

ANALISIS PERBANDINGAN LETAK KETINGGIAN TERHADAP DAYA OUTPUT PADA SOLAR CELL 50 WP TIPE MONOCRYSTALLINE

Sujatmiko Teguh Prasetyo Nurhamidin¹, D. O Mapaliey, ST, M.Eng², Jemmy Charles, K, ST, MT³

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Universitas Negeri Manado

Email: tyonurhamidin@gmail.com

ABSTRAK

Matahari adalah sumber energi utama yang memancarkan energi yang luar biasa besarnya ke permukaan bumi. Pada keadaan cuaca cerah, permukaan bumi menerima sekitar 1000 watt energi matahari per meter persegi. Sehingga bisa dikatakan bahwa sumber segala energi adalah energi matahari. Energi matahari dapat dimanfaatkan dengan berbagai cara yang berlainan bahan bakar minyak adalah hasil fotosintesis, tenaga hidro elektrik adalah hasil sirkulasi hujan tenaga angin adalah hasil perbedaan suhu antar daerah dan sel surya (sel fotovoltaik) yang menjanjikan masa depan yang cerah sebagai sumber energi listrik. Energi radiasi matahari merupakan hasil dari reaksi thermonuklir yang terjadi di matahari. Energi yang dipancarkan oleh matahari meliputi semua panjang gelombang, dari gelombang alpha (α) hingga gelombang radio. ketika melewati atmosfer bumi, sebagian dari radiasi gelombang pendek akan diserap oleh partikel-partikel di atmosfer sehingga suhunya meningkat dan memancarkan radiasi gelombang panjang yang juga akan sampai ke permukaan bumi. Pada penelitian ini yang diamati yaitu pengaruh letak ketinggian terhadap daya output pada solar cell 50 wp tipe monocrySTALLine. Penelitian ini dilakukan 2 wilayah yang berbeda yaitu di Tomohon dan Manado dengan waktu penelitian bergantung pada data BMKG.. Berdasarkan data penelitian yang dilakukan dengan variasi ketinggian dapat disimpulkan bahwa ketinggian dpl sangat berpengaruh terhadap output, ini ditunjukkan pada daerah ketinggian dpl 1171,92 meter didapatkan hasil rata-rata output 16,01, ketinggian dpl 633,55 meter didapatkan rata-rata output 18,56 dan ketinggian dpl 154,66 meter rata-rata output 15,8. Dengan demikian ketinggian suatu wilayah mempengaruhi daya output pada solar cell 50 wp tipe monocrySTALLine.

Kata kunci : Sel Surya, Monocrystalline 50 Wp, pengaruh ketinggian, daya output.

I. PENDAHULUAN

Pemasangan Panel surya tentunya tak terlepas dari pengaruh iklim di suatu daerah. Sehingga pemasangan panel surya haruslah ditempatkan di daerah atau tempat yang benar-benar tidak mempengaruhi kualitas dan efisiensinya. Selain untuk meningkatkan kualitas daya yang dihasilkan oleh sebuah Panel surya, banyak hal yang harus dipertimbangkan mulai dari intensitas cahaya yang dipancarkan matahari, temperatur sekitar Panel surya maupun penempatan pemasangan dari Panel surya itu sendiri, serta kelembapannya (Lumbanbatu, R. F. 2023).

Permukaan laut yang lebih panas menyebabkan tekanan udara permukaan diatasnya menjadi lebih rendah. Ketika laut tropis bagian timur memanas, laut tropis bagian barat akan menjadi lebih dingin sehingga tekanan udara permukaan diatasnya menjadi lebih tinggi. Demikian sebaliknya yang kemudian membentuk pola osilasi yang dikenal sebagai osilasi selatan atau southern oscillation (Ahrens, 2007).

