

## PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA YANG DIAPLIKASIKAN PADA MESIN *EGG INCUBATOR* KAPASITAS 960 TELUR UNGGAS

Iwan Setyawan<sup>1,\*</sup>, Septyan Eko Hardyan Saputra Sukoco<sup>2</sup>, Eko Susetyo Yulianto<sup>3</sup>,  
Ramon Trisno<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma,

<sup>4</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pancasila

\*Email : [iwan\\_s@staff.gunadarma.ac.id](mailto:iwan_s@staff.gunadarma.ac.id)

### Abstrak

*Energi surya merupakan energi yang dapat dikonversi menjadi energi listrik. Pembangkit listrik yang memanfaatkan energi surya sebagai sumber penghasil listrik adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Dimana alat utama untuk menangkap, mengubah, dan menghasilkan listrik adalah photovoltaic. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan studi kinerja sistem PLTS untuk diaplikasikan pada egg incubator kapasitas 960 telur unggas yang sudah diproduksi sebelumnya. Pada penelitian ini, perencanaan meliputi perhitungan komponen-komponen utama sistem PLTS. Komponen utama yang paling penting, photovoltaic digunakan jenis polikristal. Selanjutnya pengambilan data dilakukan di lingkungan perumahan dengan menempatkan photovoltaic di atap rumah. Tegangan listrik yang dihasilkan bisa dibaca pada charge controller sedangkan hambatan listrik diukur menggunakan digital multimeter. Dari hasil penelitian, didapatkan hasil bahwa dengan daya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan egg Incubator 2834 watt jam perhari, maka sistem membutuhkan 6 photovoltaic ukuran 100 WP. Kemudian baterai 12V-100 AH, dibutuhkan sebanyak 14 buah. Adapun charge controller dibutuhkan minimal 36 A, sedangkan inverter dibutuhkan daya minimal 200 watt. Pada analisa kinerja panel surya, daya maksimal terjadi pada jam 10 am. Pada jam ini 98,0 W dicapai pada kondisi cuaca cerah berawan. Disusul 95,22 W pada cuaca berawan, sedangkan cuaca cerah menghasilkan daya terendah 93,85 W. Adapun pada jam 16 pm, terjadi penurunan daya pada ketiga kondisi cuaca. Seperti pada jam 10 WIB, cuaca cerah menghasilkan daya terendah, yaitu 92,48 W. Namun demikian, dari hasil ini terlihat bahwa kinerja panel surya tidak menunjukkan penurunan kinerja secara signifikan pada sepanjang hari untuk ketiga kondisi cuaca : cerah, cerah berawan dan berawan.*

**Kata Kunci:** *egg incubator, tenaga surya, photovoltaic, unggas*

### Abstract

*Solar energy is energy that can be converted into electrical energy. The power plant that utilizes solar energy as a source of electricity is the Solar Power Plant (PLTS). Where the main instrument for capturing, converting, and generating electricity is photovoltaic. This study aims to design and study the performance of the PLTS system to be applied to an egg incubator with a capacity of 960 poultry eggs that have been previously produced. In this study, the design includes the calculation of the main components of the PLTS system. The most important main component, photovoltaic used polycrystalline type. Furthermore, data collection is carried out in a residential environment by placing photovoltaic on the roof of the house. The resulting electrical voltage can be read on the charge controller while the electrical resistance is measured using a digital multimeter. From the results of the study, it was found that with the power needed to operate the egg Incubator 2834 watt hours per day, the system requires 6 photovoltaic sizes of 100 WP. Then 12V-100 AH batteries, 14 pieces are needed. As for the charge controller, a minimum of 36 A is required. Furthermore, the required inverter is at least 200 watts. In the analysis of the performance of solar panels, the maximum power occurs at 10 am. At this hour 98.0 W was achieved in sunny cloudy weather conditions. Followed by 95.22 W in cloudy weather, while sunny weather produces the lowest power at 93.85 W. At 16 pm, there is a decrease in power in the three weather conditions. As at 10 am WIB, sunny weather produces the lowest power, which is 92.48 W. However, from these results it can be seen that the performance of the solar panels did not show a significant decrease in performance throughout the day for the three weather conditions: sunny, sunny cloudy and cloudy.*

