

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* *MONITORING SYSTEM* BERBASIS *INTERNET OF THINGS* PADA INKUBATOR PENETASAN TELUR AYAM

Devin Gede Herawan¹, I Kadek Agus Arta Yasa², Ida Bagus Alit Swamardika³, Lie
Jasa⁴, I Wayan Arta Wijaya⁵

^{1,2}Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

^{3,4,5}Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali 80361

gede.herawan087@student.unud.ac.id,

kadek.agus125@student.unud.ac.id, gusalit@unud.ac.id, liejasa@unud.ac.id,

artawijaya@unud.ac.id

ABSTRAK

Proses penetasan telur ayam sangat bergantung pada lingkungan inkubasi yang stabil, terutama suhu dan kelembaban yang konsisten dan sesuai standar. Fluktuasi atau ketidakstabilan kondisi di dalam inkubator dapat secara signifikan mengurangi tingkat keberhasilan penetasan telur (daya tetas) serta menurunkan kualitas anak ayam yang dihasilkan. Menanggapi tantangan ini, penelitian ini mengembangkan sebuah sistem *monitoring* berbasis *Internet of Things (IoT)*. Sistem ini dibangun untuk memantau parameter krusial seperti suhu, kelembaban, arus listrik, dan tegangan di dalam inkubator. Data yang terkumpul dari pemantauan tersebut kemudian dikirimkan menggunakan modul ESP32 ke *platform* ThingSpeak. Integrasi ini memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi inkubator kapan saja dan secara nirkabel melalui koneksi internet, memberikan fleksibilitas dan kemudahan pengawasan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan ini mampu menyediakan data kondisi lingkungan di dalam Inkubator serta berperan penting dalam menjaga kestabilan lingkungan inkubasi. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan daya tetas telur dan mendukung produksi anak ayam yang lebih berkualitas.

Kata kunci : *Monitoring IoT, Inkubator telur, ThingSpeak, Suhu, Kelembaban*

ABSTRACT

The hatching process of chicken eggs is highly dependent on a stable incubation environment, especially consistent and standard temperature and humidity. Fluctuations or instability of conditions within the incubator can significantly reduce the success rate of egg hatching (hatching) as well as degrade the quality of the chicks produced. In response to this challenge, this study developed an Internet of Things (IoT)-based monitoring system. The system is designed to monitor crucial parameters such as temperature, humidity, electric current, and voltage inside the incubator. The data collected from the monitoring is then transmitted using the ESP32 module to the ThingSpeak *platform*. This integration allows users to monitor the condition of the incubator at any time and remotely over an internet connection, providing flexibility and ease of supervision. The test results show that the developed system is able to provide accurate and responsive environmental condition data, and plays an important role in maintaining the stability of the incubation environment. This is expected to increase egg hatchability and support the production of better quality chicks.

Key Words : *IoT Monitoring, Egg Incubator, ThingSpeak, Temperature, Humidity*

1. PENDAHULUAN

Proses penetasan telur ayam merupakan tahapan penting dalam usaha peternakan ayam karena keberhasilan penetasan secara langsung memengaruhi produktivitas dan kualitas anakan ayam yang dihasilkan. Untuk memperoleh daya tetas yang optimal, kondisi lingkungan di dalam inkubator seperti suhu dan kelembaban harus dijaga dalam rentang nilai tertentu sesuai standar penetasan. Ketidaksesuaian parameter lingkungan dapat menyebabkan rendahnya daya tetas dan mutu anak ayam yang menetas tidak maksimal [1].

Saat ini, banyak mesin inkubator di skala kecil hingga menengah masih bersifat manual, di mana pemantauan suhu dan kelembaban dilakukan secara langsung, sehingga memerlukan waktu, tenaga, dan pengawasan terus-menerus. Permasalahan ini dapat diatasi dengan penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT), yang memungkinkan proses pemantauan kondisi lingkungan di dalam inkubator dilakukan secara otomatis melalui jaringan internet. Dengan sistem *monitoring* berbasis IoT, parameter seperti suhu, kelembaban, arus, dan tegangan dapat dikirimkan ke *platform cloud monitoring* seperti ThingSpeak, sehingga memudahkan pengguna melakukan pengawasan tanpa harus berada di lokasi inkubator [2].