Dalam penelitian ini akan diteliti penempatan Panel surya dengan ketinggian tertentu. Untuk membuktikan pengaruh ketinggian dan kelembapan tersebut, maka penulis melakukan pengujian di daerah dengan ketinggian yang berbeda-beda dan suhu yang

berbeda pula, yakni pada daerah kota Manado dan Tomohon, Kota Manado terletak di ujung jazirah utara pulau Sulawesi, pada posisi geografis $124^{\circ}40' - 124^{\circ}50'$ BT dan $1^{\circ}30' - 1^{\circ}40'$ LU. Iklim di kota ini adalah iklim tropis dengan suhu rata-rata $24^{\circ} - 27^{\circ}\text{C}$. Curah hujan rata-rata 3.187 mm/tahun dengan iklim terkering di sekitar bulan Agustus dan terbasah pada bulan Januari. Intensitas peninjangan matahari rata-rata 53% dan kelembaban nisbi $\pm 84\%$ dengan ketinggian 0-240 dpl, kota Tomohon memiliki luas 147,21 km² dan terletak pada $01^{\circ} 18' 51''$ Lintang Utara dan $124^{\circ} 49' 40''$ bujur timur dengan letak ketinggian 700-800 meter dari permukaan laut (dpl), diapit oleh dua gunung berapi aktif, yaitu Gunung Lokon (1.689 m) dan Gunung Mahawu (1.311 m). Berdasarkan peta iklim Oldeman tipe iklim untuk lokasi Tomohon dan sekitarnya termasuk tipe iklim D1. Suhu rata-rata hanya berfluktuasi antara 22.02°C pada bulan januari sampai 22.8°C , jarak antara kedua daerah tersebut sekitar 25 km dan dapat ditempuh selama kurang lebih 1 jam perjalanan. Dengan ketinggian yang berbeda serta iklim yang berbeda maka penulis sangat tertarik untuk mengkaji dan meneliti bagaimana efektivitas Panel Surya pada ketinggian dan kelembapan yang berbeda dan bagaimana pengaruhnya terhadap daya output, dengan daerah Manado yang beriklim tropis dan Tomohon yang beriklim Dingin.

Maka peneliti mengambil judul “Analisis Perbandingan Letak Ketinggian Terhadap Daya Output Pada Solar Cell 50 Wp Tipe Monocrystalline”.

Berdasarkan latar belakang yang sebelumnya maka identifikasi masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Letak geografis pada setiap wilayah menentukan kinerja pada Solar Cell
2. Tata letak dan ketinggian Solar Cell mempengaruhi daya output.
3. Iklim tropis dan dingin mempengaruhi daya output.
4. Radiasi matahari berpengaruh terhadap daya output panel surya
5. Sudut kemiringan optimal panel surya merupakan salah satu faktor penentu terhadap penerimaan jumlah radiasi surya dalam jumlah maksimal

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Solar cell tipe monocrystalline berkapasitas 50 wp
2. Waktu penelitian dari pukul 10.00 – 15.00 WITA
3. Penelitian berlokasi di Tingkulu, Taratara Dan Rurukan

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh perbandingan letak ketinggian

terhadap daya output solar cell 50 tipe *Monocrystalline*.

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh perbandingan letak ketinggian terhadap daya output solar cell 50 tipe *Monocrystalline*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Radiasi Matahari

Matahari adalah sumber energi utama yang memancarkan energi yang luar biasa besarnya ke permukaan bumi. Pada keadaan cuaca cerah, permukaan bumi menerima sekitar 1000 watt energi matahari per-meter persegi. Sehingga bisa dikatakan bahwa sumber segala energi adalah energi matahari. Energi matahari dapat dimanfaatkan dengan berbagai cara yang berlainan bahan bakar minyak adalah hasil fotosintesis, tenaga hidro elektrik adalah hasil sirkulasi hujan tenaga angin adalah hasil perbedaan suhu antar daerah dan sel surya (sel fotovoltaik) yang menjanjikan masa depan yang cerah sebagai sumber energi listrik (Manan, S, 2009).

Energi radiasi matahari merupakan hasil dari reaksi thermonuklir yang terjadi di matahari. Energi yang dipancarkan oleh matahari meliputi semua panjang gelombang, dari gelombang alpha (α) hingga gelombang radio. ketika melewati atmosfer bumi, sebagian dari radiasi gelombang pendek akan diserap oleh partikel-partikel di atmosfer sehingga suhunya meningkat dan memancarkan radiasi gelombang panjang yang juga akan sampai ke permukaan bumi (Haen & Isril, 2006).

