

Sistem Monitoring Lingkungan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis *Supervisory Control And Data Acquisition* (SCADA)

Muzni Sahar¹, Gidion Tampubolon², Arif Gunawan³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Listrik Politeknik Caltex Riau

e-mail: muzni@pcr.ac.id¹, gidion@alumni.pcr.ac.id², agun@pcr.ac.id³

Abstract

The large potential of solar energy in Indonesia is due to being on the equator and as a tropical country causing a very large emission of solar energy. Therefore, to optimize this renewable natural energy, solar panels are used as a tool that converts solar energy into electrical energy. In this study the system is carried out to produce optimal solar panel power and to determine the effect of the environment, namely light intensity and surface temperature of the solar cell on the output power of the solar panels. In this study, 3 units of 100 wp solar panels were used which were assembled in series using dual axis solar tracking using a photodiode sensor. Then added the voltage sensor, current sensor, and temperature sensor SHT 11 as environmental parameters. The results show that when using solar tracking it produces an increase in power of up to 10 - 11% increase compared to without using a solar tracking / control system. The greater the intensity of sunlight produced, the greater the output power of the solar panels produced. At the largest solar panel voltage temperature when the temperature is 36 °C with a voltage of 62.9 °C and when the temperature is high when 41.5 °C the resulting voltage is 58.5 V. The increase in temperature causes the voltage of the solar panels to decrease and the power generated by the solar panels decreases.

Keywords: *Intouch Wonderware, Photodiode, Temperature.*

Abstrak

Besarnya potensi energi matahari di Indonesia yang dikarenakan berada di garis khatulistiwa dan sebagai negara tropis menyebabkan pancaran energi matahari sangat besar. Oleh karena itu untuk mengoptimalkan energi alam yang terbarukan ini dipakailah panel surya sebagai alat dapat yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Pada penelitian ini dilakukan sistem untuk menghasilkan daya panel surya yang optimal dan mengetahui pengaruh lingkungan yaitu intensitas cahaya dan suhu permukaan solar cell terhadap daya keluaran panel surya. Pada penelitian ini digunakan panel surya 100 wp sebanyak 3 buah yang dirangkai secara seri dengan menggunakan solar tracking dual axis menggunakan sensor photodiode. Lalu ditambah sensor tegangan, sensor arus, serta sensor suhu SHT 11 sebagai parameter lingkungan. Dari data yang didapat menunjukkan bahwa pada saat menggunakan solar tracking menghasilkan peningkatan daya hingga 10 – 11 % kenaikan dibanding tanpa menggunakan solar tracking/sistem kendali. Semakin besar intensitas cahaya matahari yang dihasilkan maka semakin besar daya output panel surya yang dihasilkan. Pada temperature tegangan panel surya terbesar ketika suhu 36°C dengan tegangan 62,9°C dan saat temperature tinggi ketika 41,5°C dihasilkan tegangan 58,5 V. Kenaikan suhu mengakibatkan tegangan panel surya mengalami penurunan dan daya yang dihasilkan oleh panel surya menurun.

Kata kunci: *Intouch Wonderware, Photodiode, Temperatur.*

1. PENDAHULUAN

Besarnya kebutuhan masyarakat akan energi listrik sangat berkembang pesat di era globalisasi ini. Sehingga sangat dibutuhkannya sumber energi alternative untuk memenuhi kebutuhan listrik, salah satu sumber energi terbarukan (Rahardjo & Fitriana, 2016) yang banyak dikembangkan pada saat ini adalah energi matahari (Solar Energy). Solar sel yang berfungsi untuk mengubah secara langsung energi matahari menjadi energi listrik. Teknologi solar sel merupakan sebuah hamparan semikonduktor yang dapat menyerap photon dari sinar matahari dan mengkonversi menjadi listrik (Dzulfikar & Broto, 2016).

