

Perancangan Dan Implementasi Mesin Penetas Telur Otomatis Dengan Cadu Daya Cadangan di Desa Sosorniapan

* Yakop Simanjuntak¹, Nurselina², Wilson Sihombing³

¹Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

^{2,3} Teknik Elektro, Universitas Medan Area, Medan, Indonesia

*Corresponding author: yakopsmjt@gmail.com

Submitted: 20/05/2024;
Accepted : 25/06/2024;
Published : 30/06/2024

Abstract — Studi ini membahas pengembangan mesin penetas telur otomatis dengan pasokan listrik cadangan yang dapat memberikan manfaat bagi masyarakat peternak melalui pendekatan penelitian pengembangan. Sebuah prototipe dikembangkan untuk menanggapi kebutuhan inkubasi tanpa gangguan yang dipengaruhi oleh seringnya pemadaman listrik sehingga mengurangi efisiensi dalam penanganan telur. Dalam proyek ini, mesin penetas telur otomatis dengan cadu daya cadangan dirancang untuk menetas kapasitas 150 telur (75 setter dan 75 penetasan) setiap 21 hari, memastikan pengoperasian yang berkelanjutan meskipun tidak ada pasokan daya yang konsisten. Inverter, yang terhubung ke baterai, memastikan pasokan listrik tanpa gangguan selama 12 jam, menjaga lingkungan internal tetap hangat. Pemanas yang dikontrol termostat mengatur suhu inkubator dalam kisaran 36 °C–38 °C. Jika terjadi pemadaman listrik, inkubator dapat dengan mudah beralih ke jaringan listrik selama pemadaman listrik, pemeliharaan, atau musim hujan. Berdasarkan pengujian yang ketat, masa inkubasi dipastikan pada 21 hari, dengan tingkat penetasan awal sebesar 70%, meningkat menjadi 80% pada pengujian berikutnya. Berat rata-rata anak ayam, diukur beberapa jam setelah menetas, mencapai 40,8 g. Untuk menilai dampak praktisnya, para peneliti memperluas perangkat ini ke peternak unggas lokal, sehingga menghasilkan pendapatan yang besar dan meningkatkan efisiensi pembiakan. Selain manfaat ekonomi langsung, inkubator telur otomatis juga mewakili pencapaian teknologi baru, yang menunjukkan bagaimana ilmu pengetahuan dan teknologi dapat memberdayakan masyarakat, mendorong pertumbuhan ekonomi, dan berkontribusi pada kebaikan yang lebih besar dalam konteks praktis.

Abstrak— *This study addresses the development of an automated egg incubator with backup power supply that could benefit farmer communities through the developmental research approach. A prototype is developed to respond to the needs for uninterrupted incubation which is affected by the frequent power outages that reduce its efficiency in egg handling. In this project, the automated egg incubator with a backup power supply is designed to hatch a capacity of 150 eggs (75 setters and 75 hatchers) every 21 days, ensuring continuous operation even in the absence of a consistent power supply. An inverter, connected to a battery, ensures a 12 hr uninterrupted power supply, maintaining a warm internal environment. The thermostat-controlled heater regulates the incubator's temperature within the range of 36 °C–38 °C. In case of a power outage, the incubator can seamlessly switch to grid power during brownouts, maintenance, or the rainy season. Based on rigorous testing, the incubation period is confirmed at 21 days, with an initial hatch rate of 70%, increasing to 80% in subsequent tests. The average chick weight, measured a few hours after hatching, stands at 40.8 g. To assess its practical impact, the researchers extended the device to a local game-fowl farmer, resulting in substantial income generation and improved breeding efficiency. Beyond direct economic benefits, the automated egg incubator represents a novel technological achievement, showcasing how science and technology can empower communities, foster economic growth, and contribute to the greater good within a practical context..*

Kata Kunci : Mesin Penetas Telur; Penetasan Telur; Sistem Otomatis; Prototipe; Cadangan Pasokan Listrik

JPEN is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.



I. PENDAHULUAN

Mesin penetas telur berfungsi untuk meniru kondisi alam yang diberikan oleh induk hewan, sehingga meningkatkan tingkat keberhasilan penetasan telur melebihi kemampuan alamnya (Aru, 2017). Kontrol yang tepat terhadap faktor-faktor seperti suhu dan kelembapan sangat penting saat menggunakan mesin penetas telur agar telur dapat berkembang menjadi anak ayam yang sehat (Sanjaya et al., 2018). Beberapa inkubator dilengkapi kipas untuk mengatur suhu udara dan memastikan pasokan oksigen. Membalik telur secara berkala, sebuah praktik yang terbukti meningkatkan hasil penetasan, dapat dilakukan secara otomatis atau manual setidaknya tiga kali sehari. Penempatan inkubator yang strategis pada lokasi dengan suhu yang konsisten, menghindari paparan sinar matahari langsung, sangat penting untuk menjaga keakuratan suhu. Telur dapat bertahan pada suhu rendah dalam waktu singkat tetapi sangat rentan terhadap suhu tinggi. Dalam penelitian Sanjaya (2018), tantangan yang dihadapi peternak puyuh dalam menetas telur dalam jumlah besar menyebabkan ketergantungan pada induk puyuh untuk inkubasi. Solusi yang diusulkan memperkenalkan inkubator cerdas yang dirancang untuk telur puyuh, memanfaatkan mikrokontroler Arduino untuk mengontrol suhu, kelembapan, dan rotasi telur secara mandiri untuk kondisi penetasan yang optimal.

Okpagu dan Nwosu (2016) melakukan penelitian yang berkonsentrasi pada pemodelan, perancangan, dan pengembangan sistem penetas telur yang mampu mengerami berbagai jenis telur dalam kisaran suhu 35°C–40°C. Sistem ini mengintegrasikan sensor suhu dan kelembapan untuk memantau kondisi di dalam inkubator, secara otomatis menyesuaikan lingkungan untuk menciptakan kondisi yang sesuai bagi telur. Fluktuasi suhu inkubasi dapat berdampak buruk pada perkembangan embrio (Benjamin & Oye, 2012) dan, akibatnya, kinerja pasca penetasan. Untuk menjaga suhu yang sesuai, bola lampu listrik digunakan. Air dan kipas yang terkontrol digunakan untuk memastikan kelembapan dan ventilasi yang baik di dalam inkubator. Meskipun penelitian Okpagu dan Nwosu menyajikan perkembangan dalam inkubasi telur, eksplorasi yang lebih menyeluruh terhadap aspek teknis sistem, pengujian empiris, dan diskusi tentang bagaimana inovasi ini bermanfaat bagi masyarakat lokal dapat meningkatkan hasil penelitian mereka.

Para peneliti mengembangkan dan mengevaluasi kinerja inkubator telur unggas bertenaga surya, membandingkannya dengan inkubator yang sudah ada yang mampu menetas telur ayam dalam kisaran suhu

35°C–40°C. Komponen utama inkubator yang baru dikembangkan meliputi unit inkubasi, perangkat pengatur suhu, dan sistem fotovoltaik.

Mempertahankan suhu yang konsisten sangat penting selama proses inkubasi untuk memastikan perkembangan telur yang tepat. Pada unggas domestik, proses ini dikenal sebagai brooding, dimana induk mengerami telurnya, memberikan kehangatan yang penting. Suhu yang diberikan oleh induk yang mengerami tetap konstan, yang merupakan faktor penting bagi keberhasilan inkubasi. Selain itu, kelembapan memainkan peran penting. Dalam kondisi udara yang sangat kering, telur dapat kehilangan kelembapan berlebih (Adame et al., 2023), yang menyebabkan tantangan selama penetasan (Dalangin & Ancheta, 2018). Selain menawarkan wawasan mendasar tentang pentingnya suhu dan kelembapan dalam inkubasi telur, penelitian yang dilakukan Dalangin dan Ancheta (2018) akan bermanfaat dengan membahas bagaimana teknologi ini mengatasi tantangan terkait pengendalian suhu dan kelembapan, serta menyoroti potensi keunggulannya dibandingkan metode induk tradisional.

Namun demikian, inkubator mungkin sering mengalami pemadaman listrik, sehingga berpotensi mengurangi efisiensinya. Untuk mengatasi masalah ini, disarankan untuk menggunakan sumber listrik cadangan yang berkelanjutan selama masa inkubasi. Beberapa penelitian, termasuk Agbo et al. (2018), Gbabo dkk. (2014), dan Pallavi dkk. (2018), mengusulkan sistem energi alternatif sebagai sumber cadangan saat listrik padam. Namun, Gbabo dkk. (2014) mengidentifikasi suatu permasalahan tanpa menghadirkan solusi inovatif atau melakukan analisis integrasi komprehensif dengan inkubator.

