

---

# PEMANFAATAN SISTEM SOLAR PANEL UNTUK INTEGRASI PENGISIAN BATERAI DENGAN BEBAN PENERANGAN JALAN UMUM (PJU)

## UTILIZATION OF THE SOLAR PANEL SYSTEM FOR INTEGRATION OF CHARGING THE BATTERY WITH THE LOAD PUBLIC ROAD DESCRIPTION (PJU)

Marta Abdullah, Asnal Efendi, S.T., M.T., Rafika Andari, M.Si, Ir.Erhaneli, M.T.

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang

*2019310034.marta@itp.ac.id, asnal.efendi@gmail.com, rafika.andari09@gmail.com,*

*erhanelimarzuki@gmail.com.*

### Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu pembangkit listrik energi baru dan terbarukan yang perkembangannya cukup pesat beberapa tahun terakhir ini. Agar energi listrik yang dihasilkan juga dapat digunakan pada kondisi – kondisi seperti pada malam hari (kondisi saat panel surya tidak disinari cahaya matahari), maka keluaran dari panel surya ini harus di hubungkan ke sebuah media penyimpanan (*storage*), dalam hal ini adalah baterai. Dari hasil monitoring di kampus 2 ITP tanggal 26 Agustus 2023 sampai tanggal 02 September 2023 terjadi peningkatan dan penurunan tegangan, arus, temperatur dan intensitas cahaya, semua tergantung pada situasi cuaca yang dilakukan saat melakukan penelitian. Untuk nilai rata-rata yang didapatkan pada tegangan panel surya sebesar 4,15 V, 5,5 V, 5,67 V, 5,77 V, 5,46 V, 5,66 V dan 5,55 V. Untuk nilai rata-rata pada arus panel surya sebesar 1,4 A, 0,9 A, 1,3 A, 1,3 A, 1,3 A, 1,2 A, 1,7 A dan 1,2 A. Untuk nilai rata-rata pada Temperatur adalah 36,6 °C, 36,9°C, 39,63°C, 41,65°C, 39,71°C, 41,40 °C dan 33,58°C. Untuk nilai rata-rata dari intensitas cahaya sebesar 880 Candela, 709 Candela, 604 Candela, 434 Candela, 390 Candela, 599 Candela, 707 dan Candela. Dengan daya lampu penerangan jalan LED 21 W, tegangan 3,2 V dan arus sebesar 2,1 A, maka energi yang dibutuhkan perhari sebanyak 80,64 Wh. Untuk baterai yang digunakan memiliki tegangan sebesar 3,2 V dengan kapasitas 5 Ah. Dari hasil pengukuran, didapatkan tegangan rata-rata pada saat baterai di aliri arus dan tegangan ke beban yaitu 3,80 V, 3,52 V, 3,39 V, 3,44 V, 3,74 V dan 3,46 V. Untuk nilai rata-rata pada arus sebesar 0,4 A, 0,4 A, 1,0 A, 0,4 A, 0,5 A, dan 0,3 A.

**Kata kunci : Panel surya, Baterai, lampu penerangan jalan umum (LPJU)**

---

---

## Abstract

*Solar Power Plants (PLTS) are one of the new and renewable energy power plants that have developed quite rapidly in recent years. So that the electrical energy produced can also be used in conditions such as at night (conditions when the solar panels are not illuminated by sunlight), the output from the solar panels must be connected to a storage medium.(storage), in this case it is the battery. From the results of monitoring at ITP Campus 2 from 26 August 2023 to 02 September 2023, there was an increase and decrease in voltage, current, temperature and light intensity, all depending on the weather situation during research. The average value obtained for the solar panel voltage is 4.15 V, 5.5 V, 5.67 V, 5.77 V, 5.46 V, 5.66 V and 5.55 V. For the average value -average solar panel currents of 1.4 A, 0.9 A, 1.3 A, 1.3 A, 1.3 A, 1.2 A, 1.7 A and 1.2 A. For average values -The average temperature is 36.6°C, 36,9°C, 39,63°C, 41,65°C, 39,71°C, 41,40 °C and 33.58°C. For average values of light intensity of 880 Candela, 709 Candela, 604 Candela, 434 Candela, 390 Candela, 599 Candela, 707 and Candela. With an LED street lighting power of 21 W, a voltage of 3.2 V and a current of 2.1 A, the energy required per day is 80.64 Wh. The battery used has a voltage of 3.2 V with a capacity of 5 Ah. From the measurement results, the average voltage obtained when the battery is energized and the voltage to the load is 3.80 V, 3.52 V, 3.39 V, 3.44 V, 3.74 V and 3.46 V. For average values at currents of 0.4 A, 0.4 A, 1.0 A, 0.4 A, 0.5 A, and 0.3 A.*