2.2 Sel fotovoltaik

sel fotovoltaik merupakan sebuah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan proses efek fotovoltaik, oleh karenanya dinamakan juga sel fotovoltaic (Photovoltaic-disingkat PV)). Tegangan listrik yang dihasilkan oleh sebuah sel surya sangat kecil, sekitar 0,6V tanpa beban atau 0,45V dengan beban. Untuk mendapatkan tegangan listrik yang besar sesuai keinginan diperlukan beberapa sel surya yang tersusun secara seri. Jika 36 keping sel surya tersusun seri, akan menghasilkan tegangan sekitar 16V. Tegangan ini cukup untuk digunakan mensuplai 12V. Untuk mendapatkan tegangan keluaran yang lebih besar lagi maka diperlukan lebih banyak lagi sel surya.

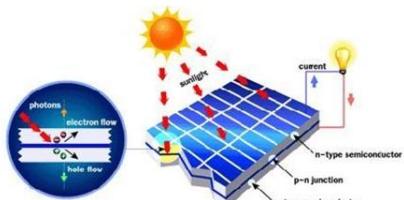
Gabungan dari beberapa sel surya ini disebut Panel Surya atau modul surya. Susunan sekitar 10 - 20 atau lebih Panel Surya akan dapat menghasilkan arus dan tegangan tinggi yang cukup untuk kebutuhan sehari-hari (Purwoto dkk, 2018).

2.3 Jenis-jenis Panel Surya

Jenis panel surya dikelompokan berdasarkan material sel surya yang menyusunnya. Berikut ini adalah jenis-jenis panel surya:

1. Monokristal (*Mono-crystalline*)
2. Polikristal (*Poly-crystalline*)
3. *Thin Film Solar cell* (TFSC)

2.3 Cara Kerja Solar Cell dan Prinsip P-N Junction



Gambar 1. Cara kerja Solar Cell
Sumber : (Julisman, A., Sara, I. D., & Siregar, R. H. 2017)

Sifat sambungan P-N merupakan dasar dari industri mikroelektronik cara kerja sebagian besar piranti semikonduktor berlandaskan pada sifat sambungan antara tipe-N dan tipe-P. Sambungan seperti itu dapat dibuat dengan beberapa cara metode lainnya yang biasanya dipakai dalam pembuatan rangkaian terpadu meliputi pendifusian ketakmurnian dalam bentuk uap kedalam wafer semikonduktor dalam daerah yang didefinisikan oleh mask (Pertiwi, P. K., & Setiawan, A. Solar Cell, 2015)

Tegangan listrik yang dihasilkan oleh suatu panel surya tidak hanya tergantung kepada besarnya intensitas radiasi yang diterimanya, namun kenaikan temperatur pada permukaan panel surya juga dapat menurunkan besar tegangan listrik (Suryana D. & Ali. M.M, 2016).

2.4 Kelembaban

Kecepatan angin di sekitar lokasi panel surya sangat mempengaruhi efisiensi panel surya, hal ini bisa membantu menjaga suhu kaca pada sel surya tetap rendah sehingga suhu kerja pada sel surya tetap optimal. Daya output yang dihasilkan pada panel surya tidak hanya dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari saja, akan tetapi juga dipengaruhi oleh cuaca, seperti kecepatan angin, suhu serta kelembaban. Apabila suhu pada panel naik melebihi suhu standarnya maka akan menimbulkan turunnya daya yang dihasilkan, dikarenakan efisiensi panel nya juga menurun. (PS, Faizal, Widianto, & Iman, 2018).

Berubahnya suhu pada sel surya disebabkan oleh kondisi temperaturnya itu sendiri seperti pengaruh dari kecepatan angin, serta lingkungan tempat panel surya diletakkan. Panel surya yang rentan terpengaruh dengan perubahan keadaan lingkungan sekitar menyebabkan produksi listrik yang dihasilkan pun bisa berubah, karena saat suhu naik maka bisa menurunkan nilai tegangan yang dihasilkan pada panel surya (Dahlia dkk, 2021).

2.5 Pengaruh Ketinggian Terhadap Kinerja Solar Cell

Perbandingan hasil pembangkitan listrik dari jenis pembangkit listrik tenaga surya yang sama yang terletak pada ketinggian 800 dan 3340 m di atas permukaan laut telah dilakukan. Terlihat bahwa jumlah listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya di ketinggian 3340 m adalah 20% lebih banyak daripada di ketinggian 800 m. Ketinggian menara pada pembangkit listrik tenaga surya akan mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan. Selain itu, temperatur lingkungan sekitar panel surya akan mempengaruhi daya listrik yang dihasilkan oleh sebuah panel surya meliputi intensitas cahaya yang dipancarkan matahari, temperatur sekitar panel surya maupun penempatan pemasangan dari panel surya itu sendiri (Aminullah dkk, 2022).

