

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA  
KAPASITAS 80 WP UNTUK ALAT PENETAS TELUR BERBASIS  
INTERNET OF THINGS**

**As Fiyaa U Suduri**

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email: as.17050874018@mhs.unesa.ac.id

**Subuh Isnur Haryudo., Joko., Mahendra Widyartono**

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email: subuhisnur@unesa.ac.id, joko@unesa.ac.id, mahendrawidyartono@unesa.ac.id

**Abstrak**

Kebutuhan energi listrik saat ini merupakan suatu hal yang sangat penting bagi manusia. Energi listrik saat ini masih menggunakan bahan bakar fosil. Indonesia merupakan negara tropis sehingga mempunyai kelebihan sinar matahari. Pemanfaatan sinar matahari dapat digunakan untuk pembangkit listrik tenaga surya, pembangkit listrik tenaga surya merupakan salah satu energi terbarukan dimana pemanfaatan cahaya matahari bisa diubah menjadi energi listrik. Intensitas cahaya matahari dan keadaan cuaca dapat mempengaruhi tegangan dan arus listrik yang dihasilkan dari panel surya. Dimana saat ini alat penetas telur masih menggunakan energi listrik konvensional dan pada penelitian ini dilakukan kebaruan dengan memanfaatkan pembangkit listrik tenaga surya untuk alat penetas telur. Faktor penting pada penelitian alat penetas telur ini adalah untuk menjaga temperatur telur agar mencapai nilai antara 37°C-38°C, sebagai pengawasan parameter suhu alat penetas telur bisa dilihat dari jarak jauh menggunakan sistem *Internet of Things* (IoT) dengan bantuan aplikasi *blynk*. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk alat penetas telur berbasis IoT, mengetahui kinerja PLTS sebagai sumber energi listrik, dan mengetahui kinerja dari alat penetas telur berbasis IoT. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dan teknik analisis data berupa deskriptif kuantitatif. Setelah melakukan penelitian diperoleh hasil PLTS dapat digunakan sebagai sumber energi listrik alat penetas telur berbasis IoT, pengujian penggunaan PLTS menghasilkan tegangan dan arus rata-rata sebesar 12,7 V dan 2,7 A dan pengawasan parameter data suhu dapat dilakukan secara jarak jauh melalui gawai yang terhubung internet. Implikasi penelitian ini diharapkan dapat membantu industri penetas telur dalam memanfaatkan energi listrik dari sinar matahari.

**Kata Kunci:** Panel surya, mikrokontroler, alat penetas telur, *Internet of Things*.

**Abstract**

The need for electrical energy today is a very important thing for humans. Electrical energy currently still uses fossil fuels. Indonesia is a tropical country so it has an excess of sunlight. Utilization of sunlight can be used for solar power plants, solar power plants are one of the renewable energies where the use of sunlight can be converted into electrical energy. The intensity of sunlight and weather conditions can affect the voltage and electric current generated from solar panels. Where currently the egg incubator still uses conventional electrical energy and in this research a novelty was carried out by utilizing a solar power plant for the egg incubator. An important factor in the research of this egg incubator is to maintain the temperature of the egg to reach a value between 37°C-38°C, as monitoring the temperature parameters of the egg incubator can be seen remotely using the *Internet of Things* (IoT) system with the help of the *blynk* application. The purpose of this research is to produce a Solar Power Plant (PLTS) for IoT-based egg incubators, determine the performance of PLTS as a source of electrical energy, and determine the performance of IoT-based egg incubators. The research method used is experimental and quantitative descriptive data analysis techniques. After conducting research, the results obtained that PLTS can be used as a source of electrical energy for IoT-based egg incubators, testing the use of PLTS produces an average voltage and current of 12.7 V and 2.7 A and monitoring temperature data parameters can be done remotely via a device. internet connected. The implications of this research are expected to help the egg incubator industry in utilizing electrical energy from sunlight.

**Keywords:** Solar panels, microcontrollers, the mallet of the egg, *Internet of Things*.

**PENDAHULUAN**

Matahari adalah sumber kehidupan bagi seluruh makhluk hidup. Matahari merupakan ciptaan Tuhan Yang Maha Esa sebagai suatu kebutuhan unsur alam semesta.

Kebutuhan energi matahari tersedia dalam jumlah berlimpah. Matahari tidak menimbulkan polutif dan tidak pernah habis walaupun gratis tapi kita kurang menyadari

fungsi dan manfaat matahari bagi kehidupan di dunia (Hidayat, 2015).

Pada perkembangan teknologi seperti ini kebutuhan energi listrik sangat besar untuk kebutuhan aktivitas manusia. Kegiatan aktivitas manusia dapat terganggu jika keterbatasan energi listrik. Saat ini energi listrik masih menggunakan sumber energi fosil dimana sumber tersebut akan habis pada waktunya (Gunoto dan Sofyan, 2020).

Sumber energi yang tidak pernah habis ketersediaannya merupakan sumber energi surya. Energi ini bisa digunakan sebagai energi alternatif yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik, dengan menggunakan sel surya (Sianipar, 2014). Panel surya merupakan sumber energi alternatif yang bisa dimanfaatkan untuk masyarakat yang membutuhkan energi listrik namun terkendala dengan daerah yang belum teraliri listrik (Purwoto dan Ilham, 2018).

Upaya pemanfaatan energi terbarukan dan guna menekan penggunaan energi listrik berbasis fosil dapat diperoleh dengan memanfaatkan radiasi matahari menjadi energi listrik, atau bisa disebut Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). (Arismunandar dan Hendarto, 2017).

Sistem PLTS terdiri dari beberapa komponen yaitu panel surya merupakan alat yang mampu mengubah sinar matahari menjadi energi listrik, *solar charge controller* (SCC) merupakan alat pengubah keluaran panel surya untuk mencapai tingkat tegangan baterai dan mengatur proses pengisian baterai, baterai berfungsi sebagai penyimpan energi listrik yang dihasilkan panel surya dan digunakan pada saat panel surya tidak mencukupi untuk memasok energi ke beban, dan inverter merupakan alat yang merubah daya arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik atau (AC). (Fatkhurrozi dan Saputra, 2019).

