

Analisis Potensi Energi Matahari Dan Pembangkitan Daya pada PLTS Sebagai Sumber Rumah Energi Terbarukan Sederhana di Kota Bengkulu

Dio Akbar Efriansyah^{1*}, Afriyastuti Herawati^{2*}, Ika Novia Anggraini³,
Reza Satria Rinaldi⁴, Yuli Rodiah⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Bengkulu, Bengkulu

*Koresponden email: dioakbar2000@gmail.com, afriyastuti_herawati@unib.ac.id

Diterima: 25 Januari 2024

Disetujui: 29 Januari 2024

Abstract

With the location of Bengkulu Province on the west coast of Sumatra Island and facing the Indian Ocean, Bengkulu has good solar energy potential throughout the year so that it can be utilized as a simple renewable energy home source to increase energy independence in the community and energy security in a sustainable manner. In this study, a solar irradiation model approach was used through the equation developed by Bird and Hulstrom. This model considers the combined effects of aerosols, water vapor, ozone, air pressure, molecular scattering and other gases on sunlight reaching the earth's surface. The average total irradiation of 2.39 kWh/m² days and a total of 71.7 kWh/m² for 30 days were obtained. These results can be used as a renewable energy source for household consumption, the potential is sufficient. Power generation using 3 panels with an output of 286.5 Watts and an average of 244.5 Watts. Weather factors and solar irradiation affect these results. The charging time of a 100 Ah battery based on weather conditions, using 3 panels with cloudy sunny weather conditions was able to charge 100 Ah, a charging current of 14.55 Amperes with a charging time of 6.9 hours under ideal conditions and 7.6 hours under 10% efficiency loss conditions.

Keywords: *bengkulu, energy potential, renewable energy house, irradiance model, bird and hulstrom*

Abstrak

Dengan letak Provinsi Bengkulu berada di pesisir barat Pulau Sumatra dan berhadapan dengan Samudra Hindia menjadikan Bengkulu memiliki potensi energi matahari yang cukup baik sepanjang tahun sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber rumah energi terbarukan sederhana guna meningkatkan kemandirian energi pada masyarakat dan ketahanan energi secara berkelanjutan. Pada penelitian ini digunakan pendekatan model penyinaran matahari melalui Persamaan yang dikembangkan *Bird and Hulstrom*. Merupakan model yang populer untuk estimasi iradiasi langit cerah pada permukaan bumi. Model ini mempertimbangkan efek gabungan dari aerosol, uap air, ozon, tekanan udara, hamburan molekul dan gas lainnya pada sinar matahari yang mencapai permukaan bumi. Didapatkan rata-rata total iradiasi 2,39 kWh/m² hari dan total 71,7 kWh/m² untuk waktu 30 hari. Hasil ini dapat dijadikan sebagai sumber energi terbarukan untuk konsumsi rumah tangga, potensinya cukup memadai. Pembangkitan daya menggunakan 3 panel dengan output sebesar 286,5 Watt dan rata-rata sebesar 244,5 Watt. Faktor cuaca dan iradiasi matahari mempengaruhi hasil ini. Lama waktu pengisian baterai 100 Ah berdasarkan kondisi cuaca, menggunakan 3 panel dengan kondisi cuaca cerah berawan mampu mengisi 100 Ah, arus pengisian 14,55 Ampere dengan waktu pengisian selama 6,9 jam pada kondisi ideal dan 7,6 jam pada kondisi kehilangan efisiensi 10%.

Kata Kunci: *bengkulu, potensi energi, rumah energi terbarukan, model penyinaran, bird and hulstrom*

1. Pendahuluan

Alasan utama perubahan iklim adalah gas rumah kaca yang dilepaskan dari pembakaran bahan bakar fosil. Hampir 80% gas rumah kaca berasal dari pembangkitan dan konsumsi energi listrik [1] [2] [3]. Maka perlu adanya pemanfaatan sumber daya energi terbarukan. Energi matahari adalah yang paling melimpah, tidak pernah habis dan bersih serta konstan sepanjang tahun dari semua sumber daya energi terbarukan lain hingga saat ini. Energi yang diserap oleh Bumi dari radiasi matahari adalah sekitar $1,8 \times 10^{11}$ MW, yang berkali-kali lipat lebih besar dari tingkat konsumsi energi saat ini. Teknologi fotovoltaik adalah salah satu cara terbaik untuk memanfaatkan tenaga surya [4].

Potensi untuk pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indonesia tampak sangat menjanjikan, mengingat posisi geografis Indonesia yang berada pada garis khatulistiwa. Sebagai negara

tropis, Indonesia memiliki potensi energi surya yang signifikan dengan tingkat radiasi rata-rata (insolasi) mencapai 4,5-4,8 kWh/m² /hari [5] [6] [7] [8] dan 1,9 – 6,5 kWh/m² untuk wilayah Sumatra [9]. Kota Bengkulu dari perspektif geografis, wilayah Kota Bengkulu berada pada koordinat antara 30°45' - 30°59' Lintang Selatan dan 102°14' - 102°22' Bujur Timur. Wilayah ini memiliki luas total 539,3 km², yang terdiri dari 151,7 km² daratan dan 387,6 km² perairan [10]. Dengan letak Provinsi Bengkulu berada pada bagian pesisir barat Pulau Sumatra dan berhadapan langsung dengan Samudra Hindia menjadikan Bengkulu sebagai salah satu daerah yang berpotensi memiliki energi matahari yang tinggi [11] [12].

Potensi ini dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif yang ekonomis dan tersedia sepanjang tahun. Sehingga rumah energi terbarukan sederhana menjadi sangat menarik untuk dikembangkan karena dapat menunjang kebutuhan energi bagi masyarakat yang tertinggal dari akses listrik PLN dan juga ini dapat menjadi salah satu upaya untuk mewujudkan kemandirian energi dalam masyarakat. Hal ini penting mengingat proyeksi bahwa sumber daya energi fosil di Indonesia diperkirakan akan habis pada tahun 2030 [13]. Maka, percepatan transisi ke energi modern menjadi langkah strategis dalam upaya mempertahankan ketahanan energi kita.

