

Rancang Bangun *Smart Agriculture* PLTS untuk Penerangan Tanaman Buah Naga Menggunakan *ESP32* dan *Cayenne myDevices*

Alfin Rizki Cahyono

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya
alfin.19008@mhs.unesa.ac.id

Reza Rahmadian, Widi Aribowo, Ayusta Lukita Wardani

D4 Teknik Listrik, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya
rezarahmadian@unesa.ac.id, widiaribowo@unesa.ac.id, ayustawardani@unesa.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi yang semakin pesat membuat energi menjadi ujung tombak bagi seluruh umat manusia. Salah satu energi yang banyak digunakan adalah energi listrik yang berasal dari bahan bakar fosil dapat dikurangi dengan menggunakan energi terbarukan salah satunya yaitu memanfaatkan energi matahari. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). PLTS juga dapat dikembangkan untuk petani buah naga. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dan teknik analisis data berupa deskriptif kuantitatif. Pada penelitian ini menggunakan pembaruan yaitu dengan menambahkan mikrokontroler untuk mempermudah petani buah naga dalam memonitoring dan mengontrol sebuah sistem PLTS dengan menggunakan aplikasi *Cayenne myDevices*. Pada pengujian PLTS ini dengan membandingkan waktu pengujian selama 5 dan 7 jam. Untuk pengujian panel surya selama 5 jam diketahui bahwa beban hidup selama 4 jam dengan rata-rata pengisian baterai yaitu sebesar tegangan 12,33V dan arus 2,35A. Untuk pengujian selama 7 jam diketahui beban menyala selama 6 jam dengan hasil rata-rata pengisian tegangan 11,95 dan 0,17A. Pada penelitian selanjutnya diharapkan untuk pengujian PLTS ditempatkan pada tempat yang memiliki intensitas cahaya matahari yang tinggi dan tidak terhalang oleh bayangan. Untuk pemilihan aplikasi mikrokontroler diharapkan memilih aplikasi yang minim akan eror atau bug.

Kata Kunci: PLTS, buah naga, ESP32, *Internet of Things*, *Cayenne myDevices*.

Abstract

The rapid development of technology has made energy the cornerstone for all mankind. One of the widely used energy sources is electricity generated from fossil fuels, which can be reduced by utilizing renewable energy, such as solar energy. This can be achieved through the use of a Solar Power Plant (PLTS). PLTS can also be developed for dragon fruit farmers. The research method employed is experimentation, and the data analysis technique used is quantitative descriptive analysis. In this study, an enhancement is introduced by integrating a microcontroller to facilitate dragon fruit farmers in monitoring and controlling the PLTS system using the *Cayenne myDevices* application. The testing of the PLTS is conducted by comparing its performance over 5 and 7 hours. During the 5-hour test of the solar panels, it was observed that the load operated for 4 hours, resulting in an average battery charging voltage of 12.33V and a current of 2.35A. In the 7-hour test, the load operated for 6 hours, leading to an average battery charging voltage of 11.95V and a current of 0.17A. In the subsequent research, it is expected to place the PLTS in a location with high solar irradiance and free from shadows. When selecting the microcontroller application, it is crucial to opt for one that minimizes errors or bugs.

Keywords: PLTS, dragon fruit, ESP32, *Internet of Things*, *Cayenne myDevices*.

PENDAHULUAN

Dampak positif perkembangan teknologi bagi masyarakat berkembang sangat pesat. Pada sektor industri, teknologi dapat membantu untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi dengan mengurangi waktu dan biaya, serta meningkatkan kualitas produk. Selain itu, dalam sektor pertanian, teknologi membantu petani dalam meningkatkan hasil panen dengan menggunakan teknologi pertanian modern. Menurut Roger (1983),

teknologi merupakan desain untuk alat bantu tindakan yang mengurangi ketidakpastian dalam mendapatkan suatu tujuan. Jacques Ellul (1967) juga menjelaskan bahwa teknologi adalah metode rasional yang efisien dalam kegiatan manusia.

Energi menjadi kebutuhan primer bagi masyarakat di banyak negara, termasuk Indonesia. Seiring berjalannya waktu, penambahan jumlah penduduk menyebabkan peningkatan akan konsumsi energi. Kebutuhan energi sangat penting di berbagai sektor kehidupan manusia seperti pertanian,

pendidikan, kesehatan, transportasi, dan ekonomi (Azirudin dkk., 2019). Penggunaan energi listrik yang bersal dari bahan bakar fosil dapat dikurangi dengan cara memanfaatkan energi terbarukan, khususnya energi surya. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), yang memanfaatkan radiasi untuk menghasilkan energi listrik. PLTS dapat menjadi salah satu alternatif dalam mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan membantu menjaga keberlanjutan lingkungan. Selain itu, Penggunaan PLTS juga dapat membantu mengurangi biaya energi dan meningkatkan akses masyarakat terhadap sumber energi yang lebih terjangkau dan ramah lingkungan (Arismunandar & Hendaro, 2017). Letak Indonesia yang berada di daerah tropis menjadikan pemanfaatan energi surya menjadi pembangkit listrik, sangat besar untuk diterapkan di Indonesia (Akella dkk., 2007).

Tanaman kaktus yang berasal dari daerah Meksiko, Amerika Tengah, dan Amerika Utara adalah salah satunya yaitu buah naga. Buah naga dikenal juga dengan sebutan pitahaya atau pitaya roja. Tanaman buah naga banyak di kenal di daerah Asia dan menjadi tanaman hias yang populer di berbagai negara karena keunikannya seperti di negara Thailand dan Vietnam. Awal masuk buah naga pada tahun 2000-an di Indonesia masih impor dari Thailand, selanjutnya pada tahun 2001 tanaman buah naga mulai berkembang di beberapa daerah di Indonesia seperti Pasuruan, Jember, Mojokerto, dan Jombang (Kristanto, 2003).

Untuk mempercepat produktivitas perkembangan buah naga para petani telah menemukan solusinya yaitu dengan memanfaatkan sinar lampu untuk memicu perkembangan bunga buah naga sebagai pengganti fotosintesis dari cahaya matahari. Pengganti lampu sebagai fotosintesis matahari di malam hari menyebabkan petani buah naga untuk membayar biaya instalasi dan biaya listrik dari PLN yang mahal (Hidayat dkk., 2016). Pada penelitian yang dilakukan oleh Firdaus dkk dan Lembar pada tahun 2019 dan 2021 untuk menjadi dasar pertimbangan adalah masih menggunakan cara lama untuk menghidupkan dan mematikan lampu pada saat waktu penyinaran buah naga sehingga petani sering lupa untuk menghidupkan atau mematikan lampu pada saat penyinaran buah naga. Pada penelitian ini akan memberikan sebuah teknologi untuk meng efisien kan petani dengan menggunakan teknologi IoT (Internet of Things).

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diuraikan diatas. Maka dari itu penelitian ini akan membahas tentang “Rancang Bangun Smart Agriculture PLTS untuk Penerangan Tanaman Buah Naga Menggunakan ESP32 dan *Cayenne myDevices*.

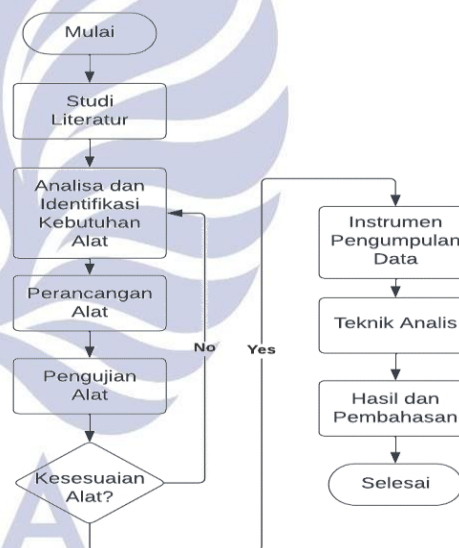
METODE

Jenis Penelitian

Dalam penelitian yang menggunakan teknik pengumpulan data yang berjenis eksperimen (percobaan) berupa pengamatan atau observasi, yaitu dengan mengambil hasil data dan mengamati data yang akan diuji, hasil data akan diolah untuk dilakukan riset lebih lanjut. Pengambilan data bertujuan untuk menemukan kevalidan data sehingga dapat menjelaskan secara objektif masalah yang timbul dari penelitian. Penelitian ini menganalisa data dan teknik menggunakan deskripsi kuantitatif. Teknik analisis ini menggunakan metode analisis data hasil percobaan yang hasilnya ditabulasikan dalam bentuk kuantitatif. Selain itu, materi dibentuk menjadi kalimat – kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan rapi, yang pada dasarnya memberikan jawaban atas permasalahan yang dipelajari.

Langkah Penelitian

Untuk tahap – tahap penelitian ini yang menggunakan metode eksperimen dapat ditunjukkan pada Gambar 1 diagram alir penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pada Gambar 1 menjelaskan beberapa tahapan atau alur yang digunakan untuk penelitian ini berikut untuk penjelasan rancangan penelitian :

1. Studi literatur diperlukan untuk mengumpulkan informasi dari buku atau jurnal untuk membantu menyusun penelitian ini.
2. Analisa dan identifikasi dapat dilakukan setelah studi literatur dengan menghitung menggunakan rumus yang bersumber dari buku atau jurnal.
3. Perancangan alat dilakukan dari analisa dan identifikasi yang telah dilakukan setelah perhitungan dan analisis kebutuhan alat.
4. Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui perhitungan dan analisa kebutuhan alat telah benar dan sesuai.

5. Kesesuaian alat perlu dilakukan pemeriksaan untuk mengetahui alat sudah berfungsi sesuai dengan yang diteliti. Jika alat tidak sesuai perlu dilakukan proses analisis dan identifikasi kebutuhan alat kembali.
6. Pengumpulan data perlu adanya instrumen yaitu dengan berupa lembar pengamatan.
7. Uji perbandingan digunakan dalam teknik analisis data yaitu dengan membandingkan variabel yang diperoleh berdasarkan data penelitian dengan parameter yang ditentukan.
8. Hasil dan pembahasan diperlukan untuk mengetahui hasil riset yang dilakukan berdasarkan parameter yang telah ditetapkan dalam riset data, sehingga dapat digunakan untuk membuat laporan akhir penelitian.

Menentukan Kapasitas Komponen PLTS

Agar sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dapat bekerja secara maksimal, maka spesifikasi komponen harus dipersiapkan dengan baik pada saat merancang sistem PLTS. Cara menentukan kapasitas komponen PLTS diantaranya :

Menentukan Kebutuhan Daya Listrik

Untuk menghitung jumlah watt daya yang digunakan alat penerangan buah naga yang akan dihasilkan oleh panel surya dan jumlah jam pemakaian per hari, hasil dari perhitungan ini menghasilkan satuan watt per hari (Fiyaa Suduri dkk., 2021). Untuk menghitung pemakaian daya dapat menggunakan persamaan 1

$$Wh = P \times h \quad (1)$$

Untuk persamaan 1 diketahui bahwa Wh adalah daya pemakaian, untuk p adalah beban yang dipakai, dan h adalah lama pemakaian. Beban Daya yang dipakai adalah Lampu LED sebesar 9 watt dan 5 lampu menghasilkan daya sebesar 45 Watt Total beban pemakaian selama 6 jam dengan beban daya yang dipakai 45 watt adalah 270 Wh.

Menentukan Kapasitas Panel Surya (PV)

Di Indonesia matahari rata – rata dapat diserap energi listrik secara maksimal selama 5 jam, dengan data *Peak Sun Hour* (PSH) dapat diketahui parameter *Global Horizontal Irradiation* (GHI), dimana $PSH = GHI / 365$ hari, yang dimana menjadi $PSH = 19052,9 / 365 = 5,2$ Jam, sehingga diketahui. Kapasitas panel surya dapat dihitung dengan persamaan 2

$$Wp = \frac{Wh}{5} \quad (2)$$

Diketahui bahwa Wh adalah daya pemakaian beban dan untuk Wp adalah kapasitas panel surya. Kapasitas panel surya adalah 270 Wh dibagi dengan rata – rata lama waktu penyinaran di Indonesia selama 5 jam jadi hasilnya adalah 54 Wp. Sehingga pada penelitian ini menggunakan panel surya berkapasitas 80 Wp.

Menentukan Kapasitas Solar Charge Controller (SCC)

Untuk menentukan kapasitas solar charge controller, harus diketahui karakteristiknya. Kebutuhan solar charge controller dapat diketahui dari data teknis modul surya. Kapasitas SCC dapat dihitung menggunakan ISC dalam karakteristik panel surya. Kapasitas SCC tidak boleh kurang dari arus panel surya. (Fiyaa Suduri dkk., 2021). Kapasitas arus pada $SCC = 4,7$ A. Sehingga SCC yang diperbolehkan digunakan adalah minimal sebesar 4,7 A dan pada penelitian ini menggunakan SCC sebesar 10 A.

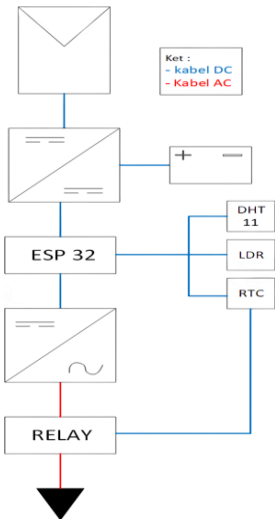
Menentukan Kapasitas Inverter

Penentuan inverter didapat dari total beban puncak atau total beban keseluruhan (Fiyaa Suduri dkk., 2021). Pada penelitian didapat total beban yaitu 270 Watt. Maka daya *output* inverter yang digunakan harus lebih dari 270 Watt. Daya inverter yang digunakan sebesar 500 Watt DC 12V to AC 220V.

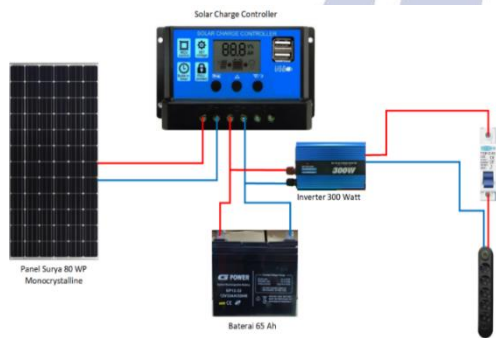
Perancangan Rangkaian PLTS

Pada Gambar 2 dan Gambar 3 adalah merupakan single line diagram dan *wiring diagram* perancangan PLTS *off grid* dari rangkaian plts dari modul panel surya dengan tegangan DC (*Direct Current*) menuju ke SCC (*Solar Charge Controller*) untuk mengatur tegangan masuk dari modul panel surya ke baterai supaya tegangan yang masuk pada baterai stabil.

Dari baterai menuju ke microcontroller *ESP32* untuk membuat alat *Smart Agriculture* pelampuan buah naga menjadi berbasis *Internet Of Things*, pada microcontroller *ESP32* dengan menggunakan arus DC (*Direct Current*) untuk menghidupkan pada sensor *DHT 11*, *LDR* dan *RTC (Real Time Clock)*. Untuk mengubah beban lampu AC (*Alternating Current*) harus menggunakan inverter dan pada beban lampu 9 watt diberikan *relay* agar bisa mengatur untuk menghidupkan dan mematikan lampu yang sudah terinterkoneksi oleh *RTC (Real Time Clock)* dan *Mikrokontroler ESP32*.



Gambar 2. Single Line Diagram Perancangan PLTS Off Grid



Gambar 3. Wiring Diagram Perancangan PLTS OFF Grid

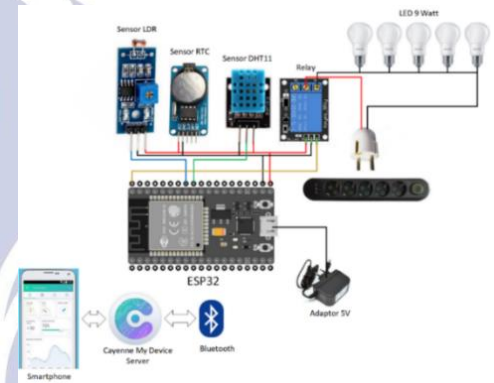
Perencanaan perancangan ini terdiri dari input berupa cahaya atau sinar radiasi matahari dengan dikonversi melalui modul panel surya *monocrystalline* 80 WP yang disalurkan menuju *Solar Charge Controller* (SCC), pada SCC melakukan pengisian pada baterai yang bertegangan DC (*Direct Current*) lalu akan dirubah dengan inverter menjadi tegangan AC (*Alternating Current*), *output* dari inverter menuju ke MCB untuk memproteksi jika terdapat tegangan yang berlebih atau tidak umum.

Perancangan Alat Smart Agriculture Pelampuan Buah Naga berbasis Internet Of Things (IOT)

Gambar 4 adalah merupakan *wiring diagram* dari rangkaian plts dari modul panel surya dengan tegangan DC (*Direct Current*) menuju ke SCC (*Solar Charge Controller*) untuk mengatur tegangan masuk dari modul panel surya ke baterai supaya tegangan yang masuk pada baterai stabil. Dari baterai menuju ke microcontroller *ESP32* untuk membuat alat *Smart Agriculture* pelampuan buah naga menjadi berbasis *Internet Of Things*, pada microcontroller *ESP32* dengan menggunakan arus DC (*Direct Current*)

untuk menghidupkan pada sensor *DHT 11*, *LDR* dan *RTC* (*Real Time Clock*). Untuk mengubah beban lampu AC (*Alternating Current*) harus menggunakan inverter dan pada beban lampu 9 watt diberikan *relay* agar bisa mengatur untuk menghidupkan dan mematikan lampu yang sudah terinterkoneksi oleh *RTC* (*Real Time Clock*) dan Mikrokontroler *ESP32*.

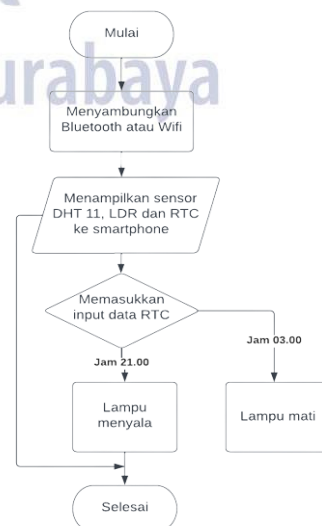
Perencanaan rancangan terdiri dari input berupa cahaya atau sinar radiasi matahari yang diubah oleh modul panel surya *monocrystalline* 80 WP menuju *Solar Charge Controller* (SCC), SCC mengisi baterai DC (arus searah) dan kemudian mengubahnya menjadi arus bolak-balik (*alternating current*) menggunakan inverter, *output* dari inverter menuju ke MCB untuk memproteksi jika terdapat tegangan yang berlebih atau tidak umum.



Gambar 4. Wiring Alat Smart Agriculture Pelampuan Buah Naga Berbasis Internet Of Things (IoT)

Perancangan Pemrograman Mikrokontroler

Gambar 5 menunjukkan flowchart programmer pada mikrokontroler *ESP32* menggunakan bahasa C untuk memprogram *software* Arduino. Langkah pertama dalam membaca sensor *ESP32* adalah menghubungkan ke jaringan *Bluetooth* atau *WiFi*. Kemudian ditampilkan sensor *DHT 11*, *LDR* dan *RTC* ke *Cayenne My Device*.



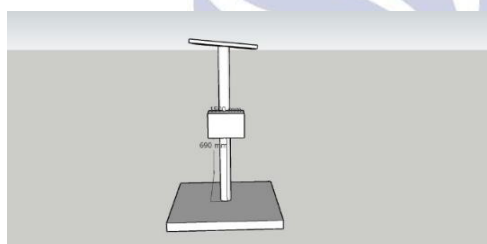
Gambar 5. Diagram Alir Pemrograman Mikrokontroler

Rancang Bangun Smart Agriculture PLTS untuk Penerangan Tanaman Buah Naga Menggunakan ESP32 dan Cayenne myDevices

Pada aplikasi *Cayenne My Device* user memasukkan *input* dan *output* untuk menyalakan dan mematikan lampu pada jam 19.00 dan mematikan pada jam 03.00, apabila pada saat jam 19.00 *relay* berfungsi untuk menyalakan dan pada saat jam 03.00 *relay* mematikan lampu.

Desain 3D Perancangan PLTS OFF Grid

Pada Gambar 6 adalah perencanaan desain PLTS *Off Grid* tanam an buah naga sangat membutuhkan tiang karena dahan dan dahan buah naga memerlukan penopang agar bisa menopang berat buah naga tinggi tiang biasanya berkisar antara 200 - 250 cm. (Jani & dkk, 2017). Desain tiga dimensi (3D) pada pemasangan PLTS *OFF Grid* memudahkan untuk merancang kerangka penempatan panel surya yang menampilkan meliputi pengukuran panjang, lebar, dan tinggi pada suatu kerangka panel surya. Pada penelittian ini rancangan pemasangan PLTS *OFF Grid* merancang tinggi tiang adalah 2 m, untuk jarak panel box dari bawah adalah 690 cm dan untuk kemiringan panel surya adalah sebesar 5° menghadap ke utara agar memaksimalkan mendapatkan radiasi sinar matahari.



Gambar 6. 3D Desain Perancangan PLTS *Off Grid*

HASIL DAN PEMBAHASAN

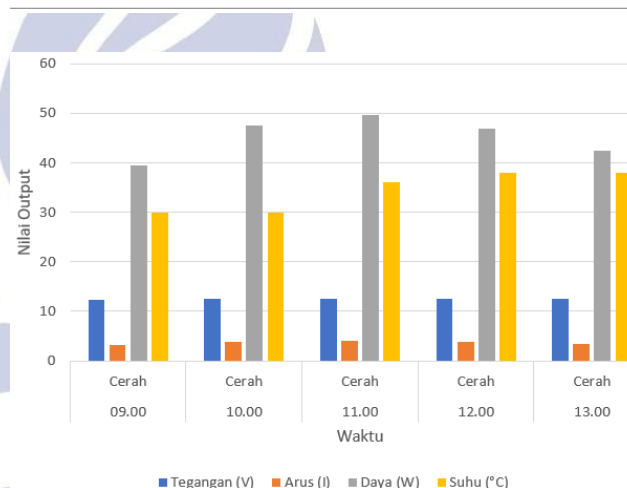
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya tegangan, arus dan daya yang dihasilkan panel surya untuk penerangan buah naga dengan *ESP32* dan *Cayenne mydevice* berdasarkan perbedaan waktu pengujian. Sebagai sumber energi alternatif, sel surya digunakan untuk meminimalkan konsumsi energi listrik dan beralih ke energi baru dan terbarukan. Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan waktu pengujian yang bertempat di belakang gedung K4 fakultas vokasi, Universitas Negeri Surabaya selama 5 jam dan 7 jam untuk mengetahui seberapa maksimal pengisian baterai untuk penerangan buah naga menggunakan *ESP32* dan *Cayenne myDevice*.

Pengujian Panel Surya Terhadap Waktu

Pengujian pada panel surya berkapasitas 80 Wp untuk mengubah dari radiasi sinar matahari menjadi energi listrik arus searah. Proses pengujian panel surya dilakukan selama 2 hari, selama 5 jam dan 7 jam yang dilakukan dari jam 9. Berikut adalah hasil pengukuran pengujian modul surya yang ditunjukkan pada Tabel 2 dan 3. Tabel 1 menunjukkan data teknis modul surya yang digunakan.

Tabel 1. Hasil pengujian panel surya selama 5 Jam

No	Waktu (WIB)	Cuaca	Output PV			
			V	I	W	°C
1	09.00	Cerah	12.34	3.20	39.49	30
2	10.00	Cerah	12.48	3.81	47.55	30
3	11.00	Cerah	12.52	3.96	49.58	36
4	12.00	Cerah	12.54	3.74	46.90	38
5	13.00	Cerah	12.56	3.38	42.45	38
Rata-Rata			12.49	3.62	45.19	34.30

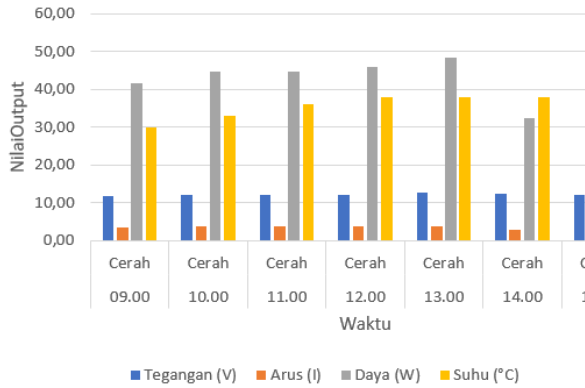


Gambar 7. Grafik Keluaran Panel Surya Untuk Pengujian Selama 5 Jam

Dari hasil percobaan berdasarkan Tabel 2 diperoleh data dari modul panel surya. Dapat diketahui tegangan dan arus keluaran panel surya yang mengalami peningkatan secara bertahap hingga mencapai daya yang maksimal sebesar 49,58 Watt pada pukul 11.00 WIB dan suhu yang mencapai 36°C. Kemudian pada pukul 12.00 WIB dan 13.00 WIB arus mengalami penurunan yang dikarenakan intensitas matahari yang menurun. dan Berdasarkan Tabel 2 tegangan dan arus rata – rata yang dihasilkan sinar matahari selama 5 jam adalah sebesar 12,48 dan 3,62.