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah sistem *monitoring* suhu dan kelembaban inkubator berbasis IoT, yang dilengkapi dengan modul ESP32 sebagai pengirim data, sensor suhu dan kelembaban DHT22, sensor arus ACS712, serta sensor tegangan INA219. Data dari sistem *monitoring* ditampilkan secara lokal melalui LCD I2C dan secara daring melalui *platform* ThingSpeak, sehingga kondisi lingkungan inkubator dapat dipantau secara berkala [3].

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Thingspeak

ThingSpeak adalah

platform IoT berbasis *cloud* yang digunakan untuk menyimpan, memantau, dan menampilkan data sensor melalui internet. ThingSpeak mendukung fitur grafik visualisasi data yang memudahkan penggunanya memantau kondisi lingkungan inkubator dari jarak jauh [3].

2.2 Monitoring Berbasis IoT

Internet of Things (IoT) merupakan teknologi yang memungkinkan perangkat fisik terhubung ke internet dan dapat saling bertukar data secara otomatis tanpa campur tangan manusia secara langsung. Dalam penelitian ini, sistem *monitoring* berbasis IoT diterapkan untuk memantau parameter suhu, kelembaban, arus, dan tegangan di dalam inkubator melalui jaringan internet, menggunakan modul ESP32 dan *platform* ThingSpeak [4].

2.3 Sensor DHT22

DHT22 adalah sensor digital yang mampu membaca parameter suhu dan kelembaban lingkungan dengan rentang pengukuran suhu -40°C hingga 80°C dan kelembaban 0%–100% RH, dengan akurasi tinggi. Sensor ini dipilih dalam penelitian karena kemampuan pembacaan data yang stabil serta kompatibel dengan mikrokontroler ESP32 [5].

2.4 Modul ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang memiliki fitur koneksi Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi, sehingga cocok digunakan untuk aplikasi IoT. Dalam penelitian ini, ESP32 berfungsi sebagai pusat pemrosesan dan pengirim data sensor ke *platform* ThingSpeak [6].

2.5 Inkubator Telur Ayam

Inkubator adalah alat yang berfungsi untuk menetas telur unggas dengan cara mengatur kondisi lingkungan berupa suhu dan kelembaban di dalam ruang inkubasi. Kondisi optimal untuk menetas telur ayam berkisar pada suhu 36°C – 39°C dan kelembaban 55%–65% selama proses inkubasi berlangsung. Apabila suhu dan kelembaban tidak sesuai, daya tetas telur

akan menurun dan kualitas anak ayam yang menetas tidak optimal [7].

2.6 Thermostat Digital

Thermostat digital merupakan komponen penting dalam sistem inkubator karena berfungsi sebagai pengatur suhu otomatis. Dalam sistem ini, thermostat akan menyalakan atau mematikan lampu pemanas sesuai dengan suhu yang terdeteksi di dalam inkubator. Hal ini memungkinkan suhu inkubasi tetap stabil sesuai kisaran optimal penetasan, yakni antara 36°C hingga 39°C. Stabilitas suhu yang dikontrol oleh thermostat sangat berpengaruh terhadap daya tetas telur ayam [8].

2.7 Timer DH48S-S

Timer DH48S-S adalah perangkat waktu digital yang digunakan untuk mengatur interval pembalikan telur secara otomatis. Dengan adanya timer ini, motor penggerak pada rak telur dapat bekerja dalam durasi dan jeda waktu yang telah diprogram, sehingga mampu meniru perilaku alami induk ayam dalam membalik telur. Hal ini membantu distribusi panas lebih merata dan meningkatkan kemungkinan penetasannya telur secara serempak [9].

2.8 Motor DC

Motor DC digunakan sebagai penggerak mekanik dalam berbagai bagian sistem seperti aktuator linear dan kipas. Motor ini memiliki keunggulan mudah dikendalikan, efisien, serta kompatibel dengan mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32. Penggunaan motor DC dalam sistem ini terutama untuk mendukung pergerakan sumbu panel surya maupun sistem pembalik telur pada inkubator [10].

2.9 Kipas Exhaust Mini

Kipas *exhaust mini* dipasang di dalam inkubator untuk menjaga sirkulasi udara dan kelembaban tetap stabil. Kipas ini membantu membuang udara panas berlebih dan mendistribusikan suhu secara merata ke seluruh ruang inkubasi. Fungsi

ini sangat krusial untuk menjaga kondisi lingkungan tetap sesuai standar penetasan telur [11].