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen bertujuan untuk menyelidiki pengaruh terhadap hubungan sebab akibat, Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen semu (*Quasi Experimental Design*) (Jaedun A, 2011), dengan cara menganalisa kinerja solar cell yang paling efisien.

Penelitian ini dilakukan 2 wilayah yang berbeda yaitu di tomohon dan tondano dengan waktu penelitian bergantung pada data BMKG.

Alat Dan Bahan Penelitian :Panel Surya, Baterai Aki, Watt Meter, Solar Charge Controller, Lampu, Kabel, Inclinometer, Smartphone Compas, Termometer.

Variabel penelitian ini terdiri dari variabel bebas (independent), variabel terikat (dependent).

1. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah wilayah penelitian, sudut kemiringan dan daya keluaran pada solar cell

2. Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah daya output solar cell tipe monocrystalline 50 wp.

Table 3 Tabel Pengambilan Data

Waktu	Wilayah Ketinggian (dpl)		
	V	I	P
10.00			
11.00			
12.00			
13.00			
14.00			
15.00			
Total			
Rata-rata			

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**4.1 Data Hasil Pengujian Tegangan (V), Arus (A), Dan Daya (Watt) Pada Panel Surya Di Tomohon dan Manado.**

Pada penelitian ini pengambilan data tegangan (v), arus (a), dan daya (watt) pada panel surya dilakukan bertujuan untuk mengetahui seberapa besar daya output pada selang waktu tertentu. Pengambilan data dilakukan dalam jangka waktu pukul 10.00 WITA hingga pukul 15.00 WITA.

Penelitian ini menggunakan panel surya berkapasitas 50 wp dengan sudut kemiringan 8° dan ketinggian yang berbeda serta pengaruhnya terhadap daya output. Berdasarkan hasil pengambilan data selama 6 jam per hari, dengan variasi ketinggian didapatkan nilai tegangan, arus dan daya keluaran yang bervariasi dapat dilihat pada tabel di bawah.

a) Kota Tomohon**• Desa Rurukan, Kec. Tomohon Timur**

Table 4. Data hasil pengujian tegangan, arus, dan daya hari pertama di desa Rurukan, Kec. Tomohon Timur

Waktu	Wilayah Ketinggian (dpl : 1171,92 meter)		
	V	I	P
10.00	14.26	2.24	31.9
11.00	22.58	0.94	21.2
12.00	20.37	0.15	3.0
13.00	19.26	0.15	2.8
14.00	20.96	0.21	4.4

15.00	18.45	0.11	2.0
Total	115.88	3.8	65.3
Rata-rata	19.313	0.63	10.88

Table 5. Data hasil pengujian tegangan, arus, dan daya hari kedua di desa Rurukan, Kec. Tomohon Timur

Waktu	Wilayah Ketinggian (dpl : 1171,92 meter)		
	V	I	P
10.00	21.37	0.91	19.4
11.00	21.24	0.94	19.9
12.00	22.2	1.00	22.2
13.00	22.19	1.02	22.6
14.00	22.12	0.32	7.0
15.00	21.85	0.23	5.0
Total	130.97	4.42	96.1
Rata-rata	21.828	0.73	16.01

• Desa Tara-tara, Kec. Tomohon Barat

Table 6. Data hasil pengujian tegangan, arus, dan daya hari pertama di desa Tara-tara, Kec. Tomohon Barat

Waktu	Wilayah Ketinggian (dpl : 633,55 meter)		
	V	I	P
10.00	14.26	2.24	31.9
11.00	22.58	0.94	21.2
12.00	20.37	0.15	3.0
13.00	19.26	0.15	2.8
14.00	20.96	0.21	4.4

	V	I	P
10.00	21.23	0.83	17.6
11.00	20.85	0.93	19.3
12.00	20.48	0.91	18.6
13.00	18.45	0.45	8.3
14.00	14.78	0.29	4.2
15.00	14.18	0.15	2.1
Total	109.97	3.56	70.1
Rata-rata	18.328	0.59	11.68

Table 7. Data hasil pengujian tegangan, arus, dan daya hari kedua di desa Tara-tara, Kec. Tomohon Barat

Waktu	Wilayah Ketinggian (dpl : 633,55 meter)		
	V	I	P
10.00	14.14	2.53	36.4
11.00	21.41	1.06	22.6
12.00	20.89	0.91	19.0
13.00	20.50	0.64	13.3
14.00	19.50	0.60	11.7
15.00	19.61	0.43	8.4
Total	116.05	6.7	111.4
Rata-rata	19.34	1.11	18.56

b) Kota Manado

• Desa Tingkulu, kec. Wanea

Table 8. Data hasil pengujian tegangan, arus, dan daya hari pertama di desa Tingkulu, kec. Wanea

Waktu	Wilayah Ketinggian (dpl : 154,66 meter)		
	V	I	P
10.00	20.54	0.76	15.6
11.00	19.46	0.92	17.9
12.00	19.90	0.92	18.3
13.00	14.21	1.25	17.7
14.00	14.27	0.51	7.2

15.00	14.22	0.67	9.5
Total	102.6	5.03	86.2
Rata-rata	17.1	0.83	14.36

Table 9. Data hasil pengujian tegangan, arus, dan daya hari kedua di desa Tingkulu, kec. Wanea

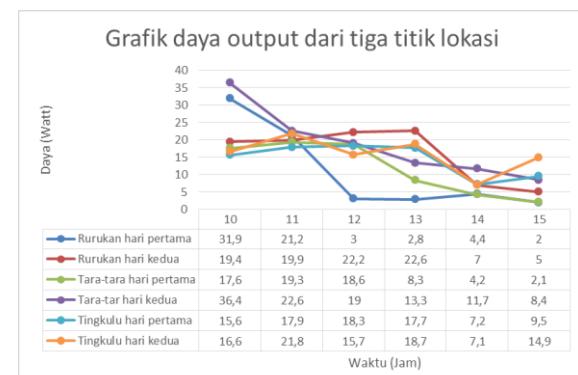
Waktu	Wilayah Ketinggian (dpl : 154,66 meter)		
	V	I	P
10.00	20.59	0.81	16.6
11.00	19.85	1.10	21.8
12.00	14.28	1.10	15.7
13.00	14.55	1.29	18.7
14.00	14.64	0.49	7.1
15.00	14.33	1.04	14.9
Total	98.24	5.83	94.8
Rata-rata	16.37	0.97	15.8

Keterangan :

V = Tegangan (Volt)

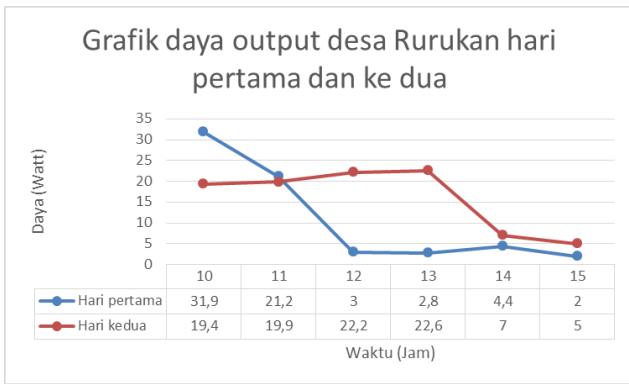
I = Arus (Ampere)

P = Daya (Watt)



A. Pengaruh Perbedaan Ketinggian Dpl Terhadapa Daya Output

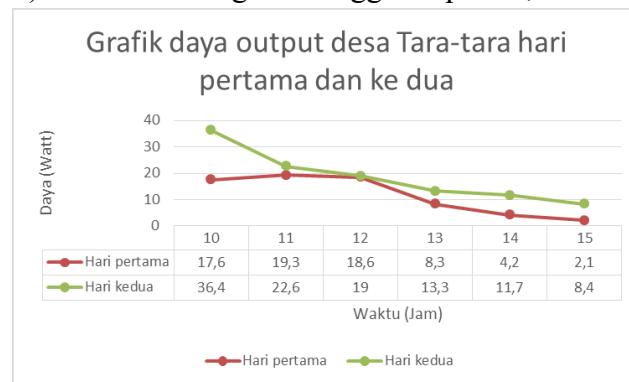
- a) Rurukan dengan ketinggian dpl 1171.92 meter



- Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada hari pertama menunjukkan bahwa daya output pada kemiringan 8o dari pukul 10.00 WITA hingga 11.00 WITA, daya output sebesar 31.9 dan mengalami penurunan sampai 21.2, pada pukul 12.00 WITA menurun sampai 3.0, pada pukul 13.00 WITA terus menurun menjadi 2.8, naik menjadi 4.4 pada pukul 14.00 WITA dan turun lagi menjadi 2.0 pada pukul 15.00 WITA dan ini menjadi output terendah selama pengambilan data dalam kurun waktu 6 jam. Hal ini disebabkan karena pada pukul 11.00 Wita dan 11.00 Wita panel surya mendapatkan berkas cahaya yang maksimal dan jam 12.00 wita sampai jam 15.00 wita panel surya menerima berkas cahaya kurang maksimal. Daya rata-rata dari pengujian hari pertama sebesar 10.88.

- Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada hari kedua menunjukkan bahwa daya output pada kemiringan 8o dari pukul 10.00 WITA hingga 13.00 WITA, daya output mengalami kenaikan berturut-turut dari 19.4, 19.9, 22.2, 22.6, pada pukul 14.00 WITA menurun sampai 7.0, pada pukul 15.00 WITA menurun lagi menjadi 5.0, naik menjadi 4.4 pada pukul 14.00 WITA dan turun lagi menjadi 2.0. pada pukul 15.00 WITA dan ini menjadi output terendah selama pengambilan data dalam kurun waktu 6 jam dan output tertinggi 22.6 pada jam 13.00 wita. Daya rata-rata dari pengujian hari kedua sebesar 16.01.

b) Tara-tara dengan ketinggian dpl 633,55 meter

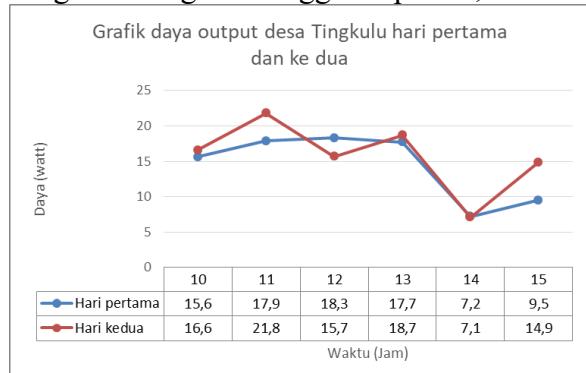


- Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada hari pertama menunjukkan bahwa daya output

pada kemiringan 8o dari pukul 10.00 WITA hingga 11.00 WITA, daya output sebesar 17.6 dan meningkat menjadi yang tertinggi pada hari itu mencapai 19.3, pada pukul 12.00 WITA sampai 15.00 WITA menurun sampai 18.6 dan terus mengalami penurunan berturut-turut, pada pukul 13.00 WITA daya menurun menjadi 8.3, pukul 14.00 WITA daya 4.2, pukul 15.00 WITA daya 2.1 dan ini menjadi output terendah selama pengambilan data dalam kurun waktu 6 jam. Daya rata-rata dari pengujian hari pertama sebesar 11.68.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada hari kedua menunjukkan bahwa daya output pada kemiringan 8o dari pukul 10.00 WITA hingga 15.00 WITA, daya output mengalami penurunan berturut-turut dari 36.4, 22.6, 19.0, 13.3, 11.7 dan 8.4 dan daya tertinggi mencapai 36.4 pada pukul 10.00 WITA. Daya rata-rata dari pengujian hari kedua sebesar 18.56.

c) Tingkulu dengan ketinggian dpl 154,66 meter



- Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada hari kedua menunjukkan bahwa daya output pada kemiringan 8o dari pukul 10.00 WITA hingga pukul 12.00 WITA mengalami peningkatan, daya output sebesar 15.6 pada pukul 11.00 WITA daya 17.9 dan 18.3 pada pukul 12.00 WITA. pada pukul 13.00 WITA daya menurun menjadi 17.7, pukul 14.00 WITA daya menurun menjadi 7.2, dan pukul 15.00 WITA daya naik menjadi 9.5. Daya rata-rata dari pengujian hari pertama sebesar 14.36.

- Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada hari kedua menunjukkan bahwa daya output pada kemiringan 8o dari pukul 10.00 WITA hingga 11.00 WITA, daya output sebesar 16.6 dan mengalami peningkatan sampai 21.8, pada pukul 12.00 WITA menurun sampai 15.7, pada pukul 13.00 WITA naik menjadi 18.7, turun menjadi 7.1 pada pukul 14.00 WITA dan naik lagi menjadi 14.9 pada pukul 15.00 WITA. Daya rata-rata dari pengujian hari kedua sebesar 15.8.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh data-data untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap daya output dari hasil yang didapatkan ketinggian dpl sangat berpengaruh

terhadap daya output. Ini dibuktikan dengan nilai rata-rata yang berbeda-beda. Pada ketinggian dpl 1171,92 meter daya rata-rata yang dihasilkan berkisar dari yang terendah 10,88 dan tertinggi 16,01 sedangkan pada ketinggian dpl 633,55 meter daya rata-rata yang dihasilkan berkisar dari yang terendah 11,68 dan yang tertinggi 18,56 dari kedua data ini daya yang dihasilkan pada dpl 1171,92 meter lebih rendah dibandingkan dengan dpl 633,55 meter. Sedangkan ketinggian dpl 154,66 meter daya rata-rata yang dihasilkan berkisar dari yang terendah 14,36 dan tertinggi 15,8 dari data ini dapat dilihat bahwa daya rata-rata yang dihasilkan hampir sama. Dari ketiga hasil dengan dpl yang berbeda dpl dengan ketinggian 633,55 meter menghasilkan daya rata-rata yang tertinggi dari ketiga daerah yaitu 18,56.

Dari data yang sudah di kumpulkan peneliti mengambil kesimpulan bahwa ketinggian dpl dan penempatan panel surya sangat berpengaruh terhadap daya output.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan data penelitian yang dilakukan dengan variasi ketinggian dapat disimpulkan bahwa ketinggian dpl sangat berpengaruh terhadap output, ini ditunjukkan pada daerah ketinggian dpl 1171,92 meter didapatkan hasil rata-rata output 16,01, ketinggian dpl 633,55 meter didapatkan rata-rata output 18,56 dan ketinggian dpl 154,66 meter rata-rata output 15,8.

Dengan demikian ketinggian suatu wilayah mempengaruhi daya output pada solar cell 50 wp tipe monocrystalline.

REFERENSI

- Aminullah, M. W., Iskandar, I., & Basir, Y. (2022). Pengaruh Ketinggian Dan Redaman Dalam Meningkatkan Daya Keluaran Pada Panel Surya. PROtek: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, 9(2), 68-72.
- Asrori, A., & Yudiyanto, E. (2019). Kajian Karakteristik Temperatur Permukaan Panel terhadap Performansi Instalasi Panel Surya Tipe Mono dan Polikristal. FLYWHEEL: Jurnal Teknik Mesin Untirta, 1(1), 68-73.
- Ahrens, D. 2007. Meteorologi Today An Introduction To Weather, Climate and The Environment. Thompson Higher Education USA.
- Assiddiq, H. (2017). Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Efisiensi Sel Fotovoltaik: Media Sains, Volume 10, 162-171.
- Budiyanto, B., & Setiawan, H. (2021). Analisa Perbandingan Kinerja Panel Surya Vertikal Dengan Panel Surya Fleksibel Pada Jenis Monocrystalline. RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer), 4(1), 77-86.
- Chander, Subhash, et al. (2015). A Study on Photovoltaic Parameters of Monocrystalline Silicon Solar Cell with Cell temperature. United Kingdom, ELSEVIER.
- Dahliya, D., Samsurizal, S., & Pasra, N. (2021). Efisiensi Panel Surya Kapasitas 100 Wp Akibat Pengaruh Suhu Dan Kecepatan Angin. SUTET, 11(2), 71-80.
- Global Solar Atlas
- Hasrul, R. R. (2021). Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif. SainETIn: Jurnal Sains, Energi, Teknologi, dan Industri, 5(2), 79-87.
- Hakimah, Y. (2019). Analisis Kebutuhan Energi Listrik Danprediksi Penambahan Pembangkit Listrik Di Sumatera Selatan. Jurnal Desiminasi Teknologi, 7(2).
- Haryadi, Yusli. 2007. Pelacak Intensitas Energi Matahari Menggunakan Sel Surya. Jurusan Teknik Komputer Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer: Universitas Komputer Indonesia Bandung.
- Haen, Isril. Pemetaan Radiasi Surya Langsung dan Radiasi Surya Baur untuk Wilayah Indonesia serta Validasi Peta Radiasi Surya. Laporan Akhir Kumulatif Program Penelitian dan Pengembangan IPTEK Riset Kompetitif LIPI Tahun Anggaran 2006.
- Jaedun, A. (2011). Metodologi penelitian eksperimen. Fakultas Teknik UNY, 12.
- Julisman, A., Sara, I. D., & Siregar, R. H. (2017). Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Stadion Bola. Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro, 2(1).
- Manan, S. (2009). Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif Yang Effisien, Handal Dan Ramah Lingkungan Di Indonesia. Gema teknologi.
- Mira Martawi, Analisa PengaruhIntensitas Cahaya Jurnal ELTEK, Vol16Nomor01, April 2018ISS 1693-4024
- Partha, C. G. I., Wijaya, I. W. A., Janardana, I. G. N., & Budiastra, I. N. (2015). Pengaruh Ketinggian Panel Surya Terhadap Daya Listrik Untuk Menekan Pemakaian Energi Listrik. Senastek Tek. Elektro.
- Pagan, S. E. P., Sara, I. D., & Hasan, H. (2018). Komparasi Kinerja Panel Surya Jenis Monokristal dan Polykristal Studi Kasus Cuaca Banda Aceh. Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro, 3(4).
- Pahlevi, R. (2015). Pengujian karakteristik panel surya berdasarkan intensitas tenaga surya

- (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Pahlevi, R. 2014. Pengujian Karakteristik Panel Surya Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya. Universitas Muhammadiyah. Surakarta.
- Pertiwi, P. K., & Setiawan, A. Solar Cell, 2015
- Puriza, M. Y., Yandi, W., & Asmar, A. (2021). Perbandingan Efisiensi Konversi Energi Panel Surya Tipe Polycrystalline dengan Panel Surya Monocrystalline Berbasis Arduino di Kota Pangkalpinang. *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering)*, 8(1), 47-52.
- Purnama Sari, Ajeng. 2014. Pengukuran Karakteristik Sel Surya. Bandung. UIN Sunan Gunung Djati.
- Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. Emitor: *Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10-14.
- Purwanto, I. (2020). Solar cell (Photovoltaic/PV) solusi menuju pulau mandiri listrik. *Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti*, 5(2), 117-126.
- PIYANTO S, R. A. (2019). Analisa Perbandingan Letak Ketinggian Dan Sudut Kemiringan Panel Surya Terhadap Arus Dan Tegangan Yang Dihasilkan (Doctoral dissertation).
- Rumagit, G. A., & Wangke, W. M. (2017). Administrasi Kelompok Tani di Kecamatan Tomohon Utara, Kota Tomohon. *AGRI-SOSIOEKONOMI*, 13(1A), 1-16.
- Ridwan, A., Medan, U. H., Hm, J., No, J., Yanie, A., Medan, U. H., Hm, J., No, J., Medan, U. H., Hm, J., & No, J. (2023). Perancangan Alat Penetas Telur Unggas Dengan Energi Terbarukan Menggunakan Panel Surya. RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi): *Jurnal Teknik Elektro*, 5(2), 41-46. <https://doi.org/10.30596/rele.v5i2.13090>
- Saputra, A. J., Erfianto, B., Saputra, M. A., Prabowo, S., & Swastika, N. A. (2019). Implementasi Fuzzy Logic Control Pada Tracking (Pelacakan) Solar Panel Menggunakan Arduino Atmega328. *Jurnal Teknologi Bahan Dan Barang Teknik*, 9(1), 25. <https://doi.org/10.37209/jtbdt.v9i1.107>
- Setyaningrum, Y. (2017). Pengukuran Efisiensi Panel Surya Tipe Monokristalin Dan Karakterisasi Struktur Material Penyusunnya (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Suwarti, Wahyono & Prasetyo B.2018. Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah terhadap Kinerja Panel Surya. *EKSERGI Jurnal Teknik Energi* Vol 14 No. 3 September 2018, 78 – 85.
- Sitorus, dkk. (2016). Perancangan Panel Surya Pelacak Arah Matahari Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 5(3), 1-12.
- Yuliananda, S., Sarya, G., & Hastijanti, R. R. (2015). Pengaruh perubahan intensitas matahari terhadap daya keluaran panel surya. *JPM17: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(02).