

RANCANG BANGUN INKUBATOR PENETAS TELUR AYAM BERBASIS IOT (PADA DESA KARANG BAYAN)

(Design Of Iot-Based Chicken Egg Incubator (In Karang Bayan Village))

Muhammad Amar Hikmalloh^[1], I Wayan Agus Arimbawa^[1], Ahmad Zafrullah^[1]

^[1]Dept Informatics Engineering, Mataram University
Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA

Email: muhammadamar0120@gmail.com, [arimbawa, zaf]@unram.ac.id

Abstract

An egg incubator is a hatching machine that has the same working principle as a hen when incubating eggs. The hatching process using an incubator has advantages compared to natural hatching, which can be done at any time, can be done with a large number of eggs, produces a large number of children simultaneously, and can be monitored and selected for eggs. The main problem farmers face in hatching chicken eggs is changes in temperature and humidity caused by changes in weather. This can affect the level of productivity of chicken eggs. At this time, breeders in the Karang Bayan area, West Lombok, still use hens to incubate the eggs, so the hatching of eggs is highly dependent on changes in the surrounding weather. In making this tool the researchers used a DHT22 temperature sensor which was connected to the NodeMCU ESP8266 which was connected to the website, from the results of making the tool it was hoped that it could help the egg-hatching process. The test results show that during the hatching period of 21 days, the percentage of hatched eggs produced shows on day 1 to day 16 the percentage of eggs hatched is 0% or no eggs hatched, on the 17th day the egg percentage hatched increased to 16.67%, on the 19th day the percentage of hatching eggs became 50%, and on the 21st day the rate of hatching became 100%.

Keywords: *Chicken eggs, Incubator, Temperature humidity, IoT*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Telur ayam dapat dijadikan basis pengembangan ekonomi rakyat yang berpotensi dapat menciptakan pertumbuhan yang berkualitas[1]. Penetasan telur ayam ini sangat perlu diperhatikan dari segi kestabilan temperatur. Salah satu faktor yang menyebabkan proses pengembangbiakan telur tidak maksimal yaitu ketidakstabilan temperatur suhu dan kelembapan yang prosesnya masih dilakukan secara konvensional. Inkubator konvensional kurang praktis digunakan karena para peternak harus selalu memperhatikan dan mengatur suhu dan kelembapan yang sesuai dengan karakteristik telur secara manual[2].

Masalah utama yang dihadapi oleh peternak di wilayah Karang Bayan, Lombok Barat dalam proses penetasan telur ayam adalah ketidakstabilan temperatur suhu dan kelembapan sehingga peternak sesekali perlu untuk melakukan kegiatan monitoring terhadap telur ayam. Dari permasalahan tersebut, penulis merancang sebuah alat inkubator penetas telur berbasis IoT yang diharapkan dapat membantu peternak di wilayah Karang Bayan, Lombok Barat untuk mengatasi permasalahan diatas.

Inkubator penetas telur ayam berbasis IoT merupakan mesin penetasan yang mempunyai prinsip kerja seperti pada induk ayam pada saat mengerami

telur. Proses penetasan dengan menggunakan mesin tetas ini memiliki kelebihan di banding dengan penetasan secara alami, yaitu dapat dilakukan sewaktu-waktu, dapat dilakukan dengan jumlah telur yang banyak, menghasilkan anak dalam jumlah banyak dalam waktu bersamaan, dan dapat dilakukan pengawasan dan seleksi pada telur. Alat pemanas dihidupkan dan diatur jarak penyeteran antara temperatur 370C-390C. Setelah temperatur yang diinginkan tercapai (temperatur konstan). Diatur kelembapannya antara 55-60%. Dalam rancangan mesin penetas telur, pemanas yang terlalu lama mati, akan mengakibatkan sumber panas yang dibutuhkan tidak mencukupi, ini akan berdampak benih ayam dalam telur akan mati[3].

Dari permasalahan diatas penulis akan melakukan penelitian tentang perancangan inkubator penetas telur ayam berbasis IoT. Dalam pembuatan alat ini peneliti menggunakan sensor suhu DHT22 yang dikoneksikan dengan NodeMCU ESP8266 kemudian dihubungkan dengan web server, dari hasil pembuatan alat tersebut diharapkan dapat membantu proses penetasan telur sehingga lebih mudah, ekonomis, dan praktis.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka didapatkan beberapa rumusan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan sistem IoT untuk

mengatur suhu dan kelembapan pada inkubator penetas telur ayam?

2. Bagaimana membangun sistem untuk *monitoring* penetasan telur pada inkubator penetas telur ayam berbasis IoT?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini dilakukan sebagai berikut:

1. Merancang dan membuat rancang bangun inkubator penetas telur menggunakan sensor suhu DHT22 berbasis IoT.
2. Menghasilkan inkubator penetas telur sebagai alat bantu untuk menetas telur dengan tingkat keberhasilan yang tinggi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Pada tahun 2020, penelitian tentang Sistem Monitoring Suhu dan Pencahayaan Berbasis Internet Of Things (IoT) Untuk Penetasan Telur Ayam dilakukan oleh Fenty Ariani, dkk. Tujuan penelitian ini yaitu meningkatkan quantity pada penetasan telur ayam serta mempercepat waktu panen telur ayam dengan penerapan teknologi IoT (Internet of Thing). Dengan menggunakan konsep IoT, sistem monitoring suhu dan pencahayaan akan lebih mudah dan tidak perlu melakukan kegiatan monitoring langsung ke kandang, hanya dengan menghubungkan alat tersebut dan monitor langsung melalui aplikasi berbasis mobile. Alur kerja pada sistem ini menggunakan sensor suhu DHT11 yang mengambil nilai berupa angka yang didapat dari hasil suhu yang dideteksi. Pengecekan suhu yang diambil oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang akan memberi informasi kepada relay untuk menyalakan dan mematikan lampu secara otomatis. Hasil dari sistem monitoring suhu dan pencahayaan berbasis IoT (Internet of Thing) untuk penetasan telur ayam dapat meningkatnya quantity pada penetasan telur ayam serta mempercepat masa panen telur. Pada hari ke 21 telur ayam sudah menetas dengan jumlah telur yang menetas sejumlah 16 butir telur ayam dari 20 butir telur ayam dengan suhu 38°C [4]. Pada penelitian yang diusulkan, perbedaan terletak pada sensor suhu yang digunakan yaitu sensor suhu DHT22 di mana dalam penelitian yang membandingkan antara DHT11 dan DHT22 dengan acuan Thermo-Hygrometer, mengungkapkan bahwa sensor DHT22 atau AM2302 memiliki akurasi yang lebih baik dibanding DHT11 dengan galat relatif pengukuran suhu 4% (<4,5%) dan kelembapan 18% (<19,75%).