2.10 Modul Relay

Modul relay berfungsi sebagai penghubung antara sistem kendali mikrokontroler dengan perangkat elektronik berdaya tinggi seperti lampu halogen dan kipas. Relay bertindak sebagai saklar otomatis yang dikontrol oleh sinyal digital dari ESP32 atau Arduino, sehingga dapat menghidupkan atau mematikan perangkat sesuai kebutuhan sistem [12].

2.11 Baterai

Baterai berperan sebagai penyimpan energi utama dalam sistem ini, terutama saat suplai dari panel surya tidak tersedia seperti pada malam hari atau cuaca mendung. Energi listrik yang tersimpan digunakan untuk menyuplai perangkat utama seperti sistem *monitoring*, pemanas, kipas, dan mikrokontroler. Stabilitas suplai dari baterai sangat berpengaruh terhadap keberlangsungan fungsi inkubator [13].

2.12 Power Supply

Power supply adalah komponen penting yang menyediakan tegangan dan arus listrik ke berbagai bagian sistem, seperti ESP32, sensor, relay, serta aktuator. Sumber daya ini berasal dari panel surya melalui *solar charge controller* dan baterai. *Power supply* harus memberikan tegangan stabil agar semua komponen elektronik dapat bekerja secara optimal tanpa gangguan [14].

2.13 Lampu Halogen

Lampu halogen digunakan sebagai sumber pemanas di dalam inkubator karena mampu menghasilkan panas yang stabil dan cepat. Lampu ini dikendalikan oleh thermostat untuk menjaga suhu di dalam ruang inkubasi dalam batas optimal. Efektivitas pemanasan dari lampu halogen menjadi salah satu penentu utama dalam keberhasilan proses penetasan telur ayam [15].

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Banjar Tengah, Desa Pakraman Sidakarya, Kecamatan Denpasar Selatan, Kota Denpasar. Pelaksanaan penelitian dilaksanakan selama 5 bulan.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Penjelasan diagram alir pada gambar 1 adalah sebagai berikut:

Langkah 1. Pembuatan Desain Inkubator Penetasan Telur Ayam

Pada tahap ini dilakukan proses perancangan desain inkubator, baik secara fungsional maupun struktural. Desain mencakup sistem pemanas, sirkulasi udara, pembalik telur, serta integrasi sensor.

Langkah 2. Pembuatan Inkubator Penetasan Telur Ayam

Setelah desain selesai, langkah berikutnya adalah pembuatan fisik inkubator berdasarkan rancangan. Proses ini meliputi pemilihan bahan, pembuatan rangka, dan penyusunan ruang inkubasi.

Langkah 3. Pemasangan Komponen pada Inkubator Penetasan Telur Ayam

Komponen utama seperti sensor suhu dan kelembaban (DHT22), thermostat digital, lampu halogen, kipas exhaust dll, serta sistem kontrol berbasis mikrokontroler dipasang pada inkubator.

Langkah 4. Test Uji Coba Komponen Inkubator Penetasan Telur Ayam

Tahapan ini merupakan pengujian awal terhadap sistem yang telah dirakit. Tujuannya adalah mengamati apakah semua komponen bekerja sesuai dengan fungsinya dan melakukan perbaikan jika diperlukan.

Langkah 5. Pengambilan Data Pada Inkubator Penetasan Telur Ayam

Setelah sistem dinyatakan berjalan dengan baik, proses pengambilan data dilakukan. Data meliputi suhu, kelembaban, tegangan, arus, serta tingkat keberhasilan daya tetas telur selama masa inkubasi. Data ini akan dianalisis sebagai dasar evaluasi sistem.

Langkah 6. Selesai

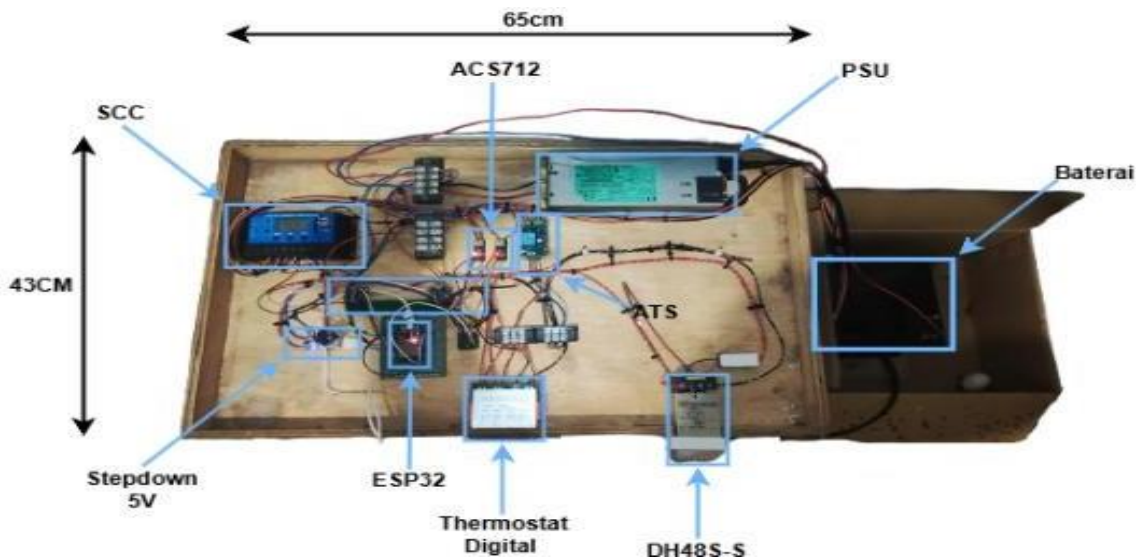
Proses penelitian diakhiri setelah semua data diperoleh dan sistem inkubator berhasil diuji sesuai tujuan penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

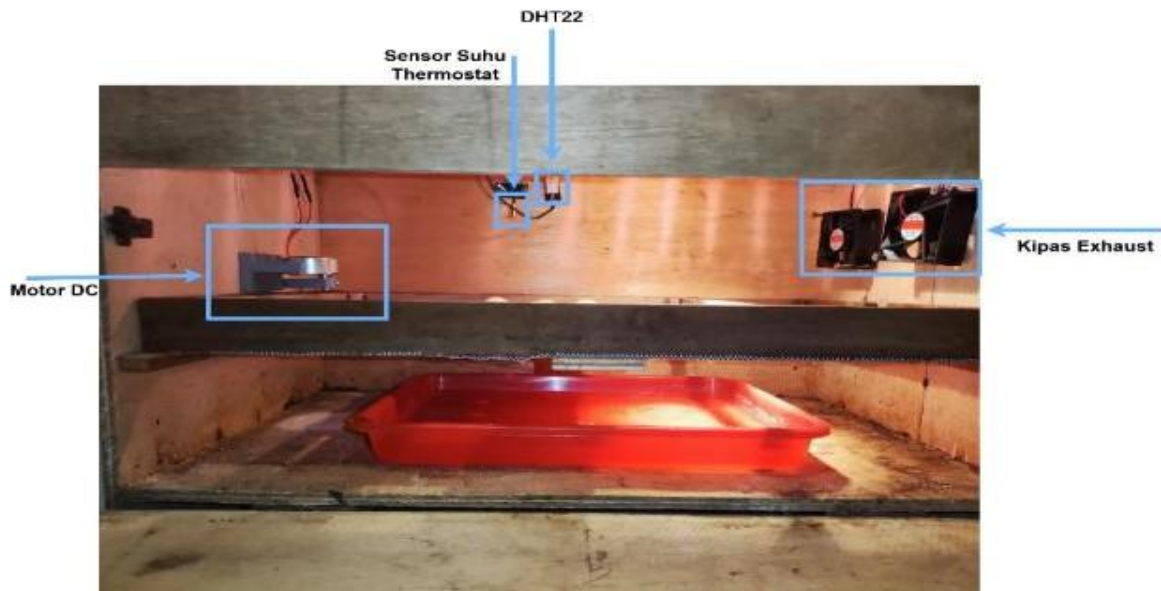
4.1 Hasil Penelitian

Desain sistem ini mengintegrasikan teknologi *Internet of Things (IoT)* pada inkubator penetasan telur ayam. Perangkat keras inkubator ini berfokus pada penyusunan komponen utama seperti rangka, sistem pemanas, sensor arus dan tegangan, serta sensor suhu dan kelembaban.

