

## **DESAIN SEL SURYA UNTUK KEBUTUHAN PENERANGAN RUMAH TINGGAL**

### ***SOLAR CELL DESIGN FOR DESIGNATION NEEDS RESIDENTIAL HOME***

**Oriza Candra<sup>1</sup>, Syaiful Islami<sup>2</sup>, Syamsuarnis<sup>3</sup>, Asnil<sup>4</sup>, Erita Astrid<sup>5</sup>, Desty Indah  
Wulansari<sup>6</sup>**

Universitas Negeri Padang  
orizacandra@ft.unp.ac.id

#### **ABSTRACT**

*Population growth, residential areas, industry and the economy will increase the need for electrical energy. The increase in demand for electrical energy that did not occur with the growth in the supply of electrical energy resulted in a blackout. Power outages in residential homes can be overcome by installing off grid solar cells with backup batteries. The purpose of this research is to produce a renewable energy power plant design with 6 x 50 Wp solar cells with a battery capacity of 150 Ah at a voltage of 12 V. The installation of solar panels in these houses can be used for lighting with a capacity of 300 watts. The results of this study indicate that weather changes greatly affect the power generated from solar cells where the brighter the weather will produce more power than when the weather is cloudy. After testing the solar cell, there are suggestions that the electrical energy generated by the Solar Power Plant (PLTS) can only be used for lighting purposes and small loads in homes..*

**Keywords:** *Electrical Energy, Solar Cell, Residential Home*

#### **ABSTRAK**

Seiring dengan pertumbuhan penduduk, kawasan pemukiman, industri dan ekonomi akan meningkatkan kebutuhan energi listrik. Peningkatan kebutuhan energi listrik yang tidak diikuti dengan pertumbuhan pasokan energi listrik mengakibatkan terjadi pemadaman listrik. Pemadaman listrik pada rumah tinggal dapat diatasi dengan pemasangan sel surya off grid dengan backup battery. Tujuan penelitian ini menghasilkan desain pembangkit listrik energi terbarukan dengan sel surya 6 x 50 Wp dengan kapasitas baterai 150 Ah pada tegangan 12 V. Pemasangan panel surya pada rumah tinggal tersebut dapat dimanfaatkan untuk penerangan dengan kapasitas 300 watt. Hasil penelitian ini bahwa perubahan cuaca sangat mempengaruhi daya yang dihasilkan dari sel surya dimana semakin cerah cuaca akan menghasilkan daya yang lebih besar dibandingkan saat cuaca berawan. Setelah melakukan pengujian pada solar cell memiliki saran Energi listrik yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) hanya bisa digunakan untuk keperluan lampu penerangan dan beban kecil yang ada di rumah tinggal.

**Kata Kunci:** Energi Listrik, Panel Surya, Rumah Tinggal

#### **PENDAHULUAN**

Sejak beberapa tahun terakhir, seiring dengan pertumbuhan penduduk, kawasan pemukiman, industri dan ekonomi, Daerah pelosok yang tidak terjangkau mengalami krisis energi listrik. Krisis ini menyebabkan seringnya terjadi pemadaman listrik di seluruh daerah di kawasan ini. Setiap tahun, dengan alasan perawatan mesin, PLN juga harus mengambil langkah pemadaman bergilir, selama kurang lebih 1 hingga 2 bulan. Artinya,

kawasan pelosok harus mengalami pemadaman listrik setiap 2 atau 3 hari sekali selama waktu tersebut. Biasanya, pola yang digunakan adalah 2 hari nyala 1 hari padam. “Kemudian juga jika masyarakat berhemat dengan mengurangi minimal dua lampu saat jam 17- 22.00 Wita, sehingga beban puncak turun, maka waktu pemadaman akan lebih pendek” .

