

TEKNOLOGI SMART EGGS INCUBATOR HYBRID UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS TERNAK AYAM

Khairul Muttaqin¹⁾, Nasruddin²⁾, Nurul Fadillah³⁾, Ahmad Ihsan⁴⁾

^{1,3,4)}Fakultas Teknik, Informatika, Universitas Samudra,

²⁾Fakultas Teknik, Teknik Mesin, Universitas Samudra,
khairulmuttaqin@unsam.ac.id.

Abstract

Kampung Selamat is one of the villages in Tenggulun Sub-district, Aceh Tamiang Regency, which is 45 kilometers from the capital city of Aceh Tamiang. Most of the villagers work as farmers and breeders. Kampung Selamat has high natural resource potential in the livestock sector, but has not been managed optimally. The Dunia Ternak Unggas group is one of the productive livestock business groups in Selamat village that was established in 2019 with the main focus of developing chicken farming. The problems faced by the World Group of Poultry in business development include; (1) The process of hatching chicken eggs is still conventional, which still requires mother chickens; (2) It takes a long time to hatch eggs; (3) The risk of eggs not successfully hatching is still very large; (4) The process of checking chicken eggs is still manual, namely looking directly at the location; and (5) limited land so that the layout of hatching chickens is uncontrollable. To face these challenges, it is necessary to develop hybrid smart eggs incubator technology that can significantly help livestock business groups in increasing chicken productivity and simplifying the breeding process. The steps of implementing the activity include the socialization stage, design and manufacture of tools, as well as training, mentoring, and application of these devices. The results of the implementation of this activity indicate that the level of user satisfaction with the IoT-based hybrid Egg Hatching Machine Incubator reached an average of 87.93%. This fact illustrates that this tool is a solution that is worth adopting to increase efficiency in the hatching process of chicken eggs and has the potential to produce a positive impact on chicken farming and provide solutions to the obstacles faced by livestock business groups.

Keywords: Hybrid Egg Breeder, Productive Chicken Farm, Internet of Things (IoT), Farm Productivity, Solar Panel.

Abstrak

Kampung Selamat, a village in Tenggulun Sub-district, Aceh Tamiang District, is located about 45 kilometers from the center of Aceh Tamiang City. The majority of the villagers work as farmers and breeders. Although the village has high natural resource potential in the livestock sector, its management has not been optimized. One of the active livestock business groups in the village is the Dunia Ternak Poultry Group, which focuses on chicken farming. However, the group faces a number of challenges, including conventional methods in hatching chicken eggs, long time in this process, high risk of hatching failure, manual egg inspection, and land constraints. To overcome these constraints, the development of IoT-based smart egg incubator technology is a significant solution. The steps of implementing the activity include the socialization stage, design and manufacture of tools, as well as training, mentoring, and implementation of the device. The results of the implementation of this activity show that the level of user satisfaction with the IoT-based hybrid Egg Hatching Machine Incubator reaches an average of 87.93%, confirming that this device is an effective solution to increase efficiency in the hatching process of chicken eggs and has the potential to overcome the obstacles in the chicken farming business faced by this group.

Keywords: Penetas Telur Hybrid, Ternak Ayam Produktif, Internet of Things (IoT), Produktivitas Peternakan, Panel Surya.

PENDAHULUAN

Bidang bisnis peternakan unggas, seperti ayam dan itik, dikategorikan sebagai sektor usaha yang sangat menjanjikan. Potensinya terbentuk seiring dengan permintaan yang terus tumbuh akan produk-produk peternakan, seperti telur dan daging, yang mengalami peningkatan setiap tahunnya. Berdasarkan data permintaan di pasar, prospek agribisnis dalam sektor peternakan unggas menunjukkan potensi yang sangat menggairahkan. Salah satu keuntungan dalam bisnis ini adalah bahwa tidak selalu diperlukan modal yang besar. Selain itu, jenis peternakan ini telah dikenal oleh masyarakat sejak lama, sehingga teknik budidayanya tidak begitu kompleks (Maharani & Nuraini, 2017).

Memanfaatkan mesin penetas dalam menetas telur ayam membawa manfaat yang sangat penting dalam mempercepat proses penetasan (Muttaqin et al., 2022). Tanpa adanya mesin penetas, waktu yang diperlukan untuk menetas telur dan risiko kematian anak ayam akan jauh lebih tinggi. Efisiensi waktu merupakan hal yang sangat krusial bagi para peternak untuk menjaga kelancaran operasional peternakan. Selain itu, menggunakan metode penetasan dengan mesin memberikan tingkat keberhasilan yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan metode manual (Rino, Salim & Kusuma, 2020).

