

Pemanfaatan Sinar Matahari Sebagai Energi Alternatif Untuk Kebutuhan Energi Listrik

Ridwan¹, Wahyu Ramadhan², Ade Kurniawan³, Widya Lestari⁴, David Setiawan⁵

¹²³⁴Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning,

⁵Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang

*e-mail: ridwanmechatronics0206@gmail.com¹, ramadhanwahyu46@gmail.com²,
adekurniawan462000@gmail.com³, widylestari0203@gmail.com⁴, dsetia@unilak.ac.id⁵

Abstract

The sun and electrical energy is a very important need in life. The sun is one of the celestial bodies in the universe by emitting its rays in large quantities and continuously. This sunlight can be used for various purposes, ranging from household needs such as drying, to utilization as an alternative energy, namely a source of electrical energy. The sunlight can be converted into electrical energy by using solar panels (photovoltaic) which is commonly referred to as a Solar Power Plant (PLTS) system which can later meet the needs of electrical energy for life. Solar Power Plants (PLTS) work by capturing sunlight, a layer of material on the solar panel will absorb photons. This will excite or increase the electrons, causing them to 'jump' from one layer to another, creating an electric charge. PLTS does not use fossil fuels as its energy source, so it will become clean and environmentally friendly energy. The Solar Power Plant (PLTS) system uses equipment such as solar panels, batteries, inverters, and charge controllers.

Key word : Utilization, sunlight, renewable energy, PLTS

Abstrak

Matahari dan energi listrik merupakan suatu kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan. Matahari adalah salah satu benda langit yang ada di alam semesta dengan memancarkan sinarnya dengan jumlah besar dan terus berkelanjutan. Sinar matahari ini dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, mulai dari keperluan rumah tangga seperti menjemur, sampai dengan pemanfaatan sebagai energi alternatif, yaitu sumber energi listrik. Sinar matahari tersebut dapat dikonversikan menjadi energi listrik dengan cara menggunakan panel surya (photovoltaic) yang biasa disebut dengan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang nantinya dapat memenuhi kebutuhan energi listrik bagi kehidupan. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) bekerja dengan menangkap sinar matahari, lapisan material pada panel surya akan menyerap foton. Hal ini akan membangkitkan atau meningkatkan elektron, menyebabkan diantaranya 'melompat' dari satu lapisan ke yang lainnya, lalu menghasilkan muatan listrik. PLTS tidak menggunakan bahan bakar fosil sebagai sumber energinya, sehingga akan menjadi energi yang bersih dan ramah lingkungan. Pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menggunakan peralatan seperti panel surya, charge controller baterai, dan inverter.

Kata kunci : Pemanfaatan, sinar Matahari, energi terbarukan, PLTS

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dengan meningkatnya pertumbuhan teknologi-teknologi canggih pada dunia industri, perkantoran, maupun rumah tangga, maka energi listrik sangat penting untuk mendukung aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari, sehingga maka kebutuhan energi listrik akan meningkat tinggi, sehingga tidak menutup kemungkinan akan terjadinya kekurangnya energi listrik itu sendiri. Untuk mendapatkan kekurangan energi listrik, dapat dengan memanfaatkan adanya sinar matahari yang ada setiap harinya, dengan begitu kekurangan kebutuhan energi listrik yang ada nanti nya akan dapat terpenuhi, dan dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dari penggunaan proses pembangkit konvensional yang ada saat ini.

Penggunaan sinar matahari untuk membangkitkan energi listrik disebut dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Penerapan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk memanfaatkan potensi energi surya yang tersedia merupakan solusi yang tepat. Hal ini didukung karena Indonesia terletak di daerah tropis yang mana akan menerima sinar matahari yang akan terus berkesinambungan sepanjang tahun. (Ramadhan, Diniardi, & Mukti, 2016)

B. Rumusan Masalah

Dengan adanya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) diharapkan :

1. Bagaimana memenuhi kebutuhan kekurangan energi listrik ?
2. Bagaimana cara menghasilkan listrik dari energi terbarukan ?
3. Bagaimana menghasilkan energi yang bersih dan ramah lingkungan ?