Akan tetapi ada beberapa faktor yang mempengaruhi besar energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya diantaranya adalah kondisi lingkungan dimana sebuah panel surya berada seperti intensitas cahaya matahari (Yuliananda et al., 2015), suhu (Suwanti, Wahyono, 2019), arah datangnya sinar matahari (Nurharsanto & Prayitno, 2017), spektrum cahaya matahari (Alifyanti & Tambunan, 2011) serta pengaruh kelembaban udara (Hamdani et al., 2019) dan kecepatan angin (Depari,

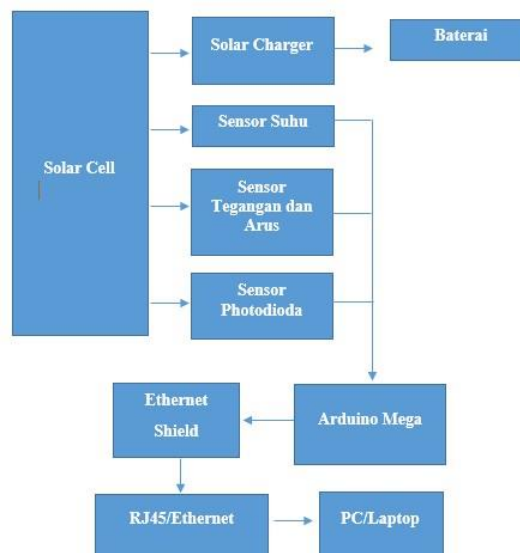
2018) pada panel surya. Kondisi lingkungan yang selalu berubah-ubah setiap waktu menyebabkan daya keluaran panel surya juga ikut berfluktuasi.

Intensitas radiasi cahaya matahari yang diterima sel surya sebanding dengan tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh sel surya, sedangkan apabila suhu lingkungan semakin tinggi dengan intensitas radiasi cahaya matahari yang tetap, maka tegangan panel surya akan berkurang dan arus listrik yang dihasilkan akan bertambah. Perubahan temperatur sel-sel surya ini diakibatkan oleh temperatur, kondisi awan dan kecepatan angin di lingkungan sekitar daerah penempatan panel surya (Asyari et al., 2020). Dari penelitian sebelumnya telah dibahas perubahan kapasitas energi listrik pada panel surya untuk menghasilkan tegangan dan arus dipengaruhi temperatur suhu sekitar dan intensitas. Bahkan perubahan temperatur yang sangat cepat dan ekstrim dapat menyebabkan terganggunya produksi listrik pada suatu Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Untuk mendapatkan intensitas cahaya matahari yang baik adalah dengan tracking cahaya matahari (Fardani, 2018).

Meninjau hal di atas penulis berupaya untuk membuat sistem kontrol dan monitoring secara real time yang dapat mengatur arah panel terhadap matahari menggunakan solar tracking system menggunakan sensor cahaya/photodiode dan memonitoring pengaruh lingkungan terhadap panel surya dengan berbasis scada untuk mendapatkan keluaran energi panel sel surya yang optimal. Data yang dimonitoring secara real time akan dikirimkan melalui komunikasi Ethernet ke PC/Laptop yang ditampilkan menggunakan aplikasi *Intouch Wonderware*.

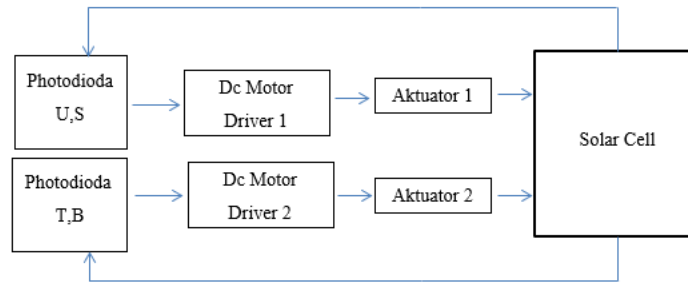
2. METODE

Berikut adalah blok diagram yang digunakan dalam penelitian ini:



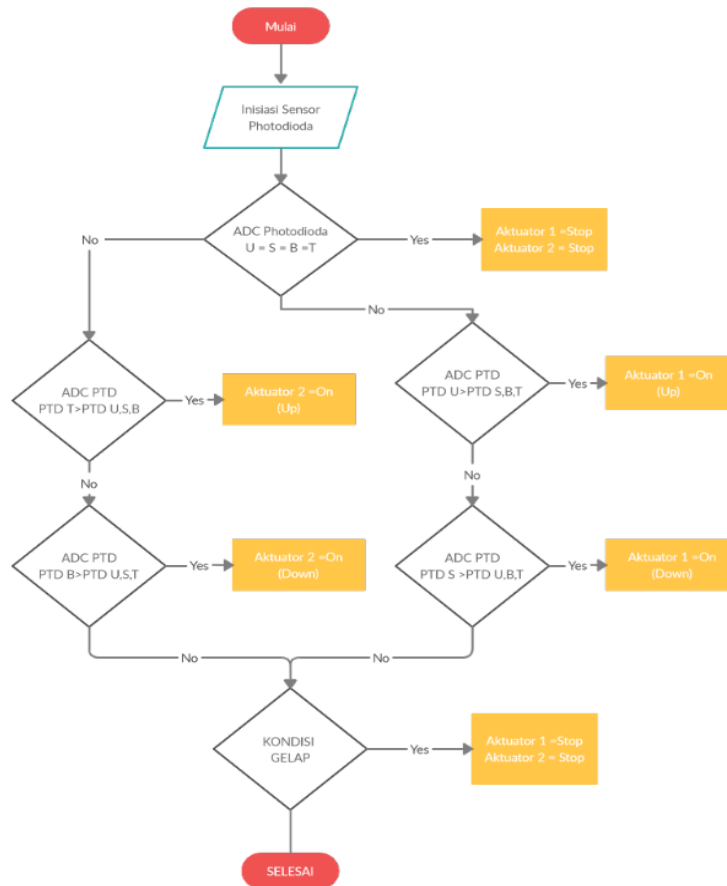
Gambar 1. Blok diagram sistem monitoring

Pada Gambar 1 Sensor suhu, sensor tegangan, arus dan sensor cahaya data pembacaannya akan masuk ke mikrokontroler sebagai analisa dan pada solar *charge controller* dipasang diantara solar cell dan baterai mengontrol pengisian dan sebagai input ke inverter dan output dari inverter akan masuk ke beban dalam gelombang AC. Semua data akan masuk ke mikrokontroler lalu melalui komunikasi Ethernet dan terbaca di PC. Supply daya akan masuk ke aduino melalui solar *charger controller* untuk menjalankan daya ke mikro tersebut. Pengiriman data yang dilakukan menggunakan modul *ethernet shield* yang mana melalui modul itu dikirimlah data menggunakan kabel *ethernet* yang masuk ke PC/laptop setelah data sampai di laptop maka akan diolah di aplikasi *Intouc Wonderware* untuk memunculkan datanya di SCADA system yang telah dibuat.



Gambar 2. Diagram blok solar tracking dual axis

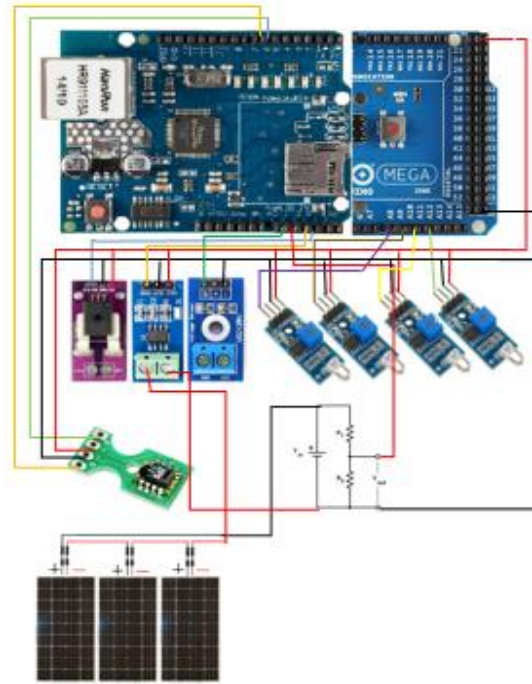
Pada sensor Photodioda akan sebagai sensor cahaya pada solar cell yang menggerakkan aktuator sebagai output dalam menggerakkan solar cell ke arah vertical axis dan horizomtal axis. Photodioda mengeluarkan resistansi pada saat menerima instensitas cahaya dan akan mengalirkan arus listrik ke yang menjadi acuan menggerakkan aktuator melalui driver motor dc yang diprogram pada Arduino.