Alat penetas telur merupakan suatu alat yang digunakan untuk membantu proses penetasan telur dengan menghangatkan suhu pada telur sebagai pengganti peneraman alami oleh induk. Proses penghangatan suhu pada alat penetas telur menggunakan lampu sebagai sumber panas dan kipas sebagai media penghantar panas agar terjadi pemerataan suhu ruangan pada alat penetas telur. Pengaturan suhu dalam proses penetasan telur yang tepat merupakan syarat mutlak untuk mendapatkan keberhasilan daya tetas yang tinggi. Suhu ideal pada alat penetas telur dalam proses penetasan telur diatur antara 37°C - 38°C (Wirajaya, 2020).

Untuk pengawasan lampu supaya dapat bekerja dengan maksimal perlu dilengkapi dengan modul pendeteksi lampu rusak, dimana pada penelitian ini menggunakan modul LDR modul ini disetting untuk ketika sensor tidak menerima cahaya, kemudian data tersebut digunakan untuk membunyikan *buzzer* sebagai pemberitahuan bahwa ada kerusakan pada lampu penetas telur (Riski dan Siswanti, 2018).

Pengawasan parameter suhu alat penetas telur dapat dimaksimalkan dengan menambahkan teknologi *Internet of Things* (IoT) dimana parameter suhu alat penetas telur dapat dilakukan secara jarak jauh menggunakan aplikasi pada gawai yang terhubung dengan internet.

Fungsi dari *Internet of Things* adalah sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas konektivitas internet dan terhubung secara langsung yang memungkinkan bisa terhubung dengan peralatan, mesin, dan lainnya dengan memperoleh data dan mengolah kinerjanya melalui sensor dan aktuator, sehingga bisa memungkinkan mesin berjalan berdasarkan informasi yang diterima secara independen. (Efendi, 2018).

Berdasarkan uraian di atas maka penulis akan melakukan penelitian dengan judul Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 80 Wp Untuk Alat Penetas Telur Berbasis *Internet of Things*.

Dari penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja PLTS sebagai sumber energi listrik dalam mengoperasikan alat penetas telur berbasis *Internet of Things* dan mengetahui kinerja dari alat penetas telur.

## **METODE**

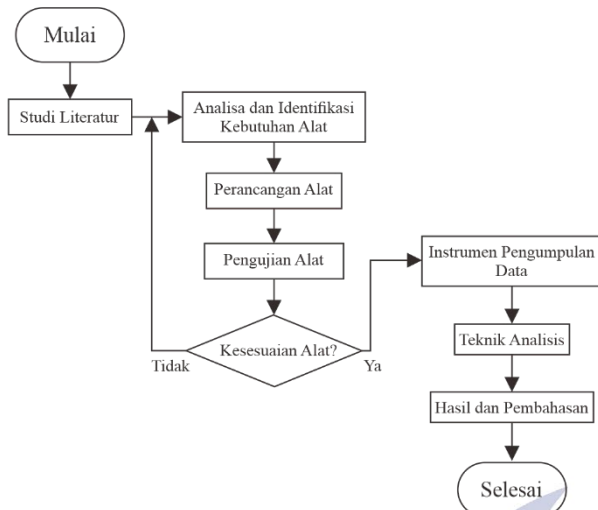
### **Jenis Penelitian**

Penelitian ini menggunakan penelitian berjenis eksperimen (percobaan) teknik pengambilan data berupa pengamatan atau observasi, yaitu dengan cara mengumpulkan data dan pengamatan data yang diuji kemudian mencatat hasil data yang akan dianalisa. Tujuan dari teknik pengambilan data adalah untuk mengetahui data yang valid sehingga dapat menjelaskan permasalahan yang timbul dari penelitian secara objektif.

Penelitian ini menggunakan metode analisis data dengan teknik deskriptif kuantitatif. Dimana dalam teknik analisis ini menggunakan cara menelaah data yang didapat dari eksperimen dimana hasilnya dibuatkan dalam bentuk tabel yang berupa data kuantitatif. Selanjutnya dari data tersebut dibentuk dalam sebuah kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan sehingga pada akhirnya memberi jawaban permasalahan yang diteliti.

### **Langkah Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan tahap atau langkah-langkah penelitian seperti ditunjukkan Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Pada gambar 1 dijelaskan mengenai diagram penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

Studi literatur pada penelitian ini berdasarkan materi yang diberikan saat perkuliahan dan diskusi dengan komunitas pembangkit listrik tenaga surya dimedia sosial.

Analisis dan identifikasi kebutuhan alat merupakan alat apa saja yang dibutuhkan untuk membuat penelitian tersebut. Perancangan dan pembuatan alat merupakan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak sehingga diharapkan bisa menyelesaikan permasalahan yang diteliti.

Pengujian Alat merupakan apakah alat yang dibuat sesuai dengan yang telah dirancang. Pemeriksaan kesesuaian alat dilakukan untuk mengetahui apakah sudah bekerja sesuai dengan yang diteliti. Apabila terjadi tidak kesesuaian maka dilakukan untuk proses analisis dan indentifikasi kebutuhan alat

Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data berupa lembar pengamatan. Teknik analisis data menggunakan uji perbandingan, yaitu membandingkan besaran besaran yang diperoleh berdasarkan data hasil penelitian dibandingkan dengan parameter yang telah ditentukan.

Hasil dan pembahasan dilakukan dengan mengetahui hasil dari pengukuran berdasarkan parameter yang ditentukan dalam penelitian, sehingga bisa digunakan untuk menyusun laporan akhir penelitian.