C. Tujuan Kegiatan

1. Mengetahui proses perubahan cahaya matahari untuk menjadi energi listrik.
2. Mengetahui komponen dan peralatan apa saja yang harus dibutuhkan dalam proses tersebut.
3. Mengetahui berapa kapasitas kebutuhan peralatan PLTS.

D. Kajian Literatur

a. Sinar Matahari

Sinar Matahari merupakan sebuah energi panas yang dihasilkan oleh radiasi matahari, dengan adanya panas matahari maka dapat dimanfaatkan untuk sebuah energi alternatif terbarukan dalam memenuhi kebutuhan energi listrik. Sinar Matahari nantinya akan dikonversikan melalui panel surya (photovoltaic) dan peralatan lainnya seperti charge controller, baterai, Inverter, dan peralatan pendukung lainnya dengan menggunakan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

b. Panel Surya

Panel surya merupakan suatu alat yang mampu merubah sinar matahari menjadi energi listrik, panel surya terbuat dari bahan semikonduktor dengan bahan silikon dan dilapisi dengan bahan khusus. Panel surya bekerja dengan menangkap sinar matahari, ketika sinar matahari telah diterima oleh panel surya maka elektron akan terlepas dari atom silikon dan mengalir membentuk sirkuit listrik sehingga energi listrik dapat dibangkitkan. (Rif'an et al., 2012)

Untuk effisiensi kinerja panel surya tergantung dari berapa besarnya intensitas sinar matahari yang berhasil ditangkap oleh panel surya (photovoltaic). Semakin tinggi intensitas sinar matahari yang ditangkap maka effisiensi energi listrik yang dihasilkan akan lebih baik.

Penghitungan effisiensi energi yang dibangkitkan dapat dihitung dengan persamaan : (Yamato, 2012)

$$A_a = E / (I_{av} \times \eta_m)$$

$$n = A_a / A_{cm}$$

$$P = n \times P_m$$

Dimana :

$$P = \text{Daya yang dibangkitkan oleh PLTS (W)}$$

$$n = \text{Jumlah modul}$$

$$P_{max} = \text{Daya maks sebuah modul (W)}$$

$$E = \text{Energi (Wh)}$$

$$I_{av} = \text{Intensitas cahaya rata-rata (W/m}^2\text{)}$$

$$\eta_m = \text{effisiensi modul (%)}$$

$$A_a = \text{Luas panel surya (m}^2\text{)}$$

$$A_{cm} = \text{Luas efektif sebuah modul (m}^2\text{)}$$

C. Inverter

Inverter merupakan rangkaian elektronika yang dapat berfungsi mengubah suatu tegangan input arus searah (DC) menjadi tegangan output arus bolak balik (AC). Inverter juga dapat mengatur tegangan dan frekuensi yang dibangkitkan sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan. Pengaturan tegangan inverter yang sering dilakukan adalah dengan mengatur modulasi lebar pulsa (Pulse Width Modulation, PWM). Inverter yang mengatur modulasi lebar pulsa disebut dengan inverter PWM.(Nazif, 2019)

d. Baterai

Baterai adalah suatu proses yang dapat menyimpan dan melepaskan energi listrik. Baterai pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) mendapatkan sumber energi dari proses perubahan sinar matahari menjadi energi listrik yang terjadi dipanel surya (photovoltaic). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) akan bekerja ketika panel surya menerima sinar matahari, hal ini menjadi kendala ketika sinar matahari sebagai sumber energi pada malam hari sudah tidak tersedia. Hal ini dapat diatasi ketika pada siang hari maka listrik yang dihasilkan oleh panel surya akan disimpan pada baterai menggunakan Charge Controller, dan ketika malam hari energi yang disimpan pada baterai dapat digunakan.(Mahardika, Wijaya, & Rinas, 2016)

e. Charge Controller

Charge controller adalah peralatan elektronika yang digunakan pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk pengisian daya baterai, menyimpan cadangan energi listrik. Charge controller juga bisa membatasi besarnya aliran listrik yang dihasilkan oleh panel surya (photovoltaic) yang secara umum berkisar 12 V DC keatas. Charge controller juga berfungsi sebagai Pengendalian proses pengisian daya baterai dengan membuka aliran listrik ketika baterai sudah kekurangan daya dan menutup aliran listrik kembali saat daya baterai sudah terisi dengan penuh, sehingga proses ini akan menjaga kualitas atau ketahanan baterai yang digunakan pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dari pengisian daya yang berlebihan.(Prasetyo, Yuniarti, & Prianto, 2018)

E. Manfaat Penelitian

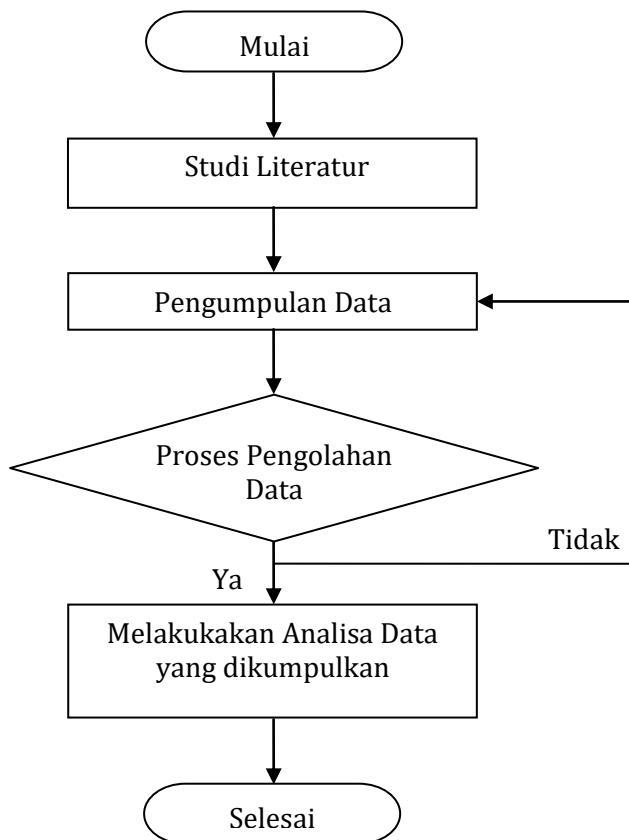
Penelitian ini dapat bermanfaat sebagai solusi energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi listrik, dan mengurangi penggunaan bahan bakar fosil.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam pemanfaatan sinar matahari sebagai energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi listrik ada berberapa proses yang dilakukan, antara lain :

- a. Mencari studi lapangan tentang bagaimana proses yang terjadi dalam pemanfaatan energi sinar matahari untuk menghasilkan energi listrik.
- b. bagaimana cara proses konversi sinar matahari sehingga dapat menghasilkan energi listrik.
- c. Kapasitas energi listrik yang dapat dihasilkan dengan pemanfaatan sinar matahari.

Metodologi yang digunakan dalam dalam pemanfaatan sinar matahari sebagai energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi listrik dapat ditinjau dari bentuk *flowchart* pada gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHSAN

A. Proses Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

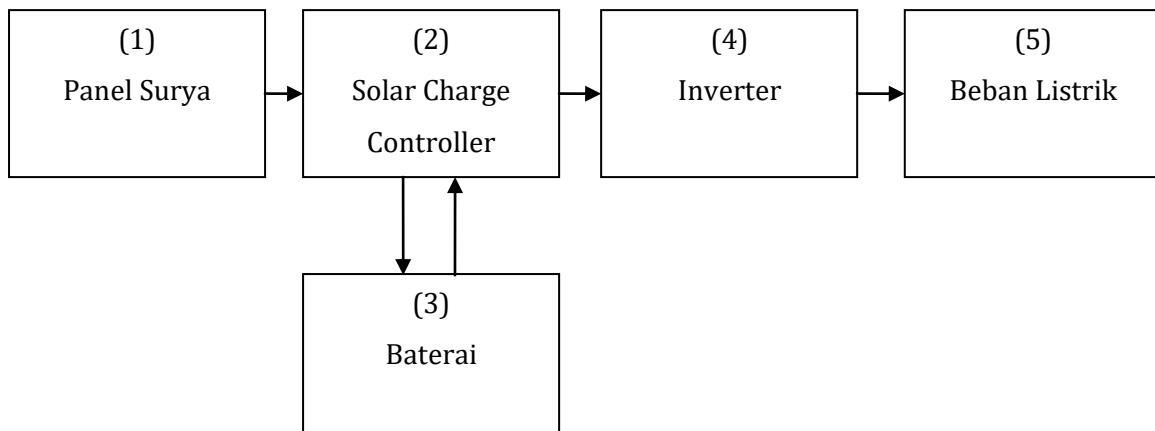
Pada awal penelitian ini membahas bagaimana cara proses pemanfaatan sinar matahari agar dapat menghasilkan energi listrik, adapun proses yang akan dibahas dapat dilihat seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

1. Radiasi yang dihasilkan sinar matahari ditangkap oleh modul panel surya (fotovoltaic).
2. Selanjutnya modul panel surya akan menghasilkan arus DC dan di kontrol oleh charge controller untuk disimpan ke baterai.
3. Kemudian arus DC yang masuk ke baterai bisa digunakan untuk beban yang menggunakan arus DC.

4. Untuk menghasilkan arus AC (*Alternating Current*) dapat menggunakan sebuah inverter DC ke AC.
5. Selanjutnya, arus AC yang dihasilkan sudah bisa digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik.



Gambar 3. Block Diagram PLTS

B. Kapasitas kebutuhan PLTS

1. Daya Total Energi Listrik Yang Dibutuhkan

Tabel 1. Kebutuhan Pemakaian Energi Listrik

No	Beban Listrik	Unit	Spesifikasi (Watt)	Total Pemakaian/Perhari (Jam)	Jumlah (Wh)
1.	Lampu Penerangan	7 Unit	$7 \times 12 = 84$ Watt	12 Jam	1.008 Wh
2.	Televisi	1 Unit	60 Watt	2 Jam	120 Wh
3.	Pompa Air	1 Unit	125 Watt	1 Jam	125 Wh
4.	Kipas Angin	1 Unit	45 Watt	8 Jam	360 Wh
5.	Charger Handphone	2 Unit	33 Watt	1 Jam	66 Wh
Total		12 Unit	545 Watt	26 Jam	1.679 Wh

Pada panel surya akan ada daya yang hilang tergantung dari jenis dan kualitas panel surya tersebut, untuk menstabilkan kebutuhan pasokan pemakaian listrik tidak kurang dari kebutuhan amannya, maka total daya perhari dikalikan dengan $1,3 = 30\%$. Nilai ini yang harus dihasilkan oleh panel surya.(TEKNIK, 2013)

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai aman yang dihasilkan panel surya} &= \text{Total Perhari} \times 1,3 \\
 &= 1.679 \times 1,3 \\
 &= 2.182,7 \text{ Watt.}
 \end{aligned}$$

2. Jumlah Kebutuhan Panel Surya

$$\begin{aligned}
 \text{➤ Kebutuhan Panel Surya} &= \frac{\text{Total Daya yang dipakai}}{\text{Effisiensi sinar matahari yang diterima panel surya}} \\
 &= \frac{2.182,7 \text{ Watt}}{5 \text{ Jam}} = 436,54 \text{ WP}
 \end{aligned}$$

Dari data diatas , kita dapat memakai Panel Surya dengan ukuran :
 1 panel surya = 100 WP

$$\begin{aligned}
 \text{➤ Jumlah Unit Yang Diperlukan} &= \frac{436,54 \text{ WP}}{100 \text{ WP}} = 4,3654 = 5 \text{ Unit.}
 \end{aligned}$$

Maka, modul yang diperlukan sebanyak 5 Unit dengan ukuran 100 WP.

Spesifikasi Panel Surya yang dipakai sesuai data diatas ialah : (SOLAR CELL SURABAYA, n.d.)



Gambar 4. Panel Surya *Polycrystalline* 100 Wp

Tabel 2. Spesifikasi Panel Surya *Polycrystalline* 100 Wp

Rated Maximum Power (Pmax)	100 W
Current at Pmax (Imp)	5,55 A
Voltage at Pmax (Vmp)	18 V
Open-Circuit Voltage (Voc)	21,24 V
Short-Circuit Current (Isc)	6,22 A
Dimensions (mm)	1020*670*30

3. Kapasitas keperluan Charge Controller

Untuk mengetahui kapasitas yang diperlukan charge controller harus mengetahui karakteristik dan spesifikasi dari panel surya yang digunakan :

- P_{max} = Daya maks sebuah modul (W)
= 100 W
- V_{mp} = Tegangan maksimum yang dihasilkan sebuah panel surya (V)
= 18 V
- I_{mp} = Arus maksimum yang dihasilkan panel surya (A)
= 5,55 A
- V_{oc} = Tegangan Hubung Terbuka (V)
= 21,4 V
- I_{sc} = Arus Hubung Terbuka (V)
= 6,22 A

Maka, daya charge controller yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Jumlah panel surya} \times I_{sc} \\ &= 5 \times 6,22 \\ &= 31,1 \text{ A} \end{aligned}$$

Jadi, alat pengisian controller baterai harus dipakai adalah dengan rating tidak boleh dibawah 31,1 A = 50 A.