**Keywords:** *egg incubator, solar power, photovoltaic, poultry*

## 1. PENDAHULUAN

Energi surya merupakan energi yang dapat dikonversikan menjadi energi listrik. Potensi energi surya di Indonesia sangat melimpah. Dimana letaknya pada garis khatulistiwa yang kaya dengan sinar surya. Kondisi ini dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan energi listrik dengan menggunakan *photovoltaic* [1,2]. Energi surya pada umumnya secara teknologi dikonversi ke listrik, selain itu juga disimpan dalam energi panas menggunakan material cair dan material kering [3]. Pembangkit yang memanfaatkan sinar surya sebagai sumber penghasil listrik adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Dimana alat utama untuk menangkap, mengubah, dan menghasilkan listrik adalah *photovoltaic* [4].

Konversi *photovoltaic* adalah konversi langsung sinar matahari menjadi listrik tanpa adanya mesin kalor yang mengganggu. *Photovoltaic* sebagai perangkat kasar dengan desain sederhana, membutuhkan sangat sedikit pemeliharaan dan keuntungan terbesarnya adalah konstruksinya merupakan sistem yang berdiri sendiri untuk memberikan output dari *microwatt* ke *megawatt*. Oleh karena itu *photovoltaic* digunakan untuk sumber listrik, pompa air, bangunan terpencil, sistem rumah surya, komunikasi, satelit dan kendaraan luar angkasa, pembangkit reverse osmosis, dan bahkan pembangkit listrik skala megawatt. Dengan demikian permintaan aplikasi *photovoltaic* semakin meningkat setiap tahun [5].

Modul *photovoltaic* kristal dapat dibuat dengan teknologi yang relatif sederhana, sedangkan untuk membuat sel *photovoltaic* diperlukan teknologi tinggi. Modul *photovoltaic* tersusun dari beberapa sel *photovoltaic* yang dirangkai secara seri dan parallel. Pada kebanyakan penggunaan, terutama untuk keperluan umum *photovoltaic* diproduksi dengan daya 40 Wp pada penyinaran 1000 W/m<sup>2</sup>.

Rumus mencari arus listrik panel surya DC (A) :

$$I = V / R \tag{1}$$

dimana :

I : Arus listrik panel surya DC (A)

V : Tegangan listrik panel surya DC (V)

R : Hambatan listrik panel surya DC (Ω)

Rumus mencari daya listrik panel surya DC(P):

$$P = V^2 / R \tag{2}$$

dimana :

V : Tegangan listrik panel surya DC (V)

R : Hambatan listrik panel surya DC (Ω)

Kebutuhan modul surya dapat dihitung dengan terlebih dahulu menghitung jumlah total daya yang akan dihasilkan, P<sub>tot</sub> panel surya :

$$P_{tot} = \frac{E_{total}}{K_m} \tag{3}$$

dimana :

E<sub>total</sub> : Daya total dalam Watt Jam (Wh)

K<sub>m</sub> : Insolasi matahari di Indonesia 4,31 ≈ 5

Kebutuhan modul surya dapat dihitung dengan formula [6] :

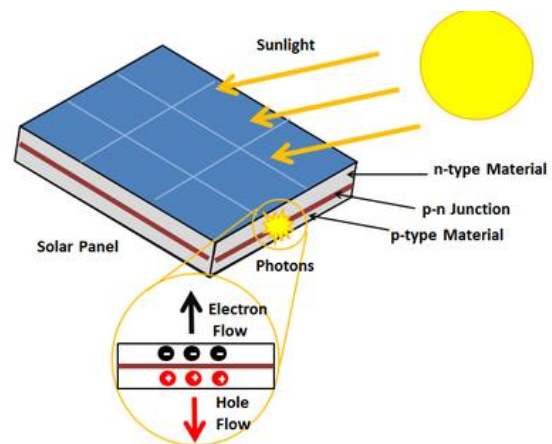
$$Z = \frac{P_{tot}}{\text{Kapasitas Panel}} \tag{4}$$

### 1.1. Komponen utama Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

Komponen utama yang dirangkai dalam sistem PLTS, adalah sebagai berikut :

#### 1.1.1. Panel Surya

Panel surya merupakan kumpulan sel surya yang dirangkai secara seri atau parallel menjadi satu panel dengan daya watt peak yang disesuaikan kebutuhan.



Gambar 1.1. Panel Surya

Panel surya berfungsi sebagai suatu elemen aktif yang mengubah cahaya surya menjadi energi listrik, terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Apabila cahaya jatuh padanya maka timbul perbedaan tegangan pada kedua kutubnya, yang tentunya dapat dimanfaatkan sebagai daya untuk menyalakan lampu, menggerakkan motor-motor listrik, dan lain-lain.

#### 1.1.2. Charge Controller

Charge Controller merupakan suatu peralatan yang dilengkapi dengan rangkaian

elektronik yang berfungsi untuk mengatur arus pengisian/pengosongan baterai secara otomatis.



Gambar 1.2. Charge Controller

Setiap regulator dilengkapi dengan diode untuk memblokir arus balik dari baterai ke panel apabila tegangan panel sangat rendah.

1.1.3. Baterai (Accu)

Baterai (Accu) merupakan peralatan penting pada suatu pembangkit listrik energi surya. Baterai menyimpan energi listrik yang diterimanya pada siang hari dan akan dikeluarkannya pada malam hari. Selain itu, baterai juga berfungsi menyediakan daya untuk beban ketika tidak ada cahaya matahari.



Gambar 1.3. Baterai / Accu

1.1.4. Inverter AC

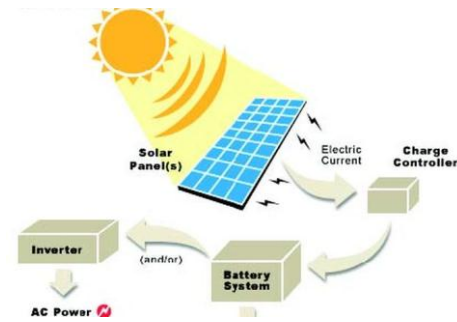
Inverter AC merupakan suatu rangkaian atau elektronika yang dapat mengubah arus listrik searah (DC) ke arus listrik bolak-balik (AC). Sumber-sumber arus listrik arus DC yang merupakan input dari power inverter dapat berupa baterai (accu) maupun sel surya (Solar Cell)



Gambar 1.4. Inverter AC

Selanjutnya komponen-komponen diatas dirangkai menjadi sistem pembangkit listrik

untuk mesin *egg incubator* seperti terlihat pada Gambar 1.5.



Gambar 1.5 Skema rangkaian Photovoltaic menjadi listrik

1.2. Aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada *egg incubator*

Disebagian besar negara berkembang, pasokan listrik merupakan tantangan terlepas dari beberapa intervensi terutama pada daerah pedesaan. Dalam produksi unggas, efeknya adalah produktivitas rendah dan rendahnya kemajuan industri. Jadi, untuk maju perlu adanya sumber energi alternatif. Inilah sebabnya mengapa para ahli energi lebih menyukai penggunaan energi terbarukan yang relatif ramah lingkungan dan dengan biaya produksi yang minimal [7]. Peternakan unggas modern berkembang ketika energi murah. Tetapi karena terbatasnya sumber energi konvensional maka ketergantungan pada bahan bakar fosil untuk kalor tidak menentu [8.9]. Inkubator listrik efisien tetapi persentase populasi yang tinggi di negara berkembang tidak berada di jaringan listrik [8]. Di daerah pedesaan dengan 80% populasi tinggal, dimana peternakan unggas beroperasi, Energi matahari adalah sumber yang tidak ada habisnya yang mampu memenuhi hal ini [7].

Tujuan penelitian ini adalah perencanaan sistem PLTS dan pengujian untuk studi kinerja sistem PLTS yang akan diaplikasikan pada *egg incubator* kapasitas 960 telur unggas (ayam atau bebek) yang sudah dibuahi. Keberhasilan penelitian ini dan pemanfaatannya kelak, diyakini akan meningkatkan produksi unggas di pedesaan.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini dititik beratkan pada dua kegiatan utama, yaitu : Perencanaan sistem PLTS dan pengujian untuk studi kinerja sistem PLTS yang akan diaplikasikan pada *egg incubator*.

Pada Gambar 2.1. Menampilkan foto *egg incubator* otomatis yang sebelumnya sudah diproduksi. Pada Gambar 2.1a. adalah foto tampak luar sedangkan Gambar 2.1b. adalah

tampak dalam mesin *egg incubator*. Mesin ini bekerja secara otomatis, dimana rak telur sudah diset akan berputar 90° ke atas atau ke bawah setiap 4 jam. Rak telur ini digerakkan oleh motor AC 20 W, dimana untuk mencapai setiap putaran 90° dibutuhkan waktu selama 10 menit. Selain itu, untuk pemanas digunakan empat buah heater dengan daya masing-masing 5 W dan lampu pijar enam buah masing-masing 10 W.



a. Tampak luar



b. Tampak dalam

Gambar 2.1. *Egg incubator*

Selanjutnya kebutuhan daya untuk mengoperasikan mesin ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1.** Kebutuhan Daya

No.	Instrumen	Daya (W)	Durasi, jam (h)	SubTotal Daya am (Wh)
1.	Lampu	60	24	1440
2.	Fan	10	24	240
3.	Motor AC	20	1	20
4.	Heater	20	24	480
<b>Total</b>		<b>120</b>		<b>2180</b>

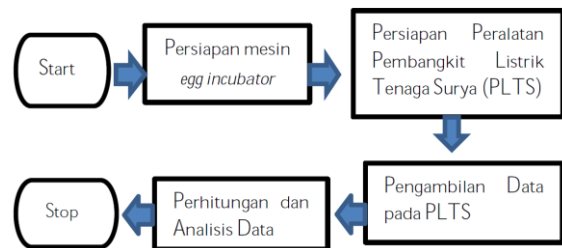
Nilai total ini dikalikan dengan faktor koreksi 1,3 ,sehingga didapatkan daya total untuk mengoperasikan mesin *egg incubator* = 2834 watt jam (2834 Wh) perhari.

2.1. Perencanaan sistem PLTS,

Pada tahap ini dilakukan perhitungan pada komponen utama PLTS. Komponen ini terdiri dari : panel surya, *charge controller*, baterai dan *inverter AC*. Dalam perencanaan ini, untuk *photovoltaic* digunakan jenis polikristal Selanjutnya komponen-komponen ini dirangkaikan menjadi sistem pembangkit listrik untuk mesin *egg incubator* seperti terlihat pada Gambar 1.5.

2.2. Pengujian kinerja sistem PLTS

Pengujian kinerja alat melewati beberapa step seperti yang terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Skematik pengujian kinerja sistem PLTS

Pada gambar skematik terlihat tahap pengujian diawali dengan persiapan mesin *egg incubator* yang sudah diproduksi sebelumnya. Kemudian persiapan sistem PLTS yang sudah dirancang dan dirangkai. Step berikutnya melakukan pengambilan data tegangan listrik yang terbaca pada *charge controller* dan data hambatan listrik dengan menggunakan multimeter. Dengan data yang diperoleh, kemudian melakukan pengolahan dan analisa data untuk mengetahui kinerja sistem PLTS.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan modul surya dapat dihitung dengan terlebih dahulu menghitung daya yang akan dihasilkan jumlah total daya , P<sub>tot</sub> panel surya :

$$P_{tot} = \frac{E_{total}}{K_m}$$

Dimana :  
 E<sub>total</sub> : 2834W  
 K<sub>m</sub> : Insolasi matahari di Indonesia 4,31 ≈ 5  
 Maka P<sub>tot</sub> = 566,8 watt peak  
 Dengan menggunakan kapasitas panel surya 100 WP, maka jumlah panel surya yang diperlukan , adalah :

$$Z = \frac{P_{tot}}{\text{Kapasitas Panel}}$$

Sehingga diperoleh  $Z = 5,668$ , dengan demikian kebutuhan modul surya sebanyak 6 buah.

Adapun Ukuran baterai ditentukan berdasarkan tegangan volt (V) dan Ampere Jam (AH), yang umum digunakan tegangan 12 Volt atau 24 Volt. Jadi dengan  $E_{total} : 2834 \text{ W}$ , dan Deep of Discharge, DOD: (0.85), dengan menggunakan baterai 12 V, 100AH, maka kapasitas baterai,  $B_c$  adalah :

$$B_c = \frac{E_{total} \times 3}{DOD \times 0,6 \times \text{Voltase Baterai}}$$

$$= \frac{2834 \times 3}{0,85 \times 0,6 \times 12}$$

$$= 1389,215 \text{ AH}$$

Jadi jumlah baterai yang dibutuhkan  $= 1389,21 / 100 = 13,892$ . Dengan demikian dibutuhkan baterai 14 buah.

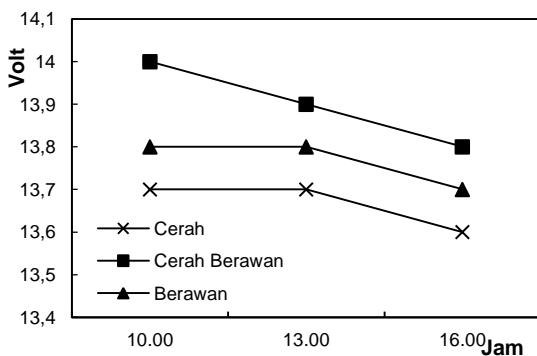
Kebutuhan solar charge controller, ditentukan oleh nilai Short Circuit Current ( $I_{sc}$ ). Merujuk pada spesifikasi dari panel surya yang digunakan, diketahui ( $I_{sc}$ ) : 6 A. Jadi, dengan panel surya 6 buah, maka diperlukan solar charge controller minimal 36 A.

Support sistem AC, diperlukan inverter yang mengubah arus DC baterai menjadi AC. Besar daya inverter minimal sama dengan total daya instrument. Dari Table 1 diketahui total daya 120 Watt, dengan demikian dalam penelitian ini digunakan inverter 200 Watt.

Selanjutnya dilakukan studi kinerja dari alat sistem PLTS. Pada penelitian ini, pengujian dilakukan dalam waktu 7 hari berturut-turut, dengan kondisi cuaca yang berbeda - beda setiap harinya. Dari hasil pengujian didapatkan nilai hambatan listrik panel surya ( $R$ ) : 2,0  $\Omega$ . Selanjutnya nilai tegangan V, ditampilkan pada Tabel 3.1. dan Gambar 3.1.

**Tabel 3.1.** Perbandingan Cuaca pada jam tertentu terhadap Tegangan (V)

Jam	Cerah	Cerah Berawan	Berawan
10.00	13,7 V	14,0 V	13,8 V
13.00	13,7 V	13,9 V	13,8 V
16.00	13,6 V	13,8 V	13,7 V



Gambar 3.1. Grafik Jam Terhadap Tegangan

Sementara itu kuat arus ( $I$ ), dapat dilihat pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2.** Perbandingan Cuaca pada jam tertentu terhadap kuat arus (I)

Jam	Cerah	Cerah Berawan	Berawan
10.00	6,85 A	7 A	6,9 A
13.00	6,85 A	6,95 A	6,9A
16.00	6,8 A	6,9 A	6,85 A

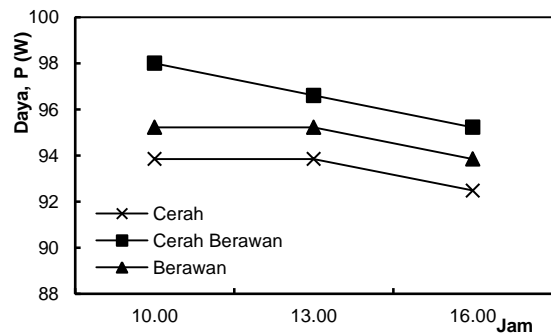
Kemudian dengan nilai tegangan V ini, maka dapat ditentukan daya listrik panel surya ( $P_{in}$ ), yaitu :

$$P = V^2 / R \tag{2}$$

Dimana hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan Gambar 3.2. di bawah ini.

**Tabel 3.3.** Perbandingan Cuaca pada jam tertentu terhadap Daya (P)

Jam	Cerah	Cerah Berawan	Berawan
10.00	93,85 W	98,0 W	95,22 W
13.00	93,85 W	96,61 W	95,22 W
16.00	92,48 W	95,22 W	93,85 W



Gambar 3.2. Grafik Jam Terhadap Daya

Grafik pada Gambar 3.1 dan 3.2. bisa dilihat bahwa masing-masing tegangan dan daya listrik maksimal terjadi pada jam 10 am. Adapun nilai minimal terjadi pada jam 16 pm. Selanjutnya, kita fokus pada Gambar 3.2. yang menampilkan daya yang lebih mewakili kinerja panel surya. Pada grafik, terlihat bahwa pada jam 10 am, daya maksimal 98,0 W dicapai pada kondisi cuaca cerah berawan. Kemudian disusul 95,22 W pada cuaca berawan, sedangkan cuaca cerah menghasilkan daya terendah 93,85 W. Adapun pada jam 16 pm, terjadi penurunan daya pada ketiga kondisi cuaca. Dimana 95,22 W untuk cuaca cerah berawan, disusul 93,85 W untuk cuaca berawan. Seperti pada jam 10 am, cuaca cerah menghasilkan daya terendah, yaitu 92,48 W. Hal ini bisa dijelaskan bahwa cuaca semakin cerah maka temperatur modul semakin meningkat. Dimana, peningkatan temperatur modul menyebabkan penurunan efisiensi

konversi energi matahari. Dalam modul, temperatur operasi sebagian besar dari radiasi matahari tidak diubah menjadi listrik tetapi diserap oleh modul sebagai kalor [10,11]. Namun demikian, dari hasil ini terlihat bahwa kinerja panel surya tidak terjadi penurunan kinerja secara signifikan pada sepanjang hari untuk ketiga kondisi cuaca : cerah, cerah berawan dan berawan.

#### 4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dilakukan perencanaan dan pengujian untuk studi kinerja sistem PLTS yang akan diaplikasikan pada *egg incubator*. Photovoltaic yang digunakan adalah jenis polikristal. Dari hasil penelitian, didapatkan bahwa :

1. Dengan daya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan *egg Incubator* 2834 watt jam perhari , sistem PLTS membutuhkan 6 *photovoltaic* ukuran 100 WP. Baterai yang dibutuhkan sebanyak 14 buah kapasitas 12V-100 AH. Adapun *charge controller* dibutuhkan minimal 36 A, sedangkan *inverter* dibutuhkan daya minimal 200 watt.
2. Pada analisa kinerja panel surya, daya maksimal terjadi pada jam 10 am. Pada jam ini 98,0 W dicapai pada kondisi cuaca cerah berawan. Adapun pada jam 16 pm, terjadi penurunan daya pada ketiga kondisi cuaca. Dimana cuaca cerah menghasilkan daya terendah, yaitu 92,48 W.
3. Daya yang dihasilkan pada panel surya, memperlihatkan tidak terjadinya penurunan kinerja secara signifikan pada sepanjang hari untuk ketiga kondisi cuaca : cerah, cerah berawan dan berawan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Teten Haryanto, H. C., & Pranoto, H. (2021). Perancangan Energi Terbarukan Solar Panel Untuk Essential Load Dengan Sistem Switch. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(1).
- [2] Alfanz, R., & Haryanto, H. (2016). Rancang bangun penyedia energi listrik tenaga hibrida (PLTS-PLTB-PLN) untuk membantu pasokan listrik rumah tinggal. *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, 4(2), 78-86.
- [3] Setiawan, Budhy. 2015. Studi Kapasitas Energi Akumulator Panas Matahari Untuk Mesin Tetes Hybrid. Politeknik Negeri Malang. Prosiding SENTIA.
- [4] Nurhadi, Imam. *Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega 8 Menggunakan*

*Sensor SHT 11*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

- [5] Parida, B., Iniyana, S., & Goic, R. (2011). A review of solar photovoltaic technologies. *Renewable and sustainable energy reviews*, 15(3), 1625-1636.
- [6] Kusnandar, Achmad. 2009. *Penerapan Dasar Pembangkit Tenaga Surya*. Bandung. Arfino Raya.
- [7] Uzodinma, E. O., Ojike, O., Etoamaihe, U. J., & Okonkwo, W. I. (2020). Performance study of a solar poultry egg incubator with phase change heat storage subsystem. *Case Studies in Thermal Engineering*, 18, 100593.
- [8] Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership, Greenhouse gas emissions and fossil energy use from poultry supply chains: guidelines for assessment. <http://www.fao.org/3/a-i6421e.pdf>, 2016 accessed 5 Jan., 2020.
- [9] IAEE Energy Forum, President's message. <http://www.iaee.org/documents/2009Summe rEnergyForum.pdf>, 2009 accessed 5 Jan., 2020.
- [10] Chandrasekar, M., Suresh, S., & Senthilkumar, T. (2013). Passive cooling of standalone flat PV module with cotton wick structures. *Energy Conversion and Management*, 71, 43-50.
- [11] Chow, T. T. (2010). A review on photovoltaic/thermal hybrid solar technology. *Applied energy*, 87(2), 365-379.