

# SISTEM TRACKER SINGLE AXIS SOLAR CONCENTRATOR PADA PEMBANGKIT LISTRIK 2 WATT BERTENAGA PANAS MATAHARI

Ananda Eddy Irvine<sup>1</sup>, Sujono<sup>2</sup>, Akhmad Musafa<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Elektro: Universitas Budi Luhur Jakarta, Indonesia

<sup>1</sup>[1852500105@student.budiluhur.ac.id](mailto:1852500105@student.budiluhur.ac.id)

<sup>2</sup>[sujono@budiluhur.ac.id](mailto:sujono@budiluhur.ac.id)

<sup>3</sup>[akhmad.musafa@budiluhur.ac.id](mailto:akhmad.musafa@budiluhur.ac.id)

## ABSTRAK

*Paper ini membahas sistem tracker single axis solar concentrator yang diterapkan pada pembangkit listrik tenaga panas matahari. Sistem ini berfungsi untuk memusatkan pemanenan panas dari radiasi matahari dengan tujuan untuk meningkatkan daya listrik yang dihasilkan dari proses konversi panas matahari. Solar konsentrator dirancang berbentuk parabola dan memiliki kemampuan untuk menyesuaikan arah mengikuti gerak matahari. Kerja sistem keseluruhan diatur dengan Arduino mega 2560. Motor DC 24 volt dan driver BTS7690 sebagai penggerak parabola. RTC DS3231 digunakan untuk memberikan data waktu nyata. Sensor ACS712 difungsikan untuk pengukuran arus dan tegangan listrik yang dihasilkan. Konversi panas matahari menjadi energi listrik dilakukan menggunakan Peltier SP1848. Seluruh data yang dihasilkan direkam ke module SD Card yang nantinya akan digunakan dalam analisis kinerja sistem secara keseluruhan. Sistem tracker dirancang bergerak mengikuti posisi matahari dimulai dari jam 08:00 di posisi 19° sampai dengan jam 17:00 di posisi 139°. Update posisi atau arah parabola adalah sebesar 15° yang dilakukan tiap satu jam. Efektifitas tracker dikaji dengan membandingkan sistem solar concentrator yang tidak dilengkapi tracker. Dari pengujian yang dilakukan selama dua hari berturut-turut, dari sistem solar concentrator yang dilengkapi tracker menghasilkan rata-rata persen peningkatan daya listrik sebesar 4,86% pada hari pertama dan 5,26% pada hari kedua. Rata-rata persen peningkatan daya selama 2 hari sebesar 5,06%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan tracker mampu meningkatkan produktivitas dari sistem pembangkit listrik tenaga panas matahari. Hal ini membuka peluang untuk penerapan dalam skala yang lebih besar dalam ladang solar concentrator.*

**Kata Kunci :** Arduino mega2560, Driver BTS7960, RTC DS3231, Peltier SP1848, Motor DC 24Volt, Solar Concentrator

## ABSTRACT

*This paper discusses the single-axis solar concentrator tracker system for solar thermal power plants. This system concentrates the harvesting of heat from solar radiation to increase the electrical power generated from the solar thermal conversion process. The solar concentrator is designed as a parabola and can adjust the direction following the sun's motion. The overall system work is regulated by Arduino Mega 2560. A 24-volt DC motor and BTS7690 driver are used to drive the parabola. RTC DS3231 is used to provide real-time data. ACS712 sensor is used to measure the current and voltage generated. The conversion of solar heat into electrical energy is done using Peltier SP1848. All generated data is recorded to the SD Card module, which will later be used to analyze the overall system performance. The tracker system is designed to move following the sun's position, starting from 08:00 at position 19° to 17:00 at position 139°. Update the position or direction of the parabola to 15°, done every hour. The effectiveness of the tracker is assessed by comparing the solar concentrator system that is not equipped with a tracker. From the tests conducted for two consecutive days, the tracker-equipped solar concentrator system produced an average percent increase in electrical power of 4.86% on the first day and 5.26% on the second day. The average percent increase in power for two days was 5.06%. The results show that the application of the tracker is able to increase the productivity of the solar thermal power generation system. This opens up opportunities for larger-scale deployment in solar concentrator farms.*

