

Studi Komparatif Konsumsi Energi Mesin Penetas Telur Menggunakan Energi Konvensional dan Energi Surya

Kamarullah¹, Misswar Abd², Muhammad Nawawi³, Andi Mulkan⁴, Zulfan⁵

^{1,2,3,4}Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Iskandar Muda, Indonesia
Jln. Kampus Unida No 15 Surien, 23234, Indonesia

⁵Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Indonesia
Jl. Teuku Nyak Arief No.441, Kopelma Darussalam, Kec. Syiah Kuala, Kota Banda Aceh, Aceh
23111, Indonesia

e-mail: 1kamarullah@unida-aceh.ac.id, 2misswar@unida-aceh.ac.id, 3nawawi@unida-aceh.ac.id,
4andeend40@gmail.com, 5zulfanstmt@usk.co.id

ABSTRAK

Ketersediaan energi listrik yang stabil merupakan faktor penting dalam operasional mesin penetas telur. Ketergantungan pada energi listrik konvensional (PLN) sering menjadi kendala pada daerah yang mengalami gangguan pasokan listrik. Sebagai alternatif, energi surya melalui sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dapat dimanfaatkan untuk mendukung proses inkubasi telur secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan membandingkan konsumsi energi, biaya operasional, dan performa mesin penetas telur yang menggunakan sumber energi PLN dan PLTS. Metode penelitian dilakukan dengan pendekatan eksperimental menggunakan mesin penetas telur berkapasitas 100 butir selama satu siklus inkubasi 21 hari. Parameter yang diamati meliputi konsumsi energi listrik, kestabilan suhu, kelembapan, dan daya tetas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi energi pada kedua sistem relatif sama karena menggunakan beban yang identik. Namun, penggunaan PLTS memberikan keuntungan berupa pengurangan biaya operasional dan peningkatan kemandirian energi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa PLTS berpotensi menjadi solusi alternatif yang efektif untuk mendukung usaha peternakan unggas skala kecil dan menengah.

Kata Kunci: mesin penetas telur, konsumsi energi, PLN, PLTS, energi surya, efisiensi energi

ABSTRACT

The availability of stable electrical energy is an important factor in the operation of egg incubator machines. Dependence on conventional electrical energy (PLN) often becomes an obstacle in areas experiencing disruptions in electricity supply. As an alternative, solar energy through a Solar Power Plant (PLTS) system can be utilized to support the egg incubation process sustainably. This study aims to compare energy consumption, operational costs, and the performance of egg incubator machines using PLN and PLTS as energy sources. The research was conducted using an experimental approach with an egg incubator machine having a capacity of 100 eggs over one 21-day incubation cycle. The observed parameters included electrical energy consumption, temperature stability, humidity, and hatchability. The results showed that energy consumption in both systems was relatively the same because they used identical loads. However, the use of PLTS provided advantages in reducing operational costs and increasing energy independence. These findings indicate that PLTS has the potential to become an effective alternative solution to support small- and medium-scale poultry farming businesses.

Keywords: egg incubator machine, energy consumption, PLN, PLTS, solar energy, energy efficiency.

1. PENDAHULUAN

Peternakan unggas merupakan salah satu sektor penting dalam penyediaan protein hewani. Salah satu faktor yang menentukan keberhasilan produksi unggas adalah tingkat keberhasilan penetasan telur. Penggunaan mesin penetas telur [1] Permasalahan dan kendala yang selama ini terjadi yaitu pada penyediaan bibit puyuh, bila kita mengandalkan dari induknya saja masih kurang dan hasil yang kita dapatkan tidak maksimal jauh lebih banyak dan efisiensi bila kita menggunakan inkubator

penetas telur, maka dari itu untuk memaksimalkan jumlah penetasan kita perlu mengkondisikan ruangan inkubator untuk mendapatkan temperatur yang ideal berkisar antara 37–38 °C memungkinkan proses inkubasi dilakukan secara terkontrol sehingga mampu meningkatkan produktivitas dibandingkan metode pengeraman alami [2].