Secara umum, telah banyak inovasi yang dilakukan dalam mengembangkan mesin penetas telur otomatis (Rahman et al., 2020). Sumber panas yang digunakan dalam mesin ini dapat berasal dari listrik melalui pemanfaatan lampu pijar (Asmoro & Kresdianto, 2021). Namun, seiring

dengan lonjakan harga energi listrik yang signifikan, masyarakat saat ini semakin cermat dalam mempertimbangkan penggunaan jenis mesin tetas tersebut. Keadaan ini memicu perlunya pencarian alternatif sumber energi yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan (Elsola et al., 2015). Dalam konteks ini, perkembangan pesat teknologi dalam bidang energi terbarukan menjadi sangat relevan. Salah satu solusi yang menjanjikan adalah pemanfaatan panel surya, yang telah mendapatkan perhatian serius dari kalangan akademisi dan praktisi (Susetyo et al., 2020). Kontribusi panel surya dalam memasok sumber energi dapat diterapkan dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari (Wakidah et al., 2020).

Dalam konteks peternakan unggas, pemanfaatan teknologi panel surya menunjukkan potensi yang menarik, terutama pada mesin inkubator telur. Secara umum, mesin inkubator bergantung pada pasokan listrik konvensional, namun adanya risiko gangguan seperti arus pendek atau pemadaman listrik bisa mengakibatkan kerusakan total pada perangkat tersebut. Penggunaan panel surya memberikan alternatif yang lebih andal dalam menyediakan sumber energi, membantu mengurangi risiko gangguan operasional, dan memastikan kelancaran proses penetasan telur unggas (Suryadi et al., 2022).

Sementara itu, stabilitas suhu dan tingkat kelembaban memegang peran yang sangat krusial dalam menentukan kesuksesan proses penetasan telur di dalam inkubator. Hal ini sering menjadi tantangan nyata yang dihadapi oleh banyak peternak, terutama yang tergabung dalam kelompok usaha ternak ayam di Desa

Selamat, Kecamatan Tenggulun, Aceh Tamiang. Wilayah tersebut sering mengalami pemadaman listrik bergilir, yang secara signifikan memengaruhi konsistensi suhu dalam inkubator. Pada fase penetasan telur, suhu yang ideal berada dalam kisaran 38°C hingga 40°C, yang sangat penting untuk memastikan kelancaran proses penetasan dan kelahiran anak ayam yang sehat.

Namun, ketika terjadi pemadaman listrik, suhu dalam inkubator berpotensi mengalami fluktuasi yang tidak diinginkan atau bahkan dapat turun di bawah 38°C (Rino, Salim & Kusuma, 2020). Hal ini dapat mengakibatkan gangguan serius pada proses penetasan dan mengancam keberhasilan kelahiran telur ayam. Oleh karena itu, menciptakan solusi untuk menjaga stabilitas suhu menjadi prioritas dalam upaya meningkatkan produktivitas dan efisiensi peternakan.

Pemadaman listrik yang tiba-tiba dari jaringan PLN memiliki potensi merusak suhu dalam inkubator, mengakibatkan kegagalan dalam proses penetasan, dan berdampak merugikan bagi para peternak unggas (Fitra Alayubby et al., 2021)(Mukrimaa et al., 2016). Untuk menghadapi tantangan ini, telah dikembangkan solusi berupa teknologi hybrid yang menggabungkan desain panel surya dengan konsep smart inkubator telur. Teknologi ini memungkinkan pasokan energi dari lampu pijar inkubator berasal dari panel surya sebagai sumber cadangan ketika terjadi pemadaman listrik PLN. Keberadaan panel surya tersebut berperan penting dalam menjaga stabilitas suhu dalam inkubator, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi proses penetasan telur ayam dibandingkan dengan menggunakan inkubator manual.