Penelitian dengan judul Sistem Kontrol dan Monitoring Mesin Penetas Telur Berbasis IoT yang diusulkan oleh M. Rifhaldy Rizky Jusman dkk. Pada penelitian tersebut pada digunakan aplikasi Blynk

sebagai tampilan antar muka dan penyimpanan data pembacaan sensor. Penelitian ini membuat sistem kontrol dan monitoring mesin penetas telur berbasis IoT (Internet of Things) yang mampu memudahkan peternak dalam proses pemantauan penetasan telur. Dengan perancangan sistem Esp8266 sebagai mikrokontroler dan modul Wi-fi dan sensor DHT22 sebagai pembaca kondisi suhu serta kelembapan saat alat dijalankan sesuai yang diharapkan dengan kemampuan persentase penetasan telur yang optimal. Sensor DHT22 akan membaca suhu dalam mesin penetasan yang kemudian diimpor ke jaringan internet, saat android dijalankan maka alat akan otomatis menyala. Metode yang digunakan mengandung konsep eksperimental yang di mana data yang diperoleh menjadi hasil uji coba alat. Hasil yang didapatkan dari jumlah telur yang ditetaskan sebanyak 20 butir yang di mana 6 menetas serta 4 mati dalam cangkang, untuk nilai sensor DHT22 dan thermometer yang error sebesar 0.24% menjadi pertimbangan untuk rentang suhu untuk mencapai penetasan telur yang ideal. Seluruh kendali sistem dilakukan pada aplikasi Blynk seperti perintah yang diberikan ke sistem dan output yang diperoleh dari sistem [5]. Terdapat perbedaan kendali dan pemantauan sistem pada penelitian, di mana penelitian ini memilih menggunakan aplikasi yang telah disediakan dan dapat diunduh secara gratis yakni Blynk, sedangkan penelitian yang diusulkan menggunakan website dengan protokol komunikasi MQTT dan tidak menggunakan aplikasi pendukung seperti Blynk.

Penelitian dengan judul Pengaruh Level Suhu Mesin Tetas Terhadap Daya Tetas dan Bobot Puyuh Padjadjaran yang dilakukan oleh Jefrianus Neonnub, dkk. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruh level suhu mesin tetas terhadap daya tetas dan bobot puyuh padjadjaran. Dimana penelitian dilakukan secara eksperimental dengan mengulang 3 level suhu sebanyak 7 kali. Level suhu mesin tetas terdiri atas $T_1=37,0$, $T_2=37,5$, dan $T_3=38,0$ °C. Hasil penelitian menunjukkan suhu mesin tetas 37,5 °C memiliki persentase daya tetas telur paling tinggi yaitu 84% sedangkan suhu mesin tetas 37,0 °C memiliki persentase daya tetas telur paling rendah yaitu 64% [6]. Pada penelitian yang diusulkan, penelitian mengacu kepada kinerja sistem dalam menjaga kestabilan suhu pada inkubator penetas telur ayam sehingga persentase daya tetas yang dihasilkan maksimal.

Penelitian yang dilakukan oleh Agus Rakhmadi Mido tentang Rancang Bangun Mesin Otomatis Penetas Telur Berbasis NodeMCU dan Android. Penelitian ini telah menghasilkan sebuah aplikasi Monitoring berbasis Android yang dibuat menggunakan Bahasa pemrograman Java dan sebuah prototipe mesin otomatis penetas telur menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler, DHT11 sebagai sensor suhu dan

kelembapan, dan Solid State Relay (SSR) sebagai pengatur hidup atau mati komponen. Alat tersebut mengatur semua aktifitas di dalam mesin otomatis penetas telur sehingga dapat menetas telur menjadi bibit ayam yang berkualitas unggul dan proses penetasan telur menjadi lebih mudah, hemat dan praktis[7]. Penelitian yang diusulkan juga menggunakan mikrokontroler NodeMCU, tetapi tidak menggunakan sensor suhu DHT11 melainkan sensor suhu DHT22 di mana pada sensor suhu DHT22 memiliki tingkat akurasi yang lebih baik yaitu pengukuran suhu 4% dan kelembapan 18%.

Penelitian yang dilakukan oleh Alex Surapati, dkk. Mengambil judul Perancangan Mesin Tetas Telur Otomatis Menggunakan Sensor Suhu dan Sensor Udara. Tujuan penelitian ini adalah merancang alat penetas telur puyuh otomatis menggunakan sensor suhu dan kelembapan DHT11. Pemutar rak telur menggunakan motor inkubator. Sumber panas menggunakan lampu pijar dan pengaturan kelembapan dalam menggunakan humidifier. Tampilan parameter suhu dan kelembapan dalam ruang penetasan digunakan LCD 16x2. Penggunaan LCD memudahkan pemantauan keadaan suhu dan kelembapan mesin. Sensor suara akan digunakan sebagai pendeteksi suara bila telur sudah menetas, dan akan memberitahukan ke peternak melalui pesan SMS dengan menggunakan modul GSM. Perancangan hardware meliputi 1 unit kendali Arduino Mega 2560, sensor suhu dan kelembapan DHT11, sensor suara, LCD 16x2, lampu pijar sebagai pemanas, kipas DC sebagai pendingin dan sirkulasi udara, humidifier sebagai pengatur kelembapan dan modul GSM sebagai penanda bahwa telur telah menetas. Hasil dari penelitian ini yaitu proses penetasan selama 18 hari, dengan tingkat keberhasilan penetasan sebesar 98% dari 50 butir telur. Penggunaan daya pada mesin tetas ini rata-rata 62,44 watt sampai dengan 83,45 watt dan untuk 1 periode penetasan selama 18 hari yaitu 25,2392kWh[8]. Penelitian yang diusulkan juga menggunakan LCD 16x2 untuk menampilkan suhu dan kelembapan pada inkubator penetas telur. Namun, selain menggunakan LCD 16x2 penelitian yang diusulkan juga menggunakan website dengan protokol komunikasi MQTT.