Keberhasilan proses inkubasi sangat dipengaruhi oleh kestabilan suhu dan kelembapan. Suhu ideal penetasan telur ayam berada pada rentang 37–38 °C [3] dengan kelembapan relatif sekitar 55–65% [4]. Ketidakstabilan suplai energi dapat menyebabkan fluktuasi suhu yang berdampak pada penurunan daya tetas.

Sebagian besar mesin penetas telur di Indonesia menggunakan energi listrik dari PLN. Namun, keterbatasan jaringan listrik pada beberapa daerah dan meningkatnya biaya energi mendorong penggunaan sumber energi alternatif seperti PLTS [5]. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa sistem PLTS mampu menyediakan suplai energi yang cukup [6] untuk mempertahankan kondisi inkubasi secara optimal [7], [8]. Oleh karena itu, diperlukan kajian mengenai perbandingan konsumsi energi antara mesin penetas telur berbasis PLN dan PLTS untuk mengetahui efektivitas penggunaannya.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Mesin Penetas Telur

Mesin penetas telur merupakan alat yang dirancang untuk menciptakan kondisi lingkungan yang menyerupai pengeraman alami. Faktor utama yang harus dikendalikan meliputi suhu, kelembapan, ventilasi udara, dan sistem pemutaran telur [4].

Menurut Okonkwo dan Chukwuezie, suhu inkubasi yang stabil pada rentang 36–39 °C dapat menghasilkan tingkat keberhasilan penetasan yang tinggi [9].

2.2. Energi Konvensional (PLN)

Energi listrik PLN merupakan sumber energi yang paling banyak digunakan dalam operasional mesin penetas telur karena memiliki kualitas daya yang relatif stabil. Namun, biaya operasional meningkat seiring dengan bertambahnya konsumsi energi listrik.

2.3. Energi Surya (PLTS)

PLTS mengubah energi matahari menjadi energi listrik menggunakan modul fotovoltaik (PV). Sistem ini terdiri atas panel surya, baterai, charge controller, dan inverter. Penelitian menunjukkan bahwa PLTS mampu menjadi sumber energi yang andal untuk aplikasi penetasan telur dengan efisiensi yang baik [7], [10].

2.4. Konsumsi Energi Listrik

Energi listrik yang digunakan oleh suatu peralatan dapat dihitung menggunakan Persamaan (2.1).

$$E = P \times t \dots\dots\dots (2.1)$$

2.5. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama satu siklus penetasan telur ayam, yaitu 21 hari.

2.6. Peralatan dan Bahan

Peralatan yang digunakan:

1. Mesin penetas telur kapasitas 100 butir.
2. Wattmeter digital.
3. Panel surya 200 Wp.
4. Baterai 12 V 100 Ah.
5. Inverter 500 W.
6. Sensor suhu dan kelembapan.

Bahan penelitian:

1. 100 butir telur ayam fertil untuk sistem PLN.
2. 100 butir telur ayam fertil untuk sistem PLTS.

2.6. Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati meliputi:

1. Konsumsi energi listrik (kWh).
2. Suhu inkubator (°C).
3. Kelembapan (%RH).
4. Daya tetas (%).
5. Biaya operasional (Rp).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Konsumsi Energi

Mesin penetas telur menggunakan elemen pemanas dengan daya rata-rata 60 W. Energi yang digunakan selama 21 hari:

$$E = 60 \times 24 \times 21$$

$$E = 30240 \text{ Wh}$$

$$E = 30,24 \text{ kWh}$$

Tabel 3. 1. Konsumsi Energi Mesin Penetas Telur

Sistem	Konsumsi Energi (kWh)
PLN	30,24
PLTS	30,24

Hasil menunjukkan bahwa konsumsi energi pada kedua sistem sama karena menggunakan beban yang identik. Perbedaan hanya terletak pada sumber energi yang digunakan [3].