Oleh karenanya, penerapan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk memanfaatkan potensi energi surya yang ada merupakan solusi yang tepat dalam membantu pemenuhan kebutuhan energi listrik rumah tangga berbasis energi terbarukan. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan radiasi matahari sebagai sumber energi, melalui konversi yang dilakukan oleh sel fotovoltaik. Sistem fotovoltaik ini mengonversi radiasi sinar matahari menjadi energi listrik. Jenis PLTS yang optimal untuk digunakan sebagai sumber energi terbarukan pada rumah tangga adalah sistem yang menghasilkan tenaga listrik melalui modul fotovoltaik, yang dapat diposisikan pada atap, dinding, atau bagian lain dari struktur bangunan.

Namun, potensi energi matahari tidak semata-mata ditentukan oleh sinar matahari yang tampak oleh mata manusia. Tidak semua radiasi yang dipancarkan oleh matahari dapat diserap oleh Bumi, dikarenakan adanya pengaruh atmosfer Bumi dan kondisi cuaca seperti tutupan awan dan partikel debu, efek-efek atmosfer, kelembapan, suhu, derajat lintang lokasi, dan ketinggian di atas permukaan laut. Oleh karena itu, untuk mengetahui nilai total potensi radiasi matahari berdasarkan radiasi langsung dan radiasi menyebar, dapat digunakan model fisik radiasi matahari dengan mempertimbangkan unsur-unsur yang meredam radiasi matahari yang melewati atmosfer. Dalam hal ini, pendekatan model fisik penyinaran matahari melalui persamaan yang dikembangkan oleh *Bird dan Hulstrom* digunakan [14].

Analisis fenomena ini mengukur dan mengkarakterisasi sumber daya matahari, dapat dilakukan dengan menggunakan teknik seperti pencatatan pengukuran, pengolahan citra satelit dan penggunaan model fisik penyinaran. Teknik pertama menggunakan instrumen pengukuran khusus yang mahal seperti BMKG yang menggunakan *Campbell Stokes, Automatic Solar Radiation Sistem (ASRS)* dan *Pyranometer* [9]. Teknik kedua dapat memberikan hasil yang lebih baik karena dapat mengevaluasi kebenaran daerah yang diarsir, tetapi penggunaannya juga terbatas karena biaya yang tinggi. Alternatif yang logis adalah penggunaan model fisik dan matematis berdasarkan penggunaan data meteorologi. Penggunaan model fisik penyinaran mungkin memiliki hasil yang terbatas jika data dan model yang tepat tidak digunakan. Dalam hal ini, model *Bird dan Hulstrom* pada [14] yang digunakan untuk menghitung potensi pada teluk akan tetapi secara geografis berbeda dengan Bengkulu. Model *Bird dan Hulstrom* digunakan sebagai dasar karena model ini mempertimbangkan elemen-elemen yang melemahkan radiasi matahari yang melewati atmosfer sehingga diharapkan mendapatkan hasil yang lebih teliti.

Berdasarkan pada latar belakang diatas perlu dilakukan penelitian Analisis Potensi Energi Matahari dan Pembangkitan Daya Pada PLTS Sebagai Sumber Rumah Energi Terbarukan Di Kota Bengkulu.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini untuk melakukan analisis potensi energi matahari maka digunakan model fisik penyinaran matahari melalui persamaan yang dikembangkan oleh *Bird and Hulstrom*. Model ini menentukan iradiasi total (I_{TH}), dari jumlah iradiasi langsung (I_{DH}) dan iradiasi diffuse (I_{dH}) pada permukaan horizontal untuk seluruh pita frekuensi [14] [15] [16]. Menurut persamaan (1).

$$I_{TH} = I_{DH} + I_{dH} \tag{1}$$

Keterangan :

- I_{TH} = Radiasi Total (kWh/m² hari)
- I_{DH} = Radiasi Langsung (kWh/m² hari)
- I_{dH} = Radiasi Diffuse (kWh/m² hari)

Metode pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan 2 tahap, dimana tahap pertama dilakukan pengambilan data dengan cara observasi langsung pada daerah penelitian dan pada tahap ini pula untuk dapat melakukan analisis potensi total radiasi matahari maka diperlukan data pendukung seperti data radiasi matahari harian, suhu, kelembapan relatif melalui stasiun cuaca ataupun dari makalah penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Kemudian tahap kedua dilakukan pengumpulan data dengan cara melakukan pengukuran langsung pada panel surya dengan variasi 2 dan 3 panel guna keperluan analisis pembangkitan PLTS sebagai sumber rumah energi terbarukan. Data penelitian dikumpulkan selama 30 hari pada wilayah Kelurahan Suka Merindu, Kecamatan Sungai Serut Kota Bengkulu.

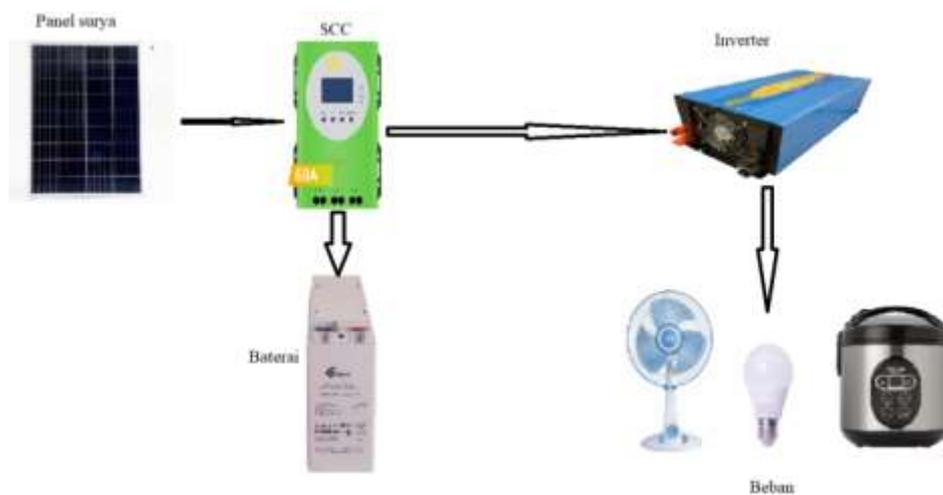
Komponen PLTS

Untuk menjadi sebuah PLTS diperlukan beberapa komponen yang tersusun sehingga menjadi satu kesatuan, adapun beberapa komponennya adalah panel surya, *sollar cell controller*, baterai, inverter dan beban. Spesifikasi dari komponen-komponen yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 1** diagram blok sistem PLTS yang digunakan dapat dilihat pada **Gambar 1**.

Tabel 1. Spesifikasi sistem PLTS

Komponen	Keterangan
Panel Surya	<i>Monocristalyne</i> , 120 WP
SCC	<i>Techfine</i> , 60 Ampere, 12/24/48
Baterai	VRLA, 12 V/100 Ah
Inverter	<i>Pure Sine Wave</i> , 4000 Watt
Beban	Lampu, Kipas Angin, <i>Rice Cooker</i>

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)



Gambar 1. Diagram PLTS

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

Pada saat pengumpulan data, selain melakukan variasi 2 dan 3 panel, sistem PLTS juga dilakukan dengan 2 kondisi, yaitu pertama dengan kondisi *charging* saja kemudian yang kedua dengan kondisi *charging* dan *discharging* secara bersamaan. Baterai yang digunakan berjumlah 1 buah kapasitas 100 Ah dengan *Float Voltage 13.38 V* berjenis VRLA (*Valve Regulated Lead-Acid*). Pada *Sollar Charge Controller* dengan rating arus sebesar 60 A yang digunakan diatur pada sistem 12V dan batas bawah tegangan sebesar 11.5 V, sehingga jika waktu pengosongan baterai sudah mencapai nilai tersebut maka *Sollar Charge Controller* akan memutuskan beban secara otomatis hal ini bertujuan untuk menjaga penggunaan baterai secara jangka panjang dan tetap awet. Inverter dengan tipe *Pure Sine Wave* berkapasitas 4000 Watt digunakan untuk keperluan konversi tegangan DC menjadi AC agar dapat digunakan pada beban seperti kipas angin, lampu AC, *rice cooker* dan lain-lain. Dikarenakan PLTS yang digunakan sebagai sumber rumah energi terbarukan maka sistem PLTS dibangun secara *Off Grid* atau tidak terhubung dengan listrik PLN.

Prosedur Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut :

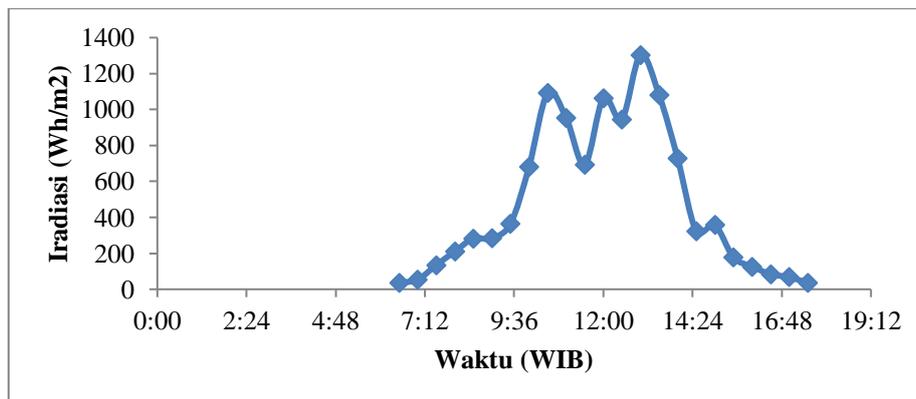
1. Pengumpulan data yang di perlukan untuk melakukan perhitungan potensi radiasi total per hari (kWh/m^2)

2. Menghitung radiasi langsung matahari (I_{DH}) [14] [15] [16], pada tahap ini perhitungan juga didukung dengan konstanta matahari harian (C_r), Koefisien transmisi melalui hamburan akibat molekul udara (T_r), Koefisien transmisi karena penyerapan ozon (T_o), Koefisien transmisi karena penyerapan campuran gas campuran (T_g), Koefisien transmisi karena penyerapan uap air (T_w) dan Koefisien transmisi karena penyerapan dan hamburan oleh adanya aerosol (T_a) [14]. Kemudian T_o juga didukung dengan ketebalan lapisan yang sesuai dengan atmosfer ozon (L_{oz}) [17].
3. Menghitung radiasi diffuse atau hamburan (I_{dH}) [14], untuk dapat menghitung I_{dH} juga digunakan radiasi yang menyebar karena adanya molekul udara (I_{dr}), radiasi yang menyebar karena adanya aerosol (I_{da}) dan radiasi menyebar dengan beberapa pantulan (I_{dm}) [14] [16].
4. Setelah I_{DH} dan I_{dH} telah diperoleh maka berdasarkan model *Bird dan Hulstrom* radiasi total (I_{TH}) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (1) sebagai dasar karena model ini mempertimbangkan elemen-elemen yang melemahkan radiasi matahari yang melewati atmosfer.
5. Percobaan langsung dilakukan untuk melakukan pengukuran daya pada pembangkitan energi PLTS dengan variasi jumlah panel dan panjang kabel penghantar.
6. Melakukan pengukuran dengan menggunakan 2 dan 3 panel surya.
7. Menghitung waktu pengisian baterai berdasarkan kondisi cuaca [18].
8. Melakukan analisis terhadap penelitian yang telah dilakukan.
9. Memberikan kesimpulan.

3. Hasil dan pembahasan

Potensi Energi Matahari

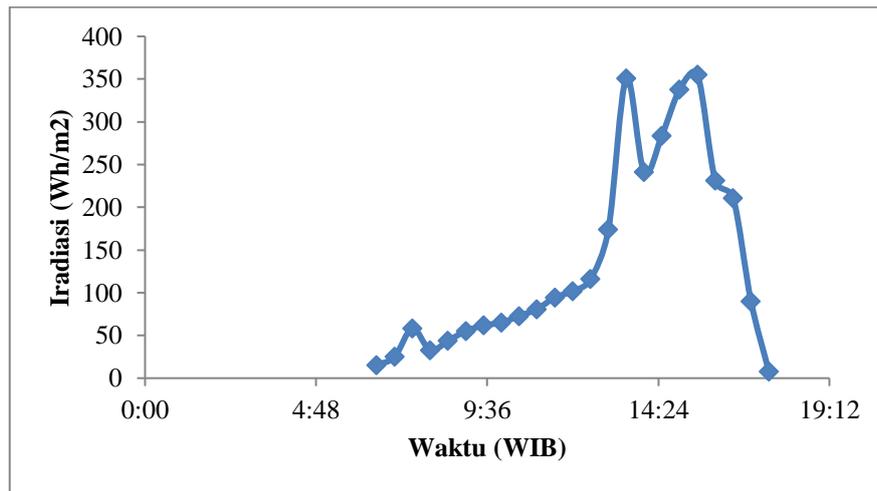
Penelitian ini dilakukan pada wilayah Kelurahan Suka Merindu Kecamatan Sungai Serut Kota Bengkulu dengan waktu pengambilan data selama 30 hari. Adapun grafik perbandingan Iradiasi terhadap waktu dapat dilihat pada **Gambar 2, 3 dan 4** berikut.



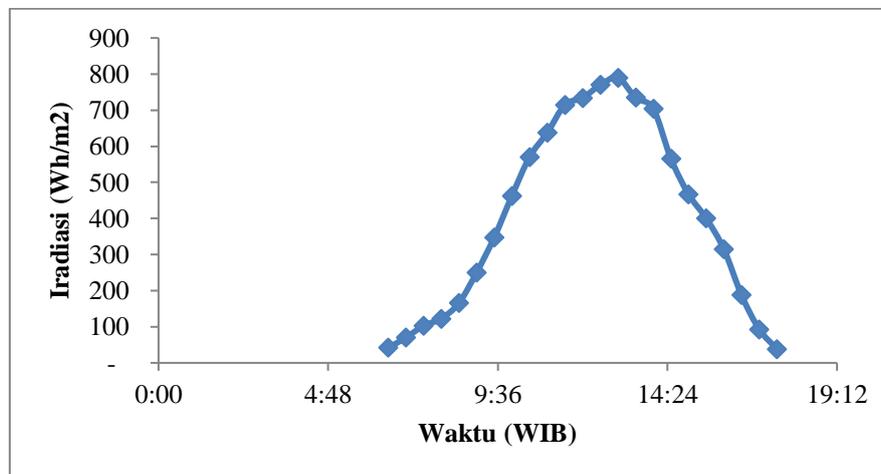
Gambar 2. Grafik Maksimum Perubahan Iradiasi Terhadap Waktu
 Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Gambar 2 dan 4 Dapat dilihat bahwa Rata-rata waktu puncak penyinaran pada setiap harinya sebesar 5 jam dimulai antara jam 10:00 AM sampai dengan jam 15:00 PM. Pada grafik rata-rata didapatkan iradiasi rata-rata tertinggi selama 30 hari didapat pada jam 13:00 dengan nilai 790 Wh/m². Kemudian dapat dilihat pada grafik nilai maksimum juga terjadi naik turunnya intensitas radiasi matahari pada waktu puncak penyinaran, hal ini terjadi karena adanya pengaruh perubahan atau peralihan kondisi cuaca seperti dari cerah berawan ke berawan ataupun sebaliknya. Selain itu juga semakin hari menuju sore maka intensitas radiasi matahari semakin menurun dikarenakan semakin rendahnya sudut penyinaran matahari pada suatu bidang permukaan. Sedangkan pada **Gambar 3** nilai iradiasi yang didapat hanya mencapai 351 Wh/m² hal ini dikarenakan kondisi cuaca yang cenderung berawan.

Berdasarkan **Tabel 1** potensi energi matahari dapat dilihat bahwa didapatkan total radiasi dengan rata-rata pada saat melakukan penelitian selama 30 hari sebesar 2,39 kWh/m² hari dan memiliki nilai total 71,7 kWh/m² untuk waktu 30 hari, dengan radiasi diffuse tidak lebih besar daripada radiasi langsung, yang mana hal ini sudah sesuai dengan referensi. Hasil ini dipengaruhi oleh berbagai hal seperti efek-efek atmosfer, uap air (kelembapan), awan, polusi, derajat lintang dari lokasi, serta musim.



Gambar 3. Grafik Minimum Perubahan Iradiasi Terhadap Waktu
 Sumber : Dokumen Pribadi (2024)



Gambar 4. Grafik Rata-rata Perubahan Iradiasi Terhadap Waktu selama 30 Hari
 Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Selain itu hal ini juga dipengaruhi oleh faktor ketinggian lokasi (MDPL) yang rendah karena ketinggian suatu tempat berpengaruh signifikan terhadap intensitas radiasi matahari yang dapat diterima. Secara tidak langsung semakin tinggi suatu tempat, maka semakin tinggi pula dosis radiasi kosmik nya. fenomena ini disebabkan oleh fakta bahwa intensitas iradiasi akan meningkat saat semakin dekat pada sumbernya. Kemudian hal ini juga dipengaruhi oleh cuaca yang cenderung berawan pada saat penelitian dilakukan. Maka dengan hasil ini wilayah Kelurahan Suka Merindu, Kecamatan Sungai Serut, Kota Bengkulu belum menunjukkan potensi signifikan untuk implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dalam skala besar. Meskipun demikian, sebagai sumber energi terbarukan untuk konsumsi rumah tangga, potensinya masih memadai.