Dari beberapa referensi penelitian yang telah dijelaskan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan sensor suhu pada penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk mengukur suhu dan kelembapan. Namun terdapat perbedaan dalam penelitian yang dilakukan. Pada penelitian ini, sistem menggunakan sensor suhu DHT22 di mana dalam penelitian yang membandingkan antara DHT11 dan DHT22 dengan acuan Thermo-Hygrometer, mengungkapkan bahwa sensor DHT22 atau AM2302 memiliki akurasi yang lebih baik dibanding DHT11 dengan galat relatif pengukuran suhu 4% (<4,5%) dan kelembapan 18%

(<19,75%). Terdapat juga perbedaan kendali dan pemantauan sistem pada penelitian, di mana dari beberapa penelitian memilih menggunakan aplikasi yang telah disediakan dan dapat diunduh secara gratis yakni Blynk, sedangkan penelitian yang diusulkan menggunakan website dengan protokol komunikasi MQTT dan tidak menggunakan aplikasi pendukung seperti Blynk. Sistem bekerja secara otomatis untuk menyalakan atau mematikan lampu dan kipas sampai pada batas suhu dan kelembapan yang sudah ditentukan. Perangkat yang dibutuhkan untuk membangun sistem dalam penelitian ini yaitu NodeMCU ESP8266, Sensor Suhu DHT22, Relay Modul, Lampu, Kipas, LCD 16x2. Dari hasil pembuatan alat tersebut diharapkan dapat membantu proses penetasan telur sehingga lebih mudah, ekonomis, dan praktis.

3. METODE PENELITIAN

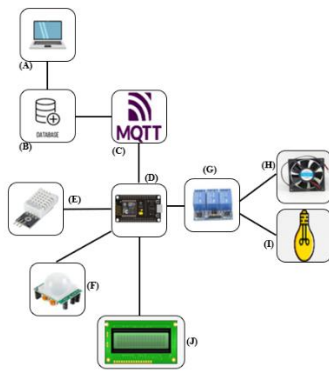
3.1. Analisa Kebutuhan Alat dan Bahan

Analisis yang akan dilakukan meliputi analisis kebutuhan alat dan bahan. Adapun perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1. Laptop sebagai media pembangun sistem dan alat pengujian sistem.
2. Sistem operasi yang digunakan adalah Windows 10.
3. Pembuatan website sederhana menggunakan Sublime sebagai aplikasi pendukung.
4. 1 buah NodeMCU sebagai mikrokontroler.
5. 1 buah Sensor Suhu DHT22 untuk mendeteksi suhu udara dan kelembapan pada inkubator.
6. 1 Buah Modul Relay sebagai switch on/off untuk menyalakan dan mematikan lampu dan kipas pada inkubator penetas telur.
7. 1 Buah Sensor PIR (Passive InfraRed) sebagai pendeteksi pergerakan pada inkubator.
8. 1 Buah Lampu Pijar dan 1 Buah Kipas DC sebagai alat untuk menstabilkan suhu dan kelembapan dalam ruang inkubator.

3.2. Arsitektur Sistem

Percancangan arsitektur dilakukan untuk merancang arsitektur dan alur kerja dari Inkubator Penetas Telur Ayam Berbasis IoT (Pada Desa Karang Bayan).



Gambar 1. Rancangan Arsitektur

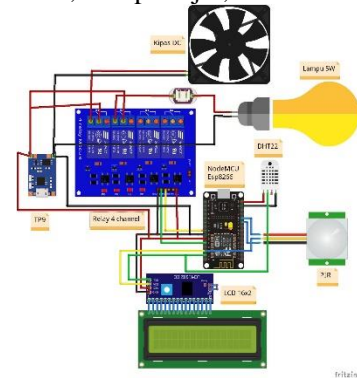
Penjelasan dari masing-masing proses serta hubungan antar proses yang terdapat pada Gambar 1 akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Laptop merupakan perangkat yang berfungsi untuk melihat halaman website yang berisi data perubahan suhu dan kelembapan udara dan status on/off pada lampu pijar dan kipas.
2. Database (B) digunakan untuk menyimpan data mengenai perubahan suhu dan kelembapan udara pada ruang inkubator dan status on/off pada lampu pijar dan kipas.
3. MQTT (C) yaitu pesan pada MQTT dikirim ke broker dan berisi topik yang dikirimkan oleh publisher. Kemudian topik tadi diolah untuk diteruskan ke subscriber berdasarkan dari permintaan pengguna.
4. NodeMCU ESP8266 (D) digunakan untuk mengambil data berupa informasi perubahan suhu dan kelembapan udara pada ruang inkubator. NodeMCU mengendalikan relay sebagai saklar untuk menyalakan dan mematikan lampu pijar dan kipas. Motor servo untuk menggerakkan rak telur, proses pergerakan pada rak telur akan menyebabkan pemerataan suhu permukaan telur pada saat proses penetasan telur. NodeMCU memberi informasi berupa suhu dan kelembapan udara yang akan ditampilkan pada LCD 16x2 dan website.
5. Sensor Suhu DHT22 (E) merupakan alat yang berfungsi untuk mengukur suhu pada ruang inkubator penetasan telur. Pengukuran suhu yang dilakukan akan diinformasikan ke Mikrokontroler NodeMCU ESP8266.
6. Sensor passive infrared (PIR) (F) merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi pergerakan pada inkubator penetas telur yang akan memberikan informasi apakah telur sudah menetas atau belum.

7. Modul Relay (G) digunakan sebagai switch on/off pada inkubator penetas telur untuk mengatur kapan lampu pijar dan kipas menyala atau mati.
8. Kipas DC (H) merupakan alat yang berfungsi untuk menjaga kelembapan pada ruang inkubator yaitu 55-60%.
9. Lampu Pijar (I) merupakan alat yang berfungsi menjaga suhu hangat pada ruang inkubator yaitu 370C-390C.
10. LCD 16x2 (J) berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran suhu dan kelembapan pada ruang inkubator.

3.3. Rancangan Perangkat Keras

Rangkaian terdiri dari 7 perangkat keras yang dihubungkan menjadi sebuah perangkat Inkubator Penetas Telur Ayam Berbasis IoT yang terdiri dari NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, Sensor Suhu DHT22, Sensor PIR (Passive InfraRed), Modul Relay, Kipas DC, Lampu Pijar, dan LCD 16x2.