**Keywords:** Arduino mega2560, Driver BTS7960, RTC DS3231, Peltier SP1848, 24Volt DC Motor, Solar Concentrator

## I. PENDAHULUAN

*Solar concentrated* merupakan suatu pemanfaatan energi baru terbarukan dengan sistem menangkap panas dari sinar matahari yang di konsentrasikan agar dapat menghasilkan energi listrik. Indonesia memiliki sumber energi surya yang cukup banyak karena letak geografisnya terletak pada jalur khatulistiwa dan mejadikan intensitas radiasi matahari yang cukup berlimpah yaitu sekitar  $4,8\text{kWh/m}^2$ . Penggunaan *solar concentrated* memiliki beberapa keunggulan yaitu ramah terhadap lingkungan dan sumber energinya yang melimpah. Tegangan yang dihasilkan *solar concentrated* akan disimpan menggunakan baterai agar tegangan yang dihasilkan dapat digunakan ketika *solar concentrated* tidak mendapat panas dari sinar matahari. Hal ini membuat pemanfaatan dari solar concentrated menjadi maksimal [1]. *Sun tracking system* merupakan suatu sistem yang berfungsi untuk mengendalikan orientasi *solar photovoltaic* terhadap posisi matahari sehingga intensitas cahaya matahari dapat diserap maksimum. *Sun tracking system* secara umum dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu *single* dan *dual axis* [2]. Pemanfaatan energi matahari ada dua metode, yaitu dengan menggunakan teknologi sel *photovoltaik* dan *termoelektrik generator*. Alat yang digunakan sebagai *termoelektrik generator* adalah sensor peltier SP1848. Jika Sel *photovoltaik* menyerap cahaya matahari, *termoelektrik generator* menyerap panas matahari, namun kedua sistem bertujuan sama yaitu membangkitkan listrik [3]. Untuk memanfaatkan energi panas matahari secara efisien, maka diperkenalkan sistem energi matahari terkonsentrasi (*solar concentrator*).

Pada penelitian [4] "*Development of a Solar Concentrator with Tracking System*" membahas tentang pembuatan solar concentrator dengan sistem tracking. Penelitian bertujuan membandingkan dua buah solar concentrator dengan kondisi langit cerah dan kondisi langit sedang dengan kecepatan angin yang sama. Hasil dari pengujian menyimpulkan bahwa, perubahan kecil pada posisi optimal dapat menyebabkan hilangnya efisiensi yang dihasilkan sebesar 20%. Hasil ini juga menyoroti perlunya implementasi dan sistem pelacakan yang efisien yang memastikan total trek jalur matahari di siang hari, dengan efisiensi bisa 20% lebih tinggi pada kolektor dengan reflektifitas yang lebih tinggi. Pada penelitian [5] "*Rancang Bangun Pemanen Energi Listrik Kapasitas 5 Watt dari Panas Iradiasi Matahari Menggunakan Solar concentrator*" yang dilakukan di Universitas Budi Luhur membahas pembuatan *solar concentrator* dengan menggunakan parabola dengan diameter horizontal 70cm dan diameter vertikal 80cm dimana dipermukaan tersebut dilapisi kertas cermin agar dapat memantulkan matahari untuk menghasilkan panas dan peltier SP1848 untuk menghasilkan listrik

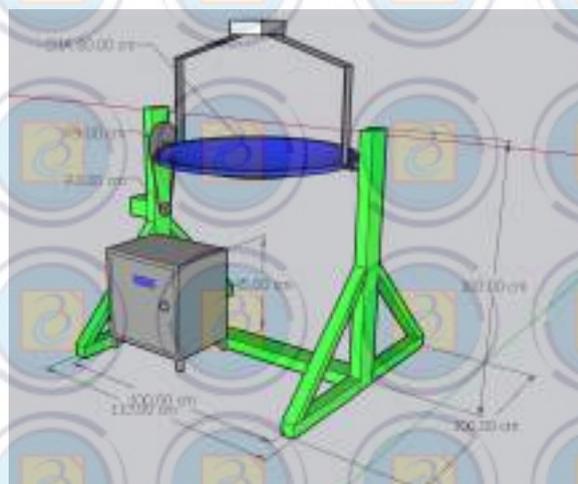
dari hasil panas pantulan matahari. Hasil dari pengujian menunjukkan tegangan yang dihasilkan sebesar 3,8v untuk temperatur ambient rata-rata  $20^{\circ}\text{C}$ . *Solar concentrator* yang dibuat pada penelitian ini diam tidak bergerak maka dari itu *solar concentrator* pada penelitian ini kurang efisien untuk mendapatkan pantulan matahari, dikarenakan matahari setiap waktunya akan berubah arah.

Oleh karena itu dalam penelitian ini dirancang sistem *tracker single axis solar concentrator*. *Solar concentrator* yang dibuat pada penelitian sebelumnya diam tidak bergerak, sedangkan pada penelitian ini dibuat bergerak mengikuti arah matahari. Pergerakan *tracker* untuk menentukan arah matahari digunakan waktu untuk mengubah posisi setiap derajatnya dengan menggunakan RTC DS3231. Kontrolernya menggunakan arduino mega untuk mengolah data dan mengoperasikan motor driver. Untuk menggerakkan *tracker* menggunakan motor dc linear 24 volt yang dilengkapi dengan driver sebagai penghubung antara motor dengan arduino sebagai pengontrol pergerakan dan kecepatan motor.

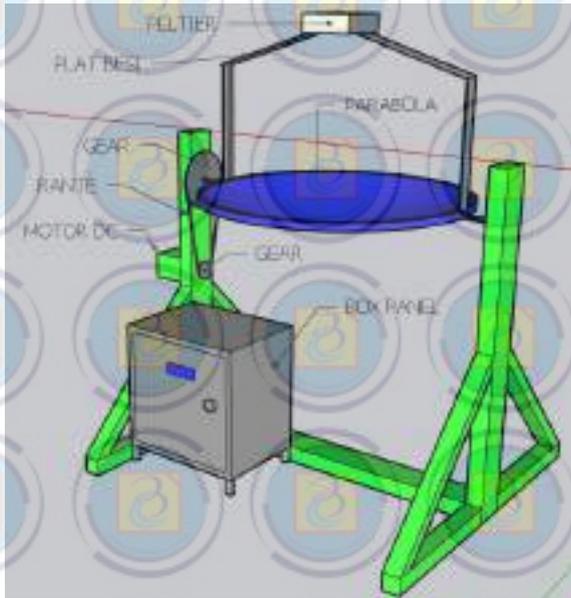
## II. RANCANGAN SISTEM

### A. Desain Sistem Tracker Single Axis Solar Concentrator

Perancangan desain sistem *tracker single axis solar concentrator* menggunakan Parabola ukuran diameter 80cm, sedangkan untuk dudukan parabola memiliki dimensi panjang x lebar x tinggi = 100 cm x 100 cm x 100 cm. Untuk ukuran gear yang digunakan 1:3 yang dimana diameter gear yang besar 18 cm dan diameter gear yang kecil 6 cm. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Sedangkan tata letak alat ditunjukkan pada gambar 2 dan susunan sistem peltier ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 1. Desain Bentuk Alat Keseluruhan



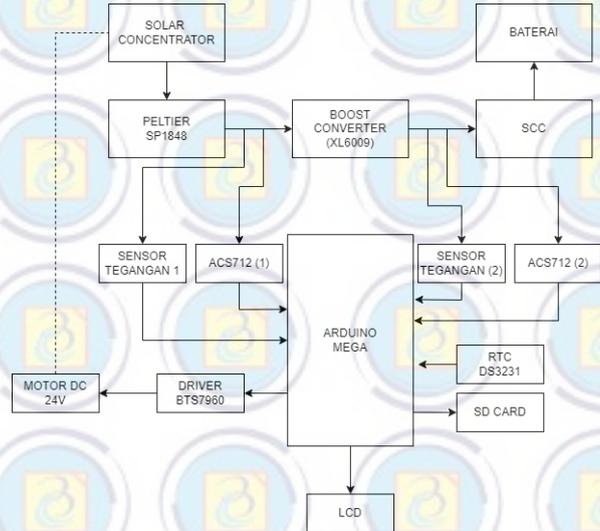
Gambar 2. Tata Letak Alat



Gambar 3. Susunan Sistem Peltier

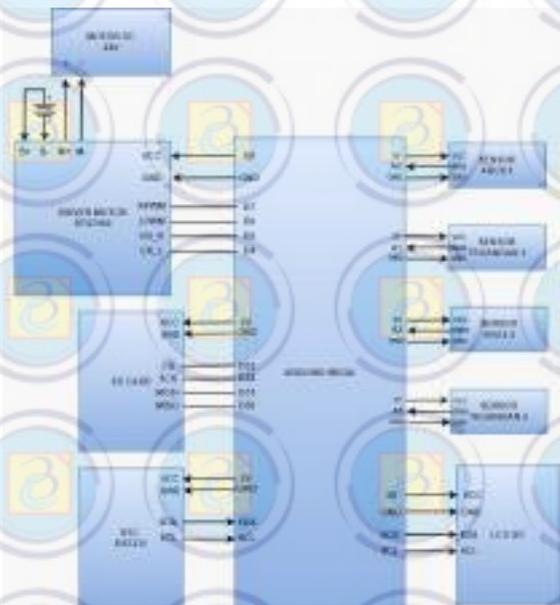
### B. Diagram Blok Sistem.

Berdasarkan Gambar 4, Prinsip kerja dari sistem Tracker pada *solar concentrator* bergerak berdasarkan waktu yang dihasilkan dari RTC DS3231. Arduino Mega membaca data waktu dari RTC dan memberikan nilai PWM kepada driver untuk menggerakkan motor dc sesuai waktu yang telah ditentukan pada program. Sistem tracker akan bergerak setiap jam yang diawali pergerakan dari jam 08:00 WIB sampai dengan jam 17:00 WIB. Tegangan yang dihasilkan peltier ditingkatkan oleh *boost converter* menjadi 12 V agar tegangan yang dihasilkan dapat dikontrol SCC dan dapat di simpan pada baterai AKI. Tegangan dan arus yang dihasilkan peltier dan hasil dari boost converter dibaca oleh sensor tegangan dan sensor arus (ACS712) yang dimana hