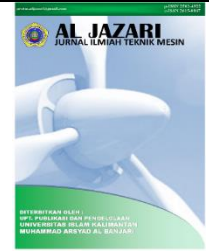




Al Jazari Jurnal Ilmiah Teknik Mesin

Journal homepage:
<https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/JZR/index>
 p-ISSN 2502-4922, e-ISSN 2615-0867



Rancang Bangun Mesin Inkubator Penetas Telur Otomatis Bertenaga Hybrid Penggabungan Antara Listrik PLN dan PLTS

Muhammad Hafid N.^a, Muhammad Firman^b, Abdurahim Sidiq^c, Ahmadil Amin^{d*}

^{a,b,c,d} Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan MAB

^a hafid.hf96@gmail.com, ^b firmanuniska99@gmail.com, ^c rahimsidiqs7q@gmail.com, ^d ahmadilamin718@gmail.com

Info Artikel

Riwayat Artikel:
 Diterima: 12 Juli 2024
 Diterima dalam bentuk revisi: 9
 September 2024
 Diteima/publis: 6 Nopember
 2024

Kata Kunci

Hybrid, PLTS, Mesin Penetas
 Telur, Rancang Bangun

Abstrak

Penetasan alami kurang efektif dikarenakan satu induk ayam hanya bisa mengerami sekitar 10 butir telur, sedangkan seperti mesin tetas yang merupakan termasuk penetasan buatan bisa menetas telur dalam jumlah ratusan hingga ribuan butir telur, tergantung kapasitas yang dimiliki. Dalam penelitian ini bertujuan merancang (desain) dan membuat, menguji, serta untuk mengetahui persentase keberhasilan dari mesin inkubator penetas telur bertenaga hybrid. Setelah melakukan penelitian diperoleh hasil penelitian yaitu mesin inkubator yang dibuat memiliki kapasitas 30 butir dan dimensi ruang yaitu panjang 60 cm, tinggi 41 cm, dan lebar 50 cm. Mesin inkubator ini bekerja secara otomatis dalam pengaturan suhu dan pembalikan telur. Penerapan sistem hybrid penggabungan antara supply dari PLTS dan PLN dapat bekerja dengan baik karena adanya rangkaian sistem ATS yang dirancang untuk mengatur koneksi supply listrik secara otomatis apabila salah satu dari sumber supply listrik yang mati secara tiba-tiba. Pada pengujian penetasan dengan menggunakan 30 telur ayam KUB dilakukan selama 21 hari diperoleh data hasil pengukuran yaitu rata-rata temperatur di dalam ruangan adalah 37,80 C dan kelembapan adalah 60%, sedangkan temperatur di luar ruangan adalah 33,10 C. Pada hari ke-7 dilakukan candling (peneropongan) dari 30 butir telur terdapat 2 butir telur infertil dan 28 butir telur fertil. Pada hari ke-21 dari 28 butir telur yang berhasil menetas adalah sebanyak 27 butir telur, maka persentase keberhasilan ialah sebesar 96,43%.

Abstract

Natural hatching is less effective because one hen can only incubate around 10 eggs, whereas a hatching machine, which is an artificial hatchery, can hatch hundreds to thousands of eggs, depending on the capacity it has. This research aims to design and manufacture, test, and determine the percentage of success of a hybrid powered egg incubator machine. After conducting research, the research results were obtained, namely that the incubator machine that was made had a capacity of 30 grains and the spatial dimensions were 60 cm long, 41 cm high and 50 cm wide. This incubator machine works automatically in setting temperature and turning eggs. The implementation of a hybrid system combining supplies from PLTS and PLN can work well because there is a series of ATS systems which are designed to automatically regulate the electricity supply connection if one of the electricity supply sources suddenly turns off. In the hatching test using 30 KUB chicken eggs carried out for 21 days, the measurement data obtained was that the average indoor temperature was 37.80 C and humidity was 60%, while the outdoor temperature was 33.10 C. On the second day -7 Candling was carried out from 30 eggs, there were 2 infertile eggs and 28 fertile eggs. On the 21st day, 27 of the 28 eggs successfully hatched, so the percentage of success was 96.43%.

