

## ANALISIS PENGARUH VARIASI SUDUT KEMIRINGAN TERHADAP OPTIMASI DAYA PANEL SURYA

*Rifaldo Pido<sup>1</sup>, Rahmat Hidayat Boli<sup>2</sup>, Moh Rifal<sup>3</sup>, Wawan Rauf<sup>4</sup>, \*Nurmala Shanti Dera<sup>5</sup>, Randy Rianto Day<sup>6</sup>*

*<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Fakultas Teknik, Universitas Gorontalo, Indonesia*

*[rifaldopido813@gmail.com](mailto:rifaldopido813@gmail.com), [rahmad.h73@yahoo.com](mailto:rahmad.h73@yahoo.com), [rivalr48@gmail.com](mailto:rivalr48@gmail.com),*

*[wawanrauf241193@yahoo.com](mailto:wawanrauf241193@yahoo.com), \*[Santydera@gmail.com](mailto:Santydera@gmail.com).*

**Abstrak: Analisis Pengaruh Variasi Sudut Kemiringan Terhadap Optimasi Daya Panel Surya.** Di Gorontalo suhu atau temperature udara yang tinggi yang dapat mempengaruhi kinerja pada panel surya. Suhu udara di Gorontalo pada siang hari dapat menembus angka diatas 34°C dibandingkan suhu optimal operasi dari panel surya sendiri adalah 25°C. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah ada pengaruh perubahan sudut sel surya terhadap intensitas cahaya. Sedangkan Tujuan dari penelitian ini adalah upaya mengoptimalkan output tegangan, arus dan daya pada sel surya agar lebih maksimal. Salah satu metode pengoptimalan sel surya adalah dengan memvariasikan sudut kemiringan panel surya 9°, 12° dan 15°. Metode pada penelitian ini dengan melakukan pengukuran besaran intensitas cahaya matahari, arus dan tegangan dengan menggunakan panel surya 50 WP, pengukuran tersebut dilakukan selama 9 hari. Hasil analisis pada penelitian ini adalah persentase peningkatan daya sebesar 43.85 Watt pada sudut kemiringan 15°, sedangkan daya output mengalami penurunan pada sudut kemiringan 12° dan 9° yaitu 41.70 Watt dan 39.43 Watt. Secara keseluruhan perubahan arah sudut sel surya berpengaruh terhadap intensitas cahaya matahari yang berakibat pada kuat lemahnya tegangan yang diterima panel sel surya. Semakin besar intensitas cahaya yang diterima, maka semakin besar pula tegangan yang dihasilkan panel surya.

Kata kunci: Sel Surya; Intensitas Cahaya; Sudut Azimuth; Daya

**Abstract: Analysis of the Effect of Tilt Angle Variations on Solar Panel Power Optimization.** In Gorontalo the temperature or air temperature is high which can affect the performance of the solar panels. The air temperature in Gorontalo during the day can reach above 34°C compared to the optimal operating temperature of the solar panels themselves which is 25°C. The formulation of the problem in this study is whether there is an effect of changing the angle of the solar cell on the light intensity. While the purpose of this research is an effort to optimize the output voltage, current and power in solar cells to be more leverage. One method of optimizing solar cells is by varying the angle of inclination of the solar panels to 9°, 12° and 15°. The method in this study is to measure the intensity of sunlight, current and voltage using a 50 WP solar panel, the measurements were carried out for 9 days. The results of the analysis in this study are the percentage increase in power of 43.85 Watt at an angle of 15°, while the output power decreases at an angle of 12° and 9°, namely 41.70 Watt and 39.43 Watt. Overall changes in the direction of the solar cell angle affect the intensity of sunlight which results in the strength and weakness of the voltage received by the solar cell panel. The greater the intensity of light received, the greater the voltage generated by the solar panel.

Kata kunci: Solar Cell; Intensity Of Light; Azimuth Angle; Power

---

### *History & License of Article Publication:*

*Received: 09/11/2022 Revision: 18/11/2022 Published: 31/12/2022*

---

DOI: <https://doi.org/10.37971/radial.v10i2.287>

---



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

---

## PENDAHULUAN

Di Gorontalo suhu atau temperature udara yang tinggi yang dapat mempengaruhi kinerja pada panel surya. Suhu udara di Gorontalo pada siang hari dapat menembus angka diatas  $34^{\circ}\text{C}$  dibandingkan suhu optimal operasi dari panel surya sendiri adalah  $25^{\circ}\text{C}$ . Kenaikan itulah yang membuat daya pada output panel surya menurun / berkurang sekitar  $-0.7\text{ W}/^{\circ}\text{C}$ . Konversi radiasi matahari menjadi energi listrik adalah cara yang paling efektif dalam pemanfaatan energi matahari. Keuntungan dari *solar cell* tersebut dapat menghasilkan energi listrik, tidak menimbulkan kebisingan dan polusi, usia pakai lama dan pemeliharaan yang rendah. Solar cell secara langsung mengubah radiasi matahari menjadi listrik dengan efisiensi puncak antara 9-12%. Lebih dari 80% dari radiasi matahari tidak dikonversikan ke energi listrik, tetapi terpantulkan atau diubah menjadi energi panas. Hal ini menyebabkan kenaikan suhu kerja *solar cell* dan akibatnya menurunkan efisiensi konversi energi listrik (listrik yang murah) (Pido, 2019).

Untuk memaksimalkan intensitas matahari yang diterima oleh panel surya maka pada perancangan sistem dibutuhkan sudut kemiringan panel yang paling tepat untuk menerima radiasi matahari yang paling tinggi. Sudut yang mempengaruhi pemasangan panel surya pada instalasi ada 2 macam yaitu sudut kemiringan panel surya terhadap bidang horizontal atau disebut juga dengan slope dan sudut yang diukur searah dengan acuan arah selatan yang disebut dengan sudut azimuth. Ada beberapa parameter lingkungan yang dapat mempengaruhi kinerja dari sel surya, diantaranya, perubahan temperatur, intensitas radiasi matahari, tertutupnya sebagian permukaan sel surya (Pandria & Mukhlizar, 2018).

Untuk memaksimalkan intensitas matahari yang diterima oleh panel surya maka pada perancangan sistem dibutuhkan sudut kemiringan panel yang paling tepat untuk menerima radiasi matahari yang paling tinggi. Sudut yang mempengaruhi pemasangan panel surya pada instalasi ada 2 macam yaitu sudut kemiringan panel surya terhadap bidang horizontal atau disebut juga dengan slope dan sudut yang diukur searah dengan acuan arah selatan yang disebut dengan sudut azimuth (Pangestuningtyas et al., 2020).

Sudut kemiringan panel surya yang menghasilkan tegangan dan arus dalam jumlah yang lebih besar adalah pada sudut  $10^{\circ}$  pada sumbu x negatif. Pada sudut kemiringan tersebut menghasilkan nilai daya yang paling maksimal sehingga pada sudut tersebut panel surya dapat bekerja optimal (Tamimi et al., 2016). Sudut kemiringan panel surya yang menghasilkan tegangan dan arus lebih besar adalah pada sudut  $150^{\circ}$ . Pada sudut kemiringan tersebut menghasilkan daya yang paling maksimal sehingga pada sudut tersebut panel surya dapat bekerja optimal (Abdul Kodir Albahar & Mohammad Faizal Haqi, 2020)

Permasalahan utama dari sel surya yaitu daya yang dihasilkan oleh panel surya masih bersifat fluktuatif karena masih tergantung pada besar kecilnya tingkat intensitas cahaya matahari. Berawal dari permasalahan tersebut peneliti akan melakukan penelitian terkait hubungan kemiringan panel surya terhadap nilai intensitas cahaya matahari. Sehingga akan diperoleh titik maksimal intensitas cahaya matahari berdasarkan kemiringan panel surya.

Pengaruh sudut kemiringan terhadap kinerja modul photovoltaik juga pernah dilakukan dengan cara mengkoparatifkan modul PV dalam dan luar ruangan. Sehingga

pengaruh berbagai sudut kemiringan modul PV terhadap kinerja dan parameter listriknya diketahui untuk setiap kenaikan  $5^0$  kemiringan modul, daya output berkurang 2,09 W. penurunan daya output tersebut terjadi didalam ruangan maupun diluar ruangan (Mamun et al., 2022). Sudut azimuth memiliki pangaruh yang signifikan terhadap keseimbangan energi total yang akan dihasilkan oleh sistem modul PV (Boziková et al., 2021). Optimalisasi sudut kemiringan modul PV tersebut harus diidentifikasi secara benar dan akurat karena ada beberapa faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi unjuk kerja modul PV yaitu suhu, debu dan kotoran (Sado et al., 2021). salah satu faktor penyebab nilai daya output modul Photovoltaic menurun diakibatkan oleh perubahan suhu yang berubah-ubah (Pido, 2021)

## METODE

Memposisikan panel surya pada sudut kemiringan optimal, dapat meningkatkan efisiensi hingga pada tingkat maksimal. Semakin tinggi nilai efisiensi sebuah panel, maka akan semakin baik performa dari panel tersebut. Posisi sudut kemiringan yang berada tidak pada posisi optimal berpotensi kehilangan nilai radiasi maksimal. Sudut kemiringan optimal ditentukan berdasarkan nilai radiasi yang mengenai permukaan bidang miring. Penelitian ini menggunakan metode faktor geografis, untuk menentukan nilai rasio radiasi langsung pada permukaan miring ( $R_b$ ). Nilai rasio merupakan salah satu faktor dari komponen radiasi total pada permukaan bidang miring.

Dalam penelitian ini pengujian panel surya dengan variasi sudut kemiringan  $9^\circ$ ,  $12^\circ$  dan  $15^\circ$  alat menghadap ke utara. Masing-masing variasi diambil data perhari dengan durasi waktu 8 jam perharinya. Sesudah mendapatkan data yang diperlukan maka langkah selanjutnya menganalisa mengenai data tersebut. Hal- hal yang harus diperhatikan saat menganalisa data yaitu arus dan tegangan.

Tempat dan waktu penelitian di halaman laboratorium terpadu kampus Universitas Gorontalo. Selain itu workshop Teknik Mesin digunakan untuk menganalisis hasil data. Sedangkan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah Multimeter, solar power meter, thermocouple, panel surya tipe monocrystalline dan bahan penelitian menggunakan besi hollow sebagai rangka pendukung untuk dudukan dari panel surya sebagai objek penelitian seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Sumber: Foto setup pengujian  
Gambar 1. Setup pengujian

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka peneliti menggunakan beberapa tahap untuk menyelesaikan analisis pengaruh sudut kemiringan terhadap arus keluaran pada Photovoltaic terdiri dari :

- a) Studi literatur, yaitu mempelajari literatur-literatur dari jurnal-jurnal dan buku-buku teks yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan.
- b) Pengumpulan data dengan cara mengadakan pengamatan secara langsung terhadap objek kegiatan yang berhubungan dengan penelitian.
- c) Melakukan pengukuran pada Photovoltaic.
  - Mengklasifikasikan data pengukuran yang telah didapat dari pengukuran di lapangan.
  - Menganalisis pengaruh sudut kemiringan terhadap arus keluaran pada photovoltaic menggunakan ms excel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Hasil pengukuran intensitas cahaya matahari, tegangan, arus, dan daya pada sudut kemiringan  $9^0$  ditampilkan pada tabel 1. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa semakin besar intensitas cahaya yang diterima panel surya, maka tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan juga semakin tinggi. Intesitas cahaya terbesar diperoleh pada pukul 12.00 yaitu sebesar  $1027.7 \text{ (W/m}^2\text{)}$ . Besarnya intensitas cahaya tersebut berimbas terhadap nilai tegangan, arus, dan daya yang menunjukkan bahwa pada pukul 12.00 terjadi peningkatan tertinggi. Nilai tertinggi tersebut masing-masing tegangan 15.9 Volt, arus 2.53 Amper, dan daya 39.43 Watt. Setelah pukul 12.00 nilai tegangan, arus, dan daya menurun seiring dengan penurunan intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya.

**Tabel 1. Pengambilan Dan Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Arus Dan Tegangan Pada Sudut Kemiringan  $9^0$ .**

NO	Waktu (Pukul)	Intensitas Cahaya ( $\text{W/m}^2$ )	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (Watt)
1	09.00	804.5	13.2	1.42	18.74
2	10.00	849.5	13.9	2.21	30.72
3	11.00	932.1	14.6	2.52	36.79
4	12.00	1027.7	15.9	2.53	39.43
5	13.00	1011.1	15.4	2.49	38.346
6	14.00	917.5	13.8	2.32	32.016
7	15.00	813.5	12.1	1.98	23.958
8	16.00	604.6	11.2	1.01	11.312

Sumber: Hasil pengolahan data.

Untuk hasil pengukuran intensitas cahaya, tegangan, arus, dan daya pada sudut kemiringan  $12^0$  ditampilkan pada tabel 2. Semakin bertambahnya waktu, Intensitas cahaya juga semakin besar. Puncaknya intensitas cahaya terbesar diperoleh pada pukul 12.00 yaitu sebesar  $1028.8 \text{ W/m}^2$ . Hal tersebut diikuti oleh nilai tegangan, arus, dan daya, dimana nilai tertingginya diperoleh pada pukul 12.00. Nilai masing-masing dituliskan tegangan 16.1

Analisis Pengaruh Variasi Sudut Kemiringan Terhadap Optimasi Daya Panel Surya (Pido)

<https://stitek-binataruna.e-journal.id/radial>

volt, arus 2.59 amper, dan daya 41.70 watt. Pada pukul 13.00-16.00 nilai tegangan, arus dan daya semakin menurun diakibatkan intensitas cahaya yang semakin menurun.

