

Rancang Bangun Sistem Monitoring Inkubator Telur Otomatis Berbasis Iot Menggunakan Sensor Dht22 Dan Mikrokontroler Esp-32

Usman Puji Rahayu^{*1}, Styawati²

¹Teknik Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia, Indonesia

²Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia, Indonesia

Email: ¹usman_puji_rahayu@teknokrat.ac.id, ²styawati@teknokrat.ac.id

Abstrak

Peternakan merupakan salah satu sektor utama penyedia pangan setelah pertanian, salah satunya melalui usaha peternakan bebek. Untuk meningkatkan produksi, peternak umumnya melakukan perkembangbiakan dengan metode penetasan buatan menggunakan alat penetas telur. Alat ini memiliki peran penting dalam menghasilkan anakan bebek berkualitas. Faktor-faktor seperti suhu, kelembaban, dan rotasi telur harus dikendalikan dengan baik agar proses penetasan berlangsung optimal, sehingga diperlukan pemantauan dan pengawasan kondisi inkubator secara berkala. Penerapan teknologi Internet of Things (IoT) dalam bidang peternakan menjadi solusi untuk melakukan pemantauan kondisi inkubator secara otomatis dan real-time. Teknologi ini membantu peternak dalam memonitor suhu, kelembaban, dan kondisi telur di dalam ruang penetasan secara efisien. Penelitian ini mengusung judul "Sistem Monitoring Suhu dan Kondisi Inkubator Telur Menggunakan Sensor DHT22 dan ESP-32 CAM" yang bertujuan untuk memudahkan peternak dalam melakukan pemantauan ruang penetasan. Berdasarkan hasil pengujian, sistem yang dikembangkan mampu melakukan monitoring suhu, kelembaban, dan kondisi telur secara otomatis dan real-time, serta mengendalikan pemutaran telur secara otomatis guna meningkatkan tingkat keberhasilan penetasan.

Kata kunci: ESP32-Cam, Kelembapan, Penetas Telur, Suhu.

Design Of Automatic Egg Incubator Monitoring System Based On Iot Using Dht22 Sensor And Esp-32 Microcontroller

Abstract

Livestock is one of the main food supply sectors after agriculture, one of which is through duck farming. To increase production, farmers generally carry out breeding with artificial hatching methods using egg incubators. This tool plays an important role in producing quality ducklings. Factors such as temperature, humidity, and egg rotation must be controlled properly so that the hatching process takes place optimally, so that regular monitoring and supervision of incubator conditions are needed. The application of Internet of Things (IoT) technology in the field of livestock is a solution for monitoring incubator conditions automatically and in real-time. This technology helps farmers monitor temperature, humidity, and egg conditions in the hatching room efficiently. This study carries the title "Egg Incubator Temperature and Condition Monitoring System Using DHT22 and ESP-32 CAM Sensors" which aims to make it easier for farmers to monitor the hatching room. Based on the test results, the system developed is able to monitor temperature, humidity, and egg conditions automatically and in real-time, as well as control egg rotation automatically to increase the success rate of hatching.

Keywords: ESP32-Cam, Humidity, Egg Incubator, Temperatur.

1. PENDAHULUAN

Peternakan merupakan salah satu penyedia pangan terbesar setelah sektor pertanian serta berperan penting dalam meningkatkan perekonomian masyarakat. Salah satu bidang peternakan yang banyak dikembangkan di Indonesia adalah peternakan bebek. Kegiatan ini bertujuan membudidayakan bebek untuk dimanfaatkan dagingnya sebagai sumber protein hewani yang dapat dikonsumsi manusia. Seiring pertumbuhan populasi, permintaan terhadap daging bebek pun mengalami peningkatan yang signifikan[1].

Guna memenuhi tingginya permintaan tersebut, para peternak berupaya meningkatkan produksi, salah satunya dengan melakukan proses penetasan buatan menggunakan alat penetas telur[2]. Alat ini memiliki peranan krusial dalam menghasilkan anakan bebek berkualitas. Dalam praktiknya, beberapa faktor seperti kestabilan

temperatur, tingkat kelembapan, serta rotasi telur harus dikendalikan dengan baik agar tingkat keberhasilan penetasan tetap optimal. Oleh karena itu, diperlukan pengawasan dan pemantauan yang intensif terhadap lingkungan dalam inkubator guna memastikan proses penetasan berlangsung sesuai harapan[3].

Peternak bebek telah memiliki alat untuk menetas telur tetapi masih secara manual dengan cara menghidupkan atau mematikan lampu, ditambah dengan pemutaran telur yang masih manual menyebabkan suhu dan kelembapan pada ruangan tidak stabil. Dalam alat penetas telur tersebut terdapat sebuah lampu yang dipakai untuk menghangatkan telur agar telur mendapatkan suhu yang sesuai, jarak antara lampu dengan telur kurang lebih 10 cm dan antara telur dengan bak air sekitar 10 cm[4].

Pada alat penetasan posisi letak telur yang tepat ialah telur ditempatkan dalam rak telur dengan posisi miring, di mana ujung tumpul (bagian yang lebih besar) berada di bagian atas, kemudian telur tersebut secara rutin diputar setidaknya 3 kali sehari dengan putaran dilakukan dengan mengubah kemiringan, dari miring ke kiri menjadi miring ke kanan, atau sebaliknya[5]. Tujuan pemutaran rak telur adalah untuk mendistribusikan panas secara merata ke seluruh permukaan telur dan mencegah embrio menempel pada salah satu sisi kerabang telur[6].

