

## Pengaruh Interval Waktu Dan Arah Mata Angin Terhadap Daya Yang Dihasilkan Pada PLTS Off- Grid

Imat Supriatna<sup>1</sup>, Anes Inda Rabbika<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mayasari Bakti

E-mail: <sup>1</sup>[jimysupriatna62@gmail.com](mailto:jimysupriatna62@gmail.com)

Submitted Date: Juli 21, 2024

Reviewed Date: Desember 30, 2024

Revised Date: Desember 31, 2024

Accepted Date: Desember 31, 2024

### Abstract

Electrical energy is a very vital need in human life. Awareness that so far, the supply of electrical energy is still very dependent on fossil energy sources such as petroleum, coal and natural gas which are increasingly decreasing. The result is an energy crisis in the future, so a solution is needed to replace more efficient energy sources. Solar energy can be used as direct heating, heating water and air with solar collectors, as well as providing electricity with photovoltaic cells. The methodology of this research is Quantitative Analysis, which begins with analyzing sunlight around the mechanical engineering laboratory, then preparing the PLTS to carry out tests with variations in azimuthal angles from 0°- 45°. Then testing variations in cardinal directions with West and East variations. The research results in the East direction at a 45° angle produce the highest current, showing that solar panels at this angle are able to capture and convert sunlight into electricity with the best efficiency. The peak current at this angle at 12.00-13.00 is 925 Amperes. In the west direction, an angle of 15° produces the highest current, indicating that solar panels at this angle are able to capture and convert sunlight into electricity with the best efficiency. The peak current at this angle at 10.00-11.00 is 425 Amperes..

Keywords: Off Grid PLTS, Azimuth Angle, Wind Direction

### Abstrak

Indonesia merupakan negara dengan potensi energi matahari yang cukup baik, letak geografis yang berada pada garis khatulistiwa membuat Indonesia mendapat sinar matahari sepanjang tahun. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau sering disebut *solar photovoltaic system* merupakan salah satu aplikasi pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh interval waktu dan arah mata angin terhadap daya yang dihasilkan oleh PLTS *off grid*. Metodologi penelitian ini adalah eksperimental yang diawali dengan analisis sinar matahari di sekitaran laboratorium teknik mesin, kemudian menyiapkan PLTS untuk melakukan pengujian interval waktu setiap 60 menit sekali. Hasil penelitian pada arah utara sudut 30° menunjukkan kemampuan yang sangat baik dalam menangkap sinar matahari sepanjang hari. Sudut ini memungkinkan untuk memaksimalkan penerimaan energi matahari tanpa terlalu terpapar panas berlebih. Puncak arus pada sudut ini pukul 10.00-11.00 adalah 377 ampere. Pada arah selatan data menunjukkan bahwa sudut kemiringan 0° memberikan hasil terbaik dalam menghasilkan arus listrik panel yang diposisikan pada sudut ini dapat menangkap sinar matahari secara langsung dan optimal sepanjang hari, terutama saat matahari berada di puncaknya. Puncak arus pada sudut ini pukul 10.00-11.00 adalah 390 ampere.

**Kata kunci:** PLTS *Off Grid*, Interval Waktu, Arah Mata Angin.

## I. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara dengan potensi energi matahari yang cukup baik, letak geografis yang berada pada garis khatulistiwa membuat Indonesia mendapat sinar matahari sepanjang tahun. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau sering disebut *solar photovoltaic system* merupakan salah satu aplikasi pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi listrik (Anggara dan Saputra, 2023). Efisiensi dan kinerja dari PLTS sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor

lingkungan, di antaranya adalah interval waktu paparan sinar matahari dan arah mata angin (Duanaputri, Heryanto, dan Firas, 2023). Namun, faktor ini sering kali berubah sepanjang hari dan tahun, membuat perencanaan dan prediksi kinerja PLTS menjadi tantangan tersendiri (Duanaputri, Heryanto, dan Firas, 2023). Selain itu, arah mata angin juga memiliki pengaruh signifikan terhadap efisiensi PLTS. Angin dapat membantu mendinginkan panel surya, yang pada gilirannya dapat meningkatkan efisiensi konversi energi. Oleh karena itu,

memahami bagaimana arah mata angin mempengaruhi kinerja PLTS menjadi penting untuk memastikan optimalisasi daya yang dihasilkan (Ramdani dan Artiyasa, 2024).

Berikut beberapa penelitian tentang Pengaruh interval waktu dan arah mata angin terhadap daya yang dihasilkan pada PLTS: “Analisa Untuk Kerja *Grid Tied Inverter* Terhadap Pengaruh Radiasi Matahari dan Temperatur PV pada PLTS *On-Grid*” (Nahela, dkk, 2019) dimana hasil penelitian menunjukkan bahwa performa *grid-tied* inverter sangat bergantung pada fluktuasi radiasi matahari dan suhu modul PV. Ketika intensitas radiasi matahari meningkat, daya keluaran inverter juga meningkat secara signifikan karena energi yang dihasilkan oleh PV lebih besar. Namun, kenaikan suhu modul PV akibat paparan sinar matahari yang berlebihan justru menurunkan efisiensi konversi energi. Hal ini terjadi karena suhu tinggi meningkatkan resistansi internal modul, sehingga mengurangi tegangan kerja optimum. Penelitian ini merekomendasikan penggunaan sistem pendingin atau teknologi *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) yang lebih adaptif untuk menjaga kinerja optimal inverter. Selanjutnya, Penelitian mengenai “Analisa Karakteristik Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya Berskala *Prototype*” (Aprilia, 2023), pada penelitian ini, prototipe PLTS diuji untuk menganalisis hubungan antara intensitas radiasi matahari dengan daya keluaran. Hasilnya menunjukkan bahwa peningkatan intensitas cahaya matahari secara langsung meningkatkan tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh modul PV. Namun, efisiensi sistem menurun jika modul mengalami *overheating* akibat radiasi yang berlebihan. Selain itu, penelitian mencatat bahwa kondisi cuaca berawan menyebabkan fluktuasi daya yang signifikan. Rekomendasi yang diberikan meliputi pengembangan sistem monitoring dan kontrol berbasis IoT untuk menjaga stabilitas daya serta penerapan material

pendingin untuk mencegah penurunan performa akibat suhu tinggi. “Analisa Waktu Pengisian Baterai Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Bendungan Jatibarang Kota Semarang” (Tamaputra, 2023). Penelitian ini berfokus pada pengisian baterai dalam sistem PLTS dengan mempertimbangkan variasi intensitas cahaya matahari di Bendungan Jatibarang. Hasilnya menunjukkan bahwa waktu pengisian baterai bervariasi antara 4-8 jam tergantung pada intensitas matahari yang diterima modul PV. Intensitas matahari maksimum pada siang hari mempercepat proses pengisian, sedangkan kondisi berawan atau hujan memperpanjang durasi pengisian. Selain itu, efisiensi pengisian baterai menurun saat modul PV beroperasi pada suhu tinggi, yang menyebabkan pengurangan daya *output*. Studi ini merekomendasikan penggunaan teknologi pengisian berbasis MPPT untuk mengoptimalkan proses penyimpanan energi pada kondisi radiasi rendah.

Menurut studi-studi yang dilakukan di atas atau sebelumnya, belum ada penelitian yang dilakukan tentang Analisis Pengaruh Interval Waktu Terhadap Daya Yang Dihasilkan Pada Sistem PLTS *Off-Grid*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh interval waktu dan arah mata angin terhadap daya yang dihasilkan oleh PLTS *off-grid*. Dengan memahami interaksi antara kedua faktor ini, diharapkan dapat ditemukan strategi pengelolaan dan pengaturan PLTS yang lebih efektif dan efisien. Hal ini tidak hanya akan meningkatkan kinerja PLTS, tetapi juga mendukung pengembangan teknologi energi terbarukan yang lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan kontribusi inovatif yang membedakannya dari penelitian lainnya.

