

# Rancang Bangun Sistem Konsentrator Cahaya Matahari Dengan Lensa Fresnel Untuk Meningkatkan Intensitas Cahaya Matahari Pada Panel Solar Cell

Dwi Permata Sari<sup>1</sup>, Parlin Siagian<sup>2</sup>, Dino Erivianto<sup>3</sup>  
*Universitas Pembangunan Panca Budi Medan*  
dwid86855@gmail.com, parlinsiagian@dosen.pancabudi.ac.id, Derivianto@gmail.com

Corresponding Author: Dwi Permata Sari

---

## ABSTRACT

Solar energy is one of the potential and environmentally friendly renewable energy sources. However, the efficiency of sunlight absorption by solar panels is often affected by the intensity of light received. This study aims to design and build a solar light concentrator system using a Fresnel lens to increase the intensity of light received by the solar panel. The issues addressed in this research include how to design a device with a Fresnel lens that can focus sunlight and how the use of this lens affects the electrical power generated by the solar panel. The research method includes the mechanical design of the concentrator system, installation of the Fresnel lens, and testing of light intensity and the output power of the solar panel before and after the lens application. This study is limited to the analysis of increased intensity and electrical power, without considering cost aspects or economic efficiency.

**Keywords:** Solar Panel, Fresnel Lens, New and Renewable Energy

## ABSTRAK

Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang potensial dan ramah lingkungan. Namun, efisiensi penyerapan cahaya matahari oleh panel surya sering kali dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang diterima. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem konsentrator cahaya matahari menggunakan lensa Fresnel guna meningkatkan intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya. Masalah dalam penelitian ini meliputi bagaimana merancang alat dengan lensa Fresnel yang mampu memfokuskan cahaya matahari serta bagaimana pengaruh penggunaan lensa tersebut terhadap daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Metode penelitian meliputi perancangan mekanis sistem konsentrator, instalasi lensa Fresnel, dan pengujian intensitas cahaya serta daya keluaran panel surya sebelum dan sesudah penerapan lensa. Penelitian ini dibatasi hanya pada analisis peningkatan intensitas dan daya listrik, tanpa mempertimbangkan aspek biaya atau efisiensi ekonomi.

**Kata Kunci:** Solar Panel, Lensa Fresnel, Energi Baru Dan Terbarukan

## 1. PENDAHULUAN

Energi surya merupakan sumber energi terbarukan dengan potensi signifikan untuk memenuhi kebutuhan listrik. Kebutuhan listrik terus meningkat seiring waktu, seiring dengan meningkatnya kebutuhan manusia akan aktivitas sehari-hari. Konsumsi energi masih bergantung



pada energi fosil. Oleh karena itu, diperlukan sumber energi yang diperlukan untuk mengatasi ketergantungan ini [1], [2]. Salah satu sumber energi penting yang tersedia di seluruh dunia adalah energi surya. Energi surya sangat melimpah, terutama di Indonesia, negara beriklim tropis. Energi surya tidak terbatas dan tidak menimbulkan polusi, sehingga merupakan konsekuensi implisit dari energi fosil [3].

Sistem tenaga surya sering menghadapi keterbatasan dan kendala. Energi yang dihasilkan oleh PV relatif kecil, dan iklim Indonesia yang berubah-ubah serta perubahan pergerakan matahari berdampak negatif terhadap penyerapan radiasi matahari oleh panel surya. Oleh karena itu, diperlukan sistem untuk memaksimalkan penyerapan radiasi matahari oleh panel surya, yaitu dengan menggunakan kaca film [4].

Indonesia merupakan negara tropis dengan luas daratan hampir 2 juta km<sup>2</sup> dan menerima sinar matahari sepanjang waktu dengan durasi lebih dari 6 jam sehari (2.400 jam dalam satu waktu) dengan intensitas radiasi rata-rata 4,8 kWh/m<sup>2</sup> per hari [5].

Permasalahan utama yang didapat dari panel surya adalah nilai efisiensinya yang kecil, dibandingkan dengan pembangkit listrik lainnya. Energi matahari dikonversi menjadi energi listrik dengan efisiensi hanya sebesar 18%. Energi tersebut berkurang pada saat energi tersebut digunakan ke peralatan listrik karena pengaruh efisiensi tegangan, baterai, kabel, inverter menjadi 10- 15% [6].