<http://dx.doi.org/10.31602/al-jazari.v9i2.15654>



@UNISKA 2024. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

Jurnal Al Jazari is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

PENDAHULUAN

Penambahan populasi di Indonesia harus diimbangi dengan ketersediaan makanan yang mencukupi

mencukupi untuk memenuhi kebutuhan protein yang tinggi. Produk unggas lebih diminati dibandingkan dengan ternak besar, dan unggas memiliki protein

yang lebih banyak (Susetyo, 2020). Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS), konsumsi daging ayam ras atau kampung oleh penduduk Indonesia setiap minggu hanya sebesar 0,14 kg pada tahun 2021. Namun, konsumsi daging ayam per kapita di dalam negeri meningkat 9,23% dari 0,13 kg pada tahun sebelumnya, dan mencapai tingkat tertinggi dalam sepuluh tahun terakhir.

Peternakan ayam sangat banyak diminati oleh masyarakat, namun ternak ayam masih kurang produktif karena pemeliharaan yang sederhana dan kurangnya manajemen yang baik, juga kualitas dan kuantitas pakan yang tidak seimbang. Terdapat 2 metode penetasan telur yang bisa dilakukan adalah penetasan alami dan penetasan buatan (Sugita, 2019).

Penetasan telur yang dilakukan secara alami dikatakan kurang efektif dikarenakan dilakukan oleh induk ayam itu sendiri dan hanya dapat mengerami sekitar 10 butir telur, sedangkan penetasan buatan dilakukan dengan alat yang disebut mesin tetas atau inkubator. Mesin tetas buatan dapat menetasakan ratusan bahkan ribuan butir telur, tergantung pada kapasitas yang dimiliki (Sugita, 2019).

Mesin penetas telur yang menggunakan pemanas bola lampu telah banyak digunakan oleh industri kecil maupun besar, serta masyarakat umum. Temperatur dan kelembapan yang tepat untuk penetasan telur ayam adalah antara 36-40o C, dan kelembapan relatif antara 50-60 %. Jika suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kematian pada embrio, dan kelembapan juga sangat mempengaruhi pertumbuhan telur (Zulhajji, 2020).

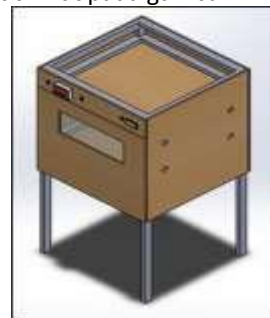
Selain suhu dan kelembapan, pemadaman listrik juga memiliki efek pada kegagalan penetasan telur. Karena mesin penetas telur membutuhkan listrik untuk beroperasi. Pemadaman listrik membuat mesin tidak dapat beroperasi, sehingga suhu dalam ruangan turun dan pertumbuhan embrio pada telur terhambat dan mati (Almadani, 2021).

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah salah satu jenis pembangkit listrik yang menggunakan sumber energi baru terbarukan. Karena sumber energi matahari yang melimpah, juga tidak ada emisi gas buang dan limbah cair atau padat yang berbahaya. PLTS dibangun dalam upaya untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus menerus, serta menekan penggunaan energi listrik yang berasal dari energi fosil yang cadangannya semakin berkurang (Almadani, 2021).

Berdasarkan dari latar belakang tersebut, penulis akan merancang dan membuat mesin inkubator penetas telur otomatis. Sedangkan supply energi listrik menggunakan teknologi hybrid dengan menggabungkan antara listrik PLN dengan listrik PLTS. Penggunaan PLTS sebagai energi utama dan PLN sebagai energi cadangan untuk solusi meningkatkan keandalan dalam menjamin ketersediaan atau kontinuitas supply listrik ke beban.

METODE PENELITIAN

Sketsa alat dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1. Assembly Mesin Penetas
Sumber: Koleksi Pribadi

Aplikasi SolidWorks 2013 digunakan untuk mendesain bentuk dari mesin inkubator penetas telur otomatis.