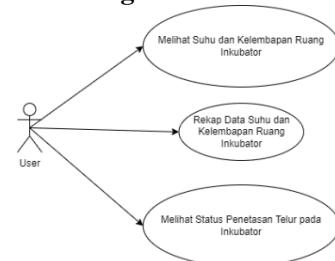


Gambar 2 . Rancangan Perangkat Keras

3.4. Rancangan Perangkat Lunak

Tahap rancangan perangkat lunak dan dilakukan perancangan sistem untuk merancang *website* serta perancangan komunikasi MQTT.

3.4.1 Use Case Diagram

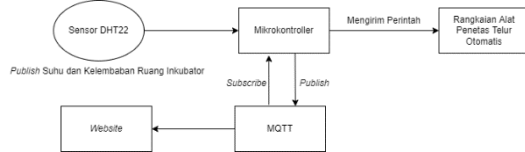


Gambar 3. Use Case Diagram

Gambar 3 merupakan merupakan rancangan use case diagram dari sistem yang akan dibuat. Sistem yang dibuat berbasis website, di mana pada sistem yang ada user dapat melihat suhu dan kelembapan ruang inkubator penetas telur. user juga dapat melihat rekap

data suhu dan kelembapan pada ruang inkubator, dan melihat status penetasan telur pada inkubator.

3.4.2 Rancangan Komunikasi MQTT



Gambar 4. Rancangan Komunikasi MQTT

Gambar 4 merupakan rancangan komunikasi MQTT dari sistem yang akan dibuat. Sensor suhu DHT22 mengukur suhu dan kelembapan di dalam ruang inkubator yang kemudian hasil pengukuran suhu dan kelembapan tersebut akan di proses pada mikrokontroler. Selanjutnya, Mikrokontroler akan mengirimkan perintah ke Rangkaian Alat Penetas Telur Otomatis, dan rangkaian tersebut akan mengeksekusi perintah berdasarkan informasi dari sensor suhu DHT22. Selanjutnya, informasi timeline perubahan suhu dan kelembapan pada ruang inkubator akan ditampilkan melalui halaman website. Selain itu, pada website juga menampilkan rekam data suhu dan kelembapan pada inkubator penetas telur.

3.5. Implementasi Sistem

Dilakukan penyusunan konfigurasi perangkat keras dan pembuatan perangkat lunak kemudian menghubungkan keduanya menjadi sebuah sistem yang menggunakan protokol komunikasi MQTT. Tahap implementasi sistem terbagi menjadi 2 yaitu sebagai berikut :

1. Penyusunan Perangkat Keras

Tahap penyusunan perangkat keras meliputi NodeMCU, Sensor DHT22, Sensor PIR dan Modul Relay akan disusun menjadi satu rangkaian elektronika untuk menetas telur ayam pada ruang inkubator dengan cara menjaga suhu dan kelembapannya. Proses penyusunan perangkat disesuaikan dengan perancangan yang telah dibuat pada tahap perancangan perangkat keras sistem.

2. Pembuatan Perangkat Lunak

Tahap pembuatan perangkat lunak dilakukan pembuatan *website* sederhana yang dapat di akses oleh pengguna, *website* tersebut akan digunakan sebagai media untuk menampilkan suhu dan kelembapan terkini dan status penetasan telur pada inkubator penetas telur. Selain itu, *website* juga menampilkan rekam data suhu dan kelembapan selama proses penetasan telur.

3.6. Pengujian dan Evaluasi Sistem

Tahap pengujian dan evaluasi sistem akan dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibangun. Pada penelitian ini, teknik pengujian yang digunakan yaitu pengujian terhadap perangkat yang digunakan dan pengujian kelayakan sistem secara keseluruhan.

3.6.1 Pengujian Perangkat

Pengujian perangkat keras ini dilakukan pada fungsionalitas dari perangkat IoT yang digunakan. Apakah perangkat sudah bekerja dengan baik atau terjadi kesalahan sehingga menyebabkan hasil yang diinginkan dari alat tidak maksimal. Pengujian ini dilakukan dengan mengamati apakah alat masih tetap bekerja atau tidak dan melihat apakah terjadi kerusakan pada alat sehingga dapat dilakukan perbaikan. Alat yang akan diuji pada pengujian ini antara lain NodeMCU 8266, sensor suhu DHT22, sensor PIR (Passive Infrared) dan relay, apakah semua sensor-sensor tersebut mampu berjalan sesuai fungsinya akurasi yang konsisten.

3.6.2 Pengujian Kelayakan Fungsi Sistem

- 1) Pengujian pada perangkat yang telah dibuat secara langsung untuk menunjukkan bahwa rangkaian sistem telah berjalan dan berfungsi dengan baik. Skenario digunakan pada pengujian ini untuk melihat reaksi sistem terhadap skenario yang dibuat apakah sistem mampu mengatasi masalah tersebut sesuai dengan apa yang diharapkan perancang sistem seperti Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Skenario Pengujian

No.	Kondisi	Cara Uji	Skenario	Hasil Diharapkan
1.	Suhu rendah pada inkubator penetas telur ayam	Menaikkan suhu pada inkubator penetas telur ayam	Menyalakan lampu pada inkubator penetas telur ayam	Suhu pada inkubator penetas telur ayam berada pada suhu yang ditentukan
2.	Suhu tinggi pada inkubator penetas telur ayam	Menurunkan suhu pada inkubator penetas telur ayam	Mematikan lampu pada inkubator penetas telur ayam	Suhu pada inkubator penetas telur ayam berada pada suhu yang ditentukan

3	Kelambaban tinggi pada inkubator penetas telur ayam	Menurunkan kelembapan pada inkubator penetas telur ayam	Menyalakan kipas untuk menjalankan sirkulasi udara pada inkubator penetas telur ayam	Kelembapan pada inkubator penetas telur ayam berada pada nilai kelembapan yang ditentukan
4	Kelambaban rendah pada inkubator penetas telur ayam	Menaikkan kelembapan pada inkubator penetas telur ayam	Mematikan kipas pada inkubator penetas telur ayam	Kelembapan pada inkubator penetas telur ayam berada pada nilai kelembapan yang ditentukan

3.6.3 Perbandingan Dengan Alat Tetes Telur Konvensional

Perbandingan dengan alat tetes telur konvensional ini dilakukan dengan tujuan melihat perbedaan antara alat tetes telur konvensional yang ada saat ini dengan penelitian yang diajukan. Adapun perbandingan tersebut terdapat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Perbandingan Alat

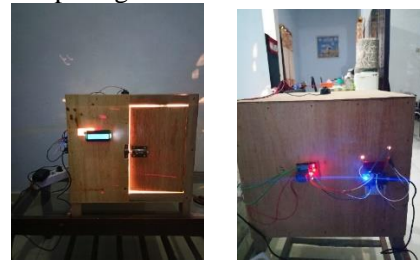
No	Penelitian yang diajukan	Alat Tetes Telur Konvensional
1	Lampu pada penelitian diajukan diletakkan pada sisi atas dan sisi bawah telur ayam pada inkubator	Lampu pada alat tetes telur konvensional diletakkan hanya pada sisi atas telur ayam pada inkubator
2	Penelitian diajukan menggunakan kipas angin untuk mengatur sirkulasi udara pada inkubator	Alat tetes telur konvensional menggunakan kipas angin untuk mengatur sirkulasi udara pada inkubator
3	Penelitian diajukan menggunakan sensor DHT22 untuk mengetahui suhu dan kelembapan pada inkubator	Alat tetes telur konvensional menggunakan termostat untuk mengetahui suhu pada inkubator.
4	Penelitian diajukan menggunakan sensor PIR untuk mengetahui telur	Alat tetes telur konvensional menggunakan cara manual untuk mengetahui telur

	menetas atau tidak dengan mendeteksi pergerakan telur pada inkubator	menetas atau tidak dengan memeriksa kondisi inkubator
--	--	---

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Realisasi Perangkat Keras

Realisasi penyusunan perangkat keras dari Rancang Bangun Penetas Telur Ayam Berbasis IoT (Pada Desa Karang Bayan) yang terdapat pada bab sebelumnya. Adapun realisasi perangkat keras yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar berikut:



(a) (b)

Gambar 5. (a)Tampak Depan (b) Tampak Samping

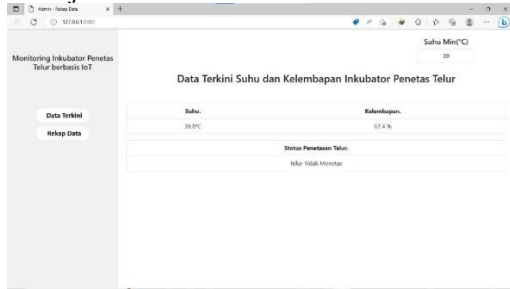
Gambar 5 merupakan bentuk realisasi bagian luar sistem Penetas Telur Ayam Berbasis IoT (Pada Desa Karang Bayan). Berikut penjelasan dari masing-masing gambar sebagai berikut:

- Rangkaian Gambar 4.1 (a) merupakan tampak depan sistem Penetas Telur Ayam Berbasis IoT (Pada Desa Karang Bayan) dan terdapat LCD berukuran 16x2 yang berfungsi untuk memberikan informasi kepada pengguna terkait suhu dan kelembapan ruangan inkubator penetas telur ayam serta status penetasan telur, seperti terdapat telur yang menetas atau tidak.
- Rangkaian Gambar 4.1 (b) merupakan tampak samping sistem Penetas Telur Ayam Berbasis IoT (Pada Desa Karang Bayan) dan terdapat beberapa rangkaian perangkat keras yang terdiri dari :
 - NodeMCU ESP8266, merupakan perangkat yang digunakan sebagai mikrokontroler yang menjadi inti dari kinerja keseluruhan alat. Dimana NodeMCU ESP8266 akan terhubung dengan modul *relay*, sensor suhu dan kelembapan DHT22, sensor PIR dan LCD berukuran 16x2.
 - Bread Board*, merupakan board yang digunakan untuk membuat rangkaian elektronik.
 - Modul *Relay*, merupakan perangkat yang digunakan sebagai *switch on/off* untuk lampu dan kipas. Melalui mikrokontroler perintah akan dikirimkan untuk mengaktifkan lampu dan kipas sesuai dengan perubahan suhu ruangan inkubator.

4.2 Realisasi Perangkat Lunak

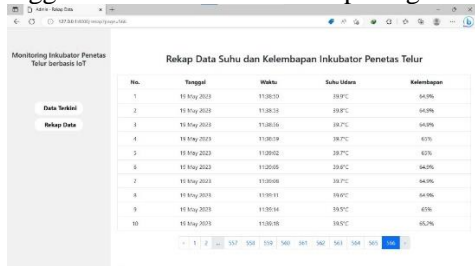
Realisasi dari interface Rancang Bangun Penetas Telur Ayam Berbasis IoT (Pada Desa Karang Bayan)

berdasarkan pembahasan sub bab sebelumnya pada bagian use case diagram yang terdapat satu pengguna untuk menjalankan sistem.



Gambar 6. Halaman Dashboard

Gambar 6 merupakan implementasi interface dari halaman utama sistem. Pada halaman utama sistem terdapat input text untuk memasukan suhu target dan terdapat informasi berupa text berisi suhu dan kelembapan ruangan inkubator penetas telur serta status penetasan telur yang diperoleh dari perangkat keras dan tersimpan di database. Data yang ditampilkan merupakan data terakhir yang terdeteksi oleh perangkat keras dan data pada kolom input text berisi suhu target yang digunakan sebagai acuan sistem bekerja, dimana sistem bekerja mengikuti besaran suhu yang di-input oleh pengguna kemudian dikirim ke perangkat keras



Gambar 7 Halaman Rekap Data

Gambar 7 merupakan realisasi interface dari halaman rekap data. Pada halaman ini berisi informasi diberikan berupa tabel yang berisi tanggal, waktu, suhu ruangan inkubator, kelembapan ruangan inkubator dan status penetasan telur, dimana data tersebut diperoleh dari sensor-sensor yang terpasang pada inkubator penetas telur melalui database.

4.3 Hasil Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras dilakukan untuk mengamati dan menganalisa fungsionalitas dari perangkat keras yang digunakan pada sistem. Hal ini dilakukan untuk memastikan apakah sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3 Pengujian Perangkat Keras

No	Pengujian	Hasil Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	ESP8266	Nodemcu ESP8266 akan membaca input	Nodemcu ESP8266 dapat membaca input	Valid

		dari sensor DHT22 dan sensor PIR, serta dapat mengirimkan data ke LCD 16x2 dan mengirimkan perintah <i>switch on/off</i> pada modul <i>relay</i>	dari sensor DHT22 dan sensor PIR, serta dapat mengirimkan data ke LCD 16x2 dan mengirimkan perintah <i>switch on/off</i> pada modul <i>relay</i>	
2	Sensor DHT 22	Sensor DHT22 mampu mengukur suhu dan kelembapan pada ruangan inkubator penetas telur ayam ketika dalam kondisi suhu dan kelembapan mengalami kenaikan maupun penurunan	Sensor DHT22 dapat mengukur suhu dan kelembapan pada ruangan inkubator penetas telur ayam ketika dalam kondisi suhu dan kelembapan mengalami kenaikan maupun penurunan	Valid
3	Sensor PIR	Sensor PIR mampu mendeteksi penetasan telur ayam pada inkubator (pengujian awal dilakukan dengan mendeteksi gestur tangan).	Sensor PIR dapat mendeteksi penetasan telur ayam pada inkubator (pengujian awal dilakukan dengan mendeteksi gestur tangan).	Valid
4	LCD 16x2	LCD 16x2 mampu menampilkan data suhu dan kelembapan pada inkubator penetas telur ayam dan akan menampilkan status telur menetas apabila terdeteksi pergerakan telur menetas oleh sensor PIR.	LCD 16x2 dapat menampilkan data suhu dan kelembapan pada inkubator penetas telur ayam dan akan menampilkan status telur menetas apabila terdeteksi pergerakan telur menetas oleh sensor PIR.	Valid

5	Modul Relay	Modul Relay mampu menjalankan perintah dari Nodemcu ESP8266 sebagai switch <i>on/off</i> lampu dan kipas ketika terjadi perubahan suhu pada inkubator.	Modul Relay dapat menjalankan perintah dari Nodemcu ESP8266 sebagai switch <i>on/off</i> lampu dan kipas ketika terjadi perubahan suhu pada inkubator.	Valid
---	-------------	--	--	-------

4.4 Pengujian Fungsi Keseluruhan Sistem

Hasil pengujian fungsi sistem secara keseluruhan dilakukan selama 21 hari dengan menentukan suhu target setiap minggu berbeda sesuai dengan kebutuhan suhu telur dalam inkubator seperti minggu pertama 37 °C, minggu kedua 38 °C dan minggu ketiga 39 °C. Telur ayam kampung diletakkan pada rak yang terbuat dari kayu pada inkubator penetas telur ayam. Kemudian lampu diletakkan di sisi atas dan bawah agar cahaya lampu dapat mengenai seluruh bagian telur, serta sensor-sensor yang diletakkan dalam inkubator dengan tujuan agar dapat mendeteksi suhu dan kelembapan inkubator serta pergerakan telur apabila menetas. Seluruh data suhu dan kelembapan serta status telur menetas akan di-update ke database dan ditampilkan ke website sederhana.

4.4.1 Pengujian Minggu Pertama

Pengujian dilakukan dengan menggunakan telur ayam kampung sebanyak 6 buah. Telur tersebut diletakkan pada rak inkubator penetas telur ayam, kemudian pengguna mengatur suhu ruangan inkubator untuk minggu pertama yaitu sebesar 37 °C. Inkubator secara otomatis akan menstabilkan suhu pada ruangan inkubator dengan lampu menyala untuk menaikkan suhu dan lampu mati untuk menurunkan suhu secara berkala.



Gambar 8 Pengujian Minggu Pertama

Gambar 8 merupakan proses pengujian minggu pertama dengan menggunakan 6 telur ayam kampung yang diletakkan pada inkubator penetas telur ayam. Suhu inkubator diatur sebesar 37 °C untuk minggu pertama dan dapat dilihat telur masih dalam keadaan utuh sepenuhnya..

Tabel 4 Hasil Pengujian Minggu Pertama

No	Hari	Suhu Target	Avg Suhu Inkubator	Avg Kelembapan Inkubator	Jumlah Telur Menetas
1	Hari 1	37.0	36.56	69.38	0/6
2	Hari 2	37.0	37.55	63.95	0/6
3	Hari 3	37.0	37.56	63.84	0/6
4	Hari 4	37.0	37.62	65.85	0/6
5	Hari 5	37.0	37.45	66.35	0/6
6	Hari 6	37.0	37.61	65.07	0/6
7	Hari 7	37.0	37.74	64.48	0/6

Tabel 4 merupakan merupakan hasil pengujian minggu pertama dari inkubator penetas telur ayam kampung. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa terdapat nilai rata-rata yang diperoleh dari kumpulan nilai yang diperoleh selama 2-3 jam perhari dan kemudian dihitung rata-ratanya. Suhu rata-rata pada inkubator penetas telur ayam kampung berada pada suhu target yang telah ditentukan yaitu berkisar pada angka 37 °C, rata-rata kelembapan berada pada angka 63% – 69% dan jumlah telur menetas sebanyak 0 buah. Angka tersebut menunjukkan bahwa inkubator dapat menjaga suhu ruangan tetap stabil untuk proses penetasan telur ayam kampung.

4.4.2 Pengujian Minggu Kedua

Pengujian minggu kedua merupakan pengujian lanjutan dari pengujian minggu pertama yaitu masih menggunakan telur ayam kampung sebanyak 6 buah akan tetapi suhu ruangan inkubator dinaikkan sebesar 1 °C yaitu 38 °C.



Gambar 9 Pengujian Minggu Kedua

Gambar 9 merupakan proses pengujian minggu kedua dengan menggunakan 6 telur ayam kampung yang diletakkan pada inkubator penetas telur ayam. Suhu inkubator diatur sebesar 38 °C untuk minggu kedua dan dapat dilihat terdapat telur yang retak menandakan telur akan menetas.

Tabel 5 Hasil Pengujian Minggu Kedua

No	Hari	Suhu Target	Avg Suhu Inkubator	Avg Kelembapan Inkubator	Jumlah Telur Menetas
1	Hari 8	38.0	37.81	65.96	0/6
2	Hari 9	38.0	38.67	60.56	0/6
3	Hari 10	38.0	38.49	64.79	0/6
4	Hari 11	38.0	38.16	63.01	0/6

5	Hari 12	38.0	37.10	65.32	0/6
6	Hari 13	38.0	38.34	64.31	0/6
7	Hari 14	38.0	38.79	63.48	0/6

Tabel 5 merupakan hasil pengujian minggu kedua dari inkubator penetas telur ayam kampung. Terdapat nilai rata-rata yang diperoleh dari kumpulan nilai yang diperoleh selama 2-3 jam perhari dan kemudian dihitung rata-ratanya. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa suhu target diatur setingkat lebih tinggi dari minggu pertama yaitu dari 37 ke 38 °C. suhu rata-rata pada inkubator penetas telur ayam kampung pada minggu kedua masih berada pada suhu target yang telah ditentukan yaitu berkisar pada angka 38 °C, rata-rata kelembapan berada pada angka 60% – 65% dan jumlah telur menetas sebanyak 0 buah. Pada hari ke 8 dan hari ke 12, suhu rata-rata inkubator berada pada angka 37 °C hal ini terjadi karena pada hari tersebut jaringan wifi mati sehingga proses pengiriman data ke database terputus.

4.4.3 Pengujian Minggu Ketiga

Pengujian minggu ketiga merupakan pengujian lanjutan dari pengujian minggu pertama dan kedua yaitu masih menggunakan telur ayam kampung sebanyak 6 buah akan tetapi suhu ruangan inkubator dinaikkan sebesar 1 °C yaitu menjadi 39 °C.



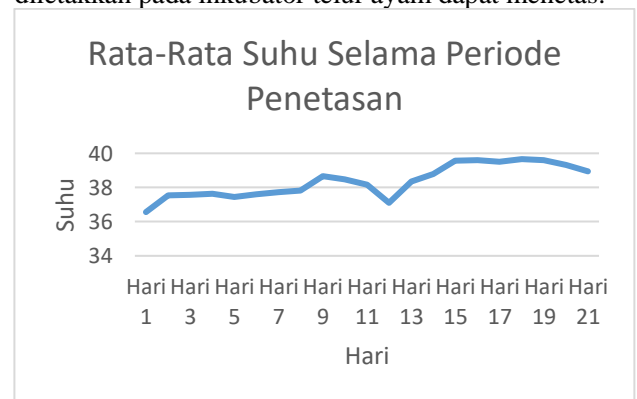
Gambar 10 Pengujian Minggu Ketiga

Gambar 10 merupakan proses pengujian minggu ketiga dengan menggunakan 6 telur ayam kampung yang diletakkan pada inkubator penetas telur ayam. Suhu inkubator diatur sebesar 39 °C untuk minggu ketiga.

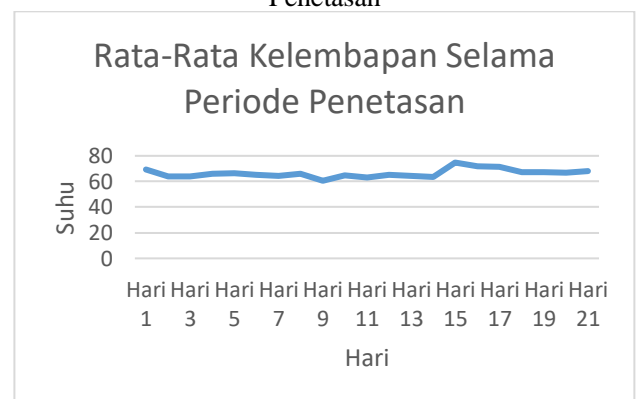
Tabel 6 Hasil Pengujian Minggu Ketiga

No	Hari	Suhu Target	Avg Suhu Inkubator	Avg Kelembapan Inkubator	Jumlah Telur Menetas
1	Hari 15	39.0	39.56	74.77	0/6
2	Hari 16	39.0	39.60	71.86	0/6
3	Hari 17	39.0	39.52	71.35	1/6
4	Hari 18	39.0	39.66	67.19	1/6
5	Hari 19	39.0	39.60	67.46	3/6
6	Hari 20	39.0	39.32	66.80	6/6
7	Hari 21	39.0	38.95	67.92	6/6

Tabel 6 merupakan hasil pengujian minggu ketiga dari inkubator penetas telur ayam kampung. Terdapat nilai rata-rata yang diperoleh dari kumpulan nilai yang diperoleh selama 2-3 jam perhari dan kemudian dihitung rata-ratanya. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa suhu target diatur setingkat lebih tinggi dari minggu kedua yaitu dari 38 ke 39 °C. suhu rata-rata pada inkubator penetas telur ayam kampung pada minggu ketiga masih berada pada suhu target yang telah ditentukan yaitu berkisar pada angka 39 °C, dan rata-rata kelembapan berada pada angka 66% – 74%. Pada hari ke 17 dan hari ke 18 diperoleh hasil terdapat 1 telur ayam kampung yang menetas pada suhu 39.52 °C, hal ini lebih cepat 5 hari dari waktu penelitian yang dilakukan. Kemudian pada hari ke 19, 20 dan ke 21 diperoleh hasil terdapat sisa telur ayam kampung pada inkubator menetas pada suhu 39.32 °C. Sehingga dapat diperoleh hasil bahwa 6 telur ayam kampung yang diletakkan pada inkubator telur ayam dapat menetas.



Gambar 11 Grafik Rata-Rata Suhu Selama Periode Penetasan



Gambar 12 Grafik Rata-Rata Kelembapan Selama Periode Penetasan

Gambar 11 dan 12 merupakan bentuk visualisasi data berupa grafik *linechart* dari nilai rata-rata yang diperoleh dari pengujian suhu dan kelembapan inkubator penetas telur selama periode penetasan yaitu 21 hari. Nilai rata-rata diperoleh dari kumpulan data atau nilai pengujian yang dilakukan selama 2-3 jam perhari dan kemudian kumpulan nilai tersebut dirata-ratakan. Dari grafik dapat dilihat bahwa grafik nilai

rata-rata suhu selama periode penetasan cenderung naik dari 37 derajat celsius hingga 39 derajat celsius, hal tersebut sesuai dengan hasil yang diharapkan selama penelitian dimana pengguna mengatur suhu target yang berbeda setiap minggunya dari minggu pertama hingga minggu ketiga. sedangkan grafik nilai rata-rata kelembapan cenderung stabil dari kisaran nilai 60% hingga 75%.



Gambar 13 Telur Menetas

Gambar 13 merupakan salah satu telur ayam yang menetas pada inkubator penetas telur ayam pada hari ke 17 dengan suhu menetas yaitu 39.52 °C.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilaksanakan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1 Berdasarkan hasil pengujian fungsionalitas perangkat keras pada Tabel 3, perangkat keras atau sensor dapat bekerja sesuai dengan fungsi masing-masing sehingga perangkat keras dapat digunakan untuk membangun dan menjalankan sistem inkubator penetas telur ayam.
- 2 Berdasarkan hasil pengujian minggu pertama, minggu kedua, dan minggu ketiga seperti pada Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5 menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dalam menjaga suhu ruangan inkubator penetas telur sesuai dengan suhu penetasan yang telah ditentukan pengguna yaitu 37 derajat celsius pada minggu pertama, 38 derajat celsius pada minggu kedua, dan 39 derajat celsius pada minggu ketiga.
- 3 Berdasarkan hasil pengujian minggu ketiga seperti pada Tabel 5 menunjukkan bahwa telur dari 6 total telur secara keseluruhan, telur pertama menetas pada hari ke-17 dengan suhu ruangan inkubator pada angka 39.52 derajat celsius, sedangkan untuk 5 telur lainnya menetas di hari ke-18 hingga hari ke-21.
- 4 Hasil pengujian menunjukkan bahwa selama periode penetasan telur yaitu 21 hari, persentase telur menetas yang dihasilkan menunjukkan pada

hari ke-1 hingga hari ke-16 persentase telur menetas sebesar 0% atau tidak ada telur yang menetas, pada hari ke-17 telur persentase telur menetas bertambah menjadi 16.67%, hari ke -19 persentase telur menetas menjadi 50%, dan pada hari ke-21 persentase menetas menjadi 100%..

5.2 Saran

Apabila dilakukan penelitian lebih lanjut terkait dengan penelitian ini kedepannya, berikut beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk menjadi acuan pengembangan sistem berikutnya:

1. Disarankan ada kolaborasi antara mahasiswa Program Studi Teknik Informatika dengan mahasiswa peternakan untuk mengetahui kualitas ayam yang dihasilkan dari inkubator penetas telur.
2. Melakukan pengujian pada jenis telur lain seperti telur bebek.
3. Disarankan sistem dibuatkan instalasi sistem yang lebih praktis dengan bekerja sama dengan pakar bidang industri.
4. Melakukan pengujian dengan skala yang lebih besar seperti dimensi ruangan inkubator yang dapat memproduksi 50 ayam atau lebih, sehingga dapat diketahui efek pengaturan suhu terhadap inkubator.
5. Disarankan sistem dapat dibuat untuk menampilkan data secara *realtime* pada perangkat lunak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Saptana and T. Sartika, "Manajemen Rantai Pasok Komoditas Telur Ayam Kampung," *Jurnal Manajemen & Agribisnis*, vol. 11, no. 1, 2014.
- [2] A. Agusdika, D. Purwanti, D. Prastiyanto, and D. N. Hudallah, "Implementasi Sensor Suhu dan Kelembaban sebagai Inkubator Penetas Telur Ayam Lokal Berbasis Web Server," 2019.
- [3] D. Jufril and B. Rahmadya, "Implementasi Mesin Penetas Telur Ayam Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy Logic Control," *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, pp. 1–6, 2015, Accessed: Sep. 15, 2022. [Online]. Available: jurnal.ftumj.ac.id/index.php/semnastekI
- [4] F. Ariani, R. Y. Endra, E. Erlangga, Y. Aprilinda, and A. R. Bahan, "Sistem Monitoring Suhu dan Pencahayaan Berbasis Internet of Thing (IoT) untuk Penetasan Telur Ayam," *EXPERT: Jurnal Manajemen Sistem Informasi dan Teknologi*, vol. 10, no. 2, p. 36, Dec. 2020, doi: 10.36448/jmsit.v10i2.1602.
- [5] Mr. Rizky Jusman, S. Masita, and M. Dzarfaraby, "Sistem Kontrol & Monitoring Mesin Penetas Telur Berbasis IoT (Internet of Things)," *Mechatronica Journal in Professional and Entrepreneur*, vol. 3, no. 2, pp. 64–70, 2021.
- [6] J. Neonnub, L. Adriani, and I. Setiawan, "Pengaruh Level Suhu Mesin Tetas Terhadap Daya Tetas dan Bobot Tetas Telur Puyuh

- Padjadjaran,” *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, vol. 19, no. 2, p. 1, Jan. 2020, doi: 10.24198/jit.v19i2.23605.
- [7] A. R. Mido, “Rancang Bangun Mesin Otomatis Penetas Telur Berbasis NodeMCU dan Android,” 2018.
- [8] A. Surapati, R. S. Rinaldi, and O. Wahyudi, “Perancangan Mesin Tetas Telur Otomatis Menggunakan Sensor Suhu dan Sensor Udara,” *Jurnal Amplifier: Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 10, no. 1, pp. 18–25, May 2020, doi: 10.33369/jamplifier.v10i1.15170.
- [9] F. Nurpandi, D. Alit, and P. Sanjaya, “Inkubator Penetasan Telur Ayam Berbasis Arduino,” *Media Jurnal Informatika*, vol. 9, no. 2, pp. 66–77, 2017, [Online]. Available: <http://jurnal.unsur.ac.id/mjinformatika>
- [10] N. H. L. Dewi, M. F. Rohmah, and S. Zahara, “Prototype Smart Home Dengan Modul NodeMCU ESP8266 Berbasis Internet of Things (IoT),” pp. 1–9, 2019.
- [11] A. A. R. Sentono, “Rancang Bangun Inkubator Penetas Telur Berbasis Internet of Things,” Yogyakarta, Nov. 2020.
- [12] M. Saleh and M. Haryanti, “Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay,” *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, vol. 8, no. 3, pp. 181–186, 2017.
- [13] Y. Noviansyah and E. A. Rahman, “Rancang Bangun Inkubator Penetas Telur Otomatis Menggunakan Sensor Suhu Berbasis Mikrokontroler Wemos D1 ESP8266,” *Jurnal Teknik Elektro Raflesia*, vol. 2, no. 1, pp. 21–29, 2022.
- [14] Y. Efendi, “Internet of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile,” *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 1, pp. 20–25, 2018, [Online]. Available: <http://ejournal.fikom-unasman.ac.id>
- [15] E. Prastiyanti and R. Dijaya, “Sistem Informasi Monitoring Kerusakan Peralatan Hardware Tol Berbasis Web (Studi Kasus: Ruas Surabaya-Mojokerto KM 712-744),” *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, pp. 1–6, 2022.
- [16] Z. B. Abilovani, W. Yahya, and F. A. Bakhtiar, “Implementasi Protokol MQTT Untuk Sistem Monitoring Perangkat IoT,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 12, pp. 7521–7527, 2018, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [17] D. Fahmi and F. Fadilah, “Performa Web Menggunakan Memcache,” pp. 1–3, 2019, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/338188165>