Tabel 2. Potensi Energi Matahari

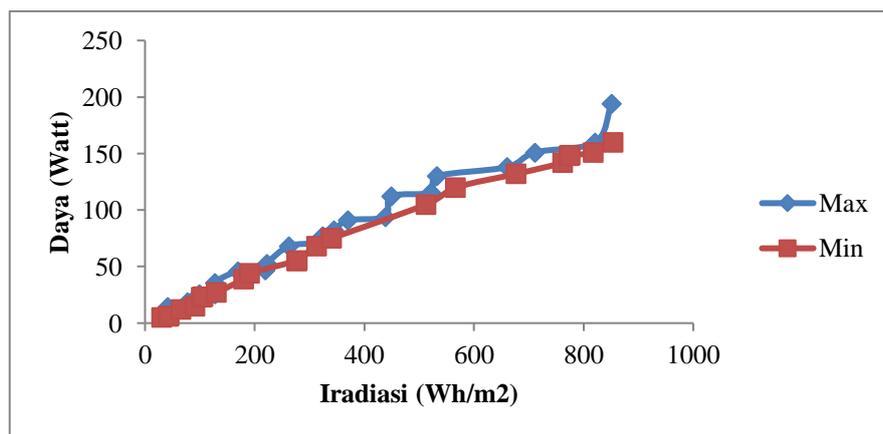
Suhu (°C)	HR (%)	Latitude	Longitude	PT/Tekanan Udara (Pa)	Altitude (MDPL)	Radiasi matahari harian (Wh/m ² hari)		
						Total	Direct	Diffuse
29	80	3°47'0"	102°16'07"	101,085.35	20	2.387,3	1.483,9	903,4
29	80					2.388,1	1.487,5	900,6
28	83					2.369,8	1.408,3	961,5
28	87					2.365,8	1.391,4	974,4
28	85					2.388,1	1.487,6	900,6
28	85					2.383,7	1.468,3	915,3
29	83					2.414,9	1.602,9	812,0
28	84					2.405,9	1.564,4	841,5

Suhu (°C)	HR (%)	Latitude	Longitude	PT/Tekanan Udara (Pa)	Altitude (MDPL)	Radiasi matahari harian (Wh/m ² hari)		
						Total	Direct	Diffuse
29	84					2.386,4	1.480,4	906,1
30	80					2.442,9	1.724,2	718,6
29	80					2.489,5	1.692,3	797,2
30	78					2.451,7	1.762,5	689,1
30	79					2.462,0	1.807,3	654,7
29	83					2.379,2	1.449,1	930,1
29	86					2.383,7	1.468,3	915,3
29	87					2.374,7	1.429,9	944,9
28	87					2.356,9	1.353,0	1.003,9
29	83					2.388,1	1.487,5	900,6
28	87					2.343,5	1.295,3	1.048,2
29	86					2.392,6	1.506,8	885,8
28	86					2.379,2	1.449,1	930,1
29	85					2.401,5	1.545,2	856,3
29	84					2.383,6	1.468,3	915,3
29	84					2.405,9	1.564,4	841,5
29	79					2.348,0	1.314,5	1.033,5
28	81					2.374,7	1.429,9	944,9
28	88					2.370,3	1.410,6	959,6
28	89					2.392,6	1.506,8	885,8
29	87					2.374,7	1.429,9	944,9
27	91					2.343,5	1.295,3	1.048,2
Rata-rata						2.391,0	1.492,2	898,8

Sumber : Hasil Analisis (2024)

Pembangkitan Daya Dengan Variasi 2 Buah Panel Surya

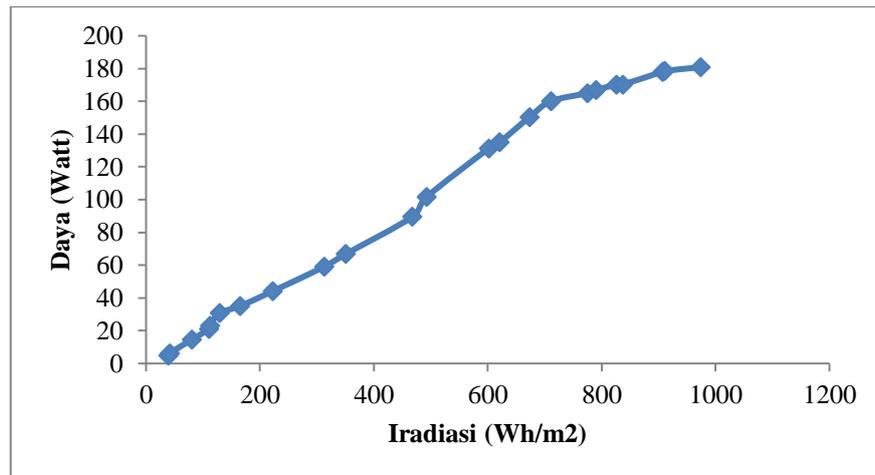
Pada penelitian ini dilakukan pengukuran langsung guna untuk mendapatkan jumlah daya maksimal, minimum dan rata-rata yang mampu dibangkitkan dengan variasi 2 buah panel dengan durasi pengambilan data setiap per 30 menit dan dilakukan selama 15 hari. Adapun grafik daya dapat dilihat pada **Gambar 5** dan **Gambar 6** berikut.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Iradiasi Terhadap Daya Minimum dan Maksimum
Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

Berdasarkan **Gambar 5** grafik perbandingan iradiasi terhadap daya minimum dan maksimum yang dihasilkan pada percobaan dengan variasi 2 buah panel surya menghasilkan daya yang berbanding lurus terhadap intensitas iradiasi matahari, pada grafik mengalami perbedaan yang tidak terpaut jauh antara nilai daya yang dihasilkan, hal ini dikarenakan pada saat percobaan mengalami kondisi cuaca yang cukup stabil

namun berbeda sehingga menyebabkan daya yang dihasilkan juga mengalami perbedaan. Dapat dilihat nilai daya maksimum didapatkan sebesar 194 Watt dan dengan daya minimum sebesar 160 Watt.

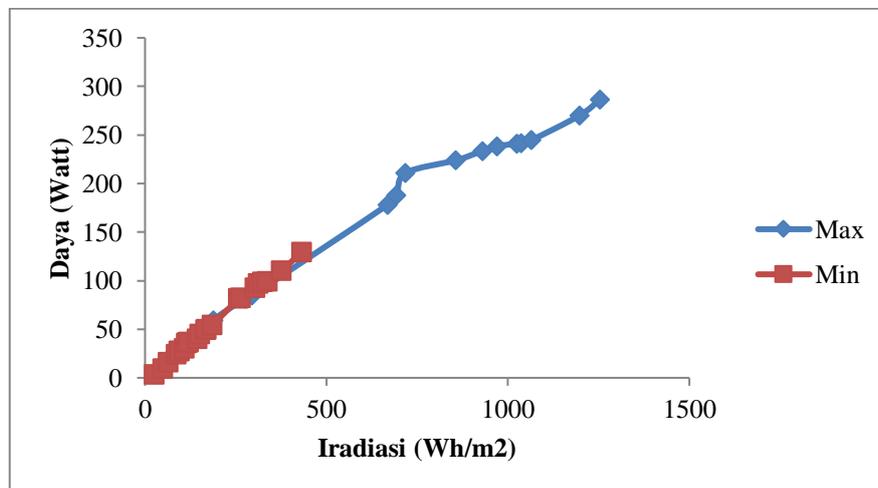


Gambar 6. Grafik Rata-rata Iradiasi Terhadap Daya
Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

Berdasarkan **Gambar 6** grafik rata-rata iradiasi terhadap daya melalui 15 hari pengukuran langsung di lapangan. Terlihat grafik mengalami peningkatan menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan berbanding lurus dengan peningkatan intensitas iradiasi matahari. Pada grafik didapatkan nilai sebesar 973.4 W/m² untuk rata-rata maksimum dari iradiasi dan sebesar 180.8 Watt untuk rata-rata maksimum dari nilai daya.

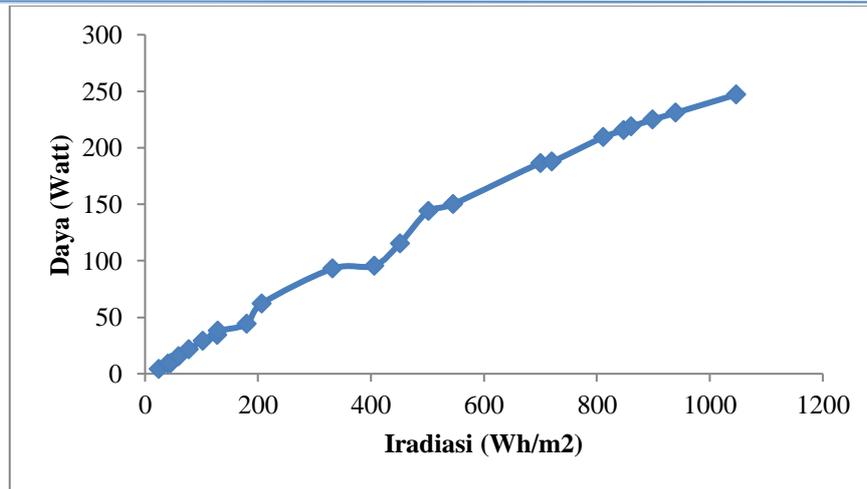
Pembangkitan Daya Dengan Variasi 3 Buah Panel Surya

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran langsung guna untuk mendapatkan jumlah daya maksimal, minimum dan rata-rata yang mampu dibangkitkan dengan variasi 3 buah panel dengan durasi pengambilan data setiap per 30 menit dan dilakukan selama 15 hari. Adapun Grafik daya dapat dilihat pada **Gambar 7** dan **Gambar 8** berikut.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Iradiasi Terhadap Daya Minimum dan Maksimum
Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

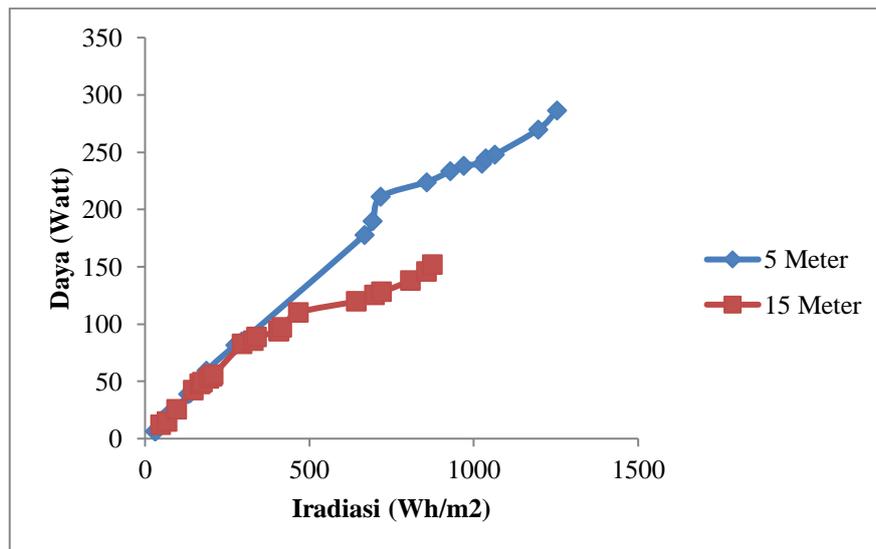
Berdasarkan **Gambar 7** grafik perbandingan iradiasi terhadap daya minimum dan maksimum yang dihasilkan pada percobaan 3 panel ini memiliki bentuk grafik yang hampir sama dengan percobaan dengan variasi 2 buah panel surya namun berbeda dari daya yang dihasilkan memiliki selisih nilai yang jauh, hal ini tentu saja karena terjadinya perbedaan kondisi cuaca sehingga iradiasi yang didapatkan pun jauh berbeda. Dapat dilihat nilai daya maksimum yang didapatkan sebesar 286.5 Watt dan dengan daya minimum sebesar 129.6 Watt. sedangkan **Gambar 8** Grafik rata-rata daya dengan 3 panel juga hampir sama dengan grafik percobaan 2 panel sebelumnya. Pada grafik didapatkan nilai sebesar 1046.6 W/m² untuk rata-rata maksimum dari iradiasi dan sebesar 247 Watt untuk rata-rata maksimum dari nilai daya.



Gambar 8. Grafik Rata-rata Iradiasi Terhadap Daya
Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

Pembangkitan Daya Dengan Variasi Panjang Kabel Penghantar

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran langsung guna untuk mendapatkan jumlah daya yang dapat dibangkitkan berdasarkan pengaruh dari panjang kabel penghantar. Adapun Grafik daya dapat dilihat pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9. Grafik Iradiasi Terhadap Daya dengan variasi panjang kabel penghantar
Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

Berdasarkan Gambar 9 grafik perbandingan daya dengan variasi panjang kabel penghantar dapat dilihat bahwa daya yang dihasilkan dari penghantar sepanjang 5 meter memiliki hasil yang lebih besar dibandingkan penghantar sepanjang 15 meter, hal ini telah sesuai dengan bunyi hukum Ohm, semakin panjang penghantar yang digunakan maka akan memperbesar hambatannya sehingga terjadi rugi-rugi arus yang besar pula.

Lama waktu pengisian Baterai Berdasarkan Kondisi Cuaca

Pada penelitian ini digunakan baterai jenis Lead Acid 12 Volt 100 Ah dan cuaca pada saat penelitian hanya diklasifikasikan menjadi 2 yaitu berawan dan cerah berawan, hal ini dikarenakan terjadi kesamaan nilai radiasi matahari di beberapa kondisi cuaca dan terlebih memang pada saat penelitian cuaca hanya dominan pada berawan dan cerah berawan. Untuk perhitungan lama waktu pengisian baterai hanya menggunakan data pada puncak penyinaran matahari saja. Adapun lama waktu pengisian baterai dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 3. Lama Waktu Pengisian Baterai Berdasarkan Kondisi Cuaca

Jumlah Panel	Kapasitas Baterai (Ah)	Cuaca	Arus Pengisian (A)	Waktu (Jam)			
				Tanpa Kehilangan Efisiensi	10% Kehilangan Efisiensi	20% Kehilangan Efisiensi	30% Kehilangan Efisiensi
2 Panel	100	Berawan	6.16	16.2	17.9	19.5	21.1
		Cerah	9.08	11.0	12.1	13.2	14.3
3 Panel	100	Berawan	7.56	13.2	14.6	15.9	17.2
		Cerah	14.55	6.9	7.6	8.2	8.9

Sumber : Hasil Analisis (2024)

Berdasarkan **Tabel 3** dapat dilihat bahwa pada variasi 2 buah panel belum mampu untuk mengisi baterai sebesar 100 Ah baik itu pada kondisi berawan ataupun cerah berawan sebab arus pengisian baterai minimal sebesar 10% dari kapasitas baterai yang berarti minimal 10 Ampere, sedangkan dengan variasi 3 buah panel pada kondisi cerah berawan dapat digolongkan mampu untuk mengisi baterai 100 Ah karena arus pengisian lebih dari 10 Ampere dengan waktu pengisian selama 6,9 jam pada kondisi ideal dan 7,6 jam pada kondisi kehilangan efisiensi 10%. Akan tetapi pada kondisi berawan juga belum mampu mengisi baterai karena arus pengisian masih di bawah 10 Ampere.

4. Kesimpulan

Dari hasil observasi langsung di area penelitian, waktu puncak penyinaran matahari rata-rata per hari adalah 5 jam. Berdasarkan perhitungan potensi yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa total radiasi rata-rata per hari adalah 2,39 kWh/m² dan memiliki nilai kumulatif 71,7 kWh/m² untuk periode 30 hari. Oleh karena itu, wilayah Kelurahan Suka Merindu, Kecamatan Sungai Serut, Kota Bengkulu belum menunjukkan potensi yang signifikan untuk pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dalam skala besar. Meskipun demikian, sebagai sumber energi terbarukan untuk konsumsi rumah tangga, potensinya cukup memadai.

Kapasitas pembangkitan daya oleh panel surya dapat bervariasi tergantung pada kondisi cuaca dan intensitas radiasi matahari. Berdasarkan observasi dan pengukuran langsung, penggunaan dua panel belum cukup efisien dalam pembangkitan daya. Namun, tiga panel mampu menghasilkan daya sebesar 286.5 Watt dengan rata-rata 247 Watt selama penelitian, yang tentu saja dipengaruhi oleh kondisi cuaca. Selain itu, panjang kabel penghantar juga mempengaruhi efisiensi pembangkitan daya. Semakin panjang kabel penghantar, semakin besar kerugian yang terjadi.

Dalam observasi durasi pengisian baterai, ditemukan bahwa penggunaan dua panel surya belum cukup efektif untuk mengisi baterai berkapasitas 100 Ah, baik dalam kondisi berawan maupun cerah berawan. Hal ini disebabkan oleh arus pengisian baterai yang minimal harus mencapai 10% dari kapasitas baterai, yang berarti minimal 10 Ampere. Namun, dengan variasi tiga panel surya dalam kondisi cerah berawan, dapat dikategorikan mampu untuk mengisi baterai 100 Ah karena arus pengisian mencapai 14.55 Ampere. Durasi pengisian adalah 6,9 jam dalam kondisi ideal dan 7,6 jam dalam kondisi kehilangan efisiensi 10%. Meski demikian, dalam kondisi berawan, pengisian baterai masih belum optimal karena arus pengisian masih di bawah 10 Ampere.