3.2. Stabilitas Suhu

Tabel 3.2. Rata-rata Suhu Inkubator

Sistem	Suhu Rata-rata (°C)
PLN	37,8
PLTS	37,7

Nilai suhu pada kedua sistem masih berada dalam rentang suhu ideal penetasan telur ayam yaitu 37–38 °C [2], [7].

3.3. Daya Tetas

Tabel 3.3 Persentase Daya Tetas

Sistem	Telur Menetas	Daya Tetas (%)
PLN	85	85
PLTS	83	83

Perbedaan daya tetas tidak signifikan karena kedua sistem mampu mempertahankan kondisi inkubasi yang sesuai. Hasil ini sejalan dengan penelitian Lawal dkk. yang memperoleh daya tetas hingga 92% pada mesin penetas telur berbasis energi surya [10].

3.4. Analisis Biaya Operasional

Dengan asumsi tarif listrik PLN sebesar Rp 1.444/kWh:

$$\text{Biaya} = 30,24 \times 1.444$$

$$\text{Biaya} = \text{Rp } 43.667$$

Tabel 3.4. Perbandingan Biaya Operasional

Sistem	Biaya per Siklus
PLN	Rp43.667
PLTS	Hampir Rp0*

*Tidak termasuk biaya investasi awal.

Meskipun investasi awal PLTS relatif tinggi, biaya operasional jangka panjang lebih rendah dibandingkan sistem PLN [8].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa mesin penetas telur dengan daya rata-rata 60 W memerlukan energi listrik sekitar 30,24 kWh untuk menyelesaikan satu siklus inkubasi telur ayam selama 21 hari dengan operasi yang berlangsung secara terus-menerus selama 24 jam per hari. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa konsumsi energi pada sistem yang menggunakan sumber listrik dari PLN dan sistem yang menggunakan sumber energi dari PLTS relatif sama karena kedua sistem mengoperasikan beban listrik yang identik dengan karakteristik kerja yang sama, sehingga kebutuhan energi yang diperlukan untuk menjaga kondisi inkubasi tidak mengalami perbedaan yang signifikan. Dari sisi kinerja, sistem PLTS mampu mempertahankan suhu ruang inkubator pada rentang ideal 37–38 °C yang merupakan kondisi optimum untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan embrio hingga menetas.

Stabilitas suhu yang dihasilkan menunjukkan bahwa energi surya dapat dimanfaatkan secara efektif sebagai sumber energi alternatif untuk pengoperasian mesin penetas telur. Selain itu, hasil pengamatan terhadap tingkat keberhasilan penetasan menunjukkan bahwa daya tetas yang dihasilkan oleh kedua sistem memiliki nilai yang hampir sama, yang mengindikasikan bahwa penggunaan PLTS tidak memberikan pengaruh negatif terhadap kualitas proses inkubasi maupun perkembangan embrio. Perbedaan kecil yang terjadi pada persentase daya tetas lebih dipengaruhi oleh faktor biologis telur, kondisi lingkungan, serta kualitas manajemen penetasan dibandingkan oleh jenis sumber energi yang digunakan. Dari aspek ekonomi, penggunaan PLTS memberikan keuntungan berupa pengurangan biaya operasional karena energi listrik diperoleh dari pemanfaatan sinar matahari yang tersedia secara gratis, sehingga ketergantungan terhadap pasokan listrik PLN dapat dikurangi secara signifikan. Meskipun sistem PLTS memerlukan biaya investasi awal yang lebih besar untuk pengadaan panel surya, baterai, inverter, dan komponen pendukung lainnya, dalam jangka panjang sistem ini berpotensi memberikan penghematan biaya energi yang cukup besar serta meningkatkan kemandirian energi bagi peternak. Selain itu, pemanfaatan energi surya juga mendukung penggunaan energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi selama proses pembangkitan listrik. Oleh karena itu, berdasarkan aspek teknis, ekonomi, dan lingkungan, penerapan PLTS pada mesin penetas telur dapat dianggap layak dan berpotensi menjadi solusi alternatif yang efektif untuk

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Universitas Iskandarmuda atas dukungan fasilitas laboratorium Teknik Mesin penelitian ini. Penghargaan juga diberikan kepada Rekan-rekan di Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan bimbingan teknis, masukan akademik, serta dukungan moral selama proses perancangan dan pengujian sistem PLTS.