**Keywords:** *Solar panels, Battery, public street lighting (LPJU)*

## I. Pendahuluan

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu pembangkit listrik energi baru dan terbarukan yang perkembangannya cukup pesat beberapa tahun terakhir ini. PLTS sudah cukup banyak diterapkan di Indonesia baik untuk pembangkit listrik skala kecil maupun untuk pembangkit listrik skala besar. Salah satu sistem PLTS skala kecil yang umum diterapkan adalah PLTS, dimana sistem ini berdiri sendiri tanpa terkoneksi dengan sumber listrik lain untuk mensuplai kebutuhan beban, mengandalkan energi matahari yang ditangkap oleh panel surya yang selanjutnya dikonversikan menjadi energi listrik yang disimpan di dalam baterai. Keluaran dari panel surya sudah dapat digunakan langsung ke beban yang memerlukan sumber tegangan DC dengan konsumsi arus yang kecil. Agar energi listrik yang dihasilkan juga dapat digunakan pada kondisi – kondisi seperti pada malam hari (kondisi saat panel surya tidak disinari cahaya matahari), maka keluaran dari panel

surya ini harus di hubungkan ke sebuah media penyimpanan (*storage*), dalam hal ini adalah baterai. Dengan *solar cell* dapat mengurangi penggunaan energi listrik karena penerangan jalan umum menggunakan panel surya sebagai sumber energi yang didapat dari mengubah panas matahari menjadi energi listrik kemudian disimpan pada baterai. Pada kondisi malam hari, lampu akan menyala terang ketika sensor ultrasonik mendeteksi benda dan ketika tidak ada benda, lampu akan menyala redup.

## II. Metode Penelitian

Metode penelitian kuantitatif dan menganalisa data dengan alat ukur multimeter, tang ampere, lux meter, termo gun untuk mencari tegangan, arus, temperatur dan intensitas cahaya pada panel surya dan baterai.

## III. Landasan Teori

### A. Energi Surya

---

## 1.1 Pengertian Energi Surya

Energi surya adalah energi yang berupa sinar dari panas matahari. Energi ini dapat dimanfaatkan dengan menggunakan serangkaian teknologi seperti panel surya, listik panas surya. Radiasi matahari adalah sinar yang dipancarkan dari matahari ke permukaan bumi, yang disebabkan oleh adanya emisi bumi dan gas pijar panas matahari. Radiasi dan sinar matahari dipengaruhi oleh berbagai hal sehingga pancarannya yang sampai dipermukaan bumi sangat bervariasi. Geometri Radiasi Matahari Untuk mengetahui energi radiasi yang jatuh pada permukaan bumi dibutuhkan beberapa parameter letak kedudukan dan posisi matahari, hal ini perlu untuk mengkonversikan harga fluks berkas yang diterima dari arah matahari menjadi hubungan harga ekuivalen ke arah normal permukaan (Usman, 2020)

## 1.2. Pengertian Panel Surya

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Panel surya sering kali disebut sel *photovoltaic*, Sel surya ini bergantung pada efek *photovoltaic* untuk menyerap energi matahari dan menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan. Panel surya biasanya memiliki umur 20-25 tahun yang biasanya dalam jangka waktu tersebut pemilik panel surya tidak akan mengalami penurunan efisiensi yang signifikan, jika tidak mengalami pengotoran pada permukaannya, apabila terjadi pengotoran maka panel surya perlu dibersihkan. Meskipun dengan kemajuan teknologi yang semakin canggih, sebagian besar panelsurya komersial saat ini hanya mencapai efisiensi 15%, Dan hal ini tentunya merupakan salah satu alasan utama mengapa industri energi surya masih tidak dapat bersaing dengan bahan bakar fosil (Harahap, 2020)