Pada alat penetas telur, lampu digunakan sebagai sumber panas untuk menjaga temperatur yang dibutuhkan selama proses inkubasi. Lampu diposisikan dengan jarak sekitar 10 cm dari permukaan telur, sedangkan jarak antara telur dan wadah air juga diatur kurang lebih 10 cm guna mendukung kestabilan suhu dan kelembapan di dalam inkubator (Surapati et al., 2020). [7]. Penetasan telur bebek membutuhkan waktu selama kurang lebih 21 hari dengan suhu yang ideal berkisar antara 37°C – 39°C dan kelembapan berkisar 55% - 65%[8] Sehingga suhu dan kelembapan pada ruangan penetasan telur bebek harus selalu stabil agar telur dapat menetas, sebab telur tidak akan menetas jika suhu terlalu tinggi ataupun terlalu rendah[9].

Salah satu solusi untuk meningkatkan efisiensi penetasan adalah mengembangkan alat penetas telur bebek manual menjadi sistem otomatis yang mampu memantau dan mengatur lingkungan inkubasi secara mandiri, termasuk suhu, kelembapan, serta rotasi telur [10].

Seiring pesatnya perkembangan teknologi, berbagai inovasi di bidang elektronika kini telah diterapkan untuk mempermudah aktivitas sehari-hari. Salah satunya adalah pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) dalam bidang peternakan. Teknologi ini memungkinkan proses pemantauan ruang inkubasi dilakukan secara otomatis dan real-time melalui koneksi jaringan. *Internet of Things* sendiri merupakan sistem yang mengintegrasikan perangkat komputerisasi dengan mesin-mesin elektronik, memungkinkan pertukaran data secara langsung melalui internet. Dengan penerapan teknologi ini, proses pemantauan dan pengendalian inkubator menjadi lebih efektif, presisi, dan minim intervensi manual.

Penelitian Wendanto (2021)[11] mengembangkan sistem penetas telur otomatis berbasis Internet of Things menggunakan ESP8266 Wemos D1 Mini. Sistem ini mengintegrasikan pengaturan suhu, kelembapan, dan pemutaran telur secara otomatis, serta menyediakan antarmuka pemantauan jarak jauh melalui aplikasi Blynk pada smartphone. Sensor DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu, sensor DHT22 untuk mendeteksi kelembapan, motor servo sebagai aktuator pemutar rak telur, dan LCD 16x2 untuk menampilkan data. Sistem ini mampu menjaga suhu inkubator dalam rentang 37°C–39°C dan kelembapan pada kisaran 55%–65% secara stabil dengan dukungan pemanas dan kipas.

Sementara itu, penelitian lain yang dilakukan oleh Ricky Dwipandita dan INBS Nugraha (2022)[12] mengembangkan alat kontrol otomatis untuk memantau kondisi kandang unggas berbasis Internet of Things. Sistem ini menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali utama. Ketika sensor DHT22 mendeteksi perubahan pada kondisi lingkungan, data akan ditampilkan melalui LCD 16x2. Jika nilai terdeteksi berada di bawah setpoint, sistem otomatis akan mengaktifkan heater melalui relay; sebaliknya, bila melebihi batas yang ditentukan, heater akan dimatikan. Untuk pemantauan jarak jauh, alat ini terhubung ke jaringan internet menggunakan modul NodeMCU ESP8266 dan aplikasi Thingspeak.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sari (2022) membuat sistem monitoring inkubator penetasan telur berbasis NodeMCU dan Bot *Telegram* dengan menggunakan beberapa *hardware* seperti NodeMCU ESP8266 sebagai *mikrokontroler*, sensor DHT11 sebagai deteksi suhu dan kelembapan, lampu, kipas dan kabel jumper, sedangkan untuk software menggunakan telegram bot yang dapat monitoring inkubator secara jarak jauh oleh peternak kapanpun dan dimanapun[13]. Namun belum banyak sistem monitoring inkubator telur yang memanfaatkan kombinasi esp32 cam, notifikasi telegram, dan sensor suara secara simultan untuk otomatisasi penuh di skala peternakan rakyat.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, penulis ingin melakukan pengembangan dengan membuat penetas telur yang dapat melakukan pemantauan kondisi ruang penetasan secara realtime serta dapat memberikan informasi jika ada telur yang menetas dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things*. Maka dibuatlah penelitian yang berjudul “Sistem *monitoring* suhu dan kondisi inkubator telur menggunakan sensor

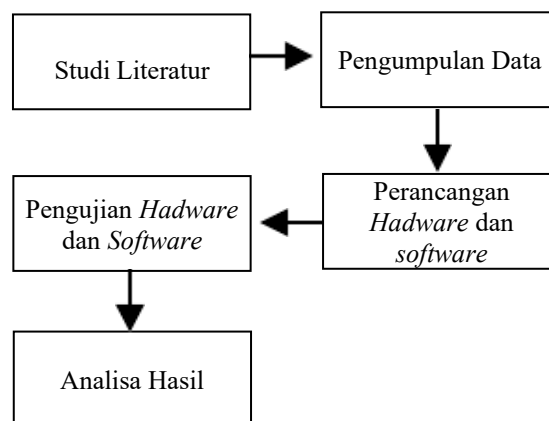
DHT22 dan ESP-32 CAM” dilakukan dengan tujuan untuk memudahkan para peternak dalam melakukan pemantauan kondisi ruang penetasan seperti suhu, kelembaban dan kondisi telur pada ruang penetasan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian eksperimen (uji coba) yang artinya metode ini membutuhkan penelitian atau implementasi secara langsung ke tempat penelitian dimana penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap atau bagian yang pertama yaitu studi literature, pengumpulan data, perancangan dan pembuatan perangkat lunak dan perangkat keras, pengujian, dan analisis hasil[14]. Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan informasi dari artikel jurnal, buku serta wawancara langsung ke tempat penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini.