Gambar 3. Diagram alir dari sistem

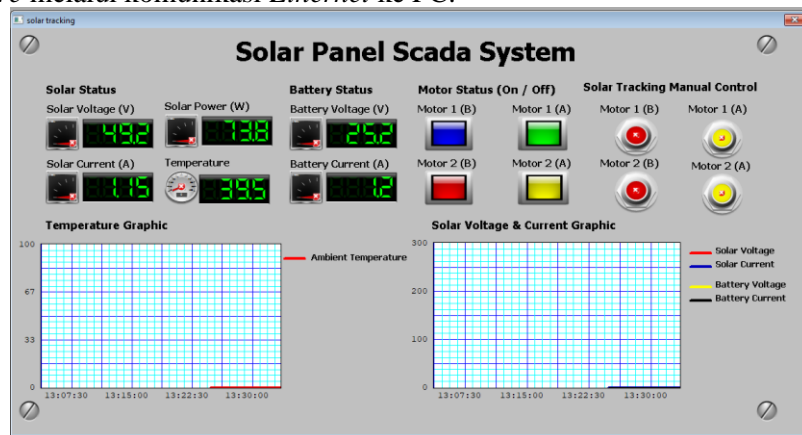
Pada Gambar 3 terdapat proses algoritma pembacaan sensor photodioda yang dimana saat sistem dijalankan maka akan terjadi inisiasi sensor dan setelah sensor membaca data maka akan terjadi proses perbandingan output ADC sensor photdioda U,S,B,T. Jika saat ADC photdioda semua sama maka kedua aktuator akan berhenti, akan tetapi jika terjadi perbedaan ADC maka aktuator akan bergerak menggerakkan

solar cell kearah matahari yang optimal hingga keseluruhan sensor photodioda bernilai sama. Begitu juga saat kondisi gelap jika solar cell tidak mendapatkan output cahaya keseluruhan maka aktuator akan berhenti.



Gambar 4. Perancangan Rangkaian Elektronik Sensor Sistem

Pada tampilan Gambar 4 merupakan rangkaian elektronik dari semua sensor yang memonitoring kinerja dari panel surya. Mulai dari sensor tegangan solar cell yang menggunakan rangkaian pembagi tegangan yang mana diturunkan menjadi $< 5\text{ V}$ masuk ke Arduino lalu dibaca nilai adc yang dikonversikan dengan rumus di program untuk membaca nilai output tegangan solar cell yang sebenarnya. Setelah itu terdapat sensor arus ACS 30 yang berwarna hijau pada Gambar 4 merupakan sensor arus dari panel surya dan sensor arus ACS58 berwarna ungu di Gambar 4 merupakan sensor arus dari baterai,lalu untuk sensor tegangan menggunakan divider voltage juga yang berwarna biru di gambar 4. Selain itu terdapat juga keempat sensor photodioda yang mana pin A0 keempat photodioda itu pergi ke port Arduino A8, A9, A10, A11 lalu sensor photodioda tersebut sebagai sensor tracking.Semua data dari sensor tersebut akan masuk ke *Intouch Wonderware* melalui komunikasi *Ethernet* ke PC.



Gambar 5. Perancangan tampilan monitoring sistem

Pada Gambar 5 diatas merupakan tampilan panel monitoring dan kontrol terhadap solar tracking scada system yang mana pada tampilan diatas terdapat beberapa indicator dari data sensor yang dikirimkan. Pada halaman intouch wonderware ini diberi judul Solar Tracking Scada System yang mana data yang ditampilkan antara lain, tegangan solar cell, arus solar cell , daya solar cell , ambient temperature, dan kontrol manual motor untuk menggerakkan panel surya ke arah yang diinginkan. Pada kontrol manual motor untuk panel kearah vertical dan horizontal ini terdapat led sebagai status motor sedang berjalan atau tidak dan push button yang jika ditekan akan menggerakkan motor dan jika dilepas maka motor akan mati. Selain itu tampilan panel ini terdapat 2 jenis grafik yang mana grafik pertama itu disebelah kiri menampilkan suhu permukaan dari solar cell secara real time dan grafik tegangan dan arus panel surya secara real time.



Gambar 6. Posisi Sensor Solar Tracker

Pada gambar 6 ditampilkan posisi sensor solar *tracker* yang terletak berada keempat sisi panel surya yang mana sensor photodiode berada didalam pipa yang ditutupi plastik agar tidak terkena air.



Gambar 7. Rancangan Panel Surya dengan 2 axis

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Sistem Solar Solar Tracker

Pada pengujian ini dilakukan pengujian solar tracking system untuk melihat apakah solar tracker bisa bergerak otomatis mengikuti sumber cahaya atau tidak.



Gambar 8. Pengujian sistem solar tracker pada jam 09.30 WIB dengan kemiringan sudut vertical 69°

Pada Gambar 8 posisi panel surya saat menggunakan solar tracking di jam 09.30 pagi berada pada kemiringan sudut vertical 38° dan sudut horizontal 70° menghadap matahari.



Gambar 9. Pengujian sistem solar tracker pada jam 12.00 WIB dengan kemiringan sudut vertical 90°

Pada Gambar 8 didapat hasil pengujian solar tracker di siang hari jam 12.00 WIB, posisi panel solar tracking berada pada kemiringan sudut vertical 90° dan sudut horizontal 70° tegak lurus kesumber cahaya.



Gambar 10. Pengujian sistem solar tracker pada jam 14:00 WIB dengan kemiringan sudut vertical 115°

Pada Gambar 10 didapat hasil pengujian solar tracker di siang hari jam 14:00 WIB, posisi panel saat menggunakan solar tracking berada pada kemiringan sudut vertical 115° dan sudut horizontal 70° tegak lurus terhadap sumber cahaya matahari.

3.2 Pengujian Saat Menggunakan Solar Tracker

Pada tabel 1 dibawah ini diambil data pengujian output tegangan , arus , daya dan suhu lingkungan saat menggunakan solar tracker serta sudut kemiringan panel surya.

Tabel 1. Data Pengujian Menggunakan Solar Tracker

Jam	Sudut Horizontal	Sudut Vertical	Solar Cell (V)	Solar Cell (A)	Solar Cell (W)	Suhu (C°)
08:00	70°	40°	62.6	2.23	139.5	32.8
08:30	70°	40°	59	2.52	148.6	36.2
09:00	70°	40	62.3	2.22	138.3	39.3
09:30	70°	69	59.4	2.8	166.3	30
10:00	70°	69	61.9	2.1	129.9	36.4
10:30	70°	69	59.8	2.4	143.5	39.2
11:00	70°	90	62.9	2.3	144.6	35.9
11:30	70°	90	62.8	1.48	92.94	36.8
12:00	70°	90	62.3	1.43	89.08	40
12:30	70°	95	59.7	1.9	113.43	36.9
13:00	70°	115	62.1	0.76	47.19	39.3
13:30	70°	115	58.7	0.7	41.09	42.2
14:00	70°	115	60.2	0.24	14.44	36.1
14:30	70°	130	57.9	0.21	12.15	41.2
15:00	70°	130	61.5	0.22	13.53	38.9
15:30	70°	130	59.3	0.2	11.86	36.2
16:00	70°	135	62.1	0.24	14.90	37.9
16:30	70°	135	59.2	0.18	10.65	35.2
17:00	70°	135	59.9	0.13	7.78	36.4
17:30	70°	150	56	0.16	8.96	36.5
18:00	70°	150	40.3	0.13	5.23	34.7
Rata-rata			59.51	1.16	71.16	37.05

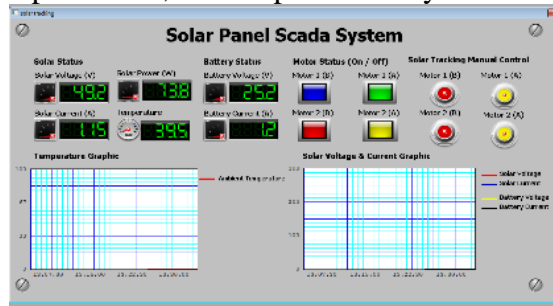
Dari Tabel 1 ini didapat rata rata nilai tegangan solar cell 59,51 V dan arus 1,16 A dengan rata rata nilai temperatur 37,05 °C. Adapun data diatas diambil secara real time dengan mengambil data dengan melihat nilai keluaran sensor di aplikasi di *Intouch Wonderware*. Selanjutnya perbandingan akan tampilan grafik nilai tegangan dan arus panel surya saat solar panel statis / diam pada Gambar 10.



Gambar 11. Grafik Tegangan dan Arus Panel Surya Terhadap Suhu Ketika Menggunakan Sistem Solar Tracking

3.3 Perbandingan Data Pengukuran Sensor dengan Alat Ukur

Tahap berikutnya adalah perbandingan data antara pengukuran sensor yang ditampilkan oleh Intouch Wonderware dengan alat ukur langsung pada panel solarnya. Hasil perbandingannya terlihat pada tabel 2 dimana ada perbedaan, namun persentasenya sekitar 3-5%.



Gambar 12. Tampilan Intouch Wonderware

Pada gambar 12 didapat data pengukuran sensor monitoring dari solar cell dan baterai yang mana pada solar cell nilai tegangannya 49.2 dengan arus 1.15 pada temperature 39.5°C.

Tabel 2. Perbandingan Nilai Alat Ukur Terhadap Sensor terbaca di Intouch.

Multimeter Digital		Intouch Wonderware		Persen Error (%)	
Solar (V)	Solar (A)	Solar (V)	Solar (A)	Solar (V)	Solar (A)
51.1	1.11	49.2	1.15	3,7 %	3,63 %
49.5	1.02	47.3	1.07	4,3 %	4,9 %
51	0.95	48.5	1	4,9 %	5 %

Pada tabel 2 terdapat perbandingan pembacaan data alat ukur dengan sensor tegangan dan arus yang terbaca di intouch wonderware. Dimana pada tabel 4.1 ini diambil sample 3 kali pengujian pembacaan data sensor terhadap alat ukur. Pada pengujian ini didapat persen error terhadap pembacaan alat ukur yang mana pada pembacaan tegangan solar cell pada multimeter terhadap sensor didapat perbedaan atau persen error sebesar 3 - 5 % ,pada arus terhadap solar cell didapat perbedaan 3 - 5 %.

3.4 Motor Penggerak Dual Axis

Pada pengujian ini terdapat dua motor penggerak digunakan untuk menggerakkan rangka panel ke kanan maupun ke kiri dan keatas atau kebawah.

Tabel 3. Nilai Tegangan dan Arus Motor Penggerak Solar Tracker

Kondisi	Motor 1 Axis (X)			Motor 2 Axis (Y)		
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
Tanpa Beban	24	0,4	9,6	24	0,4	9,6
Beban 80 Kg	24	3,3	79,2	24	3,3	79,2

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa motor aktuator linier yang digunakan pada rotator dapat menggerakkan beban dengan berat hingga 80 Kg dengan kebutuhan daya maksimal 79,2 W. Untuk pergerakkan motor saat sistem 2 axis bekerja 1 motor bekerja hingga 6-7 kali pergerakkan saat mengikuti matahari. Pergerakkan motor bisa lebih dari 7 kali jika sensitifitas sensor photodiode diatur lebih sensitif lagi, akan tetapi untuk mempertimbangkan agar daya dari baterai tidak habis hanya untuk pergerakkan motor maka dibuatlah solar tracker bergerak tidak terlalu banyak sehingga daya untuk motor digunakan tidak terlalu banyak sehingga lebih besar daya yang dihasilkan daripada daya yang digunakan untuk solar tracker.

Tabel 4. Perbandingan tegangan yang dihasilkan dengan penelitian terdahulu

Peneliti	Judul	Metode	Hasil
(Yandi et al., 2017)	Tracker Tiga Posisi Panel Surya untuk Peningkatan Konversi Energi dengan Catu Daya Rendah	Pengontrolan panel tracker menggunakan arduino dengan 3 posisi	Rata-rata tegangan yang dihasilkan sebesar 30 V
(Rahayani & Gunawan, 2019)	A Design and Implementation of Dual Axis Solar Tracker Using Mini Photo Voltaic as Solar Sensor	Pengontrolan tracker dengan 2 axis	Rata-rata tegangan yang dihasilkan sebesar 39 V
(Sahar, 2022)	Sistem Monitoring Lingkungan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)	Pengontrolan tracker dengan 2 axis	Rata-rata tegangan yang dihasilkan sebesar 58.5 V

Dari tabel 4 diatas dimana, dari beberapa penelitian sebelumnya bila dibandingkan dari tegangan yang dihasilkan dengan menggunakan metode yang hamper sama yaitu tracker dengan 2 axis, dimana penelitian ini menghasilkan tegangan yang baik yaitu sebesar 58.5 V.

4. KESIMPULAN

Besarnya suhu lingkungan panel surya mempengaruhi tegangan output solar cell yang mana dihasilkan tegangan puncak solar cell 62.9 V saat suhu 36°C ketika menggunakan solar tracking dan tegangan puncak solar cell 61 V ketika suhu 37,4°C ketika tanpa solar statis. Ketika suhu lingkungan terlalu tinggi seperti saat suhu 42,2°C dihasilkan tegangan 58.5 V. Jadi jika suhu diatas 40 °C maka nilai tegangan akan menurun akan tetapi jika suhu berada di range 30 – 39 °C maka tegangan solar cell akan naik seiring dengan naiknya intensitas cahaya matahari. Nilai arus solar cell tidak dipengaruhi oleh suhu dan arus dihasilkan cenderung konstan dan besarnya arus justru dipengaruhi dari besarnya tegangan dan beban semakin besar tegangan maka semakin kecil nilai arus. Ketika menggunakan solar tracking / sistem kendali terjadi peningkatan daya sebesar 21,14 % dibanding menggunakan solar statis/diam. Dalam pembacaan data menggunakan komunikasi ethernet terdapat delay 3-5 detik dalam pembacaannya ,sama halnya juga dalam kontrol manual solar tracking terdapat delay 3-5 detik. Pada pembacaan sensor tegangan dan arus di intouch wonderware terdapat persen error terhadap alat ukur (multimeter digital). Persens error pada sensor tegangan panel surya sebesar 3 – 5 % , pada sensor arus solar cell 3 - 5 %.

DAFTAR PUSTAKA

Alifyanti, D. F., & Tambunan, J. M. (2011). Pengaturan Tegangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Journal Kajian Teknik Elektro*, 1(1), 759–768. <https://media.neliti.com/media/publications/259756->

- pengaturanteganganpembangkitlistriktenag-2a5e5696.pdf.
- Asyari, H., Firmansyah, R. A., & Kusban, M. (2020). *Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Daerah Pantai*. 82–89.
- Depari, A. P. S. (2018). *Pengaruh Kecepatan Angin Dan Kelembaban Udara Pada Permukaan Panel Surya Komersil Terhadap Keluaran Yang Dihasilkan*. 1981, 7–29.
- Dzulfikar, D., & Broto, W. (2016). *Optimalisasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga*. V, SNF2016-ERE-73-SNF2016-ERE-76. <https://doi.org/10.21009/0305020614>
- Fardani, M. I. M. (2018). Perancangan Prototipe 2 Axis Solar Tracker Guna Optimalisasi Output Daya Solar Panel. In *Skripsi*.
- Hamdani, Tharo, Z., & Anisah, S. (2019). Perbandingan Performansi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Antara Daerah Pegunungan Dengan Daerah Pesisir. *Semnastek Uisu*, 189–194.
- Nurharsanto, S., & Prayitno, A. (2017). Sun Tracking Otomatis Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts). *Jom FTEKNIK*, 4, 1–6.
- Rahardjo, I., & Fitriana, I. (2016). *Strategi ANALISIS POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI. March 2016*.
- Rahayani, R. D., & Gunawan, A. (2019). A design and implementation of dual axis solar tracker using mini photo voltaic as solar sensor. *ACM International Conference Proceeding Series*, 1, 110–114. <https://doi.org/10.1145/3323716.3323746>
- Suwarti, Wahyono, B. P. (2019). Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya. *Eksergi*, 14(3), 78. <https://doi.org/10.32497/eksergi.v14i3.1373>
- Yandi, W., Syafii, S., & Pulungan, A. B. (2017). Tracker Tiga Posisi Panel Surya untuk Peningkatan Konversi Energi dengan Catu Daya Rendah. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 6(3), 159. <https://doi.org/10.25077/jnte.v6n3.468.2017>
- Yuliananda, S., Sarya, G., & Retno Hastijanti, R. (2015). Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya. *Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya Nopember*, 01(02), 193–202.



Jurnal Karya Ilmiah Multidisiplin (Jurkim) is licensed under a [Creative Commons Attribution International \(CC BY-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)