## 1.3. Prinsip Kerja Panel Surya

Prinsip kerja sel surya ini dimulai dari partikel yang disebut "Foton", Foton adalah partikel sinar matahari yang sangat kecil, dan juga partikel matahari tersebut meghatam atom semikonduktor sel surya sehingga dapat menimbulkan energi yang besar untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya, elektron yang terpisah dan bermuatan negatif tersebut akan bebas bergerak pada daerah pita konduksi dari material semi konduktor, sehingga atom yang kehilangan elektrin tersebut kekosongan pada strukturnya, kekosongan tersebut dinamakan "Hole" dengan muatan positif (Yuliananda, Sarya and Retno Hastijanti, 2015)

## B. Baterai

### 2.1. Pengertian Baterai

Baterai adalah perangkat portabel yang mengandung sel-sel kimia yang dapat menghasilkan energi listrik melalui reaksi kimia. Salah satu alat untuk penyimpan dan konversi energi yang bekerja berdasarkan prinsip elektrokimia. Sebuah baterai terdiri dari tiga element penting, yaitu :

1. Batang karbon sebagai anode (kutub positif)
2. Seng (Zn) sebagai katode (kutub negatif)
3. Pasta sebagai elektrolit

Berdasarkan cara kerjanya baterai memiliki sel elektrokimia yang terbagi menjadi dua, yaitu sel galvanis dan sel elektrolisa. Sel galvanis disebut juga sel volta yang dapat merubah energi kimia menjadi energi listrik, sedangkan sel elektrolisa merubah energi listrik untuk menggerakkan reaksi kimia tak spontan. Dalam penggunaanya, baterai dibagi menjadi dua macam, dapat di isi ulang (*rechargeable*) dan tidak dapat di isi ulang. Jenis baterai yang tidak dapat di isi ulang disebut baterai primer dan yang bisa di isi ulang disebut baterai

sekunder (Siregar, Arkan and Sunanda, 2021)



Gambar 1.1 Baterai Li-ion18650

## 2.2. Karakteristik Pengisian Baterai

Salah satu teori yang digunakan untuk menjelaskan pengisian baterai pada panel surya adalah teori fotovoltaiik. Teori ini menjelaskan bagaimana panel surya menghasilkan listrik melalui efek fotovoltaiik. Efek fotovoltaiik terjadi ketika cahaya matahari (foton) mengenai material semikonduktor dalam panel surya, seperti silikon. Ketika foton mengenai material semikonduktor, energi dari foton tersebut dapat merangsang elektron-elektron yang terikat dalam material semikonduktor tersebut. Proses ini menghasilkan pemisahan pasangan *elektron-holes* (celah kosong) di dalam material semikonduktor. Ketika terjadi pemisahan pasangan *elektron-holes*, terbentuklah arus listrik. Elektron-elektron yang terlepas akibat pemisahan ini akan mengalir melalui sirkuit eksternal dalam panel surya, dan inilah yang menyebabkan terjadinya aliran listrik (Joewono, Sitepu and Angka, 2019)

## C. lampu penerangan jalan

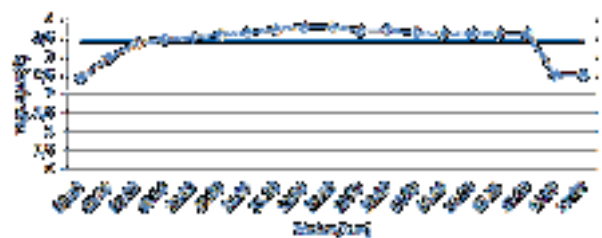
### 3.1. penerangan jalan umum

Lampu penerangan jalan adalah bagian dari bangunan pelengkap jalan yang dapat diletakkan/dipasang di kiri/kanan jalan dan atau di tengah (di bagian median jalan) yang digunakan untuk menerangi jalan maupun lingkungan disekitar jalan yang diperlukan termasuk persimpangan jalan

(*intersection*), jalan layang (*interchange, overpass, fly over*), jembatan dan jalan di bawah tanah (*underpass*) terowongan (Hikmawan and Suprayitno, 2018)