Alat dan Bahan

Berikut ini adalah alat dan bahan yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini:

1. Alat

Adapun alat-alat yang digunakan untuk pembuatan mesin inkubator penetas telur otomatis adalah sebagai berikut: Obeng, Gergaji, Mesinbor tangan, meteran, penggaris, Cutter, Tang, Gunting, Stapler, dll.

2. Bahan

- Bahan habis pakai: multiplek, saklar on/off, kabel listrik, fitting lampu, kayu kecil (reng), paku, kaca, engsel pintu, klem kabel, nampun air, isolasi secukupnya.
- Bahan yang digunakan untuk mesin penetas telur otomatis: thermometer, thermostat digital, motor pemutar rak, lampu pijar, kipas, timer, thermo- hygrometer digital.
- bahan yang digunakan untuk PLTS: modul surya, baterai/aki, solar charge controller (SCC), inverter.

Langkah kerja

- Pembuatan Mesin Inkubator Penetas Telur Otomatis
 - Proses pembuatan rangka
 - Proses pembuatan ruangan mesin penetas telur otomatis
 - Pemasangan komponen-komponen mesin inkubator penetas telur otomatis
- Proses Perakitan PLTS

Indikator Yang Diukur

Pengamatan pengukuran yang dilakukan ialah temperatur dalam dan luar mesin inkubator, serta kelembapan udara di dalam mesin inkubator.

Hasil rancangan alat dapat dilihat pada gambar 2 dan gambar 3.



Gambar 2. Hasil Pembuatan
Sumber: Koleksi Pribadi



Gambar 3. Hasil Tampilan Bagian Dalam Ruangan
Sumber: Koleksi Pribadi

Mesin inkubator penetas telur otomatis model ini dipilih karena bentuknya yang sederhana dan bahan-bahannya yang sederhana, sehingga proses pembuatan tidak terlalu mahal. Sedangkan spesifikasi yang dapat diperoleh pada mesin inkubator penetas telur otomatis adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Spesifikasi Mesin Inkubator Penetas telur Otomatis

No	Klasifikasi	Keterangan
1	Dimensi dari ruang tetas	a) Panjang 60 cm b) Tinggi 41 cm c) Lebar 50 cm d) Volume 0,123 m ³
2	Kapasitas dari rak telur	30 butir
3	Pemanas	Terdapat 5 buah lampu pijar yang digunakan. – 1 buah lampu 15 watt di bagian tengah selama 24 jam – 2 buah lampu 15 watt dan 2 buah lampu 25 watt untuk thermostat digital
4	Lubang ventilasi	– Sisi kiri memiliki 2 lubang dengan ukuran 10 mm – Sisi sebelah kanan memiliki 4 lubang dengan ukuran 10 mm

5	Tebal dinding	Jenis kayu triplek tebal 10 mm
6	Rak telur	Tipe rak: geser Lantai: kawat ram Tinggi dari lantai: 30 cm Pembatas: aluminium
7	Motor penggerak rak	Memutar tiap 3 jam sekali
8	Thermostat	Digital dan otomatis Model: XH-W3001
9	Nampan air	– 1 buah ukuran besar – 1 buah ukuran kecil
10	Suhu	Minimal: 37o C Maksimal: 38o C
11	Kelembapan	45% - 65%

Cara Kerja Mesin Inkubator

1. Hubungkan colokan mesin inkubator ke terminal untuk mendapatkan energi listrik, maka mesin inkubator dapat dioperasikan. Selanjutnya tekan semua tombol pindah dari off ke on untuk menghidupkan thermostat digital, lampu tengah dan timer.
2. Thermostat digital yang digunakan adalah thermostat digital XH-W3001, yang dimana cara kerjanya adalah untuk menghidupkan dan mematikan lampu secara otomatis. Sebelum melakukan penetasan telur, thermostat digital disetting terlebih dahulu dengan suhu yang dipatok adalah 37-38o C. Setelah dioperasikan, thermostat digital akan menjaga suhu ruangan stabil antara suhu 37-38o C. komponen ini beroperasi dengan cara:
 - a. Jika suhu ruangan naik menyentuh angka 38oC, thermostat akan secara otomatis menghentikan arus ke lampu dan lampu akan mati.
 - b. Saat suhu ruangan turun hingga 37oC, thermostat secara otomatis akan meneruskan arus ke lampu dan lampu akan hidup.
3. Lampu di bagian tengah yang digunakan adalah lampu dengan daya 15 watt, lampu ini tidak terhubung ke thermostat digital karena lampu ini dipasang agar suhu ruangan tidak cepat menurun dan kegunaan lainnya adalah untuk penerangan.
4. Cara kerja timer adalah mengatur waktu perputaran pada motor penggerak rak yang dihubungkan langsung ke rak telur agar terjadi pergeseran pada rak sehingga telur dapat berputar dengan sendirinya. Timer ini sudah disetting setiap 3 jam sekali untuk memutar motor penggerak rak beberapa detik. Timer ini juga memiliki kegunaan lainnya yang dapat meneruskan energi listrik ke kipas selama 24 jam, yang dimana fungsi kipas ini adalah suhu panas

pada ruangan mesin inkubator dapat merata di semua tempat.

Perhitungan Solar Cell

1. Perhitungan Penentuan Daya Yang Terpakai

Tabel 2 berikut menunjukkan jumlah daya yang digunakan setiap hari.

Tabel 2 Pengukuran Daya Mesin Inkubator

Komponen	Waktu (jam)	Daya (Watt)	Jumlah	Total daya (Wh)
Thermostat digital	24	0,035	1	0,84
Lampu pijar	24	15	3	1.080
	24	25	2	1200
Timer	24	2	1	48
Motor penggerak rak	12	4	1	48
Kipas	24	1,68	1	40,32
Controller	12	3,6	1	43,2
Inverter	24	0,42	1	10,08
TOTAL				2.470,44

Data diatas menunjukkan bahwa 2.470,44 Wh daya diperlukan setiap hari.

2. Perhitungan Kebutuhan Baterai

Apabila menggunakan baterai 12 V yang kapasitasnya sebesar 60 Ah, serta total daya yang terpakai per harinya tersebut adalah 2.470,44 Wh, maka jumlah baterai yang dibutuhkan dapat dirumuskan:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah baterai} &= (\text{Total daya} : \text{Voltase aki} : \text{Ah aki}) \\ &= (2.470,44 \text{ Wh} : 12 \text{ V} : 65\text{Ah}) \\ &= 3,17 \\ &\approx 3 \text{ buah} \end{aligned}$$

Jadi, baterai yang dibutuhkan adalah 3 buah baterai 12 V65 Ah.

3. Perhitungan Kebutuhan Solar Cell

Panel surya yang dipakai untuk perancangan ini memiliki kapasitas 100 Watt Peak (WP). Jumlah panel surya yang diperlukan dapat dihitung dengan cara adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah panel surya} &= \left(\frac{\text{Total daya}}{\text{Lama penyinaran}} \right) \text{kapasitas panel} \\ &= \left(\frac{2470,44 \text{ Wh}}{8 \text{ jam}} \right) 100 \text{ WP} \\ &= 3,08 \approx 3 \text{ buah} \end{aligned}$$

Jadi, jumlah panel surya 100 WP yang dibutuhkan adalah 3 buah.

4. Perhitungan Solar Charge Controller

Sebelum melakukan perhitungan kebutuhan solar charge controller (SCC), kita harus memahami karakteristik dan spesifikasi dari modul surya yang digunakan. Pada tabel 3 menunjukkan spesifikasi umum terhadap panel surya:

Tabel 2 Spesifikasi Panel Surya

No	Spesifikasi	Besaran
1	Model pijar	SP100-18P
2	Peak power (Pmax)	100 W
3	Max. Operation Current (Imp)	5,62 A
4	Max. Power Voltage (Vmp)	17,8 V
5	Short circuit current (Isc)	6,05 A
6	Open circuit voltage (Voc)	21,8 V
7	Jenis	Polycrystalline
8	Backig (brand type)	SUNASIA

Dari spesifikasi yang telah diketahui, Salah satu spesifikasi yang harus diperhatikan adalah angka dari short circuit current (Isc). Maka kita akan mendapatkan nilai minimal controller yang dibutuhkan dengan mengalikan nilai Isc dan jumlah panel surya. Dalam perencanaan ini, tiga panel surya 100 Wp diperlukan, jadi controller yang memiliki kuat arus akan diperlukan:

$$\begin{aligned} I &= 6,05 \text{ A} \times \\ &3 \\ &= 18,15 \\ &\text{A} \end{aligned}$$

Jadi kuat arus yang dibutuhkan adalah 18,15 A, akan tetapi sebaiknya digunakan controller yang 20 A.

5. Perhitungan Inverter

Spesifikasi inverter harus sesuai dengan tegangan kerja sistem dan tegangan pada beban AC. Beberapainverter memiliki tingkat efisiensi daya yang berbeda daribesaran daya maksimum yang dihasilkan; efisiensi daya adalah besaran daya murni yang dapat diterima ataudigunakan untuk konsumsi atau pemakaian beban. Inverter yang baik mampu menghasilkan efisiensi daya tinggi (sekitar 85 hingga 90 persen atau lebih) dari besaran daya maksimum. misalnya inverter dengan kapasitas 1000 watt dengan efisiensi 90%, artinya batas maksimum daya yang dapat dipakai adalah sebesar 900 watt.

6. Kontinuitas Sistem PLTS

Tabel 4 berikut menunjukkan hasil penghitungan kapasitas komponen yang ditentukan dan dipasang pada sistem PLTS:

Tabel 3 Perbandingan Kapasitas Yang Terpasang Dengan Yang Ditentukan

Komponen PLTS	Kapasitas yang terpasang	Kapasitas yang ditentukan
Modul surya	Modul Polycrystal 100 WP (1 buah)	Modul Polycrystal 100 WP (3 buah)
Inverter	MSW 1000 watt	PSW 1000 watt
Baterai 12V	65 Ah (1 buah)	65 Ah (3 buah)
SCC	20 A	20 A

Uji Coba Dan Analisis

Pada percobaan ini dilakukan dengan meletakkan 30 butir telur ayam KUB pada mesin inkubator penetas telur otomatis. Peletakan telur ayam KUB dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Peletakan 30 Butir Ayam KUB
Sumber: Koleksi Pribadi

Dari percobaan dilakukan selama 21 hari diperoleh data hasil pengukuran adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Data Hasil Pengukuran Temperatur Dan Kelembapan

No	Temperatur Mesin Inkubator		Kelembapan udara di dalam mesin inkubator
	Di dalam ruangan	Di luar ruangan	
1	37.7	33.5	80%
2	37.5	35.1	82%
3	37.9	28.3	57%
4	37.7	33.5	52%
5	38	33.1	63%
6	37.8	31.2	54%
7	38	33.1	58%
8	37.5	32.7	57%
9	37.8	34.6	59%
10	38.1	33.2	55%
11	37.9	33.9	53%
12	38.1	33.4	52%
13	37.7	33	54%
14	38.2	35.3	60%
15	37.2	34.6	57%
16	37.6	30.9	55%
17	37.4	30.4	62%

18	38	32.6	69%
19	37.6	34.2	64%
20	37.9	33.9	63%
21	38.1	35.1	64%
Rata-rata	37.8	33.1	60%

Berdasarkan hasil data diatas, Untuk memastikan proses penetasan yang sempurna dan sehat, kondisi suhuyang stabil sangat diperlukan. Dari hari pertama penetasan telur hingga hari ke-21, mesin penetas telur diberikan suhu dan kelembapan yang tepat, yaitu diperoleh rata-rata dengan temperatur di dalam ruangan mesin inkubator adalah 37,8° C dan kelembapan 60%, sedangkan temperatur yang berada di luar ruangan mesin inkubator memiliki rata - rata yaitu 33.1°C.

Pada saat peletakan telur, usia telur sudah mencapai umur 3 hari. jadi pada hari pertama sampai hari ke-16 dilakukan dengan suhu temperatur yang stabil di dalam ruangan yaitu 37.8o C dan kelembapan dilakukan menggunakan nampan ukuran kecil agar tetap stabil di antara 50% - 60%.

Pada hari ke-7, dilakukan candling (peneropongan telur) untuk membedakan telur yang fertil dan infertil. Hasilnya menunjukkan bahwa dari 30 butir telur pada saat hari peletakan, terdapat 2 butir yang tidak fertil sehingga persentase sebesar 6,67% dan 28 butir yang fertil sehingga persentase sebesar 93,33%.

Pada hari ke-17 sampai hari penetasan telur dilakukan dengan suhu temperatur yang stabil di dalam ruangan yaitu 37.8o C, sedangkan kelembapan ditingkatkan dengan menggunakan nampan ukuran besar agar nilai kelembapan naik menjadi antara 60% -70%. Juga dilakukan penyemprotan dua kali sehari yaitupada pagi dan sore agar telur menjadi lunak, sehinggacalon anak ayam lebih mudah keluar dari cangkang telur.

Pada hari ke-19 terdapat menetasnya 1 butir telur dan beberapa telur mulai retak yang berarti tandanya mau menetas. Pada hari ke-20 terdapat telur yang telah menetas bertambah menjadi 14 butir telur. Pada hari ke- 21 terdapat telur yang telah menetas bertambah lagi 12 butir telur. Maka persentase telur ayam yang menetas dengan mesin inkubator penetas telur ini adalah 96,43%, dengan 27 telur yang menetas dan 1 telur yang gagal.



Gambar 5 Hasil Penetasan Ayam KUB
Sumber: Koleksi Pribadi

Perhitungan Perpindahan Panas

Pemanas lampu menghasilkan panas yang dialirkan ke seluruh ruangan penetas. Maka mesin inkubator ini menghasilkan laju perpindahan panas konduksi dan konveksi.

Yang dimana udara panas di dalam ruangan mesin inkubator yang mengalir ke sisi dinding mesin inkubator adalah termasuk konveksi. Sedangkan konduksi yaitu melalui perpindahan panas pada benda padat dari daerah yang bertemperatur tinggi (di dalam ruangan mesin inkubator) ke daerah yang bertemperatur rendah (di luar ruangan mesin inkubator).

Diketahui:

$$T_1 = 37,8^\circ \text{C} = 310,95 \text{ K} \quad T_2 = 33,1^\circ \text{C} = 306,25 \text{ K} \quad k = 0,21 \text{ W/m K}$$

$$\text{Panjang (P)} = 520 \text{ mm} = 0,52 \text{ m} \quad \text{Lebar (L)} = 10 \text{ mm} = 0,01 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (T)} = 533 \text{ mm} = 0,53 \text{ m} \quad \text{Tebal dinding (x)} = 10 \text{ mm} = 0,01 \text{ m}$$

$$A = 2 \times ((P \times L) + (P \times T) + (L \times T)) = 2 \times ((0,52 \times 0,01) + (0,52 \times 0,53) + (0,01 \times 0,53)) = 0,572 \text{ m}^2$$

Maka

$$q = \frac{T_1 - T_2}{\frac{x}{kA}}$$

$$q = \frac{310,95 - 306,25}{\frac{0,01}{0,21 \times 0,572}}$$

$$= 59,626 \text{ watt}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian hasil penelitian yang telah dilakukan, Maka didapatkan kesimpulan adalah sebagai berikut:

1. Mesin inkubator ini memiliki kapasitas 30 butir telur dan dimensi ruang yaitu panjang 60 cm, tinggi 41 cm, dan lebar 50 cm. Serta dirancang secara otomatis dalam mengatur suhu temperatur dan pemutaran telur. Serta penerapan sistem hybrid penggabungan antara supply dari PLTS dan PLN dapat bekerja dengan baik.
2. Pada pengujian penetasan 30 butir ayam KUB, Mulai hari pertama hingga hari ke-21 mesin inkubator penetas telur ini diberikan suhu dan kelembapan yaitu 37,8°C suhu di dalam ruangan dan 60% kelembapan, sedangkan suhu di luar ruangan 33,1°C.
3. Pada hari ke-7 dilakukan candling (peneropongan) dari 30 butir telur terdapat 2 butir telur infertil dan 28 butir telur fertil. Pada hari ke-21 dari 28 butir telur yang berhasil menetas adalah sebanyak 27

butir telur, maka persentase keberhasilan ialah sebesar 96,43%

REFERENSI

- Almadani, I. F., dkk. (2021). Rancang Bangun Sistem Automatic Transfer Switch Antara Listrik PLN Dan PLTS Skala Kecil Untuk Alat Penetas Telur Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(03), 565-575.
- Azis, M. N. (2021). Analisa Laju Aliran Kalor Pada Inkubator Penetas Telur Ayam Otomatis Menggunakan Thermostats Digital. [skripsi]. Universitas Islam Riau Pekanbaru.
- Firman, M., & Irfansyah, M. (2016). Perencanaan Sistem Hybrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Genset Pada Laboratorium Lapangan UNISKA Bentok Bati-Bati. *Prosiding Penelitian Dosen UNISKA MAB(1)*, 364-370.
- Firman, M., & Irfansyah, M. (2022). Perancangan Sistem Hybrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Turbin Angin Terapung. *Al Jazari: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 6(2), 96-102.
- Jaelani, A., Widaningsih, N., & Firman, M. (2017, April 2). Mesin Tetas Tenaga Surya Pada Peternakan Itik Alabio Di Kecamatan Gambut Kabupaten Banjar. *Jurnal Al-Ikhlash*, 2(2), 68-75.
- Khaffi, A., dkk. (2020). Rancang Bangun Modul Trainer Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*, 15-21.
- Mawazir, A. (2019). Rancang Bangun Inkubator Penetas Telur Bekapasitas Kecil. [skripsi]. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Ramadhana, R. R., dkk. (2022, Februari). Analisis PLTS OnGrid. *Jurnal Tekni Elektro UNISMUH*, 14(1), 12-25.
- Salsabila, M., dkk. (2022). Alat Penetas Telur Sederhana. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 17-23.
- Sugita, I. W., dkk. (2019, April). Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Tenaga Hybrid. *Jurnal Konversi Energidan Manufaktur UNJ*, 30-36.
- Susetyo, F. B., dkk. (2020, November). Rancang Bangun Rak Penetas Telur Otomatis Pada Mesin Tetas Bertenaga Hybrid. *Jurnal Ilmiah GIGA*, 23(2), 69-75.
- Syafik, dkk. (2017). Rancang Bangun Alat Penetas Telur Ayam Otomatis Dengan Metode PID (Proportional Integral Derivative) Berbasis Energy Hybrid. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC*, 21-26.
- Zulhajji. (2020, Desember). Analisis Perbandingan Temperatur Dalam Dan Luar Serta Kelembaban Relatif Pada Mesin Penetas Telur Tenaga Listrik. *Media Elektrik*, 18, 69-75.
- Bayu, Dimas. 2022. *DataIndonesia*. Penduduk RI Konsumsi Daging Ayam 0,14 Kg per Minggu pada 2021. <https://dataindonesia.id/Sektor%20Riil/detail/pen>

duduk-ri-konsumsi-daging-ayam-014-kg-per
minggu-pada-2021 diakses pada tanggal 2
November 2022 Heat Transfer In
Buildings.

<https://slideplayer.com/slide/12573165/> diakses pada
tanggal 31 Juli 2023 Holman, J.P., 1991,
Perpindahan Kalor, Ed. 6, Jakarta: Erlangga
Suhendar, 2022, Dasar – Dasar Perencanaan Pembangkit
Listrik Tenaga Surya, Banten: Media Edukasi
Indonesia (Anggota IKAPI)