Rancangan ini memastikan inkubator untuk menjaga suhu dan kelembaban optimal serta memutar telur secara otomatis, memastikan proses penetasan berhasil, dan efisien dalam memantau parameter arus, tegangan, suhu, dan kelembaban inkubator yang terintegrasi Thingspeak. Realisasi *hardware monitoring system* dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Hardware Monitoring System Tampak Atas



Gambar 3. Hardware Monitoring System Tampak Samping

Pemrograman perangkat lunak pada sistem ini berfokus pada pemantauan parameter inkubator, yang dikendalikan oleh ESP32. Kode program dirancang untuk mengumpulkan data dari berbagai

sensor seperti DHT22. Data yang terkumpul diproses dan kemudian dikirimkan ke *platform* ThingSpeak seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Realisasi tampilan widget pada Thingspeak

Pada *platform* ThingSpeak, widget khusus telah dirancang secara cermat untuk menyajikan seluruh parameter yang dipantau dalam format visual yang intuitif. Ini

mencakup suhu, kelembaban, tegangan, arus, dan daya yang digunakan baik oleh inkubator itu sendiri. Perancangan visual ini tidak hanya mempermudah pemantauan,

tetapi juga menyajikan data secara komprehensif, yang sangat krusial untuk analisis performa dan optimasi berkelanjutan terhadap proses penetasan telur. Integrasi data ini memastikan bahwa informasi penting selalu tersedia bagi pengguna.

4.2 Uji **Monitoring System**

Pengujian *Monitoring System* dilakukan untuk mengevaluasi akurasi dan kinerja sistem *monitoring* dalam mengukur suhu ruang dan kelembaban di dalam inkubator penetasan telur ayam. Proses ini melibatkan penggunaan dua perangkat sensor utama: Thermostat STC1000 sebagai kontroler termostatik dan sensor DHT22 untuk pembacaan suhu dan kelembaban. Metodologi pengujian mencakup pengambilan data rata-rata dari kedua sensor serta perbandingan langsung pembacaan suhu di antara keduanya untuk memastikan konsistensi dan reliabilitas data yang dihasilkan oleh sistem.

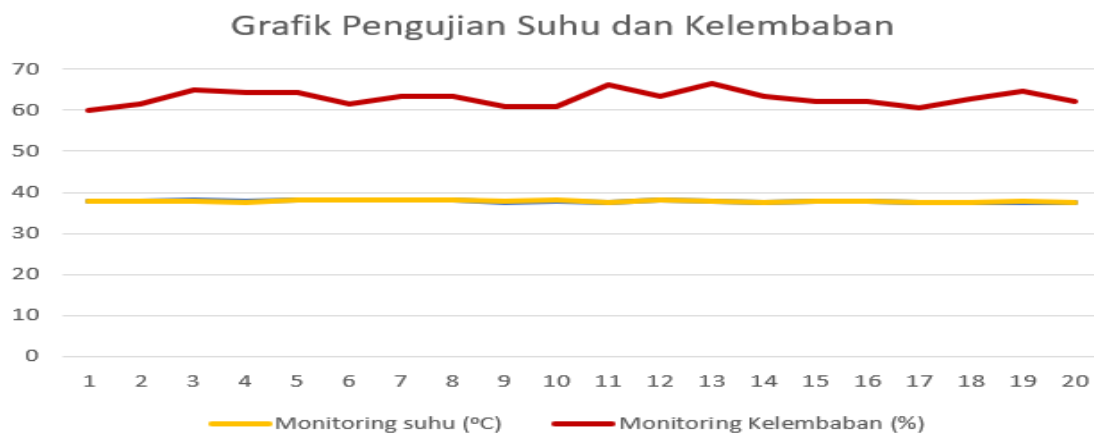
Pada Tabel 1 didapati bahwa selama periode pengujian 20 hari, sistem *monitoring* berhasil menunjukkan performa yang stabil dalam menjaga kondisi lingkungan inkubasi.

Suhu di dalam inkubator sukses dipertahankan pada $37,5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, dengan rentang fluktuasi aktual antara $37,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $38,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ berdasarkan pembacaan dari kedua sensor yang

digunakan. Lebih lanjut, tingkat kelembaban di dalam inkubator juga terpantau stabil, berkisar antara 60% hingga 66,5%, dengan rata-rata 62,97%.