**Tabel 2. Pengambilan Dan Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Arus Dan Tegangan Pada Sudut Kemiringan 12<sup>0</sup>.**

NO	Waktu (Pukul)	Intensitas Cahaya (W/m <sup>2</sup> )	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (Watt)
1	09.00	806.7	13.6	1.48	20.13
2	10.00	850.3	14.3	2.23	31.89
3	11.00	934.2	15.1	2.57	38.81
4	12.00	1028.8	16.1	2.59	41.70
5	13.00	1013.2	15.9	2.57	40.863
6	14.00	916.7	14.1	2.34	32.994
7	15.00	815.7	12.5	2.10	25.000
8	16.00	606.7	11.6	1.02	11.832

Sumber: Hasil pengolahan data

Hasil pengukuran intensitas cahaya, tegangan, arus dan daya pada sudut kemiringan panel surya 15<sup>0</sup> ditampilkan pada tabel 3. Seperti halnya pada kemiringan 9<sup>0</sup> dan 12<sup>0</sup>, untuk kemiringan 15<sup>0</sup> juga menunjukkan fenomena yang sama, dimana intensitas cahaya terbesar diperoleh pada pukul 12.00 yaitu sebesar 1029.7 W/m<sup>2</sup>. Nilai tegangan, arus, dan daya tertinggi juga diperoleh pada pukul 12.00, dimana nilai masing-masing dituliskan tegangan 16.8 volt, arus 2.61 amper, dan daya 43.85 watt. Untuk waktu setelah pukul 12.00 nilai tegangan, arus, dan daya mengalami penurunan seiring melemahnya intensitas cahaya yang diterima panel surya.

**Tabel 3. Pengambilan Dan Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Arus Dan Tegangan Pada Sudut Kemiringan 15<sup>0</sup>.**

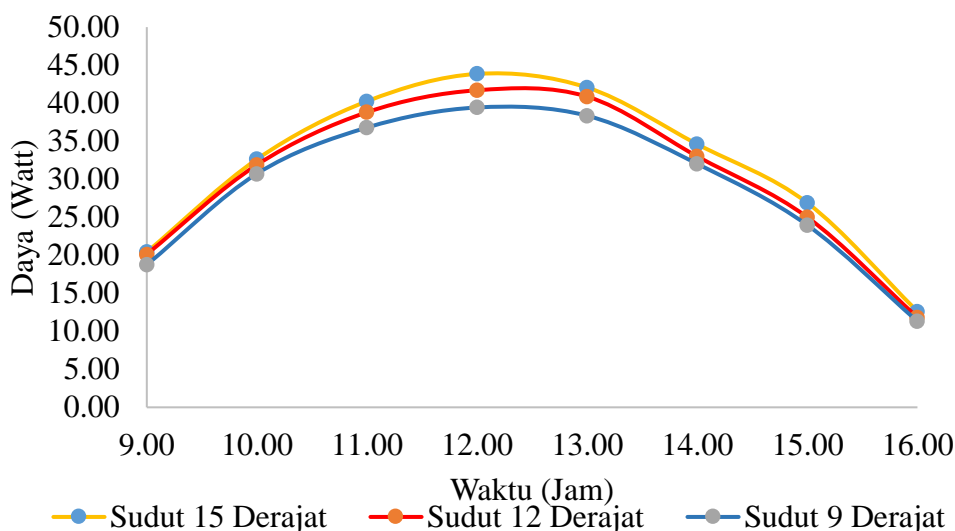
NO	Waktu (Jam)	Intensitas Cahaya (W/m <sup>2</sup> )	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (Watt)
1	09.00	807.8	13.7	1.49	20.41
2	10.00	852.1	14.5	2.25	32.63
3	11.00	936.3	15.6	2.58	40.25
4	12.00	1029.7	16.8	2.61	43.85
5	13.00	1015.1	16.3	2.58	42.054
6	14.00	918.8	14.6	2.37	34.602
7	15.00	817.8	12.8	2.10	26.88
8	16.00	608.3	11.9	1.06	12.614

Sumber: Hasil pengolahan data.