Saat terjadi pemadaman masyarakat dapat memahami kondisi

yang sedang terjadi. Pemeliharaan rutin dilakukan sehingga dapat mengoptimal kinerja memasok listrik ke masyarakat. Berdasarkan permasalahan tersebut, energi surya dipilih sebagai energi alternatif untuk menghasilkan energi listrik (Daging et al., 2019). Alat yang digunakan disini adalah sel surya, karena dapat mengkonversikan langsung radiasi sinar matahari menjadi energi listrik (proses photovoltaic) (Krismadinata et al., 2018). Agar energi surya dapat digunakan pada malam hari, maka pada siang hari energi listrik yang dihasilkan disimpan terlebih dahulu ke baterai yang dikontrol oleh regulator. Keluaran regulator langsung dihubungkan dengan inverter dari arus DC ke AC.

Sistem PLTS untuk keperluan rumah tinggal ini menggunakan konsep Off Grid (independen dari jaringan PLN) dengan baterai sebagai penyimpan energi untuk suplai daya di malam hari (Karim, 2019). Namun Inverter yang digunakan adalah jenis Bi-directional Inverter sehingga listrik dari jaringan PLN dapat menjadi backup apabila energi dari PLTS yang disimpan di baterai tidak mencukupi kebutuhan listrik rumah. Hal ini bisa terjadi pada saat cuaca sedang berawan selama berhari-hari sehingga tidak ada energi matahari yang terserap ke sistem PLTS. Dengan demikian tentunya akan sangat memudahkan pengguna sehingga tidak akan terjadi mati lampu (*black out*).

## METODE

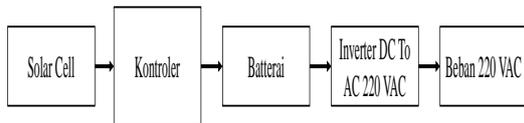
Tahapan yang dilakukan untuk perencanaan pembuatan alat pembangkit listrik tenaga surya dengan kapasitas 300 Watt terdiri dari tahapan sebagai berikut :

1. Pemilihan sel surya (solar cell module) menyesuaikan keadaan serta kebutuhan beban yang di butuhkan untuk penerangan.

2. Pemilihan jenis dan kapasitas solar charge controller disesuaikan dengan kebutuhan PLTS yang akan dibangun.
3. Pemilihan kapasitas baterai pemilihan baterai yang digunakan disesuaikan dengan sel surya terpasang.
4. Pemilihan jenis inverter pemilihan inverter diperlukan untuk menyesuaikan, berapa daya maksimum yang direncanakan.
5. Pembuatan desain bertujuan untuk mempermudah dalam proses pembuatan alat sehingga dalam proses pembuatannya lebih terarah.
6. Persiapan alat dan bahan bertujuan agar dalam proses pengerjaan alat sesuai dengan kebutuhan.
7. Perakitan bertujuan untuk menggabungkan semua bahan atau komponen yang telah disiapkan, sesuai dengan desain.
8. Proses pengumpulan data dilakukan saat proses pengukuran yang bertujuan untuk mengetahui apakah PLTS yang sudah dibuat telah sesuai dengan desain.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Diagram blok rangkaian merupakan salah satu bagian terpenting dalam sebuah perancangan komponen elektronik, dengan adanya diagram blok dapat memberikan kemudahan dalam mengetahui prinsip kerja sebuah alat secara keseluruhan dan juga memberikan kemudahan dalam mengetahui sebuah kesalahan pada alat dengan melakukan pengecekan pada bagian blok diagram. Dari beberapa blok diagram yang telah di gabungkan tersebut membentuk sebuah sistem yang dapat di fungsikan sesuai dengan perancangan.



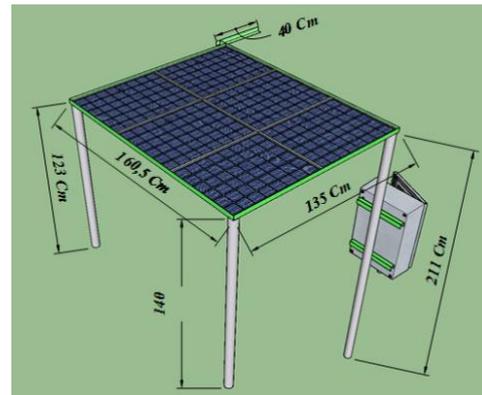
**Gambar 1. Blok Diagram**

Berdasarkan gambar 1 dapat di jelaskan bahwa pembangkit listrik tenaga surya terdiri dari 4 komponen utama yakni, solarcell, kontroler, baterai dan inverter DC to AC 220 VAC. Adapun fungsinya masing-masing dijelaskan pada pembahasan berikut ini.

Gambar 1 menjelaskan prinsip kerja pembangkit listrik tenaga surya yakni, sumber energi matahari yang ada di alam di manfaat oleh sel surya untuk menghasilkan energi listrik. Besar kecilnya energi listrik yang dihasilkan solar cell tergantung dari panasnya sinar matahari yang ada. Energi listrik yang dihasilkan akan di teruskan ke kontroler pembangkit. Kontroler akan mengontrol tegangan yang dihasilkan oleh sel surya untuk di salurkan ke baterai, inverter dan ke beban langsung dengan tegangan 12 VDC. Baterai yang digunakan untuk menyimpan daya yang dihasilkan oleh sel surya dan inverter digunakan untuk merubah arus DC 12 ke arus AC 220 VAC sehingga tegangan yang dihasilkan dapat digunakan oleh konsumen.

### Desain Tata Letak Sel Surya

Pembuatan tempat sel surya yang terdiri dari sel surya 50 WP sebanyak 6 unit dengan panjang 160,5 cm dan lebar 135 seperti pada gambar 2 di bawah. Tinggi sell surya disesuaikan dengan kondisi tempat pemasangan (Istiyono Winarno, S.T., M.T., 2016) (Faizal & Setyaji, 2016).



**Gambar 2. Ukuran Kerangka Kedudukan Solar Cell**

Berdasarkan gambar 2 maka dapat di ketahui bahwa dimensi kedudukan solar cell yang akan di buat dengan tinggi 70 Cm dengan lebar 60 Cm dan Panjang 110 Cm.

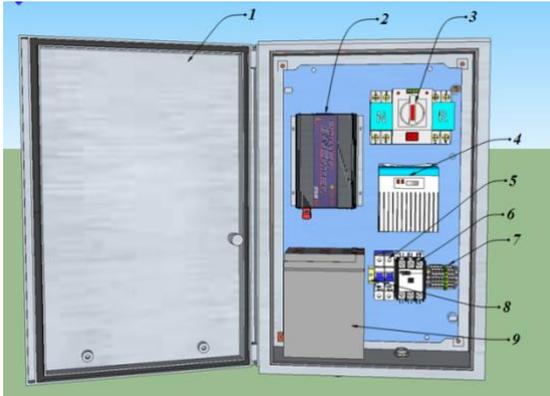
### Peralatan Yang digunakan

Kotak panel yang digunakan berukuran 40 x 60 x 20 Cm dan komponen-komponen yang digunakan pembangkit listrik tenaga surya diuraikan pada tabel 1.

**Tabel 1. Peralatan yang digunakan**

No	Nama Alat	Jumlah
1	Box panel 40 x 60 x 20 Cm	1 buah
2	Inverter 1 DC to AC 500 watt	1 buah
3	ATS (Automatic Transfer Swich)	1 buah
5	MCB 1 fasa 6 A	2 buah
6	Kontaktor	1 buah
7	Terminal hubung	1 set
8	Rel omega	1 meter
9	Baterai 12 VDC 1000 AH	1 buah

Berdasarkan table 1 di atas dapat diketahui tata letak peralatan yang digunakan pada panel hubung bagi. Desain kotak panel hubung bagi yang digunakan berukuran 40 x 60 x 20 Cm seperti pada gambar 3.



**Gambar 3. Desain Tata Letak Peralatan Pada Panel Hubung Bagi**

Peralatan pada panel hubung bagi sebagai berikut : *Solar charge controller* pada gambar 4 digunakan sebagai pengatur tegangan searah dari solar cell ke *bateray* dan menjaga efisiensi saat pengisian *bateray*. Untuk proses selanjutnya adalah pengujian atau pengukuran tegangan dan arus yang hasilnya untuk mengetahui tingkat efisiensi kerja alat (Julisman et al., 2017) .



**Gambar 4. Solar charge controller**

*Inverter* yang digunakan seperti pada gambar 5 dengan kapasitas 500 Watt, merupakan peralatan yang digunakan untuk mengubah tegangan searah dari *bateray* menjadi tegangan bolak balik yang akan terhubung ke beban (Krismadinata et al., 2017) (Hutagalung, 2017)



**Gambar 5. Inverter**

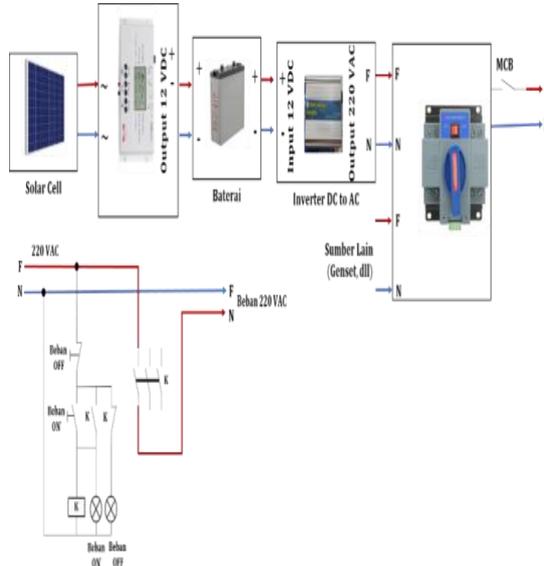
Panel *ATS (Automatic Transfer Switch)* seperti ditunjukkan gambar 6 Adalah panel listrik dengan fungsi mengendalikan 2 sumber aliran listrik yang bisa ditangani secara otomatis dan aman. Panel ATS ini sebenarnya cocok bila di pakai di pabrik, kantor ataupun rumah yang menginginkan sistem keamanan ketika perpindahan sumber aliran listrik yang utama menuju sumber listrik secara alternatif (Ginting & Sinuraya, 2014).



**Gambar 6. Panel ATS**

Penggunaan *Automatic Transfer Switch* pada sistem yang didesain adalah agar terjadi kelangsungan suplai energi listrik jika terjadi pemadangan listrik. Cara kerja dari rangkaian kontrol panel ATS, dalam kondisi suplai PLN, di mana arus listrik akan mengalir lewat MCB PLN. Bila terjadi pemadaman secara otomatis oleh PLN maka rangkaian pun

tak akan aktif, rangkaian ini pun siap menunggu sampai listrik PLN menyala lagi, dengan begitu suplai baterai pun masuk kembali. Bila yang masuk merupakan listrik baterai dengan begitu rangkaian secara otomatis melakukan suplai listrik pada baterai menuju beban dengan otomatis lewat kontak NC Relay, Kontak NC kontraktor PLN, dan MCB GNS untuk dapat aktif. Lalu, bila sumber listrik dari PLN menyala kembali, dengan begitu rangkaian pun secara otomatis akan memutus sumber aliran listrik pada baterai, lewat pengaktifan bagian kotak relay. Di saat yang bersamaan, kontak pada NO Timer atau Normally Open Timer menunggu agar bisa terhubung sesuai pengaturan waktu. Dengan begitu mengalirkan sumber arus listrik menuju sumber PLN. Di mana lewat masuknya aliran listrik di PLN sehingga semua coil pun pada kondisi yang tidak aktif. Rangkaian penggunaan ats dapat dilihat pada gambar 7.



**Gambar 7. Blok diagram PLTS yang dilengkapi dengan ATS**

### Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memantau atau mengetahui nilai tegangan, daya, dan arus yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya

selama waktu tertentu (Dwiyaniti & Supriyono, 2020) (Idris, 2019) . Pengukuran dilakukan pada tegangan keluaran inverter yang tegangannya sudah diubah menjadi 220 VAC .

Setelah perancangan alat selesai, selanjutnya perlu dilakukan pengujian apakah sistem yang dirancang sudah sesuai tujuan atau tidak, jika terjadi penyimpangan maka perlu adanya analisis untuk menjadikan sistem yang dirancang itu menjadi lebih baik juga untuk melihat tingkat keberhasilan dalam perancangan alat (Asmi & Candra, 2020). Pengujian alat dilakukan untuk mengambil data-data hasil perancangan yang digunakan sebagai acuan.

### Hasil Pengujian Alat

Hasil perancangan dari alat control Solar Cell dapat dilihat berikut ini :



**Gambar 8. Panel hubung Bagi Solar Cell** Menampilkan hasil dari perancangan alat yang telah dibuat dan terpasang menjadi sebuah PLTS yang dikontrol sesuai perancangan alat.

### Data Penggunaan Daya

Beban penerangan yang digunakan adalah lampu (LED) dan beban kecil dalam rumah, rata-rata penggunaan dalam satu hari bervariasi sesuai keperluan. Hasil rata-rata waktu nyala yaitu dalam rentang waktu satu hari penuh dapat di tampilkan pada table penggunaan energi listrik perhari disesuaikan dengan ruangan.

**Tabel 3. Penggunaan Daya**

No	Alat yang digunakan	Kapasitas (Watt)	Waktu nyala (jam/hari)	Daya Terpakai (Wh)
1.	Kamar tidur 1	15	24	360
2.	Ruang Keluarga	25	24	600
3.	Kamar tidur 2	15	24	360
4	Kamar Mandi	5	1	5
5	Lampu teras	15	12	180
Total Beban		75		1.505

Dalam Pengujian alat ini menggunakan 6 buah sel surya. Masing-masing sel surya 50 Wp (*watt peak*) yang diamsuksikan 4,5 jam, Sehingga 50 wp x 4,5 = 225 watt/day untuk satu buah panel.

- a) Jumlah panel surya yang dibutuhkan, satu panel kita hitung 50 wp

$$= \frac{\text{Kapasitas modul surya}}{\text{total beban pemakaian harian}} = \text{insolasi surys harian}$$

Kebutuhan panel surya : (1505/50 x 5) = 6 panel surya (Eka et al., 2018).

- b) Menentukan kapasitas baterai / aki :

$$= \frac{\text{Kapasitas baterai (Ah)}}{\text{total kebutuhan harian}} = \text{tegangan sistem}$$

1. Jumlah baterai 12 volt dengan masing – masing 35 AH

- a. Kebutuhan baterai minimum (baterai hanya digunakan 50% untuk pemenuhan kebutuhan listrik), dengan demikian kebutuhan daya kita kali 2 x lipat.

$$1505 \times 2 = 3.010 \text{ watt hour}$$

$$3.010 \text{ wh} / 12 \text{ volt} / 35 \text{ amper} = 1 \text{ baterai } 35 \text{ AH}$$

- b. Kebutuhan baterai (dengan pertimbangan dapat melayani kebutuhan 3 hari tanpa sinar matahari)

$$1.505 \times 3 \text{ hari} \times 2 = 9.030 \text{ wh}$$

$$9.030 / 12 \text{ volt} / 35 \text{ amper} = 21,5$$

batray

$$35 \text{ AH} = 22 \text{ bateray } 35 \text{ AH.}$$

### Pengujian Arus dan Tegangan Solar Cell

Pengujian arus dan tegangan pada pembangkit listrik tenaga surya ini adalah untuk mengetahui daya keluaran yang dihasilkan oleh panel surya. Pengujian dilakukan dalam waktu tiga hari dan dilakukan pengambilan data setian satu jam sekali. Pengujian dengan cara manual yang diharapkan akan akan mendapatkan daya yang dihasilkan oleh sel surya (Asnil et al., 2020).

**Tabel 4. Data Hasil Pengujian hari ke 1**

No	Jam	Pengukuran		Daya (watt)	Cuaca
		Tegangan (Volt)	Arus (Amper)		
1	09 : 00	19,3	0,49	9,45	Mendung
2	10 : 00	19,2	0,45	8,64	Mendung
3	11 : 00	19,5	0,59	11,5	Mendung
4	12 : 00	19,7	0,58	11,42	Mendung
5	13 : 00	19,7	0,58	11,42	Mendung
6	14 : 00	19,7	0,79	15,56	Mendung
7	15 : 00	19,8	0,82	16,23	Berawan
Total				12,03	

**Tabel 5. Data Hasil Pengujian hari ke 2**

No	Jam	Pengukuran		Daya (watt)	Cuaca
		Tegangan (Volt)	Arus (Amper)		
1	09 : 00	19,5	0,59	11,5	Berawan
2	10 : 00	19,5	0,59	11,5	Berawan
3	11 : 00	19,6	0,76	14,89	Berawan
4	12 : 00	19,6	0,76	14,89	Berawan
5	13 : 00	19,7	0,79	15,56	Berawan
6	14 : 00	19,5	0,59	11,5	Mendung
7	15 : 00	19,7	0,67	13,19	Berawan
Total				13,29	

**Tabel 6. Data Hasil Pengujian hari ke 3**

No	Jam	Pengukuran		Daya (watt)	Cuaca
		Tegangan (Volt)	Arus (Amper)		
1	09 : 00	19,6	1,1	21,56	Berawan
2	10 : 00	19,7	1,49	29,35	Cerah
3	11 : 00	19,7	1,45	28,56	Cerah
4	12 : 00	19,8	1,57	31,08	Cerah
5	13 : 00	19,8	1,56	30,88	Cerah
6	14 : 00	19,7	1,5	29,55	Cerah
7	15 : 00	19,8	1,18	23,36	Berawan
Total				27,76	

**Tabel 7. Data Hasil Pengujian hari ke 4**

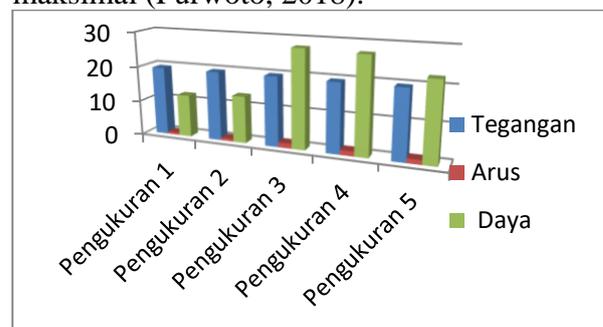
No	Jam	Pengukuran		Daya (watt)	Cuaca
		Tegangan (Volt)	Arus (Amper)		
1	09 : 00	19,5	1,28	24,96	Berawan
2	10 : 00	19,5	1,28	24,96	Berawan
3	11 : 00	19,7	1,57	31,12	Cerah
4	12 : 00	19,8	1,6	31,68	Cerah
5	13 : 00	19,7	1,49	29,35	Mendung
6	14 : 00	19,4	1,26	24,44	Hujan
7	15 : 00	19,4	1,26	24,44	Hujan
Total				27,27	

**Tabel 8. Data Hasil Pengujian hari ke 5**

No	Jam	Pengukuran		Daya (watt)	Cuaca
		Tegangan (Volt)	Arus (Amper)		
1	09 : 00	19,6	1,3	25,48	Cerah
2	10 : 00	19,8	1,35	26,73	Cerah
3	11 : 00	19,8	1,45	28,71	Cerah
4	12 : 00	19,8	1,5	29,7	Cerah
5	13 : 00	19,5	1,49	29,05	Mendung
6	14 : 00	19,4	1,2	23,28	Hujan
7	15 : 00	19,5	1,2	23,28	Hujan
Total				22,39	

Panel surya yang disinari oleh sinar matahari akan menghasilkan energilistrik yang kemudian disuplai ke

inverter, akan tetapi arus dan tegangan yang dihasilkan tidak konstan karena pengaruh radiasi sinar matahari yang menyinari panel surya tidak stabil. Maka penggunaan baterai berguna untuk membuat kinerja inverter lebih stabil agar daya yang dihasilkan lebih maksimal (Purwoto, 2018).