Penulis juga berterima kasih kepada para peternak puyuh mitra yang telah membantu dalam proses uji lapangan, serta kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, atas segala bantuan, doa, dan kerja sama yang diberikan hingga penelitian ini terselesaikan.

Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan teknologi energi terbarukan, khususnya dalam penerapan sistem PLTS untuk sektor peternakan unggas di Indonesia.

REFERENSI

- [1] Kamarullah, Misswar Abd, Zulfan, Andi Mulkan dan Al Munawir, “Kajian Efisiensi Inkubator Untuk Penetasan Telur Puyuh” *Jurnal Mekanova : Mekanikal, Inovasi dan Teknologi* Vol 11 No. 2, Oktober 2025.
- [2] I. Setyawan, S. E. H. S. Sukoco, E. S. Yulianto, and R. Trisno, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang Diaplikasikan pada Mesin Egg Incubator Kapasitas 960 Telur Unggas,” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 52–57, 2022.
- [3] Kamarullah, Misswar Abd, Zulfan, Nazaruddin dan Al Munawir, “Kajian Distribusi Temperatur pada Inkubator Penetas Telur Puyuh” *Jurnal Mekanova : Mekanikal, Inovasi dan Teknologi* Vol 9 No. 2, Oktober 2023.
- [4] P. Dutta and N. Anjum, “Optimization of Temperature and Relative Humidity in an Automatic Egg Incubator Using Mamdani Interference System,” 2022.
- [5] Kamarullah, Misswar Abd, Muhammad Nawawi dan Andi Mulkan, “Analisis Daya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Sumber Energi Alternatif pada Alat Penetas Telur Puyuh” *JITEM (Jurnal Ilmiah Teknik Mesin)* Vol.2 , No. 2, November 2025.
- [6] Andi Mulkan, Kamarullah, dan Misswar Abd “Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Untuk Suplai Daya pada Ruang Fakultas Teknik Universitas Iskandar Muda” *JITEM (Jurnal Ilmiah Teknik Mesin)* Vol.2 , No. 2, November 2025
- [7] S. Syahid, A. B. Hernandez, A. H. Riyadi, P. D. Larasati, and Triyono, “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai Sumber Energi Alat Penetas Telur dengan Sistem SCADA,” *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, vol. 21, no. 1, 2025
- [8] B. Ariagbofo, S. O. Odiase-Omoighe, G. O. Imakpokpomwan, O. M. Aghedo, and O. B. Eloghosa, “Design and Implementation of a Solar-Powered IoT Based Automatic Egg Incubator,” *Journal of Energy Technology and Environment*, vol. 8, no. 1, pp. 33–41, 2026

- [9] W. I. Okonkwo and O. C. Chukwuezie, "Characterization of a Photovoltaic Powered Poultry Egg Incubator," in *Proc. 4th International Conference on Agricultural and Animal Science*, Bangkok, Thailand, 2012, pp. 1–6.
- [10] M. O. Lawal, C. A. Ogunlade, and K. T. Atanda, "Development and Evaluation of a Locally Designed Solar Integrated Egg Incubator," *Uniosun Journal of Engineering and Environmental Sciences*, vol. 5, no. 1, pp. 1–12, 2023.
- [11] F. A. T. Dalangin and A. C. Ancheta, "Performance Evaluation of the Developed Solar Powered Poultry Egg Incubator for Chicken," *Journal of Science, Engineering and Technology*, vol. 6, no. 1, pp. 67–81, 2018.
- [12] O. Ojike, W. I. Okonkwo, G. Ezenne, O. A. Nwoke, and C. J. Ohagwu, "Energy Sources for Poultry Egg Incubators' Efficiency and Hatchability," *Nigerian Journal of Technology*, vol. 43, no. 1, pp. 170–179, 2024.