Tabel 2. Hasil Pengujian Panel Surya Selama 7 Jam

Output PV						
No.	Waktu	Cuaca	V	I	W	°C
1	09.00	Cerah	11.87	3.50	41.55	30
2	10.00	Cerah	12.08	3.69	44.58	33
3	11.00	Cerah	12.08	3.69	44.58	36
4	12.00	Cerah	12.10	3.79	45.86	38
5	13.00	Cerah	12.51	3.86	48.29	38
6	14.00	Cerah	12.28	2.64	32.42	38
7	15.00	Cerah	12.03	0.35	4.21	30
Rata-Rata			12.20	2.87	35.07	36



Gambar 8. Grafik keluaran panel surya untuk pengujian selama 7 Jam

Pada Tabel 3 dapat diperoleh data hasil pengujian rata – rata tegangan dari keluaran panel surya adalah sebesar 12,20 V dan arus rata – rata adalah 2,86. Daya yang dihasilkan paling besar terjadi pada pukul 13.00 WIB yaitu sebesar 48,29 W. Pada saat pukul 15.00 arus mengalami penurunan yang signifikan hingga mencapai 0,35, dikarenakan sinar matahari yang mulai menurun intensitas radiasi matahari. Hasil yang diperoleh selama pengujian tidak sesuai dengan perhitungan desain yang telah ditentukan sehingga mempengaruhi penggunaan PLTS untuk penerangan buah naga. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor alam yang menyebabkan kurangnya daya yang dihasilkan oleh panel surya, suhu yang naik karena suhu juga mempengaruhi efektivitas pada panel surya (Harahap, 2020).

Pengujian Pada Keluaran SCC dan Pengisian Baterai Terhadap Waktu

Pengujian pada keluaran *scc* dan pengisian baterai terhadap waktu bertujuan untuk mengetahui berapa output dari *scc* untuk mengetahui lama pengisian baterai terhadap waktu yang digunakan untuk alat penerangan buah naga dengan menggunakan *ESP32* dan *Cayenne myDevice*. Kapasitas baterai yang digunakan adalah sebesar 12 Volt 65 Ah.

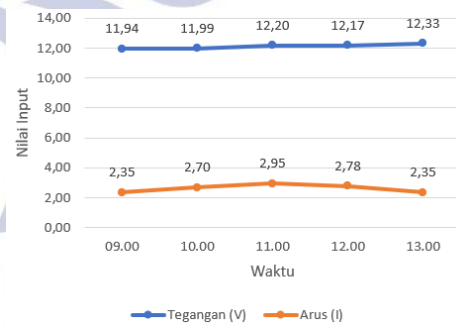
Tabel 3. Hasil Pengujian SCC Selama 5 Jam

Output SCC			
No.	Waktu (WIB)	Tegangan (V)	Arus (I)
1	09.00	12.23	2.93
2	10.00	12.36	2.87
3	11.00	12.40	3.59
4	12.00	12.42	3.47
5	13.00	12.44	2.94
RATA - RATA		12.37	3.16

Tabel 1. Hasil Pengujian Pengisian Baterai Selama 5 Jam

Baterai Input			
No.	Waktu (WIB)	Tegangan (V)	Arus (I)
1	09.00	11.94	2.35
2	10.00	11.99	2.70
3	11.00	12.20	2.95
4	12.00	12.17	2.78
5	13.00	12.33	2.35
RATA – RATA		12.13	2.63

Dari hasil percobaan pada Tabel 4 hasil pengujian *SCC* selama 5 jam didapat hasil maksimal pada pukul 11.00 WIB menunjukkan tegangan yang didapat adalah sebesar 12,44 V dan arus maksimal sebesar 3,59 A. Dan untuk Tabel 5 hasil pengisian baterai yang dimulai pada jam 09.00 – 13.00 WIB dengan tegangan 11,94 V dan arus 2,35 A, proses pengisian baterai selama 5 jam menunjukkan rata – rata tegangan untuk pengisian adalah 12,13 dan arus untuk pengisian baterai adalah 2,63 A.



Gambar 9. Grafik Pengujian Pengisian Baterai Selama 5 Jam

Tabel 5. Hasil Pengujian SCC Selama 7 Jam

Output SCC			
No.	Waktu (WIB)	Tegangan (V)	Arus (I)
1	09.00	11.77	3.04
2	10.00	11.96	3.38
3	11.00	11.98	3.54
4	12.00	11.96	3.54
5	13.00	11.40	3.95
6	14.00	11.18	3.23
7	15.00	11.93	0.08
RATA - RATA		11.74	2.97

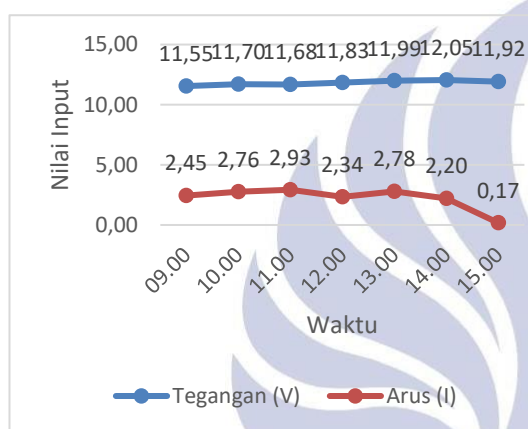
Rancang Bangun Smart Agriculture PLTS untuk Penerangan Tanaman Buah Naga Menggunakan ESP32 dan Cayenne myDevices

Tabel 6. Hasil Pengujian Pengisian Baterai Selama 7 Jam

Baterai Input			
No.	Waktu (WIB)	Tegangan (V)	Arus (I)
1	09.00	11.55	2.45
2	10.00	11.70	2.76
3	11.00	11.68	2.93
4	12.00	11.83	2.34
5	13.00	11.99	2.78
6	14.00	12.05	2.20
7	15.00	11.92	0.17
RATA - RATA		11.89	2.08