Menyadari perlunya inkubasi yang tidak terputus, peneliti merancang pengembangan mesin penetas telur yang dilengkapi dengan cadangan daya yang andal. Penelitian ini memperkenalkan fitur-fitur inovatif seperti mekanisme reposisi otomatis, sistem kontrol suhu dan kelembapan, dan integrasi tanpa batas dengan cadangan daya. Fitur-fitur ini secara kolektif mewakili inovasi yang signifikan di lapangan, mengatasi tantangan yang ada dan menawarkan potensi peningkatan tingkat penetasan dan efisiensi secara keseluruhan.

Lebih dari sekadar desain, penelitian ini secara ketat mengevaluasi kinerja praktis perangkat, menunjukkan signifikansinya, dan memastikan nilai praktisnya bagi pengguna akhir. Mesin penetas telur otomatis tidak hanya meningkatkan tingkat penetasan dan efisiensi bagi peternak tetapi juga memberikan keuntungan ekonomi. Keandalannya selama pemadaman listrik

memastikan inkubasi berkelanjutan, meningkatkan praktik petani individu, dan mendorong potensi pertumbuhan ekonomi dalam masyarakat.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk melaksanakan proyek ini secara efektif, para peneliti menggunakan pendekatan penelitian perkembangan. Pendekatan ini memerlukan kerja sistematis yang dibangun berdasarkan pengetahuan yang diperoleh dari penelitian atau pengalaman praktis untuk menghasilkan bahan, produk, dan perangkat baru. Hal ini juga melibatkan penerapan proses, sistem, dan layanan baru, serta peningkatan substansial terhadap perwujudan yang sudah ada (Catane, 1998). Dalam istilah yang lebih sederhana, jenis penelitian ini dapat diterapkan dalam pembuatan prototipe, penemuan, inovasi, dan fabrikasi. Selain itu, mencakup program penelitian dan pengembangan yang berfokus pada pembuatan bahan ajar (Yaakub & Majundar, 2009).

Penilaian kinerja mesin penetas telur otomatis sangat bergantung pada daya tetas telur sebagai metode pengujian yang penting. Metode ini berfungsi sebagai indikator yang dapat diandalkan mengenai kapasitas inkubator dalam menyediakan kondisi optimal yang diperlukan untuk keberhasilan perkembangan dan penetasan embrio. Untuk memulai uji daya tetas, sejumlah telur yang telah dibuahi ditempatkan dalam inkubator dan diinkubasi selama masa inkubasi. Lilin berkala dan pemeriksaan telur dilakukan untuk mengevaluasi pertumbuhan dan perkembangan embrio. Pada akhir masa inkubasi, jumlah anak ayam yang menetas ditentukan. Tingkat daya tetas kemudian dihitung sebagai persentase anak ayam yang menetas dibandingkan dengan jumlah total telur yang dihasilkan (King' Ori, 2011).

3.1 Alat pengumpulan data

Dalam penelitian ini, kuesioner standar berfungsi sebagai instrumen pengumpulan data. Kuesioner ini dibuat khusus untuk mengevaluasi tingkat penerimaan mesin penetas telur hibrida otomatis dengan pasokan listrik cadangan di antara calon pengguna akhir proyek. Instrumen ini terdiri dari tujuh kriteria yang perlu dipertimbangkan oleh evaluator: fungsionalitas, keamanan, keandalan, portabilitas, kegunaan, pemeliharaan, dan kemampuan kerja. Untuk memastikan peringkat deskriptif penerimaan proyek, skala Likert digunakan sebagai acuan. Skala Likert menawarkan pendekatan terstruktur dan efisien untuk mengumpulkan, menganalisis, dan

membandingkan umpan balik pengguna mengenai penerimaan perangkat. Sifatnya yang kuantitatif, kemudahan analisis, dan kemampuan beradaptasi menjadikannya alat yang berharga untuk memahami persepsi pengguna dan memandu pengembangan dan peningkatan perangkat.