Dengan menggunakan metode eksperimen penulis membuat sistem atau alat yang dapat memantau penetas telur secara realtime serta menjaga agar suhu dan kelembaban pada ruangan penetasan telur selalu dalam keadaan stabil atau ideal.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.1.1. Metode pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahapan dalam penelitian ini yang dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai teknologi penetas telur bebek berbasis Internet of Things, serta mengidentifikasi

2.1.2. Studi Literature

Pada penelitian ini penulis melakukan studi literatur dengan mengumpulkan data-data dari beberapa buku, jurnal, artikel ilmiah maupun berita yang dapat dijadikan sebagai landasan teori yang berkaitan dengan masalah penelitian yang sedang penulis lakukan atau penulis bahas.

2.1.3. Wawancara

Pada penelitian ini penulis melakukan konsultasi dengan pembimbing, serta peternak bebek

2.1.4. Observasi

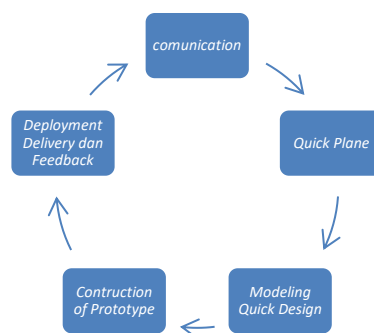
Pada tahap observasi, penulis akan melakukan pengamatan secara langsung ke tempat penelitian yaitu peternakan bebek. Observasi bertujuan mengumpulkan data lapangan yang tidak diperoleh dari studi literature.

2.2. Desain dan Pengembangan sistem

2.2.1. Metode Prototipe

Metode prototype adalah metode yang dapat digunakan untuk mengembangkan sebuah perangkat yang akan dikembangkan kembali atau proses merancang sebuah model awal dari suatu sistem yang nantinya akan dikembangkan kembali (Nurpandi & Sanjaya, 2017)[15].

Metode prototype dimulai dengan pengumpulan kebutuhan pengguna dalam hal ini pengguna dari perangkat yang dikembangkan adalah teknologi penetas telur bebek. Kemudian membuat sebuah rancangan kilat yang selanjutnya akan dievaluasi kembali sebelum diproduksi secara benar prototype bukanlah merupakan sesuatu yang lengkap, tetapi merupakan sesuatu yang harus dievaluasi dan dimodifikasi kembali. Segala perubahan dapat terjadi saat prototype dibuat untuk memenuhi kebutuhan penggunaan pada saat yang sama memungkinkan pengembang untuk lebih memahami kebutuhan pengguna secara lebih baik. Berikut ini adalah gambar prototype yang digunakan oleh penulis.



Gambar 2. Metode Prototipe

2.2.2. Communication

Pada tahap komunikasi ini penulis melakukan pertemuan dengan pengguna (peternak) untuk mendefinisikan semua kebutuhan dan menggambarkan konsep dasar sistem yang akan dibuat serta membantu memberikan informasi yang akurat terhadap pengguna.

2.2.3. Quick Plan

Penulis melakukan perencanaan yang cepat, perencanaan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu perancangan pembuatan prototype alat penetas telur bebek yang dapat mengirimkan informasi-informasi dan pemantauan berbasis Internet of Things.

2.2.4. Modeling Quick Design

Tahap ini merupakan tahap memodelkan perancangan menggunakan tools yed graph editor yaitu flowchart untuk mendefinisikan fungsi dari system dan alat

2.2.5. Deployment Delivery and Feedback

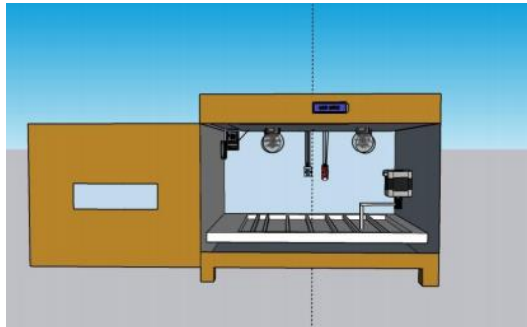
Tahapan dimana sistem diuji coba dan dilakukan evaluasi terhadap kekurangan-kekurangan dari sistem, kemudian melakukan perbaikan terhadap prototype tersebut.

2.3. Perancangan Sistem

Dalam pembuatan alat perancangan sistem sangat dibutuhkan, karena perancangan sistem adalah salah satu dasar sebelum diimplementasikan ke dalam bentuk alat. Perancangan sistem merupakan hal yang sangat mutlak yang biasa dilakukan oleh seorang programmer maupun seorang engineering karena hal tersebut sangat menentukan berhasil atau tidaknya alat yang akan dibuat. Jika semua tahapan dilakukan dengan baik dan sudah memenuhi standar yang ditentukan, dimulai dari pembuatan diagram alur, hingga komponen alat yang akan digunakan maka hasilnya pasti sesuai dengan penggambaran diawal pembuatan alat.

2.3.1. Desain Alat

Desain alat merupakan representasi visual dari arsitektur alat yang dibuat, digunakan untuk memahami struktur fisik dari sistem yang direncanakan. Tujuan dari desain alat adalah memberikan gambaran mengenai bentuk alat yang akan dirancang, bertindak sebagai panduan dalam proses pembuatan alat. Desain alat yang menjadi fokus penelitian penulis dapat ditemukan pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Desain alat

Dari Gambar 3 desain alat dapat dijelaskan fungsi dan jenis sensor yang dipakai pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Sensor yang dipakai

No	Jenis sensor	Fungsi
1	Sensor suhu DHT22	Sensor ini untuk mendeteksi suhu dan kelembaban pada lingkungan atau ruangan. Sensor DHT22 dikalibrasi sangat akurat dalam memberikan bacaan suhu ruangan dengan nilai yang tersimpan di memori OTP terintegrasi serta ukurannya yang kecil, dan transmisi sinyal hingga 20 meter (Asali & Sollu, 2021).
2	Sensor RTC (<i>Real Time Clock</i>)	untuk menjaga keakuratan waktu, mengatur waktu, dan menyediakan fungsi alarm dan interupsi.
3	ESP32 Came	Memantau kondisi ruang penetasan telur
4	Sensor Suara	mendeteksi suara yang terjadi di ruang penetasan

2.3.2 Perangkat Keras dan perangkat Lunak yang digunakan

Untuk merealisasikan sistem monitoring suhu dan kondisi inkubator telur menggunakan sensor DHT22 dan ESP32-CAM, diperlukan berbagai komponen elektronik dan mekanik. Setiap komponen memiliki fungsi spesifik untuk mendukung kinerja sistem secara keseluruhan, mulai dari pemantauan suhu dan kelembaban, pengendalian pemutar telur, hingga penyediaan visualisasi kondisi inkubator secara real-time.

Adapun rincian komponen yang digunakan dalam pembuatan alat ini ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut:

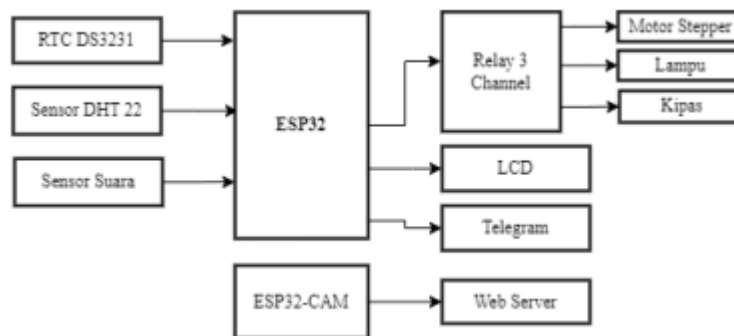
Tabel 2. Komponen perangkat keras

No	Nama Komponen	Jumlah
1	ESP32	1 buah
2	RTC DS3231	1 buah
3	Sensor DHT22	1 buah
4	ESP32-CAM	1 buah
5	Sensor Suara	1 buah
6	Relay 4 Channel	1 buah
7	Kabel Jumper	Secukupnya
8	Lampu Pijar 5 Watt	4 buah
9	Kipas DC 12V	1 buah
10	Motor AC Synchronous	1 buah
11	Power Supply DC 10A 12V	1 buah
12	Stepdown LM2596	2 buah
13	LCD I2C	1 buah

Pada penelitian ini, Arduino IDE digunakan sebagai perangkat lunak untuk melakukan pemrograman dan upload kode ke mikrokontroler ESP32, sedangkan aplikasi Telegram dimanfaatkan sebagai media pemantauan jarak jauh, memungkinkan pengguna menerima notifikasi kondisi suhu, kelembaban, serta status penetasan telur secara real-time melalui bot yang telah terintegrasi dengan sistem.

2.3.3 Diagram Blok

Blok diagram merupakan hal yang terpenting dalam perancangan sebuah alat, bertujuan untuk memberikan gambaran cara kerja dari alat yang akan dibuat dan digunakan. Adapun diagram blok pada penelitian ini dapat dilihat seperti gambar dibawah ini

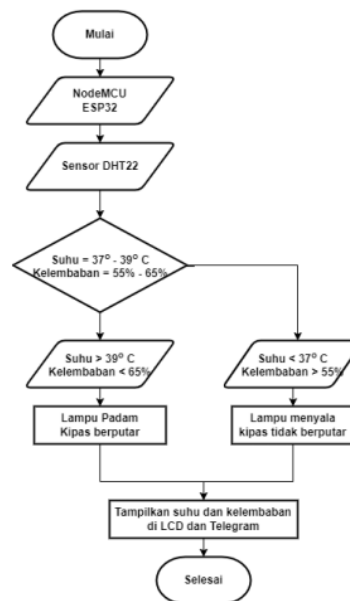


Gambar 4. Diagram blok

Secara garis besar dari perancangan pada penelitian ini. Cara kerja alat tersebut ialah sensor DHT22 akan mendeteksi suhu dan kelembaban pada ruang penetasan, ketika suhu di ruang penetas telur dibawah 37 oC maka lampu menyala untuk menaikkan suhu ruangan dan ketika suhu di ruang penetas di atas 38 oC maka kipas akan menyala untuk menurunkan suhu ruangan, kemudian RTC DS3231 akan melakukan penjadwalan untuk memutar rak telur setiap 8 jam sekali, jika sensor suara berhasil mendeteksi suara maka hasil pembacaan akan dikirim melalui telegram, dan terdapat ESP32-CAM yang digunakan untuk melihat kondisi telur di dalam ruang penetasan. Hasil pembacaan sensor DHT22 dapat dilihat di LCD dan bot telegram.

2.3.3. Flowchart

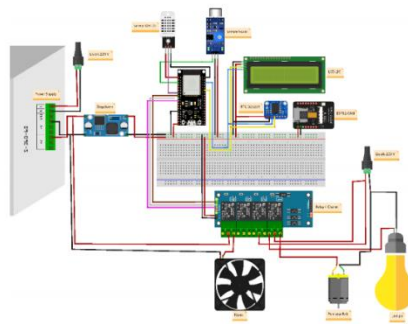
Flowchart adalah diagram yang menggambarkan alur kerja atau algoritma suatu proses, terdiri dari simbol-simbol langkah yang dihubungkan garis. Flowchart memandu penulis dalam menetapkan urutan langkah untuk dieksekusi oleh mikrokontroler. di bawah ini adalah gambar flowchart atau diagram alir dari sensor DHT22 Pada gambar tersebut menjelaskan bahwa jika suhu > 39o Kelembaban <65% maka lampu padam dan kipas berputar. Sedangkan jika terdeteksi suhu < 37o C dan kelembaban > 55% maka lampu menyala dan kipas tidak berputar. Dan hasil pembacaan sensor DHT22 akan ditampilkan di LCD dan telegram.



Gambar 5. Flowchart alat

2.3.4. Rangkaian Skematik Alat

Dibawah ini rangkaian skematik dari keseluruhan alat yang akan digunakan bertujuan untuk meminimalisir kesalahan dalam pemasangan komponen dan dapat mempermudah pengujian sistem. Berikut ini rangkaian skematik alat terdapat pada Gambar 6.



Gambar 6. Desain skematik alat

2.4. Implementasi

Setelah berhasil mengumpulkan bahan dan alat, langkah berikutnya adalah melaksanakan implementasi pada alat yang telah dibuat. Pada fase ini, hasil perancangan yang telah disusun akan diaplikasikan menjadi sistem yang sesungguhnya. Implementasi dilaksanakan melalui dua tahap, yakni implementasi pada perangkat lunak dan implementasi pada perangkat keras.

2.4.1. Implementasi Perangkat Lunak

Pada penelitian ini akan mengimplementasikan yang menggunakan perangkat lunak adalah salah satu tahap dimana program yang telah dibuat akan disimpan ke dalam mikrokontroler ESP32 melalui software dalam penelitian yang dilakukan penulis menggunakan software arduino IDE dengan menggunakan bahasa C. setelah program selesai dikerjakan klik compile untuk mengetahui program yang dibuat benar atau salah. Jika program benar maka klik upload untuk menyimpan program ke dalam mikrokontroler ESP32. Setelah itu, program yang sudah disimpan ke dalam mikrokontroler ESP32 akan mengirimkan hasil pembacaan sensor ke telegram sebagai output nilai data sensor.

2.4.2 Metode Pengujian

Pengujian alat akan menggunakan pendekatan *black box testing*, dimana pada tahap ini penulis menguji perangkat keras tanpa memiliki pengetahuan tentang detail internal atau desain perangkat keras. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa perangkat keras berfungsi sesuai dengan spesifikasi.

2.4.2. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras menjadi tahap akhir dalam perancangan sistem yang akan dilakukan, dimana pada tahap ini seluruh sensor dan komponen akan dipasang pada alat penetas telur ayam sesuai dengan rangkaian skematik alat yang telah dibuat. Untuk sensor yang akan dipasang adalah sensor DHT22 dan sensor suara, sedangkan komponen yang akan dipasang meliputi ESP32, RTC DS3231, ESP32-CAM, relay, LCD I2C dan komponen lainnya yang digunakan untuk mendukung bekerjanya alat. Setelah sensor dan komponen-komponen terpasang maka selanjutnya melakukan instalasi pembuatan alat penetas telur bebek sesuai dengan rancangan yang telah dipaparkan sebelumnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini penulis akan menjelaskan tentang hasil uji coba alat yang telah dirancang beserta pembahasan untuk mengetahui hasil dari rancangan alat dan implementasi yang dilakukan apakah telah sesuai dengan data yang dibutuhkan. Langkah awal yang dilakukan yaitu dengan melakukan pengujian dari beberapa komponen, agar jika terjadi kesalahan akan lebih mudah untuk mengetahuinya.

3.1. Perancangan Software dan Hardware

Perancangan software merupakan suatu prosedur pemberian perintah dan mutlak harus dilakukan, karena tanpa adanya prosedur ini maka alat yang akan dibuat hanyalah benda mati yang tidak dapat melakukan pekerjaan apapun. Dengan demikian perancangan ini sangat berkaitan dengan blok diagram yang bertujuan untuk memberikan gambaran cara kerja dari alat yang akan dibuat dan digunakan.

3.2. Pengujian Alat

Pengujian alat adalah tahapan yang dilakukan secara langsung oleh penulis pada prototype penetas telur bebek, dilakukannya pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan alat/sistem dapat bekerja dengan baik sesuai harapan atau tidak.

3.2.1 Pengujian RTC DS3231

Pengujian RTC DS3231 ini dilakukan proses koreksi apakah sama dengan waktu dan apakah sistem dapat bekerja sesuai dengan yang sudah ditentukan. Pengujian RTC DS3231 bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dalam bekerja secara otomatis dalam melakukan jadwal pemutaran telur.

Tabel 3. Pengujian RTC DS3231

Waktu	RTC DS3231	Pemutar Telur
00.30	00.30	Tidak Bergerak
01.00	01.00	Bergerak
01.30	01.30	Tidak Bergerak
08.30	08.30	Tidak Bergerak
09.00	09.00	Bergerak
09.30	09.30	Tidak Bergerak
16.30	16.30	Bergerak
17.00	17.00	Bergerak
17.30	17.00	Tidak Bergerak

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 3.1 RTC DS3231 dibuat untuk melakukan penjadwalan pemutaran telur 3 kali dalam sehari (MIDO, 2018) sehingga pemutaran telur dilakukan 8 jam sekali yang dilakukan pada pukul 01.00, 09.00 dan 17.00 secara otomatis oleh mikrokontroler ESP32.

3.2.2 Pengujian Termometer dan Sensor DHT22

Pengujian sensor DHT22 dilakukan dengan cara meletakkan sensor DHT22 pada dinding alat penetas telur bebek dan diuji coba apakah suhu yang terdeteksi oleh sensor dengan termometer dapat mengendalikan lampu dan kipas untuk menjaga kestabilan suhu di ruang penetasan. Berikut adalah tabel percobaan pengujian Termometer dan sensor DHT22.

Tabel 4. Termometer

Waktu	Termometer		Lampu	Kipas
	Suhu	Kelembapan		
06.00	37.00	58	Hidup	Mati
07.00	37.20	59	Hidup	Mati
08.00	37.30	59	Hidup	Mati
09.00	37.50	61	Hidup	Mati
10.00	37.75	62	Hidup	Mati
11.00	38.00	62	Hidup	Mati
12.00	38.30	63	Hidup	Mati
13.00	39.00	64	Mati	Hidup
14.30	39.30	66	Mati	Hidup

Tabel 5. Sensor DHT22

Waktu	Sensor DHT22		Lampu	Kipas
	Suhu	Kelembapan		
06.00	36.70	60	Hidup	Mati
07.00	37.00	61	Hidup	Mati
08.00	37.05	61	Hidup	Mati
09.00	37.15	63	Hidup	Mati
10.00	37.40	64	Hidup	Mati
11.00	37.70	64	Hidup	Mati
12.00	38.00	65	Hidup	Mati
13.00	38.80	66	Mati	Hidup
14.30	39.00	66	Mati	Hidup

Berdasarkan hasil pengujian dari Termometer dan sensor DHT22 pada tabel 3.2 dan 3.3 menunjukkan bahwa Termometer dan sensor DHT22 mendapatkan nilai yang tidak jauh berbeda dengan mencari rata-rata dari masing-masing sensor diperoleh nilai sebagai berikut: rata-rata Suhu Termometer 37,0°C dan kelembapan 61% tidak jauh berbeda dengan sensor DHT22 dengan rata-rata suhu 37,6°C dan kelembapan 63% dengan demikian alat ini dapat mendeteksi suhu dan kelembapan pada ruang penetasan secara akurat. Menurut (Agusdika & Purwanti, 2019) menjelaskan bahwa suhu yang ideal pada ruang penetasan berkisar antara 37,0°C – 39,0°C dan kelembapan berkisar 55% - 65%, sehingga dari hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa alat penetas telur ini dapat menjaga kestabilan suhu dan kelembapan pada ruang penetasan dengan cara mematikan atau menghidupkan lampu dan kipas secara otomatis menggunakan relay sebagai saklarnya yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32. Lampu pada penetasan telur ini berfungsi untuk menghangatkan ruang penetasan, sedangkan kipas berfungsi untuk menurunkan suhu pada ruang penetasan.

3.2.3 Pengujian Sensor Suara

Pada pengujian sensor suara dilakukan dengan cara meletakkan pada dinding alat penetas telur bebek dan diuji coba apakah sensor suara dapat mendeteksi suara yang terjadi di ruang penetasan, ketika sensor suara bernilai lebih dari 625 maka sistem akan mengirimkan notifikasi dengan pesan suara terdeteksi. Berikut adalah tabel percobaan pengujian sensor suara.

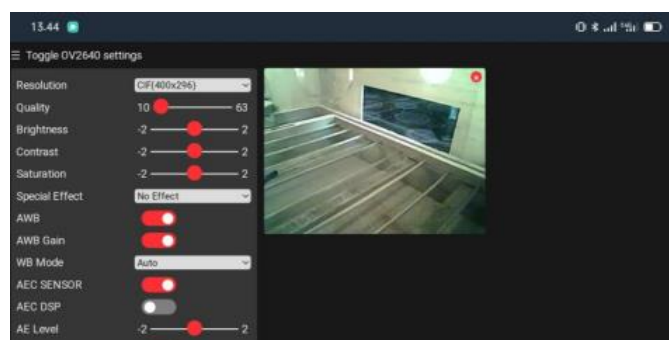
Tabel 6. Pengujian Sensor Suara

Nilai Sensor	Notifikasi Telegram
512	Tidak Terkirim
515	Tidak Terkirim
611	Tidak Terkirim
560	Tidak Terkirim
628	Terkirim
625	Terkirim

Berdasarkan hasil pengujian sensor suara pada tabel 3.4 menunjukkan jika hasil deteksi suara yang dilakukan sensor suara bernilai lebih dari 625 maka hasil pembacaan sensor suara akan dikirimkan ke bot telegram dengan pesan “Terdeksi Suara” oleh mikrokontroler ESP32 yang menandakan bahwa suara yang terdeteksi cukup keras di dalam ruang penetasan.

3.2.4 Pengujian ESP32 CAME

Pengujian ESP32-CAM dilakukan dengan cara meletakkan ESP32-CAM pada dinding bagian kiri atas alat penetas telur bebek dan diuji coba apakah ESP32-CAM dapat secara realtime memantau kondisi ruangan penetasan telur, hasil pantauan dari ESP32-CAME



Gambar 7. Pengujian ESP-32 Cam

Gambar diatas merupakan hasil pengujian ESP32-CAM dalam melakukan pemantauan pada ruang penetasan yang menampilkan kondisi terkini yang terjadi di ruang penetasan. Pemantauan dilakukan dengan cara mengakses web server yang telah disediakan oleh ESP32-CAM kemudian akan menampilkan hasil pemantauan secara realtime

3.2.5 Tampilan Telegram

Selanjutnya data-data nilai sensor ini akan disimpan ke variabel yang telah ditentukan dan data dari sensor akan ditampilkan jika pengguna melakukan suatu tindakan pada bot telegram.



Gambar 8. Tampilan bot telegram

Gambar 3.2 diatas merupakan tampilan pada bot telegram yang digunakan untuk memantau suhu, kelembaban dan kondisi telur pada ruang penetasan melalui aplikasi telegram yang tersedia di smartphone. Pada bot telegram tersebut akan menampilkan data hasil pembacaan dari sensor DHT22 yang dapat diakses melalui telegram dengan cara mengirimkan chat dengan perintah yang ditentukan, kemudian pengguna akan menerima pesan yang menampilkan data suhu dan kelembaban. Perintah yang tersedia yaitu /ceksuhu digunakan untuk melihat data suhu pada ruang penetasan dan /cekkelembaban digunakan untuk melihat nilai kelembaban pada ruang penetasan, sedangkan perintah /bukakamera digunakan untuk melakukan pemantauan ruang penetasan melalui ESP32-CAM yang ada pada ruang penetasan.

3.2.4. Cara Kerja Alat

Cara kerja alat dimulai dengan sensor DHT22 yang mendeteksi suhu dan kelembaban pada ruang penetasan telur, ketika suhu di ruang penetas telur dibawah 37oC maka lampu menyala untuk menaikkan suhu ruangan dan ketika suhu di ruang penetasan di atas 38oC maka kipas akan menyala untuk menurunkan suhu ruangan, kemudian RTC DS3231 akan melakukan penjadwalan untuk memutar rak telur setiap 8 jam sekali yaitu setiap jam 01.00, jam 09.00 dan jam 17.00. Sensor suara akan mendeteksi suara pada ruangan penetasan ketika sensor suara mendeteksi suara maka akan mengirimkan pesan “Suara Terdeteksi” ke bot telegram dan ESP32-CAM akan melakukan pemantauan kondisi ruangan penetasan. Hasil pembacaan sensor DHT22 akan ditampilkan ke LCD dan dikirimkan ke bot telegram.

3.3 Diskusi

Penelitian ini menunjukkan keunggulan sistem dalam kemampuan monitoring visual dan fleksibilitas pengembangan dengan menggunakan sensor DHT22 dan ESP32-CAM, yang memungkinkan pemantauan suhu dan kondisi inkubator secara real-time. Perbedaan nilai suhu yang sedikit lebih tinggi pada sensor DHT22 dibandingkan termometer konvensional disebabkan oleh sensitivitas sensor terhadap fluktuasi suhu lokal dan posisi pemasangan yang lebih dekat dengan sumber panas. Meski demikian, perbedaan tersebut masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima dan tidak mempengaruhi akurasi sistem secara keseluruhan. Dengan keunggulan tersebut, sistem ini dinilai efektif dan adaptif untuk diterapkan dalam monitoring inkubator di bidang peternakan modern.

Pada Penelitian Wendanto (2021) mengembangkan alat penetas telur otomatis menggunakan ESP8266 Wemos D1 Mini berbasis Internet of Things. Sistem ini mengotomatisasi pengaturan suhu, kelembaban, dan pemutaran telur, serta menyediakan antarmuka pemantauan jarak jauh melalui smartphone untuk memudahkan pengguna dalam memonitor kondisi inkubator.

Penelitian ini, yang berjudul *"Sistem Monitoring Suhu dan Kondisi Inkubator Telur Menggunakan Sensor DHT22 dan ESP-32 CAM"*, mengembangkan sistem yang tidak hanya memantau suhu, kelembaban, dan pemutaran telur secara otomatis, tetapi juga dilengkapi fitur monitoring visual menggunakan kamera dan deteksi

telur menetas dengan sensor suara. Informasi kondisi inkubator ditampilkan secara real-time melalui LCD dan aplikasi Telegram, sehingga meningkatkan akurasi dan jangkauan pemantauan.

Meskipun sistem ini menawarkan cakupan monitoring yang lebih luas, terdapat beberapa potensi kelemahan yang perlu diperhatikan. Ketergantungan terhadap koneksi internet yang stabil menjadi salah satu hambatan, khususnya di daerah dengan jaringan yang kurang memadai. Selain itu, penggunaan ESP-32 CAM dalam lingkungan dengan kelembaban tinggi dapat mempengaruhi daya tahan komponen. Oleh karena itu, disarankan untuk menerapkan pelindung komponen dan menyediakan sistem cadangan daya guna menjaga keandalan alat dalam jangka panjang.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem monitoring suhu dan kondisi inkubator telur menggunakan sensor DHT22 dan ESP-32 CAM, dapat disimpulkan bahwa sistem ini berhasil berfungsi sesuai dengan tujuan perancangan. Alat ini dibangun menggunakan metode prototype dan diimplementasikan dengan sensor DHT22 untuk memantau suhu dan kelembaban ruang penetasan, serta RTC DS3231 untuk menjadwalkan pemutaran telur secara otomatis. Mikrokontroler ESP32 berperan sebagai pusat kendali dalam memonitor dan mengendalikan parameter-parameter penting tersebut. Informasi mengenai suhu dan kelembaban dapat diakses melalui LCD display maupun bot Telegram secara real-time, sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan pemantauan jarak jauh.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT22 mampu mendeteksi suhu dan kelembaban secara akurat. Perbandingan data antara termometer standar dan sensor DHT22 pada ruang inkubator menunjukkan perbedaan yang sangat kecil, dengan rata-rata suhu termometer sebesar 37°C dan kelembaban 61%, sedangkan sensor DHT22 mencatat rata-rata suhu 37,6°C dan kelembaban 63%. Akurasi ini menjadikan DHT22 layak dijadikan acuan dalam proses monitoring. Selain itu, sistem ini dilengkapi sensor suara untuk mendeteksi telur yang menetas, serta modul ESP32-CAM yang memungkinkan pemantauan visual terhadap kondisi telur secara real-time. Kipas dan lampu pada ruang inkubator dikendalikan otomatis melalui relay untuk menjaga kestabilan suhu dan kelembaban sesuai kebutuhan.