## IV. Hasil dan Pembahasan

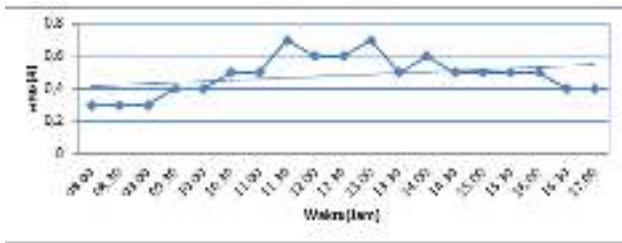
No	Waktu	Tegangan keluaran Solar panel (vdc)	Nilai arus pengisian (A)	Kondisi cuaca
1	08.00	2,45	0,3	Cerah Berawan
2	08.30	2,58	0,3	Cerah Berawan
3	09.00	3,37	0,3	Cerah Berawan
4	09.30	3,48	0,4	Cerah Berawan
5	10.00	3,52	0,4	Cerah Berawan
6	10.30	3,39	0,3	Cerah Berawan
7	11.00	3,65	0,3	Cerah
8	11.30	3,73	0,3	Cerah
9	12.00	3,80	0,3	Cerah
10	12.30	3,80	0,3	Cerah
11	13.00	3,69	0,3	Berawan
12	13.30	3,71	0,3	Berawan
13	14.00	3,65	0,3	Hujan Gerimis
14	14.30	3,62	0,3	Hujan Gerimis
15	15.00	3,63	0,3	Hujan
16	15.30	3,62	0,3	Hujan
17	16.00	3,61	0,3	Hujan
18	16.30	2,33	0,4	Hujan
19	17.00	2,33	0,4	Hujan



Berdasarkan gambar pada grafik tegangan, pengambilan data pada Baterai dilaksanakan dari tanggal 26 Agustus 2023. Tegangan tertinggi pertama selama pengambilan data terjadi pada pukul 12.00 WIB yaitu sebesar 3,80 V. Untuk mengetahui nilai rata-rata dapat dihitung dengan menjumlahkan banyaknya pengukuran yang di lakukan pada pukul 08.00 WIB sampai 17.00 Wib, yang mana pengukuran itu dilakukan 1 kali dalam setengah jam lalu dibagi dengan banyaknya waktu pengukuran yaitu sebanyak 19 kali. Berikut ini perhitungan nilai rata-rata tegangan:

Nilai tegangan

$$\frac{2,45 + 2,58 + 3,37 + 3,48 + 3,52 + 3,39 + 3,65 + 3,73 + 3,80 + 3,80 + 3,69 + 3,71 + 3,65 + 3,62 + 3,63 + 3,62 + 3,61 + 2,33 + 2,33}{19}$$



Berdasarkan gambar pada grafik arus, pengambilan data pada Baterai dilaksanakan dari tanggal 26 Agustus 2023. Nilai arus pengisian tertinggi terjadi pada pukul 11.30 yaitu sebesar 0,7. Untuk mengetahui nilai rata-rata dapat dihitung dengan menjumlahkan banyaknya pengukuran yang dilakukan pada pukul 08.00 WIB sampai 17.00 WIB, yang mana pengukuran itu dilakukan 1 kali dalam setengah jam lalu dibagi dengan banyaknya waktu pengukuran yaitu sebanyak 19 kali. Berikut ini perhitungan nilai rata-rata nilai arus:

Nilai arus

$$\frac{0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,4 + 0,45 + 0,5 + 0,7 + 0,6 + 0,6 + 0,7 + 0,5 + 0,6 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,4 + 0,4 + 0,4}{19} = 0,4789473684210527$$

## V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka diperoleh hasil yang dirangkum sebagai berikut :

1. Dari hasil monitoring di kampus 2 ITP tanggal 26 Agustus 2023 sampai tanggal 02 September 2023 terjadi peningkatan dan penurunan tegangan, arus, temperatur dan intensitas cahaya, semua tergantung pada situasi cuaca yang dilakukan saat melakukan penelitian. Untuk nilai rata-rata yang didapatkan pada tegangan panel surya sebesar 4,15 v, 5,5 v, 5,67 v, 5,77 v, 5,46 v, 5,66 v dan 5,55 v. Untuk nilai rata-rata pada arus panel surya sebesar 1,4 A, 0,9 A, 1,3 A, 1,3 A, 1,3 A, 1,2 A, 1,7 A dan 1,2 A. Untuk nilai rata-rata pada Temperatur adalah 36,6 °C, 36,9 °C, 39,63 °C, 41,65 °C, 39,71 °C, 41,40 °C dan 33,58 °C. Untuk nilai rata-rata dari intensitas cahaya sebesar 880 Candela, 709

Candela, 604 Candela, 434 Candela, 390 Candela, 599 Candela, 707 dan Candela.