Sistem tenaga surya tidak bebas dari keterbatasan dan kendala, di mana daya yang dihasilkan dari PV sangat kecil, belum lagi pengaruh iklim jatuh di Indonesia yang tidak menentu, serta pergerakan matahari yang mengubah posisinya, menyebabkan perendaman energi radiasi matahari pada panel surya sangat buruk. Dengan demikian, sistem untuk menyerap energi radiasi matahari pada panel surya diperlukan untuk lebih optimal, videlicet dengan bantuan alat gelas mug [7]. Dalam penelitian ini, akan ditunjukkan bagaimana penggunaan gelas mug mempengaruhi dan bagaimana tegangan, arus dan daya pada panel surya mempengaruhi sebelum dan sesudah penggunaan gelas mug, di mana nilai watt akan digunakan dalam pengukuran panel surya untuk mendapatkan data yang lebih akurat [8].

Berdasarkan uraian di atas peneliti tertarik untuk membahas berapa peningkatan yang dihasilkan setelah menggunakan lensa fresnel, dengan judul “RANCANG BANGUN SISTEM KONSTRATOR CAHAYA MATAHARI DENGAN LENS A FRESNEL UNTUK MENINGKATKAN INTENSITAS CAHAYA MATAHARI PADA PANEL SOLAR CEL”.

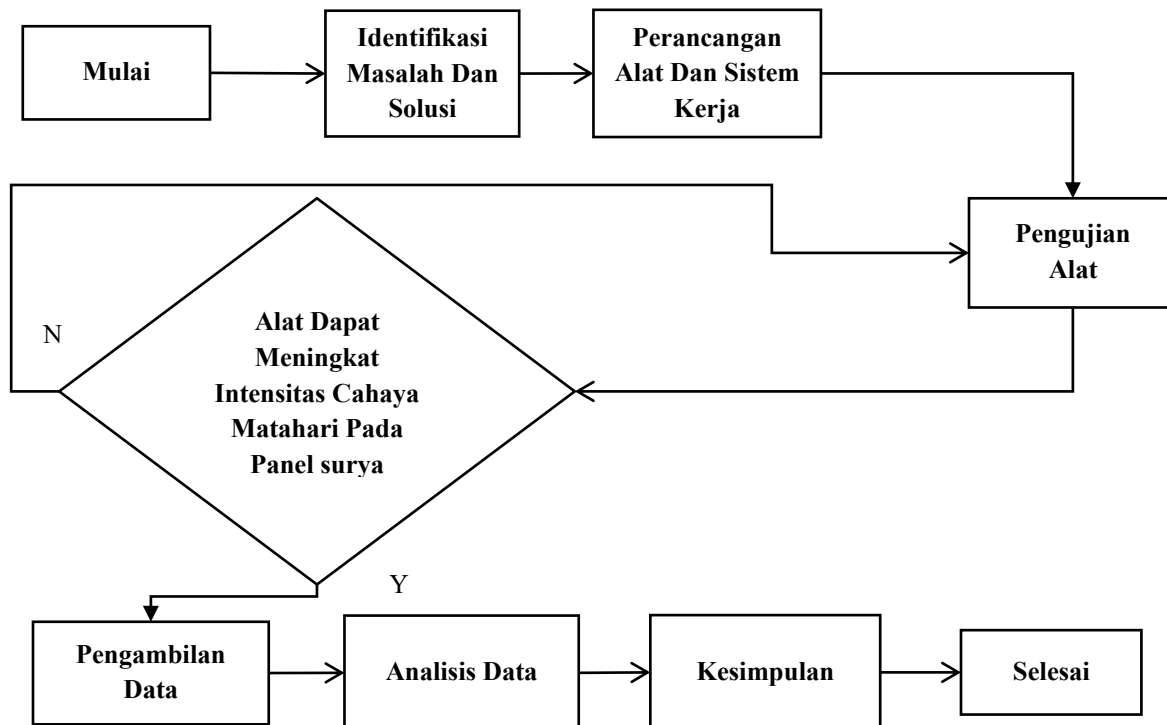
Penerapan sumber energi terbarukan harus terus dikembangkan mengingat keterbatasan kekuatannya di alam dan semakin menurunnya harga energi reaksioner itu sendiri setiap tahun sebagai sumber energi konvensional yang digunakan oleh PLN [9].

## 2. METODOLOGI

Observasi adalah metode penelitian yang menjadi dasar dari penelitian ini, Dimana peneliti bertindak sebagai pengamat dan pengumpul data yang didapat pada saat penelitian yang dilakukan, tanpa melakukan manipulasi atau intervensi dari objek tersebut.