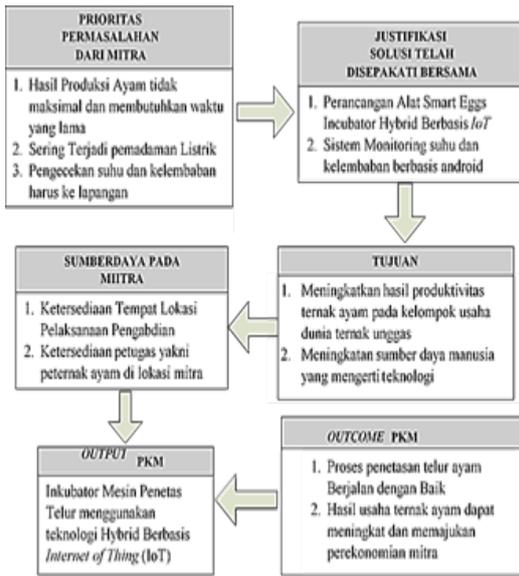
Teknologi inovatif ini

melibatkan berbagai perangkat keras, termasuk power supply, serta berbagai sensor yang berfungsi untuk mengawasi suhu dan memantau perkembangan telur dalam inkubator. Sensor kelembaban (hidrometer), sensor termostat, dan timer merupakan komponen kunci dalam teknologi ini, dan semua komponen tersebut diintegrasikan dengan baik untuk memastikan operasional yang optimal dan menjaga kondisi lingkungan yang ideal bagi perkembangan telur.

Dengan penerapan teknologi hybrid ini, diharapkan dapat mengatasi masalah ketidakstabilan suhu akibat pemadaman listrik serta meningkatkan tingkat kesuksesan dalam penetasan telur ayam. Teknologi ini tidak hanya memberikan manfaat bagi produktivitas peternakan unggas, tetapi juga berpotensi sebagai solusi berkelanjutan dalam menghadapi tantangan energi dan lingkungan yang semakin kompleks.

METODE

Berdasarkan analisis dari survei dan rangkaian diskusi yang telah kami jalankan terhadap sektor usaha peternakan, kami berhasil merumuskan sebuah konsep solusi atas tantangan yang dihadapi. Sketsa visual konsep tersebut juga dapat ditemukan dalam ilustrasi bagan pada gambar 1 di bawah ini:



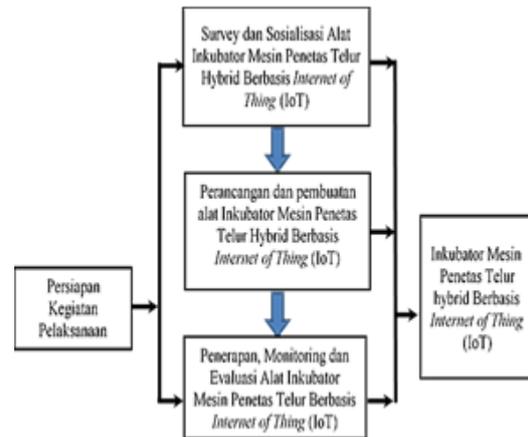
Gambar 1. Bagan Pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat

Dari diagram tahapan Pelaksanaan Pengabdian kepada Masyarakat, metode pelaksanaannya dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Dalam kelompok mitra yang berjumlah 30 orang, terdapat beberapa masalah yang mereka hadapi, seperti waktu penetasan telur yang lama, risiko kegagalan penetasan telur yang tinggi, proses pengecekan telur ayam yang masih manual, dan keterbatasan lahan yang membuat pengaturan tata letak ayam yang menetas sulit terkendali.
- b. Untuk meningkatkan produktivitas telur ayam, disarankan untuk menggunakan Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid berbasis IoT. Keunggulan alat inkubator ini dibandingkan dengan penetasan telur menggunakan induk ayam adalah kemampuannya untuk beroperasi secara otomatis dan mampu menampung lebih banyak telur, sehingga

hasil produksi ayam menjadi maksimal.

- c. Suhu dan kelembaban juga merupakan faktor penting dalam kesuksesan penetasan telur. Untuk memonitor suhu dan kelembaban, Alat Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid ini telah dikembangkan dengan menggunakan teknologi Internet of Things (IoT). Ini memungkinkan pemantauan proses secara real-time dari lokasi yang jauh dari alat inkubator atau secara remote melalui koneksi internet.



Gambar 2. Tahapan pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat

Tahapan pelaksanaan kegiatan dapat diuraikan sebagai berikut:

- a) Kegiatan survei dan penyuluhan tentang penggunaan Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid berbasis Internet of Things (IoT) dilakukan di Desa Selamat, Kecamatan Tenggelun, Kabupaten Aceh Tamiang, bersama mitra Dunia Ternak Unggas. Melalui survei lokasi, data penting terkait situasi mitra dan tantangan yang mereka hadapi berhasil dikumpulkan. Dari hasil

survei ini, langkah selanjutnya adalah menyelenggarakan penyuluhan untuk memberikan pemahaman kepada mitra tentang manfaat signifikan dari penggunaan Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid berbasis IoT dalam meningkatkan efisiensi produksi ayam dan, pada akhirnya, memberikan dampak positif pada perekonomian masyarakat.