**Gambar 9. Grafik tegangan ,arus dan daya**

## SIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada Perancangan alat ini perubahan cuaca sangat mempengaruhi daya yang dihasilkan dari sel surya dimana semakin cerah cuaca akan menghasilkan daya yang lebih besar dibandingkan saat cuaca berawan. Setelah melakukan pengujian pada solar cell memiliki saran Energi listrik yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) hanya bisa digunakan untuk keperluan lampu penerangan dan beban kecil yang ada di rumah tinggal, dikarenakan apabila digunakan untuk beban yang besar, maka energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS tidak mencukupi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asmi, J., & Candra, O. (2020). Prototype Solar Tracker Dua Sumbu Berbasis Microcontroller Arduino Nano dengan Sensor LDR. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 6(2), 54. <https://doi.org/10.24036/jtev.v6i2.108504>

- Asnil, A., Krismadinata, K., Husnaini, I., & Gunawan, F. (2020). *Wireless Monitoring System For Photovoltaic Generation With Graphical User Interface*. 9(08).
- Daging, I. K., Alirejo, M. S., Antara, I. P. W., Dwiyatmo, E. F., & Wahyu, T. (2019). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Listrik Untuk Kapal Perikanan Skala Kecil Di Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan. *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Terapan (JKPT)*, 2(1), 33. <https://doi.org/10.15578/jkpt.v2i1.7385>
- Dwiyaniti, M., & Supriyono, E. (2020). Pemanfaatan Solar Sel dan Budidaya Perikanan Sebagai Upaya Menuju Kemandirian Finansial di Sekolah KAMI Utilization of Solar Cells and Fisheries Culture as Efforts Towards Financial Independence in Sekolah KAMI. *Jurnal Panrita Abdi*, 4(2), 146–154. <http://journal.unhas.ac.id/index.php/panritaabdi>
- Eka, S., Pagan, P., Sara, I. D., & Hasan, H. (2018). Komparasi Kinerja Panel Surya Jenis Monokristal Dan Polykristal Studi Kasus Cuaca Banda Aceh. *Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro*, 3(4), 19–23.
- Faizal, A., & Setyaji, B. (2016). Desain Maximum Power Point Tracking (MPPT) pada Panel Surya Menggunakan Metode Sliding Mode Control. *Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 14(1), 22–31.
- Ginting, P. H., & Sinuraya, E. W. (2014). Perancangan Automatic Transfer Switch (Ats) Parameter Transisi Berupa Tegangan Dan Frekuensi Dengan Mikrokontroler Atmega 16. *Transmisi*, 16(3), 128-134–134. <https://doi.org/10.12777/transmisi.16.3.128-134>
- Hutagalung, S. N. (2017). Prototype Rangkaian Inverter Dc Ke Ac 900 Watt. *Jurnal Pelita Informatika*, 16(3), 278–280. [https://www.researchgate.net/profile/Melda\\_Panjaitan2/publication/318729261\\_PROTOTYPE\\_RANGKAIAN\\_INVERTER\\_DC\\_KE\\_AC\\_900\\_WATT/links/597aa60daca272e8cc247b32/PROTOTYPE-RANGKAIAN-INVERTER-DC-KE-AC-900-WATT.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Melda_Panjaitan2/publication/318729261_PROTOTYPE_RANGKAIAN_INVERTER_DC_KE_AC_900_WATT/links/597aa60daca272e8cc247b32/PROTOTYPE-RANGKAIAN-INVERTER-DC-KE-AC-900-WATT.pdf)
- Idris, M. (2019). Rancang Panel Surya Untuk Instalasi Penerangan Rumah Sederhana Daya 900 Watt. *Jurnal Elektronika Listrik Dan Teknologi Informasi Terapan*, 1(1), 17–22. <https://ojs.politeknikjambi.ac.id/elti>
- Istiyo Winarno, S.T., M.T., L. N. (2016). Maximum Power Point Tracker (Mppt) Berdasarkan Metode Perturb And Observe Dengan Sistem Tracking Panel Surya Single Axis. *Teknik*, 37 (2), 2016, 59-63, 11(2), 61–78. <https://doi.org/10.14710/teknik.v37n2.9011>
- Julisman, A., Sara, I. D., & Siregar, R. H. (2017). Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Stadion Bola. *Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro*, 2(1), 35–42.