Gambar 6. Solar Charge Controller (Goodstuff, n.d.)

4. Jumlah Kebutuhan Baterai

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) membutuhkan baterai untuk menyimpan arus listrik, untuk menentukan baterai yang digunakan berdasarkan tegangan dalam satuan Volt dan Daya dalam satuan Ampere jam (Ah). Biasanya baterai yang digunakan dengan kapasitas daya 12 atau 24 volt.

Kebutuhan baterai harus mempertimbangkan effiseinsi hari bersinarnya matahari atau dimana matahari tidak bersinar maksimal karena pengaruh dari kondisi cuaca dihari tertentu, agar sistem tetap aktif walaupun terjadi pengaruh cuaca yang kurang baik sehingga panel surya tidak bisa mengkonversi sinar matahari adalah selama 3 hari. Karena kebutuhan daya perhari harus dikalikan dengan 3, dan juga harus memperhitungkan faktor effisiensi baterai pada saat pemakaian baterai tidak boleh sampai habis total.(TEKNIK, 2013)

Kapasitas baterai yang digunakan 12 Volt 150 Ah

Voltage	= 12
Ah	= 150
faktor effisiensi	= 85 %
DOD	= Jumlah energi yang digunakan / dilepaskan baterai = 40 %
SOC	= Jumlah energi yang yg tertinggal di baterai = 60 %

Tabel 3. State Of Charge Pada baterai (ElectricScooterPart.com, 2021)

12 Volt AGM Battery State of Charge	
Level	Voltage
100 %	13,00
90 %	12,75
80 %	12,50
70 %	12,30
60 %	12,15
50 %	12,05
40 %	11,95
30 %	11,81
20 %	11,66
10 %	11,51
0 %	10,50

Maka :

$$\text{Jumlah baterai} = \frac{\text{Total Kebutuhan Daya Perhari}}{(0.6 \times 0.85 \times 12)} = \frac{1.679}{(0.6 \times 0.85 \times 12)} = \frac{1.679}{6,12} = 274,346$$

Kapasitas baterai yang digunakan 12 Volt 150 Ah

Maka, Total baterai yang dibutuhkan penyimpanan energi yang dihasilkan :

$$= \frac{274,346}{150} = 1,828 \approx 2 \text{ unit baterai.}$$

Atau biasanya perhitungannya daya yang akan dibackup selama 3 hari :

$$\text{Jumlah baterai} = \frac{\text{Total Kebutuhan Daya Perhari} \times 3}{(0.6 \times 0.85 \times 12)} = \frac{1.679 \times 3 \text{ hari}}{(0.6 \times 0.85 \times 12)} = \frac{5.037}{6,12} = 823,039$$

Kapasitas baterai yang digunakan 12 Volt 150 Ah

Maka, Total baterai yang dibutuhkan penyimpanan energi yang dihasilkan :

$$= \frac{823,039}{150} = 5,486 \approx 6 \text{ unit baterai.}$$



Gambar 5. Baterai 12V 150 Ah (AdminTsmdotcom, 2017)

5. Menentukan Kapasitas Inverter

Untuk menentukan kapasitas inverter pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dapat dilihat dari total pemakaian Watt dari seluruh beban yang digunakan. Kapasitas inverter tidak boleh dibawah total Watt beban yang digunakan, dan memperhitungkan efisiensi inverter. Sehingga Inverter yang digunakan 2600 Watt dengan efisiensi 90%. (Putra & Rangkuti, 2016)



Gambar 7. Inverter (karyastoredatsongirsang, n.d.)