Tabel 1. Pengujian *Monitoring System*

Hari	Thermostat suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Monitoring suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Monitoring Kelembaban (%)
1	37,9	37,9	60
2	37,9	37,9	61,5
3	38	37,9	64,8
4	37,7	37,6	64,3
5	38	38,1	64,4
6	38	38,1	61,5
7	38	38,1	63,4
8	38	38,2	63,5
9	37,6	37,8	61
10	37,9	38,1	61
11	37,5	37,5	66,2
12	38	38,2	63,5
13	37,7	37,8	66,5
14	37,6	37,5	63,4
15	37,8	37,7	62,1
16	37,7	37,7	62,1
17	37,5	37,6	60,7
18	37,5	37,4	62,7
19	37,6	37,7	64,5
20	37,5	37,6	62,3
μ	37,77	37,82	62,97



Gambar 5. Grafik *Monitoring System*





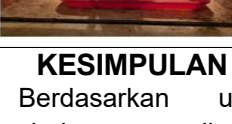
Data ini divisualisasikan secara jelas pada Gambar 5, Grafik *Monitoring System*, yang menampilkan konsistensi pembacaan sepanjang durasi pengujian. Hasil pengujian yang konsisten ini secara meyakinkan membuktikan bahwa kombinasi Thermostat STC1000 dan sensor DHT22 sangat efektif dalam mempertahankan kondisi suhu dan kelembaban optimal secara otomatis, menciptakan lingkungan yang esensial untuk proses penetasan telur ayam yang berhasil.

4.3 Kondisi Proses Penetasan

Proses penetasan telur di inkubator ini berfokus pada pemantauan fertilisasi embrio, terlepas dari apakah telur tersebut berhasil menetas. Pengecekan fertilisasi dilakukan pada hari keempat setelah telur dimasukkan ke mesin tetas, di mana telur diteropong menggunakan senter LED berjenis LUBY L-2905 D24 untuk mengidentifikasi adanya embrio (ditandai bintik hitam). Tabel 2 menunjukkan perkembangan embrio dari hari ke-1 hingga hari ke-19, dimulai dari kondisi awal telur hingga embrio yang memenuhi rongga telur, yang mengindikasikan siap menetas.

Meskipun sistem pemantauan suhu dan kelembaban otomatis berfungsi dengan baik, dari 15 butir telur yang diinkubasi, hanya 3 yang menetas, menghasilkan tingkat keberhasilan 20%. Proses uji coba penetasan ini dilakukan satu kali dalam rentang waktu 20 hari.

Tabel 2. Kondisi Proses Penetasan

Kondisi Telur	Keterangan
	Kondisi telur hari ke-1 sampai dengan hari ke-5, pengaruh cahaya lampu untuk melihat kondisi isi telur yang akan di tetaskan.
	Pada hari ke-6 sampai dengan hari ke-11, sudah ada bayangan embrio dari telur di mesin tetas
	Kondisi hari ke-12 sampai dengan hari ke-17, embrio sudah berkembang mencapai setengah ronggan telur.
	Hari ke-18 sampai dengan hari ke-19, rongga telur sudah terisi semua dan tinggal menunggu waktunya menetas.
	Hari ke-20, telur sudah menetas namun anak ayam dalam keadaan mati karena kurang pengawasan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Desain *hardware* inkubator berhasil diimplementasikan, mampu menjaga suhu dan kelembaban optimal. Di sisi perangkat lunak, ESP32 sukses mengumpulkan data dari berbagai sensor (DHT22, INA219, dan ACS712) dan mengirimkannya ke *platform* ThingSpeak untuk pemantauan visual yang komprehensif.
2. Dari segi *software*, ESP32 menjadi inti sistem *monitoring*. Program ini mengumpulkan data dari beberapa sensor (DHT22 untuk suhu/kelembaban, ACS712 untuk arus, INA219 untuk tegangan/daya) dan mengirimkannya ke ThingSpeak. Terdapat widget khusus menyajikan visualisasi data yang komprehensif, mempermudah pemantauan inkubator.
3. Pengujian menunjukkan bahwa Thermostat STC1000 dan sensor DHT22 sukses dalam menjaga suhu inkubator pada rentang $37,5^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban antara 60% hingga 66.5% selama 20 hari. Meskipun kondisi lingkungan optimal, tingkat keberhasilan penetasan telur hanya 20% (3 dari 15

telur).