## 2.1 Diagram alir/flowchart



## 2.2 Deskripsi Alat

Sistem pembangkit listrik tenaga surya dalam studi ini dirancang menggunakan sistem konsentrator surya yang menggunakan lensa Fresnel. Umumnya, pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) memiliki iradiasi terbatas karena posisi dan pergerakan matahari yang terbatas. Lensa Fresnel, yang berfungsi sebagai konsentrator atau pemusatan sinar matahari pada panel surya, dirancang untuk membantu penyinaran dan pencelupan sinar matahari oleh panel surya. Spesifikasi perangkat dan perlengkapan yang digunakan dalam studi ini dijelaskan di bawah ini.

### 2.3 Spesifikasi Solar Panel

Panel surya yang digunakan dalam perancangan sistem PLTS pada penelitian ini adalah panel surya polikristalin dengan daya panel surya sebesar 1,5 Wp.



Gambar 1 Type Solar Panel

Tabel 1 Spesifikasi solar panel yang digunakan

Parameter	Details
Voltage at maximum power, $V_{mp}$	18 V
Current at maximum, $I_{mp}$	83 mA
Open-circuit voltage, $V_{oc}$	22 V
Short-circuit current, $I_{sc}$	9 3mA
Rated Power, P	1,5 W

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menjelaskan hasil eksplorasi dan memberikan pembahasan yang komprehensif. Hasil dapat disajikan dalam bentuk angka, grafik, tabel, dan bentuk lain agar lebih mudah dipahami oleh kompendium [10], [11]. Pembahasan dapat dibagi menjadi beberapa sub-bagian.

### 3.1. Pengujian Panel Surya Dengan Rangkaian Terbuka (Open Circuit) Menggunakan Lensa Fresnel

Pada pengujian panel surya dengan metode pengujian rangkaian terbuka atau open circuit menggunakan lensa fresnel, dimana rangkaian pengujian yaitu antara panel surya tidak dihubungkan sama sekali dengan baterai maupun ke beban. Penambahan lensa fresnel berfungsi

untuk mengumpulkan dan memfokuskan sinar matahari ke area yang diterima oleh panel surya.

Pengujian ini melibatkan paparan sinar matahari langsung pada panel surya, yang menghasilkan tegangan sirkuit terbuka ( $V_{oc}$ ). Pengukuran tegangan dilakukan setiap satu jam. Penambahan lensa Fresnel menghasilkan intensitas yang lebih baik, menghasilkan tegangan yang lebih baik dari panel. Peralatan yang digunakan ditunjukkan pada table:

**Tabel 2** Pengujian rangkaian terbuka dengan lensa fresnel penelitian hari ke-1

PENELITIAN MENGGUNAKAN FRESNEL			
HARI KE-1			
No	Tegangan (Volt)	Iradiasi Matahari W/m <sup>2</sup>	Suhu °C
1	14,42 V	677,4	34
2	14,50 V		34
3	14,32 V		34
4	14,26 V	636,9	34
5	14,25 V		34
6	14,21 V		34
7	14,18 V	569,8	34
8	14,11 V		34
9	14,07 V		34
Rata-rata	14,26 V	628,03	34

**Tabel 3** Pengujian rangkaian terbuka dengan lensa fresnel penelitian hari ke-2

PENELITIAN MENGGUNAKAN FRESNEL			
HARI KE-2			
No	Tegangan (Volt)	Iradiasi Matahari W/m <sup>2</sup>	Suhu °C
1	14,32 V	581,9	33
2	14,25 V		33
3	14,18 V		33
4	14,11 V	569,8	33
5	14,07 V		33
6	14,00 V		33



7	13,34 V	468,4	33
8	13,30 V		33
9	13,16 V		33
Rata-rata	13,86 V	540,03	33

**Tabel 4** Pengujian rangkaian terbuka dengan lensa fresnel penelitian hari ke-3

PENELITIAN MENGGUNAKAN FRESNEL			
HARI KE-3			
No	Tegangan (Volt)	Iradiasi Matahari W/m <sup>2</sup>	Suhu °C
1	12,78 V	220,3	30,8
2	12,67 V		30,8
3	12,06 V		30,8
4	12,48 V	177,2	30,8
5	12,38 V		30,8
6	12,22 V		30,8
7	12,06 V	155,9	30,8
8	11,97 V		30,8
9	11,94 V		30,8
Rata-rata	12,29 V	184,5	30,8

Pengukuran juga dilakukan pada rangkaian Voc (Tegangan Open Circuit) tanpa menggunakan lensa fresnel, yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan penggunaan sebelum dan sesudah menggunakan lensa fresnel. Berikut hasil pengujian rangkaian Voc tanpa menggunakan lensa fresnel:

**Tabel 5** Pengujian rangkaian terbuka tanpa lensa fresnel penelitian hari ke-1

PENELITIAN TANPA MENGGUNAKAN FRESNEL			
HARI KE-1			
No	Tegangan (Volt)	Iradiasi Matahari W/m <sup>2</sup>	Suhu °C
1	13,47 V	677,4	34
2	13,37 V		34
3	13,32 V		34
4	13,23 V	636,9	34
5	13,22 V		34
6	13,18 V		34

7	13,15 V	569,8	34
8	13,08 V		34
9	13,04 V		34
Rata-rata	13,22 V	628,03	34

**Tabel 6** Pengujian rangkaian terbuka tanpa lensa fresnel penelitian hari ke-2

PENELITIAN MENGGUNAKAN FRESNEL			
HARI KE-2			
No	Tegangan (Volt)	Iradiasi Matahari W/m <sup>2</sup>	Suhu ©
1	13,32 V	581,9	33
2	13,25 V		33
3	13,18 V		33
4	13,34 V	569,8	33
5	13,30 V		33
6	13,16 V		33
7	13,11 V	468,4	33
8	13,07 V		33
9	13,00 V		33
Rata-rata	13,19 V	540,03	33

**Tabel 7** Pengujian rangkaian terbuka tanpa lensa fresnel penelitian hari ke-3

PENELITIAN TANPA MENGGUNAKAN FRESNEL			
HARI KE-3			
No	Tegangan (Volt)	Iradiasi Matahari W/m <sup>2</sup>	Suhu ©
1	12, 48 V	220,3	30,8
2	12, 39 V		30,8
3	12, 06 V		30,8
4	11, 45 V	177,2	30,8
5	11, 34 V		30,8
6	11, 22 V		30,8
7	11, 37 V	155,9	30,8
8	11, 34 V		30,8



9	11,06 V		30,8
Rata-rata	11,63 V	184,5	30,8

Berdasarkan data hasil uji Voc (Tegangan Rangkaian Terbuka) pada panel surya melalui Tabel, diperoleh nilai tegangan rangkaian yang berbeda antara menggunakan lensa Fresnel dan tanpa lensa Fresnel. Tegangan rangkaian terbuka maksimum yang dicapai selama pengujian adalah 14,50 V pada hari pertama penelitian dengan iradiasi matahari yang mengenai panel surya sebesar 677,4 W/m<sup>2</sup>. Tegangan rangkaian terbuka minimum dicapai pada hari ke-3 penelitian dengan iradiasi matahari yang mengenai panel surya sebesar 155,9 W/m<sup>2</sup> sehingga Voc panel surya adalah 11,06 V.

Dari hasil pengujian rangkaian terbuka (Voc) didapatkan perbedaan hasil dengan menggunakan lensa fresnel dan tanpa menggunakan lensa fresnel yang cukup signifikan sebesar 0,79 V. Data 0,79 V didapat dari selisih total rata-rata output tegangan rangkaian dengan menggunakan lensa fresnel dan tanpa lensa fresnel.

#### 4. KESIMPULAN

Selama pengujian, tegangan yang dihasilkan panel surya sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang masuk. Lensa Fresnel sebagai konsentrator cahaya dapat memengaruhi fokus sinar matahari yang masuk. Penggunaan lensa Fresnel sebagai konsentrator sinar matahari telah terbukti memberikan manfaat yang baik saat menyinari panel surya, menghasilkan tegangan optimal dibandingkan panel surya tanpa cermin dengan peningkatan implisit sebesar 5,8. Besarnya sudut dan kemiringan kaca sangat memengaruhi hasil yang dihasilkan dari panel surya. Sudut kemiringan lensa Fresnel dalam penelitian ini adalah 40°.