2. Dengan daya lampu penerangan jalan LED 21 W, tegangan 3,2 V dan arus sebesar 2,1 A, maka energi yang dibutuhkan perhari sebanyak 80,64 Wh. Untuk baterai yang digunakan memiliki tegangan sebesar 3,2 V dengan kapasitas 5 Ah. Dari hasil pengukuran, didapatkan tegangan rata-rata pada saat baterai di aliri arus dan tegangan ke beban yaitu 3,80 V, 3,52 V, 3,39 V, 3,44 V, 3,74 V, dan 3,46 V. Untuk nilai rata-rata pada arus sebesar 0,4 A, 0,4 A, 1,0 A, 0,4 A, 0,5 A, dan 0,3 A.

## VI. Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka penulis mengemukakan beberapa saran sebagai berikut :

1. Diadakan penelitian lebih lanjut untuk perhitungan pengisian baterai untuk mengetahui secara rinci waktu yang dibutuhkan saat pengisian baterai dari berbagai jenis baterai.
2. Saran untuk penelitian selanjutnya bisa ditambahkan atau menggunakan simulasi daya yang masuk ke baterai dan keluar pada PLTS

## VII. Referensi

- Mahfudz Hayusman, L., Saputera, N. and Negeri Banjarmasin, P. (2022) 'Studi Perencanaan Panel Kendali Plts-PIn Berdasarkan Kapasitas Baterai Untuk Plts Off-Grid', *Jurnal Sains Terapan*, 8(1).
- Purwoto, B.H. et al. (2018) 'Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif', *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), pp. 10–14. Available at: <https://doi.org/10.23917/emitor.v18i01.6251>.
- Somadani, D. and Ginanjar, A.H. (2018) 'Prototipe Penerangan Jalan Umum (Pju) Pintar

- Berbasis Arduino Menggunakan Solar Panel, Sensor Hc-Sr04 Dan Sensor Ldr', *Prosiding Semnastek*, (PROSIDING SEMNASTEK 2018), pp. 1–8. Available at: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/3443>.
- Akhinov, I.A. and Handaya, D. (2019) 'Sistem Kontrol Pengisian Baterai pada Penerangan Jalan Umum Berbasis Solar Cell', *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, 4(1), p. 93. Available at: <https://doi.org/10.31544/jtera.v4.i1.2019.93-98>.
- Anugrah Anggun dan Aldo Muhammad.(2021) 'Analisa Pengisian Baterai *lead-acid* Pada *matlab simulink* Dengan Variasi SOC Baterai Menggunakan Tegangan Konstan Dan Arus Konstan'.
- Hasibuan, F.A. (2020) 'Tugas akhir'.
- Usman, M. (2020) 'Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya', *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), pp. 52–57. Available at: <https://doi.org/10.30591/polektro.v9i2.2047>.
- Harahap, P. (2020) 'Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang', pp. 73–80.
- Suwarti, - (2019) 'Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya', *Eksergi*, 14(3), p. 78. Available at: <https://doi.org/10.32497/eksergi.v14i3.1373>.
- Yuliananda, S., Sarya, G. and Retno Hastijanti, R. (2015) 'Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya', *Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya Nopember*, 01(02), pp. 193–202.
- Hasrul, R. (2021) 'Sistem Pendinginan Aktif Versus Pasif Di Meningkatkan Output Panel Surya', *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, 5(2), pp. 79–87. Available at: <https://journal.unilak.ac.id/index.php/SainET/index>.
- Pembangkit, K. *et al.* (2023) 'Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terhadap Pemakaian Beban', *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, 5(2), pp. 134–139. Available at: <https://doi.org/10.30596/rele.v5i2.13092>.
- Siregar, J.S., Arkan, F. and Sunanda, W. (2021) 'Perencanaan Penerangan Jalan Penegang Petaling Berbasis Tenaga Surya', *Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, 10(1), pp. 1–5. Available at: <https://doi.org/10.36055/setrum.v10i1.10310>.
- Joewono, A., Sitepu, R. and Angka, P.R. (2019) 'Rancang Bangun Sistem Lampu Penerangan Jalan Umum Terintegrasi Dengan Battery Lithium', *Jurnal Elektro*, 12, pp. 33–42.
- Hikmawan, S.R. and Suprayitno, E.A. (2018) 'Rancang Bangun Lampu Penerangan Jalan Umum (Pju) Menggunakan Solar Panel Berbasis Android (Aplikasi Di Jalan Parkiran Kampus 2 Umsida)', *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 3(1), pp. 9–17. Available at: <https://doi.org/10.21831/elinvo.v3i1.15343>.
-