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prasetyo, M. A., Wardana, H. K. 2021. "Rancang Bangun Monitoring Solar Tracking System Menggunakan Arduino dan Nodemcu Esp 8266 Berbasis IoT". RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer), Vol. 4, no.2, Hal. 163-168.
- [2] Ridwan, A., Yanie, A., Sawitri, D., Adriana, L., Ananda, Y. 2023. Perancangan Alat Penetas Telur Unggas Dengan Energi Terbarukan Menggunakan Panel Surya. RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro, Vol. 5 no.2, Hal. 124-128.
- [3] Chandrasekaran, G., Kumar, N.S., A. C., V. G., Priyadarshi, N., Khan, B. 2023. IoT enabled smart solar water heater system using real time ThingSpeak IoT platform. IET Renewable Power Generation.
- [4] A. El Hammoumi, S. Motahhir, A. El Ghzizal, A. Derouich. 2021. "Internet of Things-based solar tracker system," dalam *Advanced Technologies for Solar Photovoltaics Energy Systems*, Cham: Springer International Publishing, Hal. 75-95.
- [5] Roihan, A., Mardiansyah, A., Pratama, A., Pangestu, A. A. 2021. Simulasi Pendeteksi Kelembaban Pada Tanah Menggunakan Sensor Dht22 Dengan Proteus. Methodika, Vol. 7, no.1, Hal. 25-30.
- [6] E. W. Pratama, A. Kiswantono. 2022. "Electrical analysis using ESP-32 module in realtime," JEECS (Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences), Vol. 7, no. 2, Hal. 1273-1284.
- [7] Nurharfi, R., Rahmaniar, R., Tharo, Z. 2024. "Analisis Incubator Penetas Telur Menggunakan Sumber Energi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTs)". Intecom: Journal of Information Technology and Computer Science, Vol. 7, no. 3, Hal. 1002-1005.
- [8] Safitri, W. D., Kumara, D. C., Wirdha, W., Widyaningsih, S., Gazali, M. 2022. "Sistem Pengatur Timer Mekanisme Dan Suhu Pada Alat Pengasapan Ikan". Foristek, Vol.12, no.1, Hal. 50-57.
- [9] Dwikiarta, I. M. S., Prabhadika, I. P.Y. 2024. "Rancang Bangun Alat Penetas Telur Otomatis Kapasitas 50 Butir Mitra RAKTA FARM Desa Gelgel Klungkung-Bali". Jurnal Media Informatika, Vol. 6, no. 2, Hal. 268-274.
- [10] A. S. S. Azhar, E. Ariyanto. 2016. "Pengendalian Kecepatan Putaran Motor Dc Pada Penyangrai Kopi Menggunakan Pwm Berbasis Atmega 16," Gema Teknologi, Vol. 19, no. 1, Hal. 12-17.
- [11] S. K. Dewi, R. D. Nyoto, E. D. Marindani. 2018. "Perancangan prototipe sistem kontrol suhu dan kelembaban pada gedung walet dengan mikrokontroler berbasis mobile," Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika, Vol. 4, no. 1, Hal. 36-42.
- [12] Syahid, S., Santoso, A., Riyadi, A. H., Juwarta, J., Triyono, T. 2023. "Monitoring Dan Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Sumber Energi Alat Pemberi Makan Ikan (Feeder) Otomatis". Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial, Vol. 19, no.1, Hal. 106-113.
- [13] R. A. Diantari, Erlina, C. Widyastuti. 2017. "Studi penyimpanan energi pada baterai PLTS," Energi & Kelistrikan, Vol. 9, no. 2, Hal. 120-125.
- [14] Yantoro, Y. 2014. Fungsi Power Supply pada Simulator Sistem Peringatan Dini Pengendalian Banjir dengan Menggunakan Electronic Data Proces. Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro, Vol. 3, no. 2.
- [15] Iqbal, Z., Al Riza, D. F., Sutan, S. M., Nauri, A. R., Rhamadan, I., Fausi, R. R., Himawan, H. 2024. "Studi Miniatur Uv/Vis/Nir Spektrometer untuk Proses Kuantifikasi Mutu Biji Kopi dengan Protokol Cupping Test". Teknotan: Jurnal Industri Teknologi Pertanian, Vol. 18, no.1, Hal 1-6.