telur Berbasis Pid. Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
- Muchlis F dan Toifur M. (2017). Rancang Bangun Prototype Media Pembelajaran Fisika Berbasis Micro Controller NodeMCU. Pendidikan Fisika, Universitas Ahmad Dahlan.