### Pembahasan

Daya yang dihasilkan panel surya pada masing-masing sudut kemiringan panel surya 9<sup>0</sup>, 12<sup>0</sup>, dan 15<sup>0</sup> ditampilkan pada gambar 3. Daya tertinggi diperoleh pada waktu pengujian pukul 12.00 untuk semua sudut kemiringan. Nilai masing-masing daya untuk setiap sudut kemiringan dituliskan 9<sup>0</sup> sebesar 39.43 watt, 12<sup>0</sup> sebesar 41.70 watt, dan 15<sup>0</sup> sebesar 43.85 watt. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin besar sudut kemiringan yang diterapkan maka

semakin besar pula daya yang diperoleh. Perubahan nilai daya output yang dihasilkan tergantung besaran Intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya. Semakin besar intensitas radiasi yang diterima maka daya yang dapat dihasilkan oleh sistem juga semakin besar karena energi matahari merupakan sumber utama dari pembangkitan menggunakan teknologi photovoltaic. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya mengenai variasi sudut kemiringan modul PV, Perubahan intensitas cahaya sangat berpengaruh terhadap kuat dan lemahnya tegangan yang diterima panel sel surya dan perubahan terhadap sudut datang sinar matahari berpengaruh terhadap besar kecilnya tegangan (Bahari et al., 2017).



Sumber: Hasil pengolahan data

Gambar 3. Perbandingan daya untuk setiap sudut kemiringan

## KESIMPULAN

Dari hasil pengujian instalasi pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 50 WP dapat diambil kesimpulan bahwa daya output tertinggi terjadi pada sudut kemiringan 15° dan pada jam 12:00 dengan nilai sebesar 43.85 Watt, kemudian yang kedua terjadi pada sudut kemiringan 12° dan pada jam 12:00 dengan nilai sebesar 41.70 Watt, kemudian daya output terendah terjadi pada sudut kemiringan 9° dan pada jam 12:00 dengan nilai sebesar 39.43 Watt.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kodir Albahar Dan Mohammad Faizal Haqi. (2020). Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya (PV) Terhadap Daya Keluaran. *Journal Ilmiah Elektrikrisna*, 8(3), 115.
- Bahari, S., Laka, A., & Rosmiati. (2017). Pengaruh Perubahan Arah Sudut Sel Surya Menggunakan Energi Matahari Intensitas Cahaya Terhadap Tegangan. *Semnastek, November*, 1–8.
- Božiková, M., Bilčík, M., Madola, V., Szabóová, T., Kubík, Ľ., Lendelová, J., & Cviklovič, V. (2021). The effect of azimuth and tilt angle changes on the energy balance of photovoltaic system installed in the southern slovakia region. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(19). <https://doi.org/10.3390/app11198998>
- Mamun, M. A. A., Islam, M. M., Hasanuzzaman, M., & Selvaraj, J. (2022). Effect of tilt angle on the performance and electrical parameters of a PV module: Comparative indoor and outdoor experimental investigation. *Energy and Built Environment*, 3(3),

- 278–290. <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2021.02.001>
- Pandria, T. M. A., & Mukhlizar, M. (2018). Penentuan Kemiringan Sudut Optimal Panel Surya. *Jurnal Optimalisasi*, 3(5). <https://doi.org/10.35308/jopt.v3i5.277>
- Pangestuningtyas, D. ., Hermawan, H., & Karnoto, K. (2020). Analisis sudut panel solar cell terhadap daya output dan efisiensi yang dihasilkan. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 8(2), 0–7.
- Pido, R. (2019). Analisa Pengaruh Kenaikan Temperatur Permukaan Solar Cell Terhadap Daya Output. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 2(2), 24. <https://doi.org/10.32662/gojise.v2i2.683>
- Pido, R. (2021). ANALISIS PERPINDAHAN PANAS PADA PHOTOVOLTAIC TERHADAP SUHU YANG DIHASILKAN. *GOJISE*, IV(2), 45–75. [https://scholar.google.com/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=id&user=uETJrxoAAAJ&citation\\_for\\_view=uETJrxoAAAJ:eQOLeE2rZwMC](https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=id&user=uETJrxoAAAJ&citation_for_view=uETJrxoAAAJ:eQOLeE2rZwMC)
- Sado, K. A., Hassan, L. H., & Sado, S. (2021). Photovoltaic panels tilt angle optimization. *E3S Web of Conferences*, 239. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123900019>
- Tamimi, S., Indrasari, W., & Iswanto, B. H. (2016). *Optimasi Sudut Kemiringan Panel Surya Pada Prototipe Sistem Penjejak Matahari Aktif*. V, SNF2016-CIP-53-SNF2016-CIP-56. <https://doi.org/10.21009/0305020111>