Tabel 7. Keluaran Baterai Untuk Pengisian Selama 5 Jam

Baterai Output			
No.	Waktu (WIB)	Tegangan (V)	Arus (I)
1	14.00	11.81	4.43
2	15.00	11.60	4.38
3	16.00	11.36	4.83
4	17.00	10.88	4.85
5	18.00	Lampu mati	
6	19.00	Lampu mati	
RATA - RATA		11.41	4.62



Gambar 10. Grafik Pengujian Pengisian Baterai Selama 7 Jam

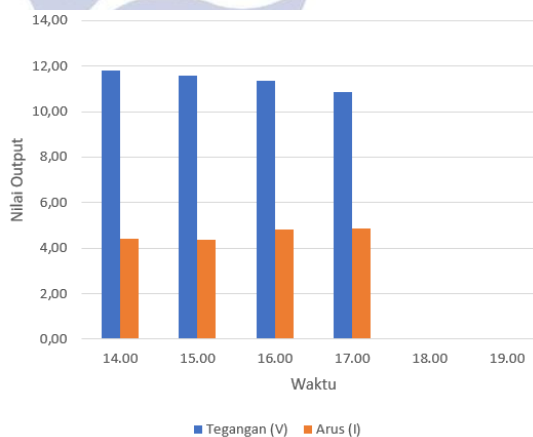
Pada hasil percobaan Tabel 6 hasil SCC selama 7 jam didapatkan hasil berbeda dari sebelumnya dikarenakan waktu yang lebih lama saat pengambilan data yang dimulai pada pukul 09.00 – 15.00 WIB yang dimulai dengan tegangan keluar dari SCC adalah 11,77 V dan arus 3,04 A, hasil keluaran maksimal didapat pada pukul 11.00 WIB dengan tegangan 11,98 V dan arus 3,54 A. Pada Tabel 7 hasil pengujian pengisian baterai selama 7 jam menghasilkan rata – rata pengisian baterai yaitu dengan tegangan 11,89 V dan arus 2,08 A.

Pengujian Pada Penggunaan Baterai dan Penggunaan Inverter untuk Penerangan Buah Naga Menggunakan ESP32 dan Cayenne myDevice

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui penggunaan baterai dan penggunaan dari inverter yang telah diketahui pengisiannya pada Tabel 5 dan 7 yang digunakan untuk penerangan buah naga selama beban waktu 6 jam. Berikut Tabel hasil pengujian yang didapat.

Tabel 8. Pengujian Inverter Berbeban

Inverter				
No.	Waktu (WIB)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)
1	14.00	122.30	0.54	41.80
2	15.00	117.30	0.52	40.00
3	16.00	124.40	0.54	43.30
4	17.00	124.50	0.54	43.00
5	18.00	Lampu mati		
6	19.00	Lampu mati		
RATA - RATA		122.13	0.54	42.03



Gambar 11. Grafik Pengujian Keluaran Baterai Berbeban Dengan Pengisian Selama 5 Jam

Pada Tabel 8 pengujian keluaran baterai untuk pengisian selama 5 jam, terlihat pada Tabel 7 pengisian baterai pada jam 14.00 WIB tegangan baterai adalah 12,33 V lalu saat pertama kali diberi beban tegangan baterai mencapai 11,81 V yang dikarenakan rugi - rugi oleh inverter yang mencapai 5 V pada saat awal diberi beban selanjutnya baterai turun secara berkala 0,2 A dengan arus rata 4,62 A, pada pukul 18.00 dan 19.00 WIB beban lampu padam dikarenakan baterai yang telah diatur di scc untuk

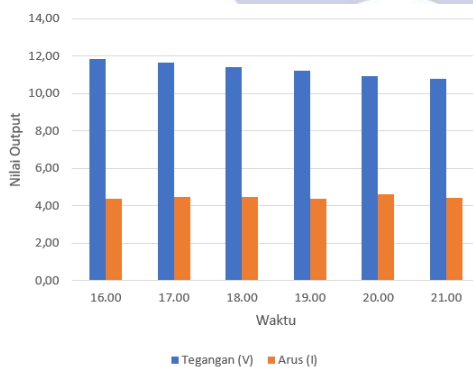
tidak memakai baterai dibawah 20% jadi *scv* diatur untuk menghentikan penggunaan pada 10,7 V. Pada Tabel 9 pengujian inverter berbeban rata – rata tegangan adalah 122,13 V, untuk arus rata – rata adalah 0,54 A, dan daya rata - rata pemakaian adalah 42,03 W.

Tabel 9. Keluaran Baterai Untuk Pengisian Selama 7 Jam

Baterai Output			
No.	Waktu (WIB)	Tegangan (V)	Arus (I)
1	16.00	11.86	4.39
2	17.00	11.66	4.48
3	18.00	11.43	4.48
4	19.00	11.20	4.38
5	20.00	10.94	4.64
6	21.00	10.77	4.43
RATA - RATA		11.31	4.47

Tabel 10. Pengujian Inverter Berbeban Inverter

No.	Waktu (WIB)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)
1	16.00	118.50	0.54	41.80
2	17.00	116.90	0.52	40.00
3	18.00	117.20	0.54	43.30
4	19.00	117.10	0.54	43.00
5	20.00	118.90	0.52	44.00
6	21.00	124.50	0.54	43.00
RATA - RATA		118.85	0.53	42.52



Gambar 12. Grafik Pengujian Keluaran Baterai Berbeban Dengan Pengisian Selama 7 Jam

Pada Tabel 11 pengujian inverter berbeban menghasilkan rata – rata tegangan 118,85 V, Arus 0,53 A dan daya rata – rata sebesar 42,52 W. Pada keluaran inverter terlihat bahwa tegangan, arus dan daya sangat stabil dikarenakan inverter yang digunakan adalah inverter jenis *PSW (Pure Sine Wave)*, sehingga keluaran yang didapatkan dan kerugian yang ditimbulkan akibat dari inverter tidak terlalu signifikan.