4. KESIMPULAN

1. PLTS bisa mengurangi kekurangan kebutuhan energi listrik.
2. Dengan menggunakan PLTS kita dapat mengurangi pemakaian bahan bakar fosil sebagai pembangkit energi listrik.
3. PLTS merupakan pembangkit listrik yang ramah lingkungan.
4. Effisiensi PLTS sangat bergantung terhadap tangkapan sinar matahari yang diserap.
5. Sistem PLTS ini menggunakan 5 buah modul panel surya dengan kapasitas 100 WP perunit.
6. Sistem baterai charge control untuk PLTS ini menggunakan baterai dengan kapasitas 12 V 150 Ah.
7. Sistem PLTS ini menggunakan Solar Charge Controller dengan kapasitas 50 A.
8. Penggunaan inverter pada PLTS ini menggunakan inverter 2600 Watt.
9. PLTS kedepannya dapat menggantikan sumber pembangkit energi listrik konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

- AdminTsmdotcom. (2017). Baterai VRLA Gel Storace 12V 150Ah. Retrieved July 4, 2021, from website: www.panelsuryajakarta.com
<https://www.tenagasuryamurah.com/author/adminTsmdotcom/>
- ElectricScooterPart.com. (2021). Battery State of Charge Chart. Retrieved July 4, 2021, from <https://www.electricscooterparts.com/battery-state-of-charge-chart-and-information.html>
- Goodstuff. (n.d.). PWM Solar Charge Controller 10A 12V 24V DC DIY Panel Surya PLTS USB. Retrieved June 19, 2021, from <https://lite.shopee.co.id/PWM-Solar-Charge-Controller-10A-12V-24V-DC-DIY-Panel-Surya-PLTS-USB->

- i.41241476.4639750703?smtt=307.1.2&gclid=EAIAIQobChMInf-dmajB8QIVPTVYCh3vWQkoEAQYAiABEgK8sfD_BwE
- karyastoredatsongirsang. (n.d.). inverter Pure Sine wave DC24V AC220V 2600 Watt sinus murni Converter + LED Display. Retrieved July 5, 2021, from <https://shopee.co.id/inverter-Pure-Sine-wave-DC24V-AC220V-2600-Watt-sinus-murni-Converter-LED-Display-i.63323872.5656836798>
- Mahardika, I. G. N. A., Wijaya, I. W. A., & Rinas, I. W. (2016). *Rancang Bangun Baterai Charge Control Untuk Sistem Pengangkat Air Berbasis Arduino Uno Memanfaatkan Sumber Plts.* 3(1), 26–32.
- Nazif, H. (2019). *Pengembangan Model dan Simulasi Inverter Satu Fasa Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya DENGAN Metode Kontrol Arus Ramp Comparison Current Control.* XIII(5), 37–48.
- Prasetyo, K. A., Yuniaristi, N., & Prianto, E. (2018). *Pengembangan Alat Control Charging Panel Surya Menggunakan Aduino Nano Untuk Sepeda Listrik Niaga.* 2(1), 50–58.
- Putra, S., & Rangkuti, C. (2016). *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal.* 23.1-23.7.
- Ramadhan, A. I., Diniardi, E., & Mukti, S. H. (2016). *Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP.* 37(2), 59–63. <https://doi.org/10.14710/teknik.v37n2.9011>
- Rif'an, M., Hp, S., Shidiq, M., Yuwono, R., Suyono, H., & S., F. (2012). *Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari di Jurusan Teknik Elektro Universitas.* 6(1), 44–48.
- SOLAR CELL SURABAYA. (n.d.). Solar panel cell surya modul Grade A Zanetta Lighting 100Wp Poly. Retrieved June 19, 2021, from https://www.tokopedia.com/solarcellsby/solar-panel-cell-surya-modul-grade-a-zanetta-lighting-100wp-poly?utm_source=Android&utm_source=Android&utm_medium=Share&utm_medium=Share&utm_campaign=Product Share&utm_campaign=Product Share&branch_match_id=93904857
- TEKNIK, P. C. I. (2013). Kalkulasi. Retrieved June 17, 2021, from website: <https://solarpanelindonesia.wordpress.com/kalkulasi/>
- Yamato, K. R. (2012). 07 PLTS-Solar-Energi [12 b]. Retrieved June 17, 2017, from www.slideshare.net website: <https://www.slideshare.net/7779/07-pltssolarenergi-12-b>