Meskipun sistem telah menunjukkan kinerja yang baik, terdapat beberapa rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut. Penggunaan sensor tambahan seperti sensor gas amonia dapat membantu memonitor kualitas udara di dalam inkubator. Selain itu, pengembangan sistem notifikasi berbasis aplikasi mobile yang lebih komprehensif akan meningkatkan kenyamanan dan kecepatan respons pengguna. Penerapan sistem cadangan daya (UPS) juga disarankan untuk menjaga kestabilan operasi alat pada kondisi listrik tidak stabil. Dengan berbagai pengembangan tersebut, sistem monitoring ini diharapkan dapat lebih optimal dalam mendukung keberhasilan penetasan telur di skala peternakan yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fauzan, I. (2023). Perancangan Mesin Penetas Telur Dan Monitoring Parameter Kondisi Mesin Berbasis *IoT Design Of Eggs Incubator And Environment Quality Monitoring Based On Iot Application*. 9(1), 196–198. <https://doi.org/10.33005/jifosi.v2i3.365>
- [2] Ahaya, R., & Akuba, S. (2018). Rancang bangun alat penetas telur semi otomatis. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 3(1), 44–50. <https://doi.org/10.30869/jtpg.v3i1.168>
- [3] Adhi Prasetya, G., Rahmat, B., & Kartini. (2021). Penerapan IoT Pada Monitoring Suhu Dan Kelembapan Untuk Alat Penetas Telur Dengan Bot Telegram. *Jurnal Informatika Dan Sistem Informasi*, 2(3), 612–617. <https://doi.org/10.33005/jifosi.v2i3.365>.
- [4] Surapati, A., Rinaldi, R. S., & Wahyudi, O. (2020). Perancangan Mesin Tetas Telur Otomatis Menggunakan Sensor Suhu dan Sensor Udara. *Jurnal Amplifier : Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro Dan Komputer*, 10(1), 18–25. <https://doi.org/10.33369/jamplifier.v10i1.15170>
- [5] Ritzkal, Goeritno, A., Aziz, K. A. M., Pramuko, A. E. K., & Hendrawan, A. H. (2017). Implementasi Sistem Kontrol Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3 Untuk Sistem. *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri 2017*, 1–10. <https://doi.org/10.36040/seniati.v7i2>
- [6] Susetyo, F. B., Sugita, I. W., & Rifqi, M. N. (2020). Rancang Bangun Rak Penetas Telur Otomatis Pada Mesin Tetas Bertenaga Hybrid. 23(November), 69–75. <https://doi.org/10.47313/jig.v23i2.915>
- [7] Surapati, A., Rinaldi, R. S., & Wahyudi, O. (2020). Perancangan Mesin Tetas Telur Otomatis Menggunakan Sensor Suhu dan Sensor Udara. *Jurnal Amplifier : Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro Dan Komputer*, 10(1), 18–25. <https://doi.org/10.33369/jamplifier.v10i1.15170>
- [8] Agusdika, A., & Purwanti, D. (2019). Implementasi Sensor Suhu dan Kelembaban sebagai Inkubator

- Penetas Telur Bebek Lokal Berbasis Web Server. *INAJEEE Indonesian Journal of Electrical and Eletronics Engineering*, 2(2), 43–47. <https://doi.org/10.26740/inajeee.v2n2.p9-13>
- [9] Ilmiah, J., It, C., Universitas, H., Jl, I., No, G. S., Dht, S., Esp, N., Uno, A., Kunci, K., Dht, S., Inkubator, P., & Esp, N. (2020). Perancangan Prototype Penetas Telur Bebek Otomatis Berbasis Teknologi IoT. *Jurnal Ilmiah Core IT: Community Research ...*, 8(5), 25–27. <http://ijcoreit.org/index.php/coreit/article/view/213%0Ahttp://ijcoreit.org/index.php/coreit/article/download/213/267>
- [10] F. Rahman, S. Sriwati, N. Nurhayati, and L. Suryani, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Suhu Pada Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler Esp8266,” *ILTEK J. Teknol.*, vol. 15, no. 01, pp. 5–8, 2020, doi: 10.47398/iltek.v15i01.499.
- [11] Wendanto, W., Prasetyo, O. B., Praweda, D. R., & Kusuma Arbi, A. R. (2021). Alat Pengontrolan Suhu Penetas Telur Otomatis Menggunakan ESP8266 Wemos D1 Mini Berbasis Internet of Things. *Go Infotech: Jurnal Ilmiah STMIK AUB*, 27(2), 167–176. <https://doi.org/10.36309/goi.v27i2.154>
- [12] Ricky Dwipandita, INBS Nugraha, A. (2022). Sistem Monitoring Suhu Mesin Penetasan Telur. *Manajemen Dan Teknik Informatika*, 12(2). <https://doi.org/10.5281/zenodo.7177804>
- [13] Sari, Y., Achmady, S., & Qadriah, L. (2022). Sistem Monitoring Incubator Penetasan Telur Berbasis Nodemcu Dan Bot Telegram. *Jurnal Literasi Informatika*, 1(1), 1–8. <http://journal.unigha.ac.id/index.php/JLI/article/viewFile/851/797>
- [14] Samsugi, S., Mardiyansyah, Z., & Nurkholis, A. (2020). Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 17. <https://doi.org/10.33365/jtst.v1i1.719>
- [15] Nurpandi, F., & Sanjaya, A. P. (2017). Inkubator Penetasan Telur Bebek Berbasis Arduino. *Media Jurnal Informatika*, 9(2), 66–77. <https://jurnal.unsur.ac.id/mjinformatika/article/view/449>. <https://doi.org/10.35194/mji.v9i2.449>