Pengujian Aplikasi *Cayenne myDevices* Pada Alat Penerangan Buah Naga

Pengujian ini dilakukan dengan masukan berupa sensor *DHT11* dan sensor *LDR*. Pengumpulan data ini bertujuan untuk mengetahui kinerja sensor *DHT11* dalam penginderaan suhu untuk menentukan suhu luar dan dengan demikian menentukan kinerja panel surya dalam hubungannya dengan suhu. Tujuan pengambilan data ini juga untuk mengetahui kinerja sensor *LDR* dalam mendeteksi kerusakan lampu dan mendeteksi *lux* lampu untuk penerangan buah naga.

Tabel 11. *Response Time Cayenne myDevices*

Command	Response Time
Tombol	01,50s
menghidupkan lampu	
Tombol mematikan lampu	01,64s
Temperature	00,15s
Humidity	00,15s
Luminosity	00,15s

Tabel 12 Diketahui setelah menggabungkan semua komponen, masih ada komponen yang kerjanya kurang baik. Pertama, sensor *LDR* dinilai kurang bagus karena tidak bisa menangkap cahaya di luar ruangan. Sensor *LDR* harus digunakan di dalam ruangan. Komponen kedua adalah aplikasi *Cayenne myDevices* dianggap kurang baik dikarenakan aplikasi tersebut masih dikatakan sangat baru dan masih terdapat bug yang berada dalam aplikasi *Cayenne myDevices* seperti sensor *LDR* yang tidak mau terbaca dalam aplikasi tersebut, Untuk komponen relay kinerja baik dikarenakan bisa mengatur secara otomatis dan secara manual lampu yang dipakai ketika waktu yang telah ditentukan untuk penggunaan lampu pada penerangan buah naga, untuk sensor *DHT11* juga baik dikarenakan bisa membaca suhu dan kelembaban pada area sekitar *PLTS off grid* yang digunakan berfungsi untuk membandingkan kinerja dari panel surya berapa tegangan yang keluar jika suhu dan kelembaban *fluktuatif*.

Pada pengujian untuk *response time* pada Tabel 13, untuk waktu menghidupkan lampu dengan menggunakan aplikasi *Cayenne myDevices* mengalami delay selama 01,50s dan untuk mematikan lampu mendapat delay selama 01,64s. Pada pembacaan sensor *DHT11* dan *LDR*, pembacaan dilakukan pada setiap 00,15s.

Tabel 12. Pengujian Mikrokontroler Untuk Penerangan Buah Naga

N	Alat	Fungsi	Keterangan	Baik	Tidak Baik
1	Relay	Kontrol waktu nyala dan mati lampu	Dengan menentukan jam untuk menghidupkan dan mematikan lampu secara otomatis	V	
2	DHT11	Melihat suhu dan kelembapan PLTS untuk penerangan buah naga	Dengan melihat suhu dan kelembapan dapat membandingkan kinerja panel surya	V	
3	LDR	Melihat lux cahaya matahari dan lampu	Dengan melihat lux cahaya matahari dapat melihat keluaran dari PLTS		V
4	Lampu	Pengganti alat fotosintesis pada siang hari	Dengan bantuan lampu pada malam hari tanaman buah naga tidak hanya berfotosintesis pada siang hari saja	V	
5	Aplikasi	Mengawasi dan mengontrol alat secara jarak jauh	Aplikasi mengontrol alat secara otomatis atau manual dalam bentuk suhu, kelembapan, cahaya atau relay		V
6	Konektivitas	menghubungkan alat dengan memanfaatkan konektivitas internet	Aplikasi untuk memantau dan mengontrol perangkat melalui koneksi internet	V	

Perhitungan Penghematan Biaya konsumsi Energi Listrik

Perhitungan penghematan biaya dapat dilakukan dari dua aspek, yaitu perhitungan modal awal dan perhitungan BEP (Break Event Point).

A. Modal Awal

Merancang sistem PLTS membutuhkan modal awal yang digunakan untuk membeli alat dan bahan yang diperlukan untuk membangun sistem. Terlihat bahwa biaya pemasangan PLTS *off grid* adalah Rp. 3.500.000 sedangkan biaya pemeliharaan 1-2% dari biaya investasi awal. Total biaya untuk PLTS dan pemeliharannya adalah sebesar 1% dari modal awal dan ditambah lagi dengan modal awal. Sehingga dapat pemeliharannya adalah sebesar 1% dari modal awal dan ditambah lagi dengan modal awal. Sehingga dapat diperoleh bahwa modal awal pembuatan dan pemeliharaan sistem PLTS adalah Rp. 3.535.000.

B. Menghitung BEP

Sistem PLTS yang digunakan adalah sistem PLTS *off grid*. Beban yang diterima PLTS adalah sebesar beban PLTS yaitu 2,18 kWh di kalikan dengan tarif listrik yaitu Rp. 1444,70.

Setelah dihitung tarif listrik yang harus dibayar adalah Rp. 3.149,4 per hari, maka biaya listrik

during one year can be calculated by multiplying the electricity tariff that must be paid during one year into the amount of Rp. 1,149,531.

To calculate how long the time needed is required to amortize the PLTS Off Grid construction cost with equation 3 is

$$BEP = \frac{C_{plts}}{C_{listrik\ pertahun}} \quad (3)$$

Initial modal cost PLTS off grid and its maintenance is Rp. 3,535,000, divided by electricity tariff that must be paid during one year is Rp. 1,149,531. So BEP for PLTS construction is 3,07 years

PENUTUP

Simpulan

Based on the research results regarding the Design of PLTS for Fruit Naga Lighting Using ESP32 and Cayenne myDevices can be concluded as follows :

1. During 5 hours of battery charging it was found that the solar panel can only fill the battery with a voltage of 12,33 V and a current of 2,35 A, the battery charging process during 5 hours shows that the load can only live for 4 hours. And during 7 hours of battery charging the solar panel can fill the battery up to 11,95 V and 0,17 A, the process

pengisian baterai yang dilakukan selama 7 jam dapat mensuplai beban selama 6 jam sesuai perhitungan beban yang akan dipakai.

2. Dari pengujian PLTS yang dilakukan selama 5 jam menghasilkan rata – rata tegangan adalah 12,49 V , arus sebesar 3,62 A dan daya sebesar 45,19 W dengan suhu rata – rata 34°C. Sedangkan pada pengujian panel surya yang dilakukan selama 7 jam juga menghasilkan rata - rata tegangan sebesar 12,14 V, arus 3,07 A dan daya 37,35 W dengan suhu rata – rata 36°C.
3. Dari analisa perhitungan penghematan pemakaian panel surya untuk penerangan buah naga didapat bahwa modal awal untuk pembangunan PLTS untuk penerangan buah naga adalah sebesar Rp. 3.535.000 dikarenakan adanya biaya perawatan sebesar 1%. PLTS untuk penerangan buah naga ini 2,18 kWh jika PLTS bekerja secara maksimal, untuk penggunaan tarif listrik perbulan dalam pnggunaan PLTS ini adalah sebesar Rp. 95,794,25 -/bulan, dan untuk BEP pembangunan PLTS untuk penerangan buah naga adalah selama 3,07 tahun.

Saran

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini tentunya ada beberapa saran yang didapat dari peneliti yaitu:

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan untuk memilih tempat pengujian PLTS yang memiliki intensitas radiasi matahari agar dapat memaksimalkan hasil dari PLTS.
2. Pada penelitian selanjutnya diharapkan untuk memilih aplikasi yang minim akan bug.
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambahkan berbagai aksesoris sensor untuk memudahkan masyarakat dalam melihat hasil keluaran tegangan, arus dan daya pada PLTS.
4. Diharapkan pada penelitian selanjutnya untuk penambahan sensor pengikut arah gerak matahari secara otomatis agar dapat memaksimalkan kinerja dari PLTS.

DAFTAR PUSTAKA

- Akella. A, Sharma. M, dan Saini. R, 2007. *Optimum utilization of renewable energy sources in a remote area*. Jurnal Renewable and Sustainable Energy Reviews, 11(5), 894–908.
- Anggara. I, Kumara. I, dan Giriantari. I. 2014. *Studi Terhadap Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1, 9 Kw Di Universitas Udayana Bukit Jimbaran*. Jurnal Spektrum, 1(1), 118–122.
- Arismunandar. R, dan Hendarto. D. 2017. *Rancang Bangun Sistem Pengisian Daya Perangkat Gadget Berbasis Panel Surya Sebagai Sumber Listrik Alternatif Di Fasilitas Umum*. Jurnal UIKA Bogor (Vol. 4, Nomor 2).
- Azirudin. T, Penelitian. B, Daerah. P, Pelalawan. K, Perkantoran. K, dan Praja. B. 2019. *Potensi Energi Angin Di Atas Bangunan Bertingkat Di Pangkalan Kerinci, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau*. Jurnal P3TKEBTKE, Dalam Juni (Vol. 18, Nomor 1).
- Firdaus. H, dan Rella Catur Trisno Wahyudi. N. 2019. *Powering Dragon Fruit Sukses Berkebun Buah Naga Dengan Teknik Penyinaran Listrik Di Kabupaten Banyuwangi*. Jurnal ITN, Vol. 5, No. 1.
- Suduri. Fiyaa. A, Haryudo. Isnur. S, dan Widyartono, M. 2021. *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 80 Wp Untuk Alat penetas Telur Berbasis IoT*. Jurnal Teknik Elektro Unesa, Vol 10, No. 3.
- Foster. R, Ghassemi, M, dan Cota. A. 2009. *Solar energy: renewable energy and the environment*. CRC press.
- Hanna. J, 2012. *Analisis Keekonomian Kompleks Perumahan Berbasis Energi Sel Surya (Studi Kasus: Perumahan Cyber Orchid Town Houses, Depok)*. Jurnal UI.
- Hasan. H, 2012. *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi*. Dalam Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRKT) (Vol. 10, Nomor 2).
- Hidayat. A, Yusuf. D, dan Negeri Banyuwangi. P. 2016. *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Matahari (Pltm) Sebagai Upaya Peningkatan Frekuensi Produksi Hasil Panen Tanaman Buah Naga Merah*. Jurnal Politeknik Negeri Banjarmasin, Vol 1.
- Hutasuhut. S, 2021. *Tugas Akhir Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Sebagai Sumber Energi Lampu Led Superbright*.
- Jani. A. R, 2017. *Analisis Usahatani Buah Naga Di Kecamatan Rimbo Tengah Kabupaten Bungo (Studi Kasus Usahatani Buah Naga Bapak Khusairi.SP)*. Jurnal Agri Sains, Vol. 1, No. 02.
- Jatmiko. J, Asyâ. H, dan Purnama. M, 2011. *Pemanfaatan sel surya dan lampu LED untuk perumahan*. Jurnal Semantik, Vol. 01, No.1.
- Kristanto. D, 2003. *Buah naga: pembudidayaan di pot & di kebun*. Penebar Swadaya.
- Manimekalai. P, Harikumar. R, dan Raghavan. S, 2013. *An overview of batteries for photovoltaic (PV) systems*. International Journal of Computer Applications, Vol. 82, No. 12.
- Naim. M, dan Wardoyo. S, 2017. *Dinamika Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Rancangan Sistem Kelistrikan Plts On Grid 1500 Watt Dengan Back Up Battery Di Desa Timampu Kecamatan Towuti*. Jurnal Dinamika Teknik Mesin. Vol. 8 No. 2.
- Pradityo. J, Winardi. B, dan Nugroho. A, 2015. *Evaluasi Dan Optimasi Sistem Off Grid*

Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Plth) Bayu Baru, Bantul, D.I. Yogyakarta. Jurnal Undip. Vol. 4, No. 3.

Quaschnig. V, 2016. *Understanding renewable energy systems.* Jurnal Routledge.

Rahayuningtyas. A, Furqon. M, Santoso. T, 2014. *Rancang Bangun Alat Penetas Telur Sederhana Menggunakan Sensor Suhu Dan Penggerak Rak Otomatis.* Jurnal Unisba, Vol. 04, No. 01.

Sianipar. R, 2017. *Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya.* Jetri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Vol. 11 No. 02.

Wardani. Ayusta Lukita, Andriawan. A. H, dan Basyarach, N. A. 2019. *Perbandingan Antara Solar Cell Tipe Monocrystalline Dan Polycrystalline Pada Keadaan Terhalang Untuk Pertimbangan Pemilihan Pembangkit Tenaga Surya.* Jurnal UNTAG. 251–256.

Zamroni. M, 2012. *Kajian Sistem Penyediaan Energi Listrik Hybrid Sel PV–Diesel Di Pulau Sebira Kepulauan Seribu.* Jurnal Sarjana ITB bidang Teknik Elektro dan Informatika, Vol. 01, No. 01.

