

## RANCANG BANGUN PLTS OFF GRID DENGAN KONTROL NODE-MCU DI GEDUNG KANTOR YATIM MANDIRI TANGERANG

Yogi Priyo Istiyono<sup>1</sup>, Raden Hernadi<sup>2</sup>, Said Dinul Hak<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah A.R. Fachruddin  
<sup>1,2,3</sup>Jalan K.H Syekh Km 4 No.13 Matagara, Kabupaten Tangerang, Banten 15720, Indonesia

<sup>1</sup>[yogi.priyo@unimar.ac.id](mailto:yogi.priyo@unimar.ac.id)

<sup>2</sup>[radenhernadi@unimar.ac.id](mailto:radenhernadi@unimar.ac.id)

<sup>3</sup>[saied24adson@gmail.com](mailto:saied24adson@gmail.com)

### INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 15-12-2023  
revisi : 23-12-2023  
diterima : 28-12-2023  
dipublish : 30-12-2023

### ABSTRAK

Energi adalah kebutuhan yang tidak dapat dilepaskan dalam kehidupan. Energi yang selama ini digunakan tidak mencukupi untuk kebutuhan energi masa depan sehingga dapat menimbulkan krisis energi. Untuk itu diperlukan energi alternatif untuk mengatasi hal tersebut, Salah satunya adalah pemanfaatan energi matahari. Tujuan dari studi yang penulis lakukan adalah mengaplikasikan energi hijau yang tepat guna pada sebuah gedung sebuah lembaga, mengaplikasikan Arduino, Node-MCU ESP8266, dan Blynk, dan menganalisa beberapa faktor suhu, kelembaban dan intensitas cahaya di area sekitar Panel Surya Polycrystalite Hasil dari pengujian dan pengamatan, terdapat dinamika di mana kenaikan suhu dan intensitas cahaya yang terjadi walaupun tidak selalu linear dengan peningkatan arus listrik  $I_{out}$  dari panel surya namun pada dasarnya menghasilkan regresi yang berkesinambungan. Pada suhu panel menyentuh  $40^{\circ}\text{Celcius}$ , panel surya *Polycrystalite* ini mengalami lonjakan nilai  $I_{out}$ , hal ini juga sejalan dengan grafik terbalik *humidity factor* di mana pada pemasangan panel surya di lingkungan terbuka, faktor kelembaban ini apabila semakin berkurang nilai kelembaban suatu tempat, umumnya panel surya tersebut menghasilkan  $I_{out}$  yang lebih tinggi.

*Kata kunci: Arduino; ESP8266; mikrokontroler; PLTS.*

**ABSTRACT**

Energy is an indispensable requirement in life. The energy currently being used is insufficient for future energy needs, potentially leading to an energy crisis. Therefore, alternative energy is needed to address this issue, and one of them is the utilization of solar energy. The objectives of the study conducted by the author are applying appropriate green energy to a building within an institution, implementing Arduino, Node-MCU ESP8266, and Blynk, and analyzing several factors such as temperature, humidity, and light intensity in the vicinity of Polycrystalline Solar Panels. The results of the testing and observations reveal a dynamic where temperature and light intensity exhibit fluctuations, although not always in a linear relationship with the increase in current ( $I_{out}$ ) from the solar panels. Essentially, it produces continuous regression. When the panel temperature reaches 40°Celsius, there is a spike in the  $I_{out}$  value of these Polycrystalline solar panels. This aligns with the inverse graph of the humidity factor, indicating that in open environments, as humidity decreases, the solar panels generally generate higher  $I_{out}$  values.

*Keywords: arduino; ESP8266; microcontroller; solar power plant*

**PENDAHULUAN**

Energi cahaya matahari dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik dengan memanfaatkan panel surya. Data potensi energi matahari untuk setiap wilayah akan berbeda tergantung dari topografi suatu wilayah. Kajian tentang data potensi matahari dibutuhkan juga untuk penerapan energi tersebut.

*Internet of Thing* (IoT) adalah salah satu tren baru di dunia teknologi yang akan kemungkinan besar menjadi tren di masa depan. Dengan kata lain IoT dapat menyambungkan alat-alat fisik seperti lampu, televisi, kulkas bahkan pintu rumah untuk terhubung ke internet atau bluetooth, sehingga dapat dikendalikan melalui gawai dalam jarak tertentu (apabila menggunakan bluetooth) dan jarak tak terbatas selama ada koneksi internet (apabila menggunakan modul pengaplikasian berbasis internet).

Tujuan dari studi yang dilakukan adalah mengaplikasikan *green energy* yang tepat

guna pada sebuah gedung/bangunan sebuah lembaga pendidikan sekaligus kantor Yatim Mandiri. Mengaplikasikan arduino dalam pengaplikasian *green energy* sebagai upaya mempermudah control, dan mengetahui pengaruh dinamika perubahan nilai suhu, intensitas cahaya, dan kelembaban. Terhadap Efektifitas  $P_{out}$  atau daya keluaran (dalam Watt). Serta uraian spesifik arus dan tegangannya.

Adapun manfaat yang akan dikemukakan dari penanganan masalah yang ada dalam membantu *electricity building* guna efisiensi atau penghematan dalam kurung waktu penelitian. Mengetahui dampak intensitas cahaya, kelembaban, dan suhu pada efektifitas perolehan tegangan panel surya. Sehingga dapat menjadi bahan perhitungan pihak lain dalam menganalisa kebutuhan akan instalasi panel surya di lingkungan masing-masing dengan menganalisa suhu, intensitas cahaya, dan kelembaban. Untuk dibuat rancangan

kebutuhan dan kemampuan *supply* yang memadai untuk diterapkan.

## TEORI

### Modul Node-MCU ESP8266 dan aplikasi Blynk.inc

Modul Wi-Fi ini dapat menghubungkan rangkaian elektronika dengan internet secara nirkabel karena modul elektronika ini menyediakan akses ke jaringan WiFi secara transparan dengan mudah melalui interkoneksi serial (UART RX/TX)..

Blynk adalah platform untuk IOS dan Android yang digunakan untuk mengendalikan modul mikrokontroler ESP8266, Arduino, Wemos, dan modul sejenisnya melalui internet.

### Panel surya

Panel Surya *Polycrystalline* yang digunakan pada penelitian ini memiliki spesifikasi; *Peak Power* ( $P_{max}$ ): 100 W, *Cell Efficiency* ( $\eta$ ): 16,93%, *Max Power Voltage* ( $V_{mp}$ ): 17,8 V, *Max Power Current* ( $I_{mp}$ ): 5,62 A, *Open Circuit Voltage* ( $V_{oc}$ ): 21,8 V, *Short Circuit Current* ( $I_{sc}$ ): 6,05 A, *Power Tolerance*: +- 3%, *Maksimum Sistem Voltage*: 1000 V DC, *Connector*: MC4 *Plug Type*, *Dimmension* (mm) : 1000 x 670 x 30 mm.

### Battery

Faktor terpenting yang menjadi indikator *battery* dapat digunakan sebagai penyimpanan untuk instalasi panel surya adalah, arus listrik, tegangan, dan CCA (*Cold Cranking Amperes*). Satuan ini menunjukkan kemampuan *battery* menyalakan mesin saat suhunya dingin, bahkan di bawah 0°C. Semakin tinggi rating CCA, semakin besar daya awal baterai. Catatannya, di Indonesia masyarakatnya lebih familiar dengan istilah Ah. Selain itu

CCA juga menentukan kemampuan menyalakan motor *starter* lebih besar. Misal, aki motor CCA dapat digunakan untuk menyalakan mesin mobil (*Gridoto*, 2017).



Gambar 1. Baterai deep cycle VRLA 100 Ah technologies

### SCC (Solar Control Charger)

*Controller* digunakan untuk mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari *over charging*, dan *over voltage*. Apabila baterai dalam keadaan kondisi sudah terisi penuh maka listrik yang disuplai dari modul surya tidak akan dimasukkan lagi pada baterai dan sebaliknya juga jika keadaan kondisi baterai sudah kurang dari 30% maka *charge controller* tersebut akan mengisi kembali baterai sampai penuh.

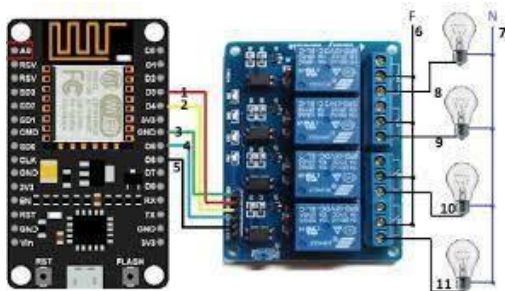
### Inverter 1000 W

Inverter adalah suatu rangkaian elektronika daya yang digunakan untuk mengkonversi atau mengubah tegangan listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak balik (AC). Inverter mengkonversi arus DC 12-24 V dari perangkat seperti baterai, panel surya/solar cell menjadi arus AC 220 V.

### Relay

Modul Relay 5V adalah modul penghubung kontrol dari perangkat bertegangan di atas 5V ke mikrokontroler—yang umumnya bertegangan di bawah 10V, dapat dikontrol langsung oleh berbagai

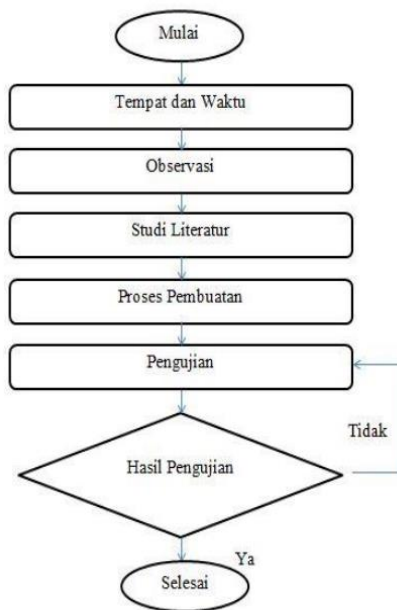
mikrokontroler seperti Arduino, AVR, PIC, ARM dan MSP430.



Gambar 2. Wiring relay menggunakan ESP Node-MCU.

## METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan melakukan observasi dilapangan terlebih dahulu mengenai kapasitas beban yang akan di tanggung oleh panel surya. Setelah itu melakukan perakitan komponen PLTS. Tahapan penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 3.

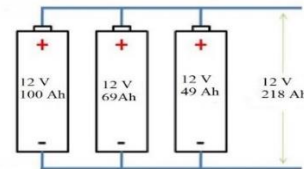


Gambar 3 Flowchart penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Peneliti menggunakan tegangan keluaran *battery* sebesar 12 V, hal ini

mengacu pada inverter yang akan digunakan yaitu input 12 V. Sehingga rangkaiannya adalah sebagai berikut:



Gambar 4 Simulasi Rangkaian Baterai Paralel

Rangkaian paralel dihubungkan dengan cara menghubungkan kutub positif baterai satu dengan kutub positif baterai dua dan dengan kutub positif baterai tiga, kemudian kutub negatif *battery* satu dengan kutub negatif *battery* dua, dan dengan kutub negatif baterai tiga. Tegangan yang dihasilkan adalah jumlah tegangan ketiga baterai dibagi banyak baterai, sedangkan arus listrik yang diperoleh adalah jumlah keseluruhan arus listrik baterai satu ditambah arus listrik baterai dua, ditambah arus listrik baterai tiga. Hal ini didapati dari :

$$\frac{1}{V_{total}} = \frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2} + \frac{1}{V_3} \quad (1)$$

$$I_{total} = I_1 + I_2 + I_3 \quad (2)$$

Sehingga dari ketiga baterai yang digunakan dalam penelitian, diperoleh besaran tegangannya adalah 12 V, dan arus listrik sebesar  $100 \text{ A} + 69 \text{ A} + 49 \text{ A} = 218 \text{ A}$ . sehingga daya totalnya adalah

$$W_{total} = I_{total} \cdot V_{total} \quad (3)$$

Dengan demikian nilai energi per jam pada baterai dalam penelitian ini adalah,  $218 \times 12 = 2.216 \text{ Watt hour (Wh)}$  atau  $2,216 \text{ kWh}$ . Kemampuan dan kapasitas baterai ini dikonversi oleh inverter dari arus DC diubah menjadi arus AC tegangan 220V. Kemudian setelah di-*output* oleh inverter, arus listrik AC 220V tersebut terlebih dahulu dihubungkan ke pengaman MCB. Setelah melalui MCB, aliran listrik dibagi menjadi

empat untuk dibagi ke 4 relay yang akan dihubungkan ke kontrol Node- MCU ESP8266. Berikutnya aliran listrik AC tersebut dialirkan ke perangkat- perangkat listrik yang diinginkan. Pada penelitian ini, beberapa peralatan listrik yang berhasil dioperasikan adalah sebagai berikut:

1. Kipas angin 38 W.
2. Kipas angin mini dan lampu LED 12W.
3. *Personal Computer (idle 50W, operasi 100-250 W).*
4. Printer Epson L3110 (*idle 3.9 W, operasi 12 W).*
5. Kipas angin tempel dinding 25 W

Operasional PLTS ini sangat tergantung terhadap kesehatan baterai yang digunakan. Daya yang dipasok untuk digunakan mengoperasikan peralatan listrik seperti yang disebutkan di atas juga dipengaruhi kapasitas *output* dari inverter saat pengoperasian alat-alat listrik dan juga saat instalasi kabel ke jaringan lampu-lampu, sehingga mengakibatkan dua hal yang berdampak pada efektifitas pengoperasian energi dari PLTS terhadap beban peralatan listrik yang hendak dijadikan objek pengamatan kemampuan sesungguhnya dari satu buah panel solar *polycrystalline* 100 Wp dan tiga buah *battery* yang dihubungkan paralel 2.216 Watt *hour*, 12 V, serta inverter 3000 W. Pada proses pengamatan selanjutnya, periode kedua. Tegangan yang dihasilkan adalah jumlah tegangan ketiga baterai dibagi banyak baterai, sedangkan arus yang diperoleh adalah jumlah keseluruhan arus baterai pertama ditambah arus baterai kedua, ditambah arus baterai ketiga dari ketiga baterai yang digunakan dalam penelitian, diperoleh besaran tegangan sebesar 12 V, dan arus  $100A + 69A + 49A = 218 A$ . Kemudian nilai Wh atau Watt *hour* pada baterai dalam penelitian ini adalah,  $218 \times 12 = 2.616$  Watt *hour* (Wh) atau

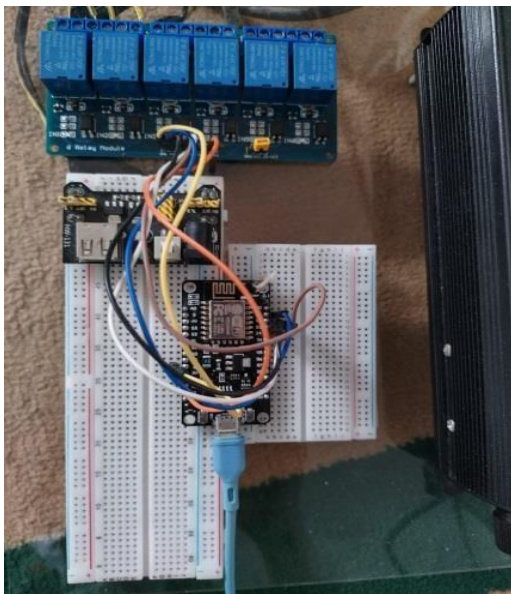
2,216 kWh energi. Sedangkan untuk tegangan totalnya diperoleh nilai sebesar 10,67 V.

PLTS pada penelitian ini masih mampu mengangkat beban seperti tertera di atas, dikarenakan apabila di *compare* kemampuan inverter yaitu sebesar 500 W, hal ini masih lebih besar dari pada jumlah daya beban peralatan di atas: Kipas angin 38W + Kipas angin mini dan lampu LED nya 12 W + *Personal Computer (idle 50 W, operasi 100-250 W)* + Printer Epson L3110 (*idle 3.9 W, operasi 12 W*) + Kipas angin tempel dinding (25 W). Apabila dihitung dengan kondisi normal di mana terjadi proses konsumsi energi dari kapasitas baterai seharusnya dalam keadaan *full charge* maka konsumsi beban-beban yang tertera tersebut dapat bertahan selama 7,76 jam di dapat dari 2.616 Wh dibagi dengan 337 W sehingga diperoleh 7,76 jam. Berdasarkan beberapa referensi, *battery* yang digunakan sebagai *storage power* PLTS ini tidak direkomendasikan untuk digunakan melewati 50%, di mana hal tersebut akan mengakibatkan usia *battery* ataupun juga kemampuan tegangan *battery* menjadi *drop* sehingga baterai sudah tidak mampu lagi diberikan beban lagi.

Peralatan listrik hanya dapat menyala ketika kondisi cahaya matahari dan suhu dan kelembaban pada kondisi puncak/*peak*, yang artinya *storage/baterai* sudah sangat minim sekali kehandalannya sebagai *saving energy/penyimpan energi*, yang berarti PLTS pada kondisi seperti ini sudah sangat bergantung pada *peak time/waktu puncak* yang bertahan sekitar 2 – 3 jam pada waktu normal setiap harinya, yaitu sekitar pukul 11.00 – 13.00 atau 11.00 – 14.00, ataupun jam lain sesuai cuaca pada hari tersebut. Analisis lengkap diberikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1** Analisa Data Kelembaban Suhu, Intensitas Cahaya Terhadap Perolehan Arus, Tegangan, dan Daya

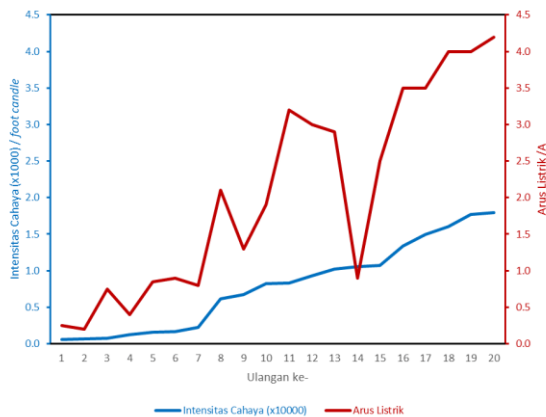
Tanggal / Jam	Rh (%)	Suhu sekitar panel (°C)	Suhu dalam bangunan (°C)	Intensitas Cahaya (x1000)		Arus Listrik (A)	Tegangan (V)
				(Lux)	(Fc)		
tanggal 11/4 (13.00)	50	44,5	36	165,2	16,01	4	10,15
tanggal 11/4 (16.00)	61	33	32,5	126,2	12,1	0,2	9,7
tanggal 12/4 (09.00)	70	34	30	102,01	9,71	0,5	9,6
tanggal 12/4 (12.00)	56	48,5	33,6	95,07	9,03	3	10
tanggal 12/4 (13.00)	45	44,5	36	164,87	15,98	4	10,15
tanggal 12/4 (13.15)	45	54	37	167,11	16,28	4	10,15
tanggal 13/4 (12.00)	52	48,2	34	97,9	9,326	3	10
tanggal 13/4 (16.00)	49	41	36	24,1	1,987	0,5	10
tanggal 18/4 (12.00)	47	40	36	22,2	1,787	0,35	9,7
tanggal 20/4 (09.00)	62	40	33	21,3	1,687	0,9	10,6
tanggal 20/4 (13.00)	78	26	30	6.913	0,576	0,25	10
tanggal 20/4 (15.00)	73	34,5	33	72,9	6,76	1,3	10,1
tanggal 20/4 (16.00)	58	36	34	8,35	0,776	0,75	9,9
tanggal 22/4 (09.00)	66	43	32	10,01	9,59	2,4	10,5
tanggal 22/4 (11.00)	50	39	35	16,3	1,587	0,85	10,3
tanggal 22/4 (12.00)	50	46	35	189,7	17,73	4	10,8
tanggal 22/4 (13.00)	44	50	38	171,5	16,02	4	10,2
tanggal 23/4 (09.00)	53	44	45	143,1	13,42	3,5	9,7
tanggal 23/4 (08.00)	72	40	32	172,8	10,54	0,9	9,6
tanggal 23/4 (12.00)	43	47	38	89,09	8,326	3,2	9,9
tanggal 23/4 (16.00)	56	32	33	7.237	0,676	0,2	9,8
tanggal 24/4 (09.00)	51	59	34	159,7	14,92	3,5	10,1
tanggal 24/4 (11.00)	42	63	37	191,9	17,93	4,2	10,4
tanggal 24/4 (15.00)	42	49	38	115	10,76	2,5	9,8
tanggal 24/4 (16.00)	46	38	36	13,74	1,284	0,4	9,7
tanggal 10/5 (07.00)	66	37	31	23,86	2,23	0,8	10,2
tanggal 10/5 (08.00)	61	46	32	88,7	8,2	1,9	10,6
tanggal 10/5 (09.00)	46	51	35	65,25	6,144	2,1	10,7
tanggal 10/5 (11.00)	44	50	37	109,3	10,21	2,9	11



**Gambar 4.** Tampilan rangkaian ESP8266 ke relay

**Tabel 2.** Nilai Intensitas Cahaya Terhadap Arus Listrik.

	Intensitas cahaya (Fc) (x10000)	Arus Listrik (A)
1	0,0576	0,25
2	0,0676	0,2
3	0,0776	0,75
4	0,1284	0,4
5	0,1587	0,85
6	0,1687	0,9
7	0,223	0,8
8	0,6144	2,1
9	0,676	1,3
10	0,82	1,9
11	0,8326	3,2
12	0,9326	3
13	1,021	2,9
14	1,054	0,9
15	1,076	2,5
16	1,342	3,5
17	1,492	3,5
18	1,602	4
19	1,773	4
20	1,793	4,2



**Gambar 5.** Perbandingan arus listrik terhadap intensitas cahaya.

Pada hasil Gambar 5 terlihat peningkatan terjadi pada arus yang diperoleh dari panel surya, linear dengan kenaikan nilai intensitas cahaya di lingkungan tempat pemasangan panel surya. Adapun beberapa fluktuasi yang menyebabkan grafik di atas turun di titik nomor sembilan adalah dikarenakan kondisi hujan, berdasarkan data *based* penelitian. Juga, kondisi di nomor empat belas adalah dikarenakan kondisi pagi hari dan dikarenakan panel surya yang kami gunakan selama penelitian tidak dilengkapi *solar tracker* dan sedikit terhalang atap ketika di pagi hari, sehingga hal ini menjadi kekurangan solar panel yang dipasang secara statik

## KESIMPULAN

Penggunaan PLTS *offgrid* di beberapa peralatan listrik yang digunakan di gedung tempat penelitian. Daya dari baterai 100Ah 12V *deepcycle* ditambah 69Ah 12V baterai *stop and go* mobil, ditambah 49Ah 12V standart baterai mobil, kemudian *disupport* hanya dengan satu buah panel solar 100 wp *polycrystalline* dan inverter 1000 W belum mampu memenuhi kebutuhan listrik di gedung ini (dua buah kipas dengan rata-rata

beban 35 Wh, PC (*idle* 50W, operasi 100-250 W), laptop 65wh, printer Epson L3110 (*idle* 4 Wh, *operation* 12 Wh) dengan maksimum sepanjang hari selain itu penggunaan baterai di malam hari dengan beban lampu non LED, lampu halogen atau lampu lain yang memiliki beban lebih besar. Keadaan beban di malam hari di mana tidak ada tegangan maupun arus listrik input dari panel surya menyebabkan baterai terkuras sampai di bawah batas terbaik volum daya baterai yaitu 30% - 50%.

Kedua, penyematan ESP8266 dapat bekerja, terlihat dari komponen mikrokontroler tersebut dapat menyalakan dan menghidupkan aliran listrik yang terhubung ke komponen tersebut melalui relai. Hal ini dapat membantu pengontrolan ketika lupa mematikan lampu seperti pada pembahasan instalasi PLTS. ESP8266 ini memungkinkan untuk pengembangan lebih banyak *variable* dikemudian hari seperti membaca tegangan dan arus.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Muhammadiyah A.R. Fachruddin yang telah memberi dukungan baik moril maupun spirituil sehingga dapat terlaksana penelitian ini dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Kindhi, Berlian. Pramudijanto, Josaphat. Pratama, Surya Ilham, dkk. 2021. Solar Cell Based Integrated Sensor System Monitoring on Smart IoT. [ieeexplore.ieee.org](http://ieeexplore.ieee.org). IEEE Interntional Conference on Communication, Networks, and Satellite (ComNetSat).
- Bawalo, J., Rumbayan, M., & Tulung, N. M. (2021). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Rumah Kebun Desa Ammat Kabupaten Kepulauan Talaud.

- Cahyono, Danur Dwi. 2020. "STUDI LITERATUR : SISTEM PANEL SURYA MENGGUNAKAN AUTOMATIC TRANSFER SWITCH DAN SOLAR TRACKING", <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/39161?articleBySameAuthorPage=6>
- Imaduddin Marie Gindo, Heri Suyanto "Studi Perencanaan On Grid Dengan Kapasitas 30 kWp Di Taman Wisata Angke Kapuk", STTPLN, Oktober 2019.
- Khaffi, A., Idris, A. R., & Sofyan, S. (2020, October). Rancang Bangun Modul Trainer Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). In *Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)* (pp. 15-21).
- Kristiawan, H., Kumara, I. N. S., & Giriantari, I. A. D. (2019). Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Gedung Sekolah di Kota Denpasar. *Jurnal Spektrum*, 6(4).
- Purwoto 2018. "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif". Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ramadhani Ing Bagus, "Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Dos and Don't", Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2018.
- Romdoni, Risky. 2021. "Prototipe Model Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terhadap Pemanas Air (Calorfier) dengan Mikrokontroler Sebagai Ala Kontrol Jarak Jauh Di Kapal" [repository.pip-semarang.ac.id/3550/2/541711206430\\_T\\_SKRIPSI\\_OPEN\\_ACCESS.pdf](https://repository.pip-semarang.ac.id/3550/2/541711206430_T_SKRIPSI_OPEN_ACCESS.pdf)
- Sitohan, Michael Parningotan, 2019. "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat Off-Grid System".
- Soewarto, Alamsyah, T., & Budiman, A. (2020). Optimaliasi Beban pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid 2000Wp. In *Seminar Nasional Teknik Elektro* (Vol. 5, No. 2, pp. 298-300).
- Yumono, Setyo. Diharto. , dan Nugroho Wahyu Pratama. 2021. "Manfaat Pengadaan Panel Surya dengan Menggunakan Metode On Grid".