5. Daftar Pustaka

- [1] M. Lazaroïu, G. C., Longo, M., Roscia, M., & Pagano, "Comparative analysis of fixed and sun tracking low power PV systems considering energy consumption," *Energy Convers. Manag.*, vol. 92, pp. 143–148, 2015, doi: 10.1016/j.enconman.2014.12.046.
- [2] M. Jamil, M., Kirmani, S., & Rizwan, "Techno-Economic Feasibility Analysis of Solar Photovoltaic Power Generation: A Review," *Smart Grid Renew. Energy*, vol. 03, no. 04, pp. 266–274, 2012, doi: 10.4236/sgre.2012.34037.
- [3] N. T. Harjanto, "Dampak lingkungan pusat listrik tenaga fosil dan prospek pltn sebagai sumber energi listrik nasional," *PIN Pengelolaan Instal. Nukl.*, no. 1, pp. 39–50, 2016.
- [4] B. Parida, S. Iniyana, and R. Goic, "A review of solar photovoltaic technologies," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 15, no. 3, pp. 1625–1636, 2011, doi: 10.1016/j.rser.2010.11.032.
- [5] M. Iman and A. P. Pambayun, "Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap Untuk Keperluan Pada Rumah Tinggal Studi Kasus: Rumah Tinggal Di Jalan Swadaya, Depok," *Trave*, 2018.

- [6] D. Dahliya, S. Samsurizal, and N. Pasra, "Efisiensi Panel Surya Kapasitas 100 Wp Akibat Pengaruh Suhu Dan Kecepatan Angin," *Sutet*, vol. 11, no. 2, pp. 71–80, 2021, doi: 10.33322/sutet.v11i2.1551.
- [7] A. Alim, H. Abdillah, and S. D. Ramdani, "Analisis perbandingan daya keluaran modul solar cell 50 WP terhadap penambahan reflector cermin datar," *Vocat. Educ. Natl. Semin.*, vol. 1, no. 1, 2022.
- [8] A. Asrori and E. Yudianto, "Kajian Karakteristik Temperatur Permukaan Panel terhadap Performansi Instalasi Panel Surya Tipe Mono dan Polikristal," *Flywheel J. Tek. Mesin Untirta*, vol. 1, no. 1, pp. 68–73, 2019, doi: 10.36055/fwl.v1i1.7134.
- [9] BMKG, "Leaflet Matahari.pdf." <https://iklim.bmkg.go.id/bmkgadmin/storage/brosur/LeafletMatahari.pdf> (accessed Jan. 05, 2024).
- [10] Z. Zamdial, D. Hartono, D. Bakhtiar, and E. Nofridiansyah, "Studi Identifikasi Kerusakan Wilayah Pesisir Di Kota Bengkulu," *J. Enggano*, vol. 3, no. 1, pp. 65–80, 2018, doi: 10.31186/jenggano.3.1.65-80.
- [11] Y. Wijaya, T. C., Facta, M., & Yuningtyastuti, "Optimasi Potensi Energi Terbarukan Untuk Sistem Pembangkit Listrik Hibrid Di Desa Margajaya Bengkulu Utara Menggunakan Perangkat Lunak Homer," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 3, pp. 393–399, 2014.
- [12] Utomo, Niko, Henny Johan, and Rendy Wikrama Wardana. "Analisis Potensi Daya Listrik dari Cahaya Matahari Menggunakan Panel Surya Jenis Polycrystalline di Kawasan Pesisir dan Dataran Tinggi Provinsi Bengkulu." *Jurnal Kumparan Fisika* 5.3 (2022): 181-186.
- [13] KESDM, "Menteri ESDM: Cadangan Minyak Indonesia Tersedia untuk 9,5 Tahun dan Cadangan Gas 19,9 Tahun," 2021. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/menteri-esdm-cadangan-minyak-indonesia-tersedia-untuk-95-tahun-dan-cadangan-gas-199-tahun#:~:text=Menteri ESDM%3A Cadangan Minyak Indonesia Tersedia untuk 9%2C5,umur cadangan gas bumi Indonesia mencapai> (accessed Aug. 02, 2023).
- [14] E. Villicaña-Ortiz, A. J. Gutiérrez-Trashorras, J. P. Paredes-Sánchez, and J. Xiberta-Bernat, "Solar energy potential in the coastal zone of the gulf of Mexico," *Renew. Energy*, vol. 81, pp. 534–542, 2015, doi: 10.1016/j.renene.2015.03.068.
- [15] M. V. Chamorro, O. C. Silvera, G. V. Ochoa, E. V. Ortiz, and A. O. Castro, "Cálculo de las radiaciones total, directa y difusa a través de la transmisibilidad atmosférica en los departamentos del Cesar, La Guajira y Magdalena (Colombia)," *Espacios*, vol. 38, no. 7, 2017.
- [16] M. Vanegas-Chamorro, D. Hernández, and E. Villicaña-Ortiz, "Solar potential evaluation and political, economic and social analysis (PES) in the department Cesar – Colombia," *Respuestas*, vol. 25, no. 2, pp. 62–72, 2020, doi: 10.22463/0122820x.2656.
- [17] S. Benkaciali, M. Haddadi, and A. Khellaf, "Evaluation of direct solar irradiance from 18 broadband parametric models: Case of Algeria," *Renew. Energy*, vol. 125, pp. 694–711, 2018, doi: 10.1016/j.renene.2018.02.108.
- [18] E. Technology, "How to Calculate the Battery Charging Time & Battery Charging Current – Example," 2013. <https://www.electricaltechnology.org/2013/03/easy-charging-time-formula-for.html> (accessed Jan. 05, 2024).