### Variabel Penelitian

Variabel yang termasuk dalam penelitian ini adalah variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol. Dalam penelitian ini variabel bebasnya yaitu waktu pengujian (kondisi cuaca). Variabel terikatnya adalah: tegangan (V), arus (A), daya (W) alat penetas telur berbasis IoT. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah mengamati faktor cuaca terhadap tegangan dan arus output panel surya.

Alat ukur yang digunakan untuk pengukuran panel surya yaitu Watt meter dc digital dengan spesifikasi tegangan 4-60V dan arus maksimum 100A. Alat ukur yang digunakan untuk keluaran SCC menggunakan Volt Ampere Meter DC digital dengan spesifikasi tegangan 0-100V dan arus maksimum 10A. Alat ukur yang digunakan untuk mengetahui tegangan pada baterai dan input inverter menggunakan Volt meter digital DC dengan spesifikasi tegangan 3,5-30 V. Waktu mulai pengujian, yaitu mulai jam 07.00- 17.00. Panel surya yang digunakan adalah tipe *polycrystalline* dengan kapasitas 4 x 20 WattPeak. Peletakan panel surya saat pengujian tidak memperhatikan sudut kerja panel surya. Jenis baterai yang digunakan yaitu *deep cycle* VRLA AGM 60 AH. Jenis inverter menggunakan daya 300W. Adaptor 12 V digunakan untuk mensuplay alat penetas telur mikrokontroler, sensor dan kipas DC. Lampu yang digunakan yaitu lampu pijar 5 W dan LED 1 W.

### Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini bertujuan agar proses pengujian dan pengambilan data dapat bekerja dengan maksimal. ditentukan oleh penulis.

### Perancangan rangkaian PLTS

Berikut adalah gambar perancangan rangkaian PLTS dilihat di Gambar 2.



Gambar 2 Rangkaian PLTS

Perancangan ini terdiri terdiri dari input berupa cahaya atau radiasi matahari pada bagian ini konversi energi dari energi cahaya menjadi energi listrik dilakukan oleh panel surya (photovoltaic) disalurkan menuju SCC (*solar charge controler*) pada SCC malakukan pengisian pada baterai selanjutnya baterai disalurkan pada inverter dari tegangan DC (*Direct Current*) berubah menjafi tegangan AC (*Alternating Current*) output tegangan AC disalurkan dengan MCB untuk proteksi kemudian disalukan dengan watt meter AC untuk mengetahui parameter tegangan AC

**Menentukan kapasitas komponen PLTS**

Supaya sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) bisa beroperasi dengan maksimal, maka penentuan komponen dalam perancangan sistem PLTS perlu disiapkan dengan baik, berikut merupakan cara menentukan kapasitas komponen PLTS diantaranya.

**Menentukan kebutuhan daya listrik**

Dalam menghitung berapa watt daya yang digunakan alat penetas telur yang akan disuplay oleh panel surya dan berapa jam pemakaian perhari, hasil dari perhitungan ini menghasilkan satuan watt jam per hari. Daya pemakaian dapat dihitung dengan persamaan 1 :

$$Wh = Pxh \tag{1}$$

Keterangan :

- Wh = Daya pemakaian
- P = Daya beban yang dipakai
- h = Lama pemakaian beban

Daya beban yang dipakai

- Adaptor + lampu pijar = 18 watt x 20 jam = 360 Wh
- Adaptor + lampu Led = 8 watt x 4 jam = 32 Wh
- Total beban pemakaian dalam 24 jam sebesar 392 Wh

**Menentukan kapasitas baterai :**

Kapasitas baterai pada saat pemakaian harus diperhitungkan faktor efisiensi. Saat pemakaian kapasitas baterai tidak boleh digunakan sampai habis, baterai dalam keadaan baik harus berkapasitas 1,5 dari kebutuhan total daya beban yang dipakai. Kapasitas baterai dapat dihitung dengan persamaan 2:

$$Ah = 1,5xWh/V \tag{2}$$

Keterangan :

- Ah = Kapasitas Baterai
- Wh = Daya pemakaian
- V = Tegangan pada baetrai

Kapasitas baterai = 1.5 x (392 Wh/12 V) = 49 Ah.  
Di penelitian ini menggunakan baterai berkapasitas 60 Ah.

**Menentukan kapasitas panel surya (PV)**

Rata-rata di Indonesia penyerapan matahari menjadi energi listrik secara maksimal adalah selama 5 jam, sehingga diketahui. Kapasitas panel surya dapat dihitung dengan persamaan 3 :

$$Wp = Wh/5 \tag{3}$$

Keterangan :

- Wp = Kapasitas panel surya
- Wh = Daya pemakaian

Kapasitas panel surya = 392 Watt / 5 jam = 78,4 Wp.

sehingga penelitian ini membutuhkan panel surya sebesar 80 Wp (4x20 Wp).

Perhitungan daya yang dihasilkan 80 Wp x 5 jam = 400 Wh perhitungan tersebut sesuai dengan kebutuhan daya beban yang digunakan apabila panel surya bekerja dengan maksimal.

**Menentukan kapasitas solar charge controller (SCC)**

Menentukan kapasitas solar charge controller harus mengerti karakteristik. Kebutuhan solar charge controller bisa diketahui dengan mengetahui spesifikasi dari panel surya. kapasitas SCC dapat dihitung dengan persamaan 4 :

$$ISCC = Isc x 4 \tag{4}$$

Keterangan :

- ISCC = Kapasitas arus pada SCC
- Isc = Arus pada panel surya
- 4 = Jumlah panel surya

Kapasitas arus pada SCC = 1,29 x 4 = 5,16 A. Sehingga SCC yang digunakan adalah minimal 5,16 A dan pada penelitian ini menggunakan SCC sebesar 20 A.

**Pengujian Penggunaan PLTS**

Berikut adalah gambar pengujian penggunaan PLTS dilihat di Gambar 3.