**REFERENSI**

- [1] A. Dani and D. Erivianto, "Potential of rooftop solar electric energy on campus buildings high school of technology Sinar Husni using helioscope software-Ahamd Dani et.al Potential of rooftop solar electric energy on campus buildings high school of technology Sinar Husni using helioscope software," *Informatika dan Sains*, vol. 14, no. 01, p. 2024, doi: 10.54209/infosains.v14i01.
- [2] H. Tuan, B. 1 ✉, A. Dani, and D. Erivianto, "Studi Optimalisasi Sudut Kemiringan dan Azimut Panel Surya Terhadap Output PLTS Menggunakan Perangkat Lunak PVSyst".
- [3] M. N. Adiwana and U. T. Kartini, "Desain photovoltaic dan peramalan jangka pendek radiasi sinar matahari menggunakan metode feed-forward neural network 757 DESAIN PHOTOVOLTAIC DAN PERAMALAN JANGKA PENDEK RADIASI SINAR MATAHARI MENGGUNAKAN METODE FEED-FORWARD NEURAL NETWORK."
- [4] Arbain, moranain Mungkin, and H. Satria, "PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MEDAN AREA MEDAN 2023 UNIVERSITAS MEDAN AREA," medan, Sep. 2023. Accessed: Jun. 28, 2025. [Online]. Available: <https://repositori.uma.ac.id/handle/123456789/21881>
- [5] Wasistha, "Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid di Laboratorium Teknik Listrik Politeknik Negeri Jakarta".
- [6] J. H. R. Enslin, "MAXIMUM POWER POINT TRACKING: A COST SAVING NECESSITY IN SOLAR ENERGY SYSTEMS," 1992.
- [7] P. Siagian, H. Alam, M. Fahreza, and R. J. Tampubolon, "Peningkatan Daya Panel Surya Dengan Konsentrator Cahaya dari Bahan Aluminium Foil," vol. IX, no. 2, 2024.
- [8] R. Arif Nugroho and M. Facta, "MEMAKSIMALKAN DAYA KELUARAN SEL SURYA DENGAN MENGGUNAKAN CERMIN PEMANTUL SINAR MATAHARI (REFLECTOR)."
- [9] B. Boranpil Juen, I. I. Wayan Suriana, A. Eng, I. Wayan Sukadana, and I. S. Wayan Sugara Yasa, "PERANCANGAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID ANTARA PLN DAN PLTS," 2020.
- [10] J. Sadowski, "When data is capital: Datafication, accumulation, and extraction," *Big Data Soc*, vol. 6, no. 1, pp. 1–12, 2019, doi: 10.1177/2053951718820549.
- [11] J. R. Saura, B. R. Herraiez, and A. Reyes-Menendez, "Comparing a traditional approach for financial brand communication analysis with a big data analytics technique," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 37100–37108, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2905301.



- [12] R. Rahmانيar, K. Khairul, A. Junaidi, and D. K. Sari, “Analysis of Shadow Effect on Solar PV Plant using Helioscope Simulation Technology in Palipi Village,” *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 9, no. 1, p. 75, May 2023, doi: 10.24036/jtev.v9i1.122372.
- [13] P. Siagian, M. E. Dalimunthe, B. Siregar, M. Fadlan, and R. A. Frasasti, “The Cost of Islamic Boarding School Electricity Bills is Lowered by Installing Solar Cells on Grid Limiters,” *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bestari*, vol. 1, no. 8, pp. 895–904, Dec. 2022, doi: 10.55927/jpmb.v1i8.1954.
- [14] Andreansyah, M. E. Dalimunthe, and D. Lesmana, “Analysis of Aquaponics Solar Panel Innovation in Building C of Pembangunan Panca Budi University,” *Fidelity : Jurnal Teknik Elektro*, vol. 6, no. 1, pp. 60–63, Jan. 2024, doi: 10.52005/fidelity.v6i1.201.
- [15] Z. Tharo and S. Anisah, PERBANDINGAN PERFORMANSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ANTARA DAERAH PEGUNUNGAN DENGAN DAERAH PESISIR.
- [16] S. Anisah and A. Darma Tarigan, “PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ATAP ON GRIND SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF RAMAH LINGKUNGAN ROOF SOLAR POWER PLANT PLANNING ON GRIND AS AN ALTERNATIVE ENERGY SOURCE ENVIRONMENTALLY FRIENDLY,” *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, vol. 6, no. 1, 2023.
- [17] F. Hasibuan, P. Siagian, and H. Gunawan, “Design and Build a Charging Battery Solar Cell Using the Maximum Power Point Tracker (MPPT) System.”