- b) Selanjutnya adalah merancang dan memproduksi Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid berbasis Internet of Things (IoT). Proses ini melibatkan tahap perancangan detail dan pembuatan perangkat yang dirancang untuk mengintegrasikan teknologi IoT guna mencapai hasil penetasan telur yang lebih optimal.
- c) Setelah tahap perancangan dan produksi selesai, langkah terakhir melibatkan penerapan, pemantauan, dan evaluasi dari Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid di mitra, yaitu kelompok usaha ternak ayam "Dunia Ternak Unggas". Untuk memantau kinerja perangkat, dilakukan survei melalui distribusi kuesioner kepada peserta kegiatan, yang mencakup 5 indikator untuk menilai tingkat kepuasan dan efektivitas penggunaan Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid berbasis IoT.
- d) Evaluasi dilakukan dengan memeriksa jumlah telur yang berhasil menetas selama

penggunaan alat tersebut. Jika persentase kelahiran telur cukup tinggi, maka dapat disimpulkan bahwa Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid berbasis IoT telah berhasil dan dapat digunakan dengan baik..

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Survey Lokasi dan Sosialisasi Alat Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid

Kegiatan survey dan sosialisasi Alat Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid berbasis IoT dilakukan kepada kelompok usaha ternak di Desa Selamat Kecamatan Tenggelun Kabupaten Aceh Tamiang tepatnya pada kelompok usaha ternak "Dunia Ternak Unggas" sebagai pengguna Alat Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid.



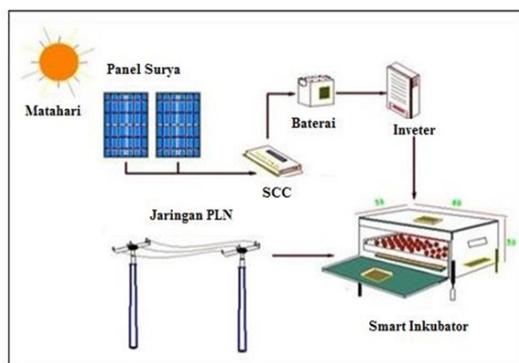
Gambar 3. Survey Lokasi dan Sosialisasi Alat Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid berbasis IoT

Selama melakukan survei lokasi, tim berhasil mengumpulkan sejumlah informasi berharga tentang situasi mitra serta hambatan yang mereka hadapi, terutama dalam konteks penetasan telur ayam. Di antara tantangan ini, terdapat kenyataan bahwa proses penetasan masih memerlukan induk ayam, menyebabkan waktu penetasan yang

panjang dan risiko kegagalan penetasan yang besar. Mitra juga menghadapi kendala lain seperti lahan yang terbatas dan kapasitas telur yang terbatas, yang mengakibatkan tata letak menetas ayam yang sulit dikendalikan dan jumlah telur yang bisa diinkubasi menjadi terbatas. Dengan pemahaman yang mendalam tentang situasi mitra, langkah berikutnya adalah mengadakan kegiatan sosialisasi tentang manfaat penting dari penggunaan Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid berbasis IoT. Alat ini dapat mempercepat proses penetasan, menghemat ruang, dan meningkatkan kapasitas penetasan telur. Dengan menerapkan alat inkubator ini, diharapkan kelompok usaha ternak ayam "Dunia Ternak Unggas" dapat meningkatkan produksi ayam mereka dan, secara keseluruhan, memberikan kontribusi pada perkembangan ekonomi kelompok usaha ternak tersebut.

2. Perancangan dan pembuatan Alat Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid berbasis IoT

Berikut ini disajikan skema perancangan komponen Internet of Things (IoT) dan desain Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid yang diaplikasikan, sebagaimana diperlihatkan dalam gambar 4.



Gambar 4. Perancangan komponen IoT dan Alat Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid

Pada tahapan perancangan dan pembuatan Alat Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid dibagi menjadi dua bagian pengerjaan, yaitu perancangan komponen *Internet of Thing (IoT)* dan pembuatan Alat Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid.