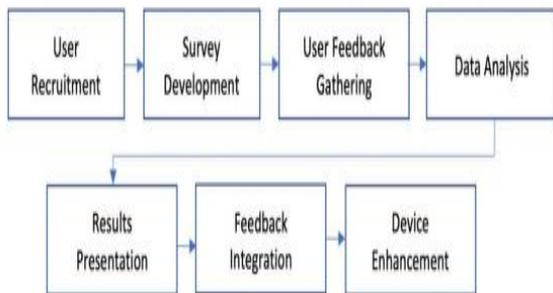
Teks berikutnya menguraikan tahapan yang terlibat dalam evaluasi mesin penetas telur otomatis oleh pengguna akhir.

1. Perekrutan pengguna: Penilaian dimulai dengan perekrutan pengguna akhir yang akan berpartisipasi secara aktif. Langkah penting ini memastikan pengumpulan umpan balik dari sampel calon pengguna yang representatif.
2. Pengembangan survei: Kuesioner survei dikembangkan dengan cermat, menggabungkan pertanyaan skala Likert untuk mengumpulkan umpan balik terstruktur mengenai berbagai aspek inkubator telur otomatis.
3. Pengumpulan umpan balik pengguna: Pengguna akhir diberikan survei, menanggapi pertanyaan skala Likert. Fase ini melibatkan pengumpulan umpan balik mengenai kinerja perangkat, kegunaan, dan faktor terkait lainnya.
4. Analisis data: Tahap ini mencakup penghitungan skor rata-rata dan deviasi standar, yang berpotensi memanfaatkan uji statistik untuk memahami sentimen keseluruhan dan variasi respons pengguna.
5. Presentasi hasil: Memberikan pemahaman yang jelas tentang bagaimana pengguna memandang mesin penetas telur otomatis dalam hal penerimaan dan kriteria relevan lainnya.
6. Integrasi umpan balik: Umpan balik bertindak sebagai sumber daya yang berharga untuk menunjukkan dengan tepat area yang perlu diperbaiki dan ditingkatkan dalam desain dan fungsionalitas perangkat.
7. Peningkatan perangkat: Berdasarkan wawasan yang diperoleh dari umpan balik pengguna dan hasil penilaian, perangkat mengalami penyempurnaan dan penyempurnaan. Modifikasi ini bertujuan untuk mengatasi masalah yang teridentifikasi, menjadikan mesin penetas telur otomatis lebih ramah pengguna dan efisien.

Tabel 1. Skala penilaian penerimaan

Peringkat Deskriptif	Range
Sangat dapat diterima	4.51–5.0
Sangat bisa diterima	3.51–4.5
Dapat diterima	2.51–3.5
Sedikit bisa diterima	1.51–2.5
Tidak dapat diterima	0–1.5

Gambar 1 menyajikan skema yang menggambarkan metode yang digunakan dalam penilaian proyek. Dengan mengikuti tahap-tahap ini, penilaian menjamin penggabungan perspektif pengguna dalam pengembangan dan penyempurnaan perangkat, yang pada akhirnya akan menghasilkan mesin penetas telur otomatis yang lebih dapat diterima oleh pengguna dan efektif.



Gambar 1. Skema alur penilaian

Kinerja mesin penetas telur diuji dari segi daya tetas, mortalitas embrio, dan bobot anak ayam. Ini dihitung menggunakan rumus berikut di bawah ini:

$$\text{Tingkat daya tetas (\%)} = \frac{\text{jumlah telur yang menetas}}{\text{jumlah telur yang diinkubasi}} \times 100\%$$

$$\text{Berat rata – rata anak ayam (\%)} = \frac{\text{berat total anak ayam}}{\text{jumlah anak ayam yang sehat}} \times 100\%$$

Responden penelitian

Sebelum evaluasi, demonstrasi diadakan untuk menampilkan fitur-fitur utama dan pengoperasian perangkat. Sebanyak 30 responden ikut serta dalam evaluasi ini, dengan 20 diantaranya adalah anggota Asosiasi Peternak Unggas Bulacan dan 10 sisanya adalah peternak sabung ayam pekarangan yang berlokasi di Calumpit, Bulacan. Responden dipilih dengan menggunakan metode purposive sampling.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perangkat ini dirancang untuk mengerami beberapa telur secara bersamaan, yang bertujuan untuk menciptakan dan mempertahankan kondisi optimal agar inkubasi telur berhasil hingga menetas. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan sistem catu daya cadangan untuk memastikan pengoperasian yang berkelanjutan jika terjadi kegagalan daya.

Perangkat inkubator ini memiliki kapasitas maksimal 150 butir telur, dengan 75 butir telur dialokasikan ke bagian setter dan 75 butir telur ke bagian hatcher. Untuk menjamin keberhasilan penetasan, diperlukan tingkat kelembapan minimum 60%, ditambah dengan suhu 38 °C atau 100 °F. Perangkat ini dilengkapi dengan mekanisme pemutar otomatis yang memutar telur setiap 2 jam 50 menit, memastikan inkubasi yang tepat.

Penetasan telur spesimen terjadi antara hari ke-19 dan ke-21 inkubasi, sejalan dengan pengamatan Dalangin dan Ancheta (2018), yang mencatat penetasan terjadi antara hari ke-18 dan ke-22 inkubasi dalam penelitiannya. Khususnya, sebagian besar telur menetas pada hari ke-20.

Tingkat penetasan perangkat dinilai melalui uji inkubasi sebenarnya menggunakan telur dari tiga kelompok berbeda, masing-masing dengan jumlah spesimen telur yang bervariasi. Telur-telur ini dipastikan telah dibuahi, sebagaimana dibuktikan oleh pemilik yang bekerja sama yang menyediakan telur-telur tersebut untuk penelitian. Tingkat daya tetas anak ayam yang menetas sepenuhnya menggunakan inkubator mencapai 80%, dengan 2% telur menetas sebagian dan 17% sisanya tidak menetas. Dibandingkan dengan literatur, dimana tingkat daya tetas rata-rata berkisar antara 27% hingga 75% pada penelitian sebelumnya (Iqbal et al., 2014; Mansaray & Yansaneh, 2015; Okonkwo & Chukwuezie, 2012; Othman et al., 2014), kinerja inkubator melampaui rata-rata. Tingkat penetasan yang tinggi disebabkan oleh pergantian telur yang konsisten dan penyediaan kondisi inkubasi yang optimal. Telur yang digunakan bersumber dari ayam betina yang diketahui memiliki tingkat daya tetas tinggi, sebagaimana dikonfirmasi oleh para peternak yang berkontribusi.

Berat rata-rata anak ayam beberapa jam setelah menetas ditentukan sebesar 40,8 g, termasuk dalam kisaran yang dilaporkan oleh Deaton dkk. (1979) yang menyatakan bahwa bobot anak ayam pada umur satu hari bervariasi antara 32,2 g hingga 42,6 g. Berat badan anak ayam yang tercatat ini sejalan dengan temuan penelitian sebelumnya.

Hasil evaluasi mengenai penerimaan perangkat oleh calon pengguna akhir diuraikan pada Tabel 2. Evaluator menilai perangkat berdasarkan berbagai kriteria, menghasilkan skor rata-rata sebagai berikut: Fungsionalitas menerima skor rata-rata 4,56, keandalan mendapat skor 4,67, kegunaan mencapai skor rata-rata 4,56, keandalan mendapat skor 4,67, kegunaan mencapai skor rata-rata 4,65, kemampuan pemeliharaan diberi nilai 4,55, portabilitas memperoleh skor rata-rata 4,67, kemampuan kerja memperoleh skor 4,66, dan keselamatan memperoleh skor rata-rata 4,66. Dengan menggabungkan evaluasi ini, perangkat tersebut memperoleh peringkat deskriptif keseluruhan “sangat dapat diterima.” Peringkat numerik rata-rata untuk mesin penetas telur otomatis dengan pasokan listrik cadangan adalah 4,63, sesuai dengan deskripsi verbal “sangat dapat diterima.”

Tabel 2. Ringkasan skor rata-rata evaluasi penerimaan proyek

Kriteria	Mean	Interpretasi
Functionality	4.56	Sangat bisa diterima
Reliability	4.67	Sangat bisa diterima
Usability	4.65	Sangat bisa diterima
Maintainability	4.55	Sangat bisa diterima
Portability	4.67	Sangat bisa diterima
Workability	4.66	Sangat bisa diterima
Safety	4.66	Sangat bisa diterima
Peringkat rata-rata secara keseluruhan	4.63	Sangat bisa diterima

Perangkat ini terbukti unggul dalam memenuhi permintaan dan harapan calon pengguna akhir. Peringkat individu yang tinggi secara kolektif menghasilkan peringkat numerik rata-rata keseluruhan sebesar 4,63, yang secara jelas menunjukkan deskripsi verbal “sangat dapat diterima”. Dukungan besar dari para evaluator ini menggarisbawahi efektivitas dan keandalan perangkat, serta menegaskan potensinya untuk memberikan dampak signifikan terhadap komunitas yang ingin dilayani.



Gambar 7. Pemrakarsa menyerahkan proyek untuk pengujian lebih lanjut kepada pemilik peternakan unggas buruan

Menyusul deklarasi Karantina Komunitas Umum (GCQ) di provinsi Bulacan, para pendukung perangkat ini melakukan kegiatan tindak lanjut untuk menilai statusnya. Diketahui bahwa sebagian besar unggas buruan yang dipelihara di peternakan berhasil ditetaskan menggunakan inkubator. Selain itu, peternakan di sekitar juga menggunakan mesin tersebut untuk mengerami telurnya, meskipun dalam jumlah yang lebih kecil. Perangkat tersebut terbukti menjadi alat yang berharga dalam mendukung kegiatan peternakan unggas selama GCQ.

Tabel 3. Pendapatan yang diperoleh dari penggunaan alat tersebut

Capacity of the Incubator	Fee/Egg	Gross Income	Operation Cost/Batch	Net Income
150 eggs/batch	PHP 15	PHP 2250	PHP 200	PHP 2,050
Total projected annual income				PHP 30,750

Tabel 3 menyajikan pendapatan yang diperoleh dari penggunaan perangkat, yang diproyeksikan berdasarkan kapasitas puncaknya yaitu 150 telur per periode inkubasi. Biaya yang dikenakan per telur saat ini, pada tulisan ini, adalah PHP 15. Biaya operasional per batch ditetapkan sebesar PHP 200, terutama disebabkan oleh biaya utilitas listrik. Dengan penggunaan perangkat selama 15 periode dalam setahun, potensi pendapatan bersih dapat mencapai PHP 30,750 per tahun.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan kajian yang dilakukan selama proses pengembangan prototipe mesin penetas telur otomatis, dapat ditunjukkan bahwa pasokan listrik cadangan sebagai elemen tambahan menjadi inovasi yang bermanfaat bagi peternak. Terlihat bahwa prototipe tersebut mendapat respon yang baik dari calon pengguna karena berhasil meningkatkan proses inkubasi, terutama yang diperlukan untuk proses penetasan. Setelah melakukan pemeriksaan menyeluruh terhadap pelaksanaan penelitian dan hasil evaluasi selanjutnya, dapat ditarik empat kesimpulan aspek berikut:

1. Sistem rak casing yang paling cocok untuk perangkat ini adalah sistem penggulungan kayu persegi, yang mampu menampung delapan puluh unit telur secara bersamaan. Motor AC 4 W berfungsi sebagai tenaga penggerak utama untuk mengubah posisi rakitan rak. Sistem kontrol pemanasan optimal perangkat ini dilengkapi serangkaian elemen penyatuan 5 W 12, dengan mikrokontroler terintegrasi di termostat, sementara kontrol kelembapan diaktifkan secara digital. Motor

berada di bawah pengaturan pengatur waktu digital, dan catu daya cadangan memastikan otonomi sistem dari daya listrik selama 6 jam.

2. Biasanya, masa inkubasi berlangsung selama 21 hari. Meskipun tingkat penetasan awal mencapai 70%, pengujian selanjutnya mencapai hasil yang mengesankan yaitu 80%. Berat rata-rata anak ayam tercatat sebesar 40,8 g.
3. Evaluator pengguna akhir sangat menyetujui proyek tersebut. Temuan proyek dan inovasi desain menjanjikan optimalisasi proses inkubasi telur, sehingga memberikan dampak positif bagi masyarakat yang terlibat dalam peternakan unggas dan operasi pembenihan.
4. Mempertimbangkan temuan dan kesimpulan di atas, serta komitmen untuk lebih menyempurnakan proyek ini, para peneliti mengusulkan perubahan desain tertentu. Rekomendasi berikut telah dikemukakan: (1) untuk hasil penetasan yang maksimal, sebaiknya digunakan spesimen telur dari ayam yang sehat; (2) untuk mencegah kelainan bentuk anak ayam, disarankan untuk menggunakan sistem kabut, dan jika baterai cepat habis, disarankan untuk menggunakan panel surya untuk menambah kebutuhan daya

REFERENCES

- [1.] Abdurrahman, M., Anggun, S. &, & Islami, V. (2020). Pelatihan Dan Pendampingan Pembuatan Media Pembelajaran
- [2.] Adame, M. M., Yusuf, Y., & Kuda, N. T. (2023). Influences of types of incubators on hatchability of eggs. *Advances in Applied Sciences*, 8(3), 80–85. <https://doi.org/10.11648/j.aas.20230803.13>
- [3.] Agbo, D. O., Otengye, O. J., & Dodo, S. H. (2018). Proposed development of a solar-powered automated incubator for chickens. *International Journal of Engineering and Techniques*, 4(1), 517–524. <https://doi.org/10.29126/23951303/IJET-V4I1P69>
- [4.] Aru, O. E. (2017). Development of a computerized engineering technique to improve incubation system in poultry farms. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 4(6), 109–119.
- [5.] Benjamin, N., & Oye, N. D. (2012). Modification of the design of poultry incubator. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management*, 1(4), 90–102.
- [6.] Catane, J. A. (1998). Types of research and research methodology. *Philippine Journal of Industrial Education and Technology*, 8(1), 12–41.
- [7.] Dalangin, F. T., & Ancheta, A. C. (2018). Performance evaluation of the developed solar powered poultry egg incubator for chicken. *Journal of Science, Engineering, and Technology*, 6, 67–81.
- [8.] Deaton, J. W., McNaughton, J. L., & Reece, F. N. (1979). Relationship of initial chick weight to body weight of egg-type pullets. *Poultry Sciences*, 58, 960–962. <https://doi.org/10.3382/PS.0580960>
- [9.] Gbabo, A., Liberty, J. T., Gunre, O. N., & Owa, G. J. (2014). Design, construction, and performance evaluation of an electric-powered egg incubator. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 3, 521–526. <http://dx.doi.org/10.15623/ijret.2014.0303097>
- [10.] George, E. B. (2015). Life way's mini solar poultry egg incubator market research. *Kerala Renewable Energy Entrepreneurship Promoter Association Indian Stream Research Journal*.
- [11.] Iqbal, J., Khan, S. H., Mukhtar, N., Ahmed, T., & Pasha, R. A. (2014). Effects of egg size (weight) and age on hatching performance and chick quality of broiler breeder. *Journal of Applied Animal Research*, 44(1), 54–64. <https://doi.org/10.1080/09712119.2014.987294>
- [12.] King' Ori, A. M. (2011). Review of the factors that influence egg fertility and hatchability in poultry. *International Journal of Poultry Science*, 10(6), 483–492. <https://doi.org/10.3923/ijps.2011.483.492>
- [13.] Mansaray, K. G., & Yansaneh, O. (2015). Fabrication and performance evaluation of a solar powered chicken egg incubator. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 5(6), 31–36.
- [14.] Okonkwo, W. I., & Chukwuezie, O. C. (2012). Characterization of a photovoltaic powered poultry egg incubator. *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering (IPCBE)*, 47, 1–6.
- [15.] Okpugu, P. E., & Nwosu, A. W. (2016). Development and temperature control of smart egg incubator system for various types of egg. *European Journal of Engineering and Technology*, 4(2), 13–21.
- [16.] Othman, R. A., Amin, M. R., & Rahman, S. (2014). Effect of egg size, age of hen and storage period on fertility, hatchability, embryo mortality

and chick malformations in eggs of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 7(1), 101–106.

- [17.] Pallavi, B., Tripathi, J., Hermant, G., Barapatre, V., Ramteke, P., & Burange, R. (2018). Development of a smart egg incubator system using Arduino. *International Journal of Engineering Science and Computing*, 8(3).
- [18.] Sanjaya, W. S. M., Maryanti, S., Wardoyo, C., Anggraeni, D., Aziz, M. A., Marlina, L., Roziqin, A., & Kusumorini, A. (2018). The development of quail eggs smart incubator for hatching system based on microcontroller and Internet of Things (IoT). *2018 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)*, 407–411.
<https://doi.org/10.1109/ICOIACT.2018.8350682>
- [19.] Yaakub, M. N., & Majundar, S. (2009). *Research in TVET made easy*. Colombo Plan Staff College.