## II. Metode Penelitian

Metodologi penelitian ini adalah eksperimental yang diawali dengan analisis sinar matahari di sekitaran laboratorium teknik mesin, kemudian menyiapkan PLTS

untuk melakukan pengujian interval waktu setiap 60 menit sekali, dengan variasi sudut 0°, 15°, 30°, dan 45° serta orientasi arah mata angin ke utara dan selatan. Yang bertujuan pengukuran terhadap daya yang dihasilkan pada sistem PLTS *Off-Grid*. Pengambilan data efisiensi pengumpulan energi panel surya dilakukan sebanyak 48 kali. Pengambilan data dilakukan setiap 60 menit sekali dari pukul 08.00 hingga 14.00, menghasilkan 6 pengukuran per hari selama 8 hari berturut-turut.

Adapun tahapan pengujian PLTS *Off Grid* yaitu sebagai berikut:

1. Persiapan alat dan bahan  
Alat dan bahan yang digunakan untuk pengujian PLTS *Off Grid* 400 WP sebagai berikut:
  - Panel Surya 400 WP
  - Solar *Charge Controller* (SCC)
  - *Inverter*
  - PZEM015
  - Busur Derajat
  - Baterai Lifepo4
  - Kabel
2. Menentukan arah mata angin  
Pengujian pertama PLTS *off-grid* diawali dengan menentukan arah mata angin menggunakan kompas atau GPS untuk memastikan orientasi panel menghadap ke utara. Pengujian selanjutnya panel surya menghadap ke selatan.
3. Mengatur sudut kemiringan panel surya  
Panel surya dipasang pada struktur penopang yang memungkinkan pengaturan sudut kemiringan. Pada tahap pertama, panel diatur pada sudut kemiringan 0 derajat untuk mengukur efisiensi pengumpulan energi pada posisi mendatar. Kemudian, sudut kemiringan diubah bertahap menjadi 15°, 30°, dan 45°.
4. Pengambilan data  
Data yang diambil yaitu: miliampere per jam (mAh), tegangan (V), dan watt per jam (Wh) yang dihasilkan oleh panel surya. Hasil pengujian ini dicatat secara manual.

#### 5. Proses data

Setelah pengujian semuanya selesai data yang dicatat secara manual, kemudian diolah menggunakan *Microsoft Excel*.

### III. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data tegangan panel surya arus yang dihasilkan panel surya, dan daya yang dihasilkan panel surya (Wh). Dari penelitian yang dilakukan yaitu menguji variasi sudut kemiringan dan arah mata angin terhadap efisiensi pengumpulan energi pada sistem PLTS *off-grid*, maka diperoleh data penelitian seperti ditunjukkan pada Tabel 1, 2, 3, dan 4 untuk variasi arah mata angin utara.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Sudut 0° dan Arah Mata Angin Utara

Sudut 0°		Arah Mata Angin		
		Utara		
Waktu		mAh	Volt	Wh
08.00	09.00	350	14,7	5,10
09.00	10.00	358	14,7	5,26
10.00	11.00	358	14,1	5,04
11.00	12.00	363	14,1	5,11
12.00	13.00	365	14,1	5,14
13.00	14.00	363	14,1	5,11

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Sudut 15° dan Arah Mata Angin Utara

Sudut 15°		Arah Mata Angin		
		Utara		
Waktu		mAh	Volt	Wh
08.00	09.00	371	14,7	5,45
09.00	10.00	356	14,6	5,19
10.00	11.00	347	14,1	4,89
11.00	12.00	345	14,1	4,86
12.00	13.00	344	14,1	4,85
13.00	14.00	343	14,1	4,83

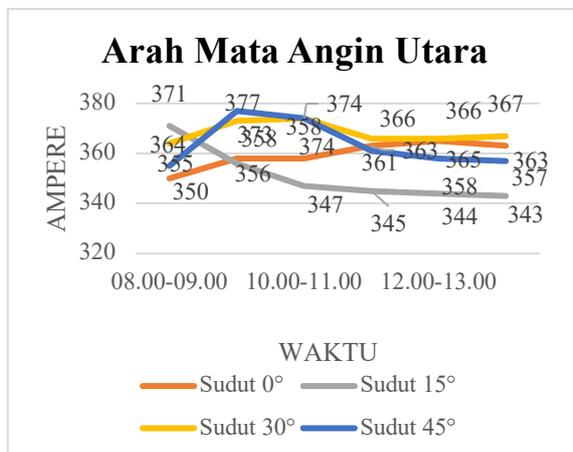
Tabel 3. Data Hasil Pengujian Sudut 30° dan Arah Mata Angin Utara

Sudut 30°		Arah Mata Angin		
		Utara		
Waktu		mAh	Volt	Wh
08.00	09.00	364	14,7	5,35
09.00	10.00	373	14,7	5,48
10.00	11.00	374	14,1	5,27
11.00	12.00	366	14,1	5,16
12.00	13.00	366	14,1	5,16
13.00	14.00	367	14,1	5,17

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Sudut 45° dan Arah Mata Angin Timur

Sudut 45°		Arah Mata Angin		
		Utara		
Waktu		mAh	Volt	Wh
08.00	09.00	355	14,7	5,21
09.00	10.00	377	14,7	5,54
10.00	11.00	374	14	5,23
11.00	12.00	361	14,1	5,09
12.00	13.00	358	14,1	5,04
13.00	14.00	357	14,1	5,03

Berikut disajikan grafik untuk hasil pengujian PLTS menghadap ke arah utara:



Grafik 1. Hasil Pengujian Arah Mata Angin Utara

Pada pengujian PLTS *Off Grid* dengan arah mata angin utara, sudut 30° menunjukkan

kemampuan yang sangat baik dalam menangkap sinar matahari sepanjang hari. Sudut ini memungkinkan untuk memaksimalkan penerimaan energi matahari tanpa terlalu terpapar panas berlebih, sehingga cocok untuk menghasilkan daya yang stabil dan efisien. Dengan demikian, sudut ini menjadi pilihan ideal untuk memaksimalkan *output* energi dari panel surya dan mengoptimalkan kinerja sistem energi terbarukan.

Dari penelitian yang dilakukan yaitu menguji variasi sudut kemiringan panel surya dan arah mata angin terhadap efisiensi pengumpulan energi pada sistem PLTS *off grid*, maka diperoleh data penelitian seperti ditunjukkan pada Tabel 5, 6, 7, dan 8 untuk variasi arah mata angin selatan.

Tabel 5. Data Hasil Pengujian Sudut 0° dan Arah Mata Angin Selatan

Sudut 0°		Arah Mata Angin		
		Selatan		
Waktu		mAh	Volt	Wh
08.00	09.00	370	14,7	6,3
09.00	10.00	375	14,1	5,64
10.00	11.00	390	14,1	5,49
11.00	12.00	389	14,1	5,48
12.00	13.00	387	14,1	5,45
13.00	14.00	369	14,1	5,2

Tabel 6. Data Hasil Pengujian Sudut 15° dan Arah Mata Angin Selatan

Sudut 15°		Arah Mata Angin		
		Selatan		
Waktu		A	Volt	Wh
08.00	09.00	348	14,7	5,11
09.00	10.00	363	14,7	5,33
10.00	11.00	363	14,1	5,11
11.00	12.00	345	14,7	5,07
12.00	13.00	350	14,2	4,97
13.00	14.00	344	14,7	5,05

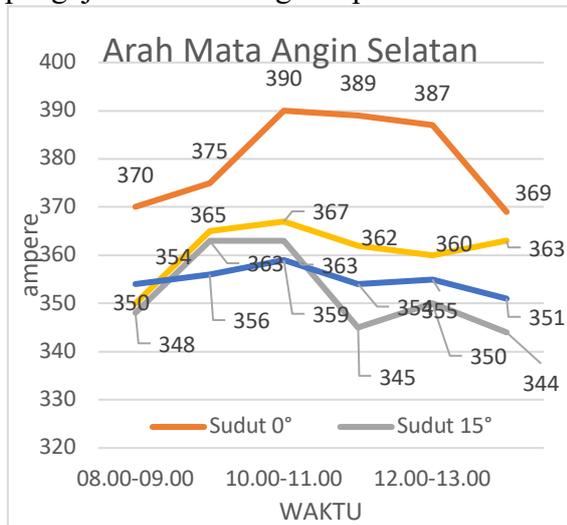
Tabel 7. Data Hasil Pengujian Sudut 30° dan Arah Mata Angin Selatan

Sudut 30°		Arah Mata Angin Selatan		
Waktu	A	Volt	Wh	
08.00 - 09.00	350	14,7	5,14	
09.00 - 10.00	365	14,7	5,36	
10.00 - 11.00	367	14,1	5,17	
11.00 - 12.00	362	14,1	5,10	
12.00 - 13.00	360	14,1	5,06	
13.00 - 14.00	363	14,1	5,11	

Tabel 7. Data Hasil Pengujian Sudut 45° dan Arah Mata Angin Selatan

Sudut 45°		Arah Mata Angin Selatan		
Waktu	A	Volt	Wh	
08.00 - 09.00	354	14,7	5,20	
09.00 - 10.00	356	14,5	5,16	
10.00 - 11.00	359	14,1	5,06	
11.00 - 12.00	354	14,1	4,99	
12.00 - 13.00	355	14,1	5,00	
13.00 - 14.00	351	14,1	4,94	

Berikut disajikan grafik untuk hasil pengujian PLTS menghadap ke arah selatan:



Grafik 2. Hasil Pengujian Arah Mata Angin Selatan

Pada pengujian PLTS *Off Grid* dengan arah mata angin selatan, data menunjukkan bahwa sudut kemiringan 0° memberikan hasil terbaik dalam menghasilkan arus listrik dari panel surya yang dihadapkan ke arah selatan. Panel yang diposisikan pada sudut ini dapat menangkap sinar matahari secara langsung dan optimal sepanjang hari, terutama saat matahari berada di puncaknya. Hal ini membuat sudut 0° sebagai pilihan terbaik untuk memaksimalkan efisiensi panel surya dalam kondisi pengujian ini.

#### IV. Kesimpulan

Tahapan pengujian PLTS *Off Grid* meliputi: mempersiapkan alat dan bahan, menentukan arah mata angin (utara dan selatan), mengatur sudut kemiringan panel surya (0°, 15°, 30°, dan 45°), pengambilan data, dan proses data.

Pada arah utara, sudut 30° menunjukkan kemampuan yang sangat baik dalam menangkap sinar matahari sepanjang hari. Sudut ini memungkinkan untuk memaksimalkan penerimaan energi matahari tanpa terlalu terpapar panas berlebih. Puncak arus pada sudut ini pukul 10.00-11.00 adalah 377 ampere.

Pada arah selatan, data menunjukkan bahwa sudut kemiringan 0° memberikan hasil terbaik dalam menghasilkan arus listrik. Panel yang diposisikan pada sudut ini dapat menangkap sinar matahari secara langsung dan optimal sepanjang hari, terutama saat matahari berada di puncaknya. Puncak arus pada sudut ini pukul 10.00-11.00 adalah 390 ampere.

#### Daftar Pustaka

- Anggara, M., dan Saputra, W. (2023). Analisis Kinerja Sel Surya Monocrystalline dan Polycrystalline di Kabupaten Sumbawa NTB. *JURNAL FLYWHEEL*, 14(1): 7–12. doi:10.36040/flywheel.v14i1.6521.
- Duanaputri, R., Heryanto, I., dan Firas, M. (2023). Sistem Monitoring Online Dan Analisis Performansi PLTS Panel Surya Monocrystalline 100 Wp Berbasis

- Web. *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 10(1): 1–6.
- Tamaputra, Hilmansyah Dwi. (2023). Analisa Waktu Pengisian Baterai Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Bendungan Jatibarang Kota Semarang. *Tesis*. Semarang: Universitas Islam Sultan Agung.
- Aprilia, Nabila. (2023). Analalisa Karakteristik Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya Berskala Prototype. *Skripsi*. Bukittinggi: Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
- Ramdani, R.S., dan Artiyasa, M., dan Yudono, M.A.S. (2024). Pengaruh Kemiringan Sudut Dan Arah Mata Angin Pada On Grid Pv System Di Kutajaya Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 10(1): 53–64.
- Nahela, S., dkk. (2019). Analisa Untuk Kerja Grid Tied Inverter Terhadap Pengaruh Radiasi Matahari dan Temperatur PV pada PLTS On Grid. *Elkha*, 11(2): 60–65.