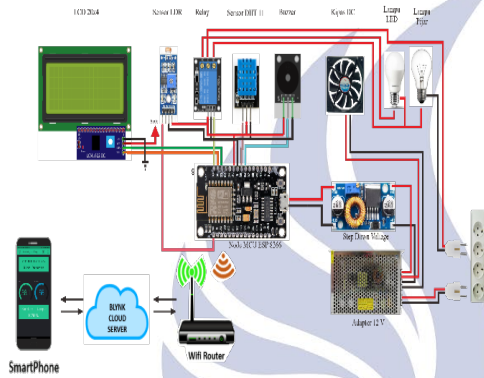
Gambar 3. Pengujian penggunaan PLTS

Pengujian penggunaan pembangkit listrik tenaga surya untuk mengetahui kinerja dari alat tersebut

dengan perhitungan kapasitas komponen pada pembangkit listrik tenaga surya 80 Wp, dalam proses pengujian, dilakukan pengambilan data terkait dengan karakteristik panel surya 80 Wp, tegangan, arus, daya yang diterima dari panel surya kemudian disalurkan melalui *solar charge controller* dan disimpan dengan baterai berkapasitas 60 Ah apakah bisa bertahan sampai 24 jam untuk mensuplai alat penetas telur berbasis *Internet of Things*.

**Perancangan Alat Penetas Telur Berbasis *Internet of Things* (IoT)**

Berikut adalah gambar perancangan alat penetas telur berbasis *Internet of Things* dilihat di Gambar 4.



Gambar 4. Perancangan alat penetas telur berbasis IoT

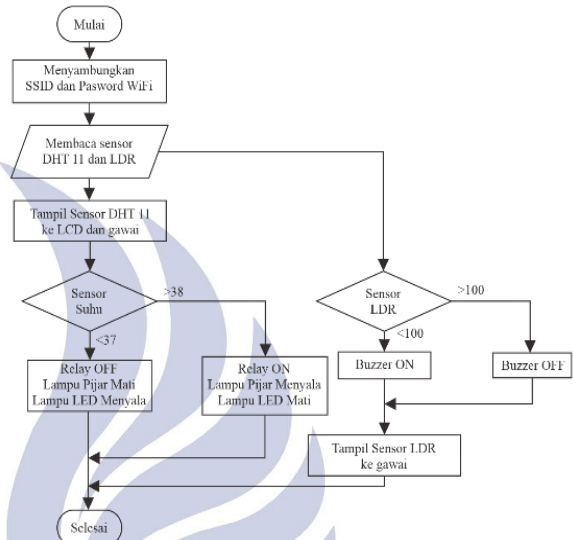
Dari gambar tersebut diketahui bahwa alat penetas telur berbasis *Internet of Things* dari skema diketahui bahwa alat tersebut disuplai sepenuhnya dari PLTS kemudian digunakan untuk beban lampu dan adaptor 12 V DC adaptor tersebut digunakan untuk mensuplai kipas dan dibutuhkan penurun tegangan untuk mensuplai mikrokontroler dengan tegangan 5 V DC. Dalam perancangan alat penetas telur berbasis *Internet of Things* terdiri dari input, proses, output. Dari sisi masukan (input) terdiri dari sensor LDR dan sensor DHT 11, mikrokontroler (proses) yang digunakan yaitu NodeMCU, sedangkan dari sisi keluaran (output) yaitu LCD 20x4, relay, buzzer, dan tampilan di aplikasi *blynk* yang menggunakan metode *Internet of Things*. Dari pembacaan sensor suhu akan mengirimkan data yang ditampilkan di LCD 20x4 dan di aplikasi *blynk* kemudian data tersebut digunakan untuk mengontrol *relay*, dan data pembacaan sensor LDR digunakan untuk menyalakan *buzzer* kemudian dikirimkan ke aplikasi *blynk* sebagai *notifikasi* terjadi lampu rusak.

Perancangan alat penetas telur ini terdiri menjadi 2 bagian yaitu bagian box untuk penetasan telur berdimensi 52x37,5x34,7 cm yang dapat menampung kapasitas telur sekitar 90 butir. Di dalam box tersebut

juga terdapat sensor suhu, sensor cahaya, lampu LED, lampu pijar, dan kipas 12VDC. Berikutnya, bagian box mikrokontroler terdapat NodeMCU, buzzer, Relay, dan power supply 12VDC.

**Perancangan Pemrograman Mikrokontroler**

Perancangan pemrograman ini akan dilakukan secara bertahap yang prosesnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir Pemrograman Mikrokontroler

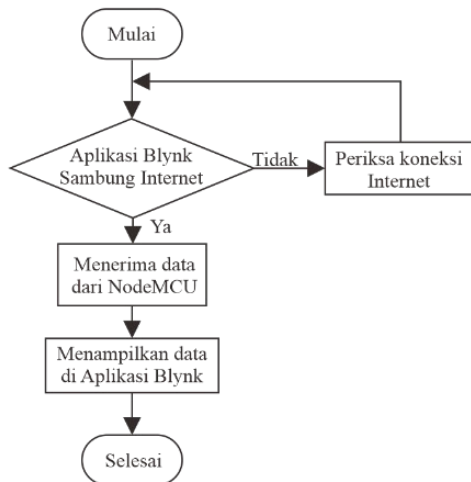
Pada gambar 5 dipaparkan mengenai diagram alir pemrograman pada mikrokontroler NodeMCU yang menggunakan bahasa C untuk proses pembuatan program pada *software* Arduino. Langkah pertama awal proses pembacaan sensor NodeMCU harus terhubung dengan jaringan internet. Kemudian sensor DHT 11 dan LDR menerima data, dari sensor DHT 11 ditampilkam di LCD 20x4 dan gawai (aplikasi *blynk*), dari hasil pembacaan sensor suhu diolah untuk memberi output pada *relay*, *relay* tersebut berfungsi untuk menyalakan dan mematikan pada lampu pijar atau lampu LED. Kemudian dari sensor LDR diolah untuk membunyikan *buzzer* dan memberi notifikasi pada aplikasi *blynk* ketika sensor LDR tidak menerima cahaya.

**Pengujian Mikrokontroler NodeMCU**

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sensor DHT11 dalam mengatur relay dan sensor LDR dalam mendeteksi kerusakan lampu.

**Perancangan Aplikasi *Blynk* pada Gawai *Android***

Proses perancangan aplikasi *blynk* pada gawai *android* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir perancangan pada gawai melalui aplikasi *Blynk*

Pada gambar 6 dipaparkan diagram alir perancangan aplikasi *blynk* pada gawai. Langkah awalnya aplikasi *blynk* dihubungkan ke perangkat mikrokontroler NodeMCU, pastikan gawai terhubung dengan jaringan internet. Setelah terhubung, aplikasi *blynk* akan menerima data dari NodeMCU dan kemudian menampilkan data melalui aplikasi *blynk*. Sehingga bisa digunakan untuk memonitoring suhu, kelembapan dan kondisi lampu dengan jarak jauh.

#### Pengujian Aplikasi *Blynk*

Berikut adalah gambar pengujian aplikasi *blynk* dilihat di Gambar 7.

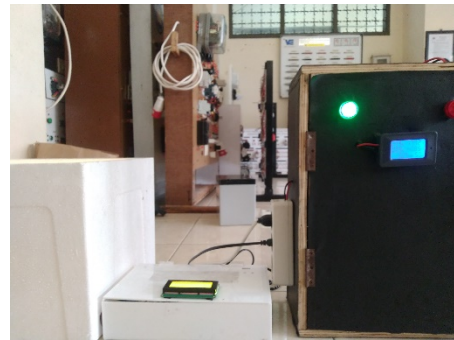


Gambar 7. Pengujian aplikasi *blynk*

Pada gambar diketahui persamaan parameter data suhu antara LCD I2C dengan aplikasi *blynk* pada gawai.

#### Pengujian Alat Penetas Telur berbasis *Internet of Things*

Berikut adalah gambar pengujian alat penetas telur berbasis *Internet of Things* dilihat di Gambar 8.



Gambar 8. Pengujian alat penetas telur berbasis *Internet of Things*

Pengujian dilakukan bertujuan untuk mengetahui tegangan, arus dan daya dilihat dari Watt meter AC yang digunakan dari sumber listrik dari PLTS.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Pengujian penggunaan PLTS untuk alat penetas telur berbasis *Internet of Things*

Data dalam penelitian ini diperoleh dari hasil pengujian penggunaan PLTS untuk sumber listrik alat penetas telur berbasis IoT. Pengujian dilakukan di Gedung A8 lantai 4 Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya pada pukul 07.00-17.00 WIB. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja PLTS dalam mensuplai listrik ke alat penetas telur berbasis IoT.

Berdasarkan hasil penelitian oleh Budhi Anto, Edy Hamdani, dan Rizki Abdullah dengan judul portable batteray charger berbasis sel surya pada jurnal rakayasa elektrika volume 11 no 1 2014. Penelitian tersebut berfokus pada uji kinerja penggunaan sel surya untuk pengisian baterai tanpa beban. Sedangkan penelitian ini dilakukan untuk pengujian penggunaan pembangkit listrik tenaga surya dengan beban alat penetas telur berbasis *internet of things*. Hal tersebut dilakukan untuk memanfaatkan teknologi terbaru dan guna mengimplementasikan penggunaan PLTS untuk industri penetas telur.

##### Analisis karakteristik panel surya

Pengujian pada panel surya berkapasitas 80 Wp menerima input berupa cahaya yang konversi mejadi energi listrik. Proses pengujian panel surya dilakukan diarea terbuka, bertujuan untuk mengetahui daya yang dihasilkan dan karateristik dari panel surya. sehingga parameter yang dibutuhkan berupa *open circuit* (Voc), *short circuit* (Isc) pengukuran besaran dilakukan dari jam 07.00-17.00 WIB dan dilihat setiap setengah jam sekali pada alat ukur kemudian mencatatnya. Berikut adalah hasil pengukuran pada pengujian panel surya yang dapat dilihat di Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian karakteristik panel surya

Waktu (WIB)	Tegangan Keluaran (V)	Arus keluaran (A)	Daya yang dihasilkan (WH)	Watt-Peak (WP)
07.00	12,31	0,15	0	29,8
07.30	12,57	0,30	4,7	31,7
08.00	12,73	1,80	17,9	34,7
08.30	12,91	2,31	35,2	36,3
09.00	13,00	2,90	61,5	42,7
09.30	13,03	3,21	97,2	50,3
10.00	13,11	3,32	111,3	58, 3
10.30	13,24	3,51	134,5	60,0
11.00	13,33	3,49	145,2	66,0
11.30	13,37	3,91	169,5	70,0
12.00	13,29	4,43	189,8	71,3
12.30	13,41	4,60	205,3	74,5
13.00	13,39	4,55	230,5	74,5
13.30	13,31	4,20	260,4	74,5
14.00	13,16	4,11	289,8	74,5
14.30	13,09	3,71	298,9	74,5
15.00	13,05	2,91	315,7	74,5
15.30	13,02	2,31	325,4	74,5
16.00	12,67	1,51	334,2	74,5
16.30	12,63	1,00	339,3	74,5
17.00	11,92	0,31	343,9	74,5

Berdasarkan tabel 1 diperoleh data karakteristik panel surya. dapat diketahui tegangan dan arus keluaran panel surya tidak konstan setiap jamnya dikarenakan oleh penyinaran matahari akan selalu berubah setiap waktu. Tegangan dan arus keluaran panel surya mengalami peningkatan secara bertahap hingga mencapai tegangan maksimal 13,41 V dan arus maksimal 4,60 A pada pukul 12.30 WIB. Kemudian tegangan dan arus keluaran mengalami penurunan secara bertahap hingga mencapai 11,92 V dan 0,31 A pada pukul 17.00 WIB. Pada pukul 17.30 WIB panel surya tidak menghasilkan tegangan dan arus untuk mensuplai listrik ke beban dikarenakan panel surya sudah tidak menerima penyinaran cahaya matahari.

Perubahan kondisi penyinaran matahari juga mempengaruhi daya yang dihasilkan apabila semakin tinggi tegangan dan arus yang dihasilkan semakin besar pula daya yang dihasilkan, begitu sebaliknya. Sehingga dapat disimpulkan apabila penyinaran cahaya matahari pada keadaan minimal, maka tegangan dan arus yang dihasilkan semakin kecil.

Berdasarkan tabel 1 tegangan dan arus rata-rata yang dihasilkan panel surya sekitar 12,7 V dan 2,7 A sedangkan daya yang dihasilkan selama penyinaran matahari adalah 343,9 Wh dan watt-peak maksimum panel surya mencapai 74,5 Wp. Hasil daya yang dihasilkan dan watt peak yang tercapai selama pengujian tidak sesuai perhitungan rancangan yang

telah ditentukan sehingga berpengaruh terhadap lama penggunaan PLTS untuk mensuplai alat penetas telur berbasis IoT. Hal tersebut dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang berawan dan kondisi penyinaran matahari yang tidak konstan di setiap waktunya.

**Analisis perbandingan tegangan dan arus dari panel surya dengan tegangan dan arus dari solar charge controler**

Pengambilan data ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan dan pengaruh nilai tegangan dan arus keluaran panel surya dengan tegangan dan arus keluaran solar charge controller terhadap pengisian dan penggunaan baterai hasil pengujian dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perbandingan tegangan dan arus dari panel surya dengan tegangan dan arua dari solar charge controler

Waktu (WIB)	Tegangan Panel Surya (V)	Arus Panel Surya (A)	Tegangan SCC (V)	Arus SCC (A)
07.00	12,31	0,15	12,2	0,15
07.30	12,57	0,30	12,4	0,30
08.00	12,73	1,80	12,6	1,80
08.30	12,91	2,31	12,8	2,31
09.00	13,00	2,90	12,9	2,90
09.30	13,03	3,21	12,9	3,21
10.00	13,11	3,32	12,9	3,32
10.30	13,24	3,51	12,9	3,51
11.00	13,33	3,49	12,9	3,49
11.30	13,37	3,91	12,9	3,91
12.00	13,29	4,43	12,9	4,43
12.30	13,41	4,60	12,9	4,60
13.00	13,39	4,55	12,9	4,55
13.30	13,31	4,20	12,9	4,20
14.00	13,16	4,11	12,9	4,11
14.30	13,09	3,71	12,9	3,71
15.00	13,05	2,91	12,9	2,91
15.30	13,02	2,31	12,9	2,31
16.00	12,67	1,51	12,5	1,51
16.30	12,63	1,00	12,5	1,00
17.00	11,92	0,31	11,8	0,31

Berdasarkan tabel 2 diperoleh data perbandingan antara tegangan dan arus keluaran dari panel surya dengan tegangan dan arus keluaran dari solar charge controller. Ketika pengambilan data dilakukan bersamaan, data tegangan keluaran dari solar charge controller selalu lebih kecil jika dibandingkan dengan tegangan keluaran dari panel surya. Untuk data arus keluaran dari panel surya dan dari solar charge controller bernilai sama.

Dapat dilihat juga pada tabel 2 tegangan keluaran dari panel surya lebih tidak stabil jika dibandingkan dengan tegangan keluaran dari *solar charge controller* dimana jarak nilai maksimal dan minimal tegangan keluaran panel surya sebesar 1,49 V. Nilai itu masih lebih besar jika dibandingkan dengan tegangan keluaran *solar charge controller* yaitu sebesar 1,1 V.

Jadi tanpa *solar charge controller*, baterai akan cepat rusak akibat ketidakstabilan tegangan ataupun *overcharge* apabila proses pengisiannya langsung terhubung dengan panel surya.

Pada pukul 17.30 WIB panel surya tidak menghasilkan tegangan dan arus sehingga mengakibatkan *solar charge controller* juga tidak menerima *input* tegangan dan arus untuk mensuplai listrik ke beban dikarenakan panel surya sudah tidak menerima penyinaran cahaya matahari.

**Analisis proses pengisian baterai dengan beban alat penetas telur berbasis *Internet of Things***

Pengambilan data ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pengisian baterai dengan beban dari tegangan dan arus solar charge controller dapat dilihat di Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengisian baterai dengan beban alat penetas telur berbasis *Internet of Things*

Waktu (WIB)	Tegangan SCC (V)	Arus SCC (A)	Tegangan Baterai (V)	Tegangan Input Inverter (V)
07.00	12,2	0,15	12,6	12,1
07.30	12,4	0,30	12,6	12,1
08.00	12,6	1,80	12,6	12,1
08.30	12,8	2,31	12,6	12,1
09.00	12,9	2,90	12,7	12,2
09.30	12,9	3,21	12,6	12,1
10.00	12,9	3,32	12,6	12,1
10.30	12,9	3,51	12,6	12,1
11.00	12,9	3,49	12,7	12,2
11.30	12,9	3,91	12,7	12,2
12.00	12,9	4,43	12,8	12,3
12.30	12,9	4,60	12,8	12,3
13.00	12,9	4,55	12,9	12,4
13.30	12,9	4,20	12,9	12,4
14.00	12,9	4,11	13,0	12,5
14.30	12,9	3,71	13,0	12,5
15.00	12,9	2,91	13,0	12,5
15.30	12,9	2,31	13,1	12,6
16.00	12,5	1,51	13,1	12,6
16.30	12,5	1,00	13,1	12,6
17.00	11,8	0,31	13,1	12,6

Berdasarkan tabel diatas diperoleh karakteristik pengisian baterai dengan beban alat penetas telur

berbasis *internet of things* dapat diketahui setiap tegangan dari paramete solar charge controller, tegangan baterai, dan tegangan inverter nillainya berbeda. Tegangan dari solar charge controler maksimal mencapai 12,9 V dan minimal mencapai 11,8 V. Segangkan untuk tegangan baterai awal pengecasan 12,6 V dan akhir pengecasan 13,1 V. Dan untuk tegangan baterai mengalami drop sebesar 0,5 V dari tegangan baterai.

**Analisa penggunaan baterai untuk alat penetas telur berbasis *Internet of Things***

Pengambilan data ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas baterai daya yang diterima dan dikluarkan oleh beban hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil penggunaan baterai untuk alat penetas telur berbasis *Internet of Things*

Waktu (WIB)	Tegangan Baterai (V)	Tegangan Input Inverter (V)
17.30	13,1	12,6
17.30	13,0	12,5
18.00	13,0	12,5
18.30	13,0	12,5
19.00	13,0	12,5
19.30	12,9	12,4
20.00	12,9	12,4
20.30	12,9	12,4
21.00	12,9	12,4
21.30	12,8	12,3
22.00	12,8	12,3
22.30	12,8	12,3
23.00	12,8	12,3
23.30	12,7	12,2
00.00	12,7	12,2
00.30	12,7	12,2
01.00	12,7	12,2
01.30	12,6	12,1
02.00	12,6	12,1
02.30	12,6	12,1
03.00	12,6	12,1
03.30	12,5	12,0
04.00	12,5	12,0
04.30	12,5	12,0
05.00	12,5	12,0
05.30	12,4	11,9
06.00	12,4	11,9
06.30	12,4	11,9

Pengujian penggunaan baterai diketahui pada saat awal pengisian baterai pukul 07.00 diketahui dengan tegangan 12,6 V DC dan punrunan tegangan baterai pada pukul 03.00 kondisi baterai sama dengan kondisi pada saat awal pengisian dikarenakan jumlah daya yang diterima dari panel surya kurang maksimal dengan



daya yang diterima sebesar 343,2 Wh sedangkan daya penggunaan dalam 24 jam sebesar 392 Wh. Sehingga dapat disimpulkan hanya sampai 20 jam dengan kondisi awal pengisian baterai.

**Pengujian alat penetas telur berbasis *Internet of Things***

Data dalam penelitian ini diperoleh dari hasil pengujian alat penetas telur berbasis *Internet of Things*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja alat penetas telur berbasis *Internet of Things*.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh: Ari Rahayuningtyas, Maulana Furqon, dan Teguh Santoso dengan judul rancang bangun alat penetas telur sederhana menggunakan sensor suhu dan penggerak otomatis pada jurnal Prosiding SnaPP2014. Penelitian tersebut sistem monitoring parameter suhu alat penetas telur dilakukan dalam bentuk tatap muka (ditampilkan di LCD alat penetas telur). Sedangkan penelitian menggunakan sistem monitoring jarak jauh melalui gawai atau aplikasi *blynk* (dalam kondisi terhubung dengan internet). Hal tersebut sebagai upaya pembaharuan teknologi pada industri alat penetas telur.

**Pengujian jumlah daya alat penetas telur berbasis *Internet of Things***

.Pengujian jumlah daya alat penetas telur berbasis *Internet of Things* dengan sumber listrik dari panel surya pada saat lampu pijar menyala daya yang dikonsumsi sebesar 18 W, sedangkan pada saat lampu led menyala daya yang dikonsumsi sebesar 8 W, hasil pengujian jumlah daya listrik sapat di tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengisian baterai dengan beban alat penetas telur berbasis *Internet of Things*

Lampu	Kondisi	Lama menyala	Daya
Pijar	On	20 Jam	360
LED	On	4 Jam	32

Sehingga dapat disimpulkan penggunaan pada pengujian jumlah daya yang dikonsumsi dalam 24 jam sebesar 392 Wh.

**Pengujian mikrokontroler**

Pengujian ini dibuat dengan menggunakan inputan berupa sensor DHT 11 dan sensor LDR. Pengambilan data ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sensor DHT 11 dalam mendeteksi suhu alat penetas telur dengan nilai minimal suhu 37°C dan suhu maksimal 38°C yang berfungsi sebagai indikator pengatur relay untuk menyalakan lampu. Pengambilan data ini juga untuk mengetahui kinerja sensor LDR dalam

mendeteksi kerusakan lampu. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Hasil pengujian sensor DHT 11

Suhu (°C)	Relay	Lampu Pijar	Lampu LED
36,90	On	Menyala	Mati
38,10	Off	Mati	Menyala

Berdasarkan tabel 6 diatas menunjukkan relay akan “ON” ketika suhu kurang dari 37°C sekaligus menyalakan lampu pijar dan mematikan lampu LED secara otomatis hingga suhu mencamapi38°C. Begitupun sebaliknya, apabila suhu alat penetas telur melebihi 38°C maka relay akan “OFF” sekaligus menyalakan lampu LED dan mematikan lampu pijar secara otomatis hingga suhu mencamapi 37°C.

Tabel 7. Hasil pengujian sensor LDR

Kondisi Lampu Pijar dan Lampu LED	Buzzer
Menyala	Off
Mati	On

Berdasarkan tabel 7 dapat dilihat bahwa apabila kondisi lampu pijar dan lampu LED menyala maka buzzer “OFF”. Begitupun sebaliknya apabila lampu pijar dan lampu LED mati atau rusak maka buzzer akan “ON” secara otomatis.

**Pengujian *Internet of Things* Menggunakan Aplikasi *Blynk***

Pengambilan data ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara parameter suhu pada LCD dan kondisi *buzzer* dengan aplikasi *blynk* pada gawai. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Hasil pengujian perbandingan nilai suhu pada LCD dengan aplikasi *blynk*

Nilai Suhu Pada LCD (°C)	Nilai Suhu Pada Aplikasi <i>Blynk</i> (°C)	Status Nilai Suhu
37,10	37,10	Sama
37,20	37,20	Sama
37,30	37,30	Sama
37,40	37,40	Sama

Berdasarkan tabel 8 diatas menunjukkan nilai suhu pada LCD dengan nilai suhu pada aplikasi *blynk* bernilai sama. Dengan demikian, dapat disimpulkan monitoring suhu alat penetas telur dapat dilakukan secara jarak jauh melalui aplikasi *blynk* pada gawai yang terhubung dengan internet.

Tabel 9. Hasil pengujian perbandingan kondisi buzzer dengan splikasi *blynk*

Kondisi Buzzer	Aplikasi <i>Blynk</i>
Off	Kondisi Lampu Normal
On	Kondisi Lampu Rusak

Berdasarkan tabel 10 dapat dilihat ketika kondisi buzzer “OFF” maka pada *interface* aplikasi *blynk* terdapat tulisan “kondisi lampu normal” sedangkan apabila kondisi buzzer “ON” maka pada *interface* aplikasi *blynk* terdapat tulisan “kondisi lampu rusak”. Dengan demikian, dapat disimpulkan kondisi lampu pada alat penetas telur dapat dimonitoring jarak jauh melalui aplikasi *blynk* pada gawai yang terhubung internet.

## PENUTUP

### Simpulan

Seetelah melakukan penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Pembangkit listrik tenaga surya dapat digunakan sebagai sumber energi listrik untuk mengoperasikan alat penetas telur berbasis *Internet of Things*. Besarnya nilai daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya 80 Wp sangat dipengaruhi oleh faktor kondisi cuaca, rata rata pengujian mendapatkan tegangan dan arus maksimum sebesar 13,41 V dan 4,60 dengan rata rata tegangan dan arus sebesar 12,7 V dan 2,7 A

Penelitian ini diambil saat cuaca kurang maksimal sehingga watt peak yang dihasilkan hanya mencapai 74,5 Wp. Untuk beban alat penetas telur berbasis *Internet of Things* dalam penggunaan 24 jam memerlukan daya sebesar 392 watt.

Untuk daya yang diterima dari panel surya sebesar 342 Wh sedangkan daya yang disalurkan untuk alat penetas telur berbasis *Internet of Things* bertahan 24 jam sebesar 392 Wh sehingga panel surya hanya bisa mesuplai listrik selama 20 Jam dengan kondisi baterai seperti awal pengisian.

Pengawasan parameter suhu dan kondisi lampu alat penetas telur dapat dilakukan secara jarak jauh menggunakan aplikasi *blynk* pada gawai dengan dibuktikan parameter data suhu aplikasi *blynk* dengan LCD bernilai sama. Begitupun sebaliknya kondisi buzzer dan aplikasi *blynk* dengan kondisi sama.

### Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu menggunakan panel surya dengan kapasitas lebih besar sehingga daya yang diterima dengan daya yang disalurkan bisa maksimal sesuai dengan perhitungan.

Penambahan parameter data pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan seperti intensitas cahaya matahari, suhu kerja panel surya, dan keadaan cuaca supaya mendapatkan hasil pengujian yang lebih valid.

Penambahan sensor penjejak pada panel surya agar pengubahan sudut kerja panel surya panel surya dapat dilakukan secara otomatis sehingga dapat memaksimalkan kinerja panel surya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anto, Budi, dan Abdullah, Rizki 2014. *Portable Batteray Charger Berbasis Sel Surya*. Jurnal Rekayasa Elektrika. Vol 11, (1), pp 19-24.
- Arismunandar, Robert, dan Hendarto, Deni. 2017. *Rancang Bangun Sistem Pengisian Daya Perangkat Geget Berbasis Panel Surya Sebagai Sumber Listrik Alternatif Di Fasilitas Umum*. Jurnal JuTEkS. Vol 4 (2), pp 46-53.
- Efendi, Yoyon. 2018. *Internet of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Rasperry Pi berbasis Mobile*. Jurnal Ilmiah Komputer. Vol 4 (1), pp 19-26.
- Fatkhurrozi, Bagus, dan Saputra, Trisma Jaya. 2019. *Pemasangan Lampu Penerangan Jalan Berbasis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS Di Dusun Gentan Desa Purwosari Kecamatan Tegalrejo Kabupaten Malang)*. Jurnal civitas Ministerium. Vol . 3 (1), pp 54-63.
- Gunoto, Pamor, dan Sofyan, Sofan. 2020. *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 Wp Untuk Penerangan Lampu Di Ruang Selasar Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan*. Jurnal Sigma Teknika. Vol. 3 (2), pp 96-106.
- Hidayat, S. 2015. *Pengisian Baterai Portabel Dengan Menggunakan sel Surya*. Jurnal Energi dan Kelistrikan. Vol 7 (2), pp 137-143.
- Purwoto, Bambang, dan Ilham, Huda. 2018. *Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Alternatif*. Jurnal Teknik Elektro. Vol. 18 (1), pp 10-14.
- Riski, Ibrahim, dan Siswanti, Sri. 2018. *Sistem Monitoring Pengontrol Suhu dan Intensitas Cahaya Pada Penetas Telur Puyuh*. Jurnal TIKomSIN. Vol. 6 (1), pp 45-50.
- Rahayuningtyas, Ari, dan Santoso, Teguh. 2014. *Rancang Bangun Penetas Telur Sederhana Menggunakan Sensor Suhu dan Penggerak Rak Otomatis*. Jurnal Prosing SnaPP. ISSN 2089-3582.
- Sianipar, R. 2014. *Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Jurnal JETri. Vol 11 (2), pp 62-78.
- Wirajaya, M. R. 2020. *Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Otomatis Menggunakan Mikrokontroler*. Jambura Jirnal of Electrical Engineering (JEE). Vol 2 (1), pp 24-29.