3. Perancangan Komponen IoT

Gambarkanlah desain dalam inkubator penetas telur hybrid berbasis IoT sebagai berikut: Di tengah ruangan, terdapat rak telur yang menjadi fokus utama, tetapi teknologinya yang lebih menarik. Di atas rak telur, terdapat motor yang berfungsi sebagai penggerak utama. Selanjutnya, di bagian bawah rak telur, modul DHT11 ditempatkan secara strategis, sedangkan led strip dan pemanas dipasang di bagian atas ruangan. Bagian belakang inkubator mengungkapkan susunan komponen mikrokontroler yang terpisah secara visual. Susunan ini mencakup NodeMCU yang pintar, adaptor daya yang efisien, dan relay sebagai penghubung utama. Sensor DHT11 mengumpulkan data lingkungan dalam bentuk nilai yang diteruskan ke NodeMCU. Dengan kecerdasannya, NodeMCU menganalisis nilai-nilai ini dan menggunakannya untuk mengendalikan relay. Motor sinkron dikendalikan oleh NodeMCU melalui interval waktu yang telah ditetapkan sebelumnya. Relay bertindak sebagai perantara antara perintah dari NodeMCU dan operasi motor. NodeMCU bukan hanya pengendali, tetapi juga berperan dalam komunikasi. Dengan modul WiFi terintegrasi, NodeMCU terhubung melalui jaringan WiFi seluler, yang memungkinkan pengiriman data yang berkelanjutan sesuai dengan skenario yang telah ditentukan. Data ini kemudian dikirimkan melalui internet dan akhirnya ditampilkan dengan jelas

dalam antarmuka aplikasi Android. Dalam tampilan yang intuitif ini, pengguna memiliki akses langsung ke data yang berasal dari inkubator ini, memberikan kontrol yang lebih besar dalam pemantauan dan pengelolaan proses penetasan.



Gambar 5. Merancang komponen IoT serta melakukan simulasi program kedalam Komponen IoT

Proses operasional dari komponen IoT yang telah dirancang memerlukan instruksi yang berasal dari program komputer. Dalam hal ini, bahasa pemrograman yang digunakan adalah C dengan pemrograman Arduino. Program yang ditulis dalam konteks Arduino dikenal sebagai "sketch". Setiap sketch Arduino mengandung dua fungsi penting: "void setup() {}" dan "void loop() {}".

Langkah awal dalam pembuatan program Arduino adalah menginisialisasi pin-pin yang akan digunakan oleh sistem. Ini membantu menentukan hubungan antara perangkat keras dan perangkat lunak yang akan dijalankan. Inisialisasi ini adalah fondasi penting untuk mengintegrasikan komponen IoT ke dalam sistem secara efektif.

Data yang dihasilkan oleh sensor kemudian akan dikirimkan melalui jaringan WiFi untuk dipantau oleh aplikasi berbasis Android. Inilah cara di mana teknologi IoT berinteraksi dengan pemrograman dan perangkat keras

dalam konteks Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid.



Gambar 6. Code program dan tampilan aplikasi monitoring suhu dan kelembaban di android

4. Pembuatan Alat Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid

Mesin Penetas Telur merupakan solusi inovatif yang dirancang untuk menyederhanakan proses penetasan telur. Inkubator canggih ini memiliki kapasitas impresif yang dapat menampung hingga 100 telur dalam satu proses. Cara kerjanya berfokus pada penggunaan cahaya dari lampu pijar sebagai metode penerangan, mengeliminasi kebutuhan akan induk ayam.

Motor yang terpasang di dalamnya berperan sentral dalam menjaga suhu telur tetap konsisten, memastikan bahwa seluruh telur mendapatkan suhu yang optimal untuk proses penetasan yang efektif. Sensor DHT11 adalah komponen kunci yang mengukur suhu dan kelembaban dalam inkubator, memastikan bahwa lingkungan tetap dalam kisaran yang diperlukan untuk penetasan yang optimal.

Inovasi puncak terletak pada bagian atas mesin penetas telur ini, di mana teknologi Internet of Things (IoT) tertanam dengan bijak. Teknologi ini telah dirancang dan diprogram untuk memberikan pengendalian yang efisien

tanpa mengganggu proses penetasan yang sedang berlangsung. Kombinasi dari motor, sensor, dan komponen IoT menjadikan Mesin Penetas Telur sebagai alat yang sangat dapat diandalkan. Dengan demikian, peternak dapat memantau dan mengontrol proses penetasan secara efektif tanpa harus khawatir tentang aspek teknis yang kompleks. Ini adalah keunggulan yang diberikan oleh mesin penetas telur modern ini, yang membantu meningkatkan efisiensi dan hasil dalam bidang penetasan telur.



Gambar 7. Pembuatan Alat Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid dengan kapasitas 100 telur

5. Penerapan Alat Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid Berbasis IoT kepada Mitra

Setelah menyelesaikan tahapan perancangan komponen IoT dan pembuatan Alat Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid selanjutnya dilakukan tahapan pengujian alat. Proses pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah Alat Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid yang telah dibuat dapat berfungsi dengan yang diharapkan.

Tabel 1. Pengujian Komponen Hardware

No	Aspek	Fungsi	Hasil	
			Valid	Invalid
1	Power supply	Memberikan tegangan dan arus listrik kepada perangkat Node MCU	√	-
2	DHT 11	Mengukur suhu dan kelembaban udara	√	-
3	ESP8266 NodeMCU	Mengontrol seluruh system pada incubator penetas telur	√	-
4	NodeMCu Base	Tempat peletakan komponen nodeMCU	√	-

Setelah melalui serangkaian uji coba yang cermat, hasil pengujian pada Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid Berbasis IoT memberikan hasil yang memuaskan dan sesuai dengan ekspektasi awal. Kinerja alat inkubator ini telah berhasil memenuhi harapan yang diemban, seiring dengan kualitas dan konsistensi dari setiap komponen yang terlibat. Oleh karena itu, alat inkubator ini telah memenuhi standar yang diperlukan dan siap untuk diterapkan dengan penuh keyakinan oleh mitra kami.



Gambar 8. Alat Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid yang sudah layak digunakan

6. Monitoring dan Evaluasi

Keberhasilan pengabdian ini dapat dinilai melalui dua aspek utama. Pertama, alat berhasil melaksanakan

proses penetasan telur dengan efisien. Kedua, perangkat mampu menjaga suhu dan kelembaban dalam kisaran yang diinginkan. Hasil dari serangkaian pemantauan dan evaluasi yang dilakukan terhadap Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid berbasis Internet of Things menunjukkan bahwa ambang batas suhu berkisar antara 37,7°C hingga 38,8°C, sementara tingkat kelembaban berada dalam rentang 56% hingga 65%, seperti yang dijelaskan dalam Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 2. Pengujian monitoring suhu dan kelembaban

No	Aspek	Suhu	Kelembaban	Ket
1.	Pertama	33.8	56.00	Hidup
2.	Kedua	34.9	58.00	Hidup
3.	Ketiga	35.0	58.00	Hidup
4.	Keempat	37.2	60.00	Hidup
5.	Kelima	38.0	60.00	Hidup
6.	Keenam	38.3	62.00	Hidup
7.	Ketujuh	38.4	65.00	Hidup
8.	Kedelapan	38.5	64.00	Hidup
9.	Kesembilan	39.0	68.00	Mati
10.	Kesepuluh	37.9	65.00	Hidup

Hasil pengujian ambang batas suhu dan kelembaban pada tabel 3 mengungkapkan bahwa uji ambang batas suhu dan kelembaban pada alat inkubator telur memberikan informasi berharga. Ketika suhu berada di bawah batas normal inkubasi, yang biasanya adalah 37,7°C, alat inkubator akan merespons dengan mengaktifkan lampu untuk meningkatkan suhu hingga mencapai batas normal antara 37,7°C hingga 38,8°C. Sebaliknya, ketika suhu mencapai maksimum batas normal, yaitu 38,8°C, alat inkubator akan mematikan lampu hingga suhu kembali ke batas minimal normal.

Analisis data dari proses penetasan telur ayam selama 21 hari menghasilkan kesimpulan penting. Dengan menjaga suhu di rentang 37,7-38,8°C dan kelembaban antara 56-65%, proses penetasan telur dapat berlangsung mulai dari hari pertama

hingga hari ke-20. Pengaturan suhu memerlukan pengontrolan teratur terhadap lampu pemanas, sementara kelembaban dipertahankan melalui pengisian air pada bak air sesuai kebutuhan, menjaga keseimbangan kondisi lingkungan. Pada hari ke-19, tanda-tanda telur yang menetas mulai terlihat dengan adanya retakan kecil pada permukaan telur. Proses penetasan telur memerlukan waktu satu hari penuh untuk mencapai hasil yang optimal. Kondisi telur yang siap menetas dengan sempurna dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Kondisi telur yang menetas pada Alat Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid Berbasis IoT

Untuk menilai tingkat kepuasan pengguna terhadap alat (usability), metode yang digunakan adalah pengisian kuesioner oleh peternak ayam petelur. Kuesioner yang digunakan adalah kuesioner USE (Usefulness, Satisfaction, Ease of Use, and Learning), yang terdiri dari 16 pernyataan yang diisi oleh 30 responden. Pengujian dilakukan berdasarkan empat kategori kepuasan pengguna, yakni manfaat (usefulness), kemudahan penggunaan (ease of use), kemudahan pembelajaran (ease of learning), dan kepuasan (satisfaction). Data hasil kuesioner ini akan menghasilkan akumulasi skor yang mencerminkan pandangan para

responden, dan informasi terperinci bawah ini:
dapat ditemukan dalam Tabel 4 di

Tabel 4. Hasil Tanggapan Responden

No.	Pernyataan	*Responden					Skor	% Skor
		1	2	3	4	5		
Usefulness (Penggunaan)								
1	Alat ini membantu saya bekerja lebih efektif dan produktif	1	2	4	5	18	90	90
2	Alat ini sangat Berguna	0	1	3	7	19	97	97
3	Alat ini menghemat waktu saya saat menggunakannya	1	4	6	9	10	83	83
4	Alat ini sesuai dengan kebutuhan dan harapan saya	1	2	5	6	16	90	90
Ease of Use (Mudah digunakan)								
1	Alat ini mudah digunakan	0	2	5	9	15	97	97
2	Alat ini praktis untuk pengguna	2	3	4	9	12	83	83
3	Tidak ada kesulitan dalam menggunakan alat ini	1	2	3	7	17	90	90
4	Saya dapat menggunakan alat ini tanpa petunjuk tertulis	2	3	5	8	12	83	83
Ease of Learning (Mudah dipelajari)								
1	Saya belajar menggunakan alat ini dengan cepat	5	2	3	6	14	77	77
2	Saya mudah mengingat cara penggunaan alat ini	1	2	5	6	16	90	90
3	Saya mudah mempelajari penggunaan alat ini	1	1	5	6	17	93	93
4	Saya menjadi cepat terampil menggunakan alat ini	3	4	5	6	12	77	77
Satisfaction (Kepuasan)								
1	Saya puas dengan alat ini	0	2	3	6	19	93	93
2	Saya akan merekomendasikan alat ini ke orang lain	1	2	5	7	15	90	90
3	Alat ini bekerja seperti yang saya inginkan	2	2	6	6	14	87	87
4	Alat ini nyaman untuk digunakan	1	3	6	5	15	87	87
Total							1407	87.93%

Keterangan

1= Sangat tidak setuju

2 = Tidak Setuju

3 = Cukup Setuju

4 = Setuju

5 = Sangat Setuju

*Jumlah Responden sebanyak 30 orang

Hasil analisis data mengenai tingkat kepuasan pengguna terhadap Alat Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid berbasis IoT menunjukkan bahwa rata-rata nilai kepuasan pengguna mencapai 87,93%. Temuan ini menggambarkan bahwa alat ini mendapat tanggapan positif dari para pengguna dan mengkonfirmasi bahwa alat ini memiliki kualitas yang sesuai

untuk diadopsi dalam proses penetasan telur. Selain itu, kehadiran Alat Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid berbasis IoT juga memberikan manfaat nyata dalam meningkatkan efisiensi proses penetasan telur dan berpotensi untuk meningkatkan produktivitas ekonomi kelompok usaha ternak ayam. Oleh karena itu, penggunaan alat ini tidak hanya memudahkan proses penetasan telur, tetapi juga memiliki

potensi untuk memberikan dampak positif pada aspek ekonomi kelompok usaha ternak ayam.

SIMPULAN

Inovasi dalam pengembangan inkubator penetas telur berbasis IoT telah terbukti kemampuannya dalam mengatur dan memonitor suhu serta kelembaban di dalam inkubator sepanjang proses penetasan telur. Sistem yang diterapkan memiliki kontrol yang efektif terhadap suhu lingkungan, di mana jika suhu dalam ruangan mencapai atau melewati 38,8°C dalam inkubator, maka lampu akan dimatikan; sebaliknya, jika suhu ruangan turun di bawah 37,7°C, lampu akan dinyalakan.

Tingkat kepuasan pengguna terhadap pengembangan inkubator penetas telur berbasis IoT mencapai 87,93%, yang mengonfirmasi bahwa para pengguna menganggap alat ini sebagai solusi yang sangat efisien dan mudah digunakan dalam operasinya.

Menerapkan konsep smart incubator hybrid dengan mengintegrasikan sumber energi tenaga surya terbukti sebagai solusi yang efektif untuk mengatasi kemungkinan pemadaman pasokan energi listrik. Keberadaan sistem ini memiliki dampak signifikan dalam menjaga kelangsungan operasional Alat Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid. Bahkan dalam situasi pemadaman listrik, proses penetasan telur tetap berjalan tanpa terhenti.

Dengan mengandalkan tenaga surya, alat inkubator dapat terus beroperasi tanpa ketergantungan pada pasokan listrik dari jaringan umum. Ini berarti bahwa setiap telur yang sedang dalam proses penetasan akan tetap mendapatkan lingkungan yang terkontrol dengan baik, tanpa fluktuasi

suhu dan kelembaban yang dapat mengganggu perkembangan embrio. Melalui penerapan solusi ini, Alat Inkubator Mesin Penetas Telur hybrid akan terus menjalankan fungsinya secara optimal, menghasilkan hasil penetasan yang sukses dan produktif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset Teknologi Pengabdian Kepada Masyarakat (DRTPM) yang telah memberikan kepercayaan kepada tim pengabdian untuk melakukan pengabdian melalui hibah program kemitraan kepada Masyarakat tahun Anggaran 2023, Lembaga Pengabdian Pada Masyarakat (LPPM) Universitas Samudra. Ucapan terima kasih juga kepada kelompok usaha ternak ayam "Dunia Ternak Unggas" di desa Selamat Kecamatan Tenggulun Aceh Tamiang, Masyarakat Desa Selamat serta seluruh pihak yang terlibat sehingga kegiatan ini terlaksana dengan baik

DAFTAR PUSTAKA

- Asmoro, E. I., & Kresdianto, H. (2021). Pengembangan Mesin Penetas Telur Menggunakan Pemerataan Panas Buatan. *Jurnal Dinamika Teknik*, 4(1), 21–29.
- Elsola, D. A. N., Arum, N. P., Utami, A. P., & Nurkhaffah, P. S. (2015). Donker: Pakan Bebek Yang Ekonomis Dan Ramah Lingkungandari Limbah Telur Bebek. *Pelita-Jurnal Penelitian ...*, 10(2), 35–46. <https://journal.uny.ac.id/index.php/pelita/article/view/6659>
- Fitra Alayubby, M., Satria, H., Chandra, A., Lubis, B., Putri, R. M., &

- Triana, R. (2021). Peningkatan Perekonomian Peternak Unggas Pada Kondisi Covid-19 Dengan Teknologi Hybrid. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 5(6), 3234–3240.
<http://journal.ummat.ac.id/index.php/jmm/article/view/5741>
- Maharani, R., & Nuraini, F. (2017). PENCATATAN AKUNTANSI PADA USAHA PETERNAKAN AYAM PETELUR (Studi Kasus Usaha Peternakan Ayam Petelur di Kecamatan Sugio Lamongan). *12(1411)*, 1–7.
<https://repository.um-surabaya.ac.id/2825/>
- Muttaqin, K., Ihsan, A., & Irawan, H. (2022). Peningkatan Produktivitas Ternak Ayam Melalui Teknologi Inkubator Mesin Penetas Telur Berbasis Internet of Thing. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 6(5), 3–10.
<https://doi.org/10.31764/jmm.v6i5.10812>
- Rahman, F., Sriwati, S., Nurhayati, N., & Suryani, L. (2020). Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Suhu Pada Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler Esp8266. *ILTEK : Jurnal Teknologi*, 15(01), 5–8.
<https://doi.org/10.47398/iltek.v15i01.3>
- Rino, Salim, S., & Kusuma, L. W. (2020). Simulasi Perancangan Sistem Pemantau Suhu Pada Inkubator Penetas Telur Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Menggunakan Aplikasi Android . *Algor*, 1, 30–39.
<https://jurnal.ubd.ac.id/index.php/algor/article/view/442>
- Suryadi, U., Prasetyo, B., & Prayitno, A. H. (2022). Aplikasi Up-Grading Bibit Ayam Kampung di Teaching Factory Hatchery Politeknik Negeri Jember. 354–360.
- Susetyo, F. B., Sugita, I. W., Basori, B., Rifqi, M. N., Wardiana, R., & Prasetyo, J. (2020). Rancang Bangun Rak Penetas Telur Otomatis Pada Mesin Tetas Bertenaga Hybrid. *Jurnal Ilmiah Giga*, 23(2), 69.
<https://doi.org/10.47313/jig.v23i2.915>
- Wakidah, R. N., Setiawan, B., & Pracoyo, A. (2020). Implementasi Kontrol Pid Pada Suhu Inkubator Penetas Telur Menggunakan Sistem Tenagahybrid. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*, 3(1), 38.
<https://doi.org/10.33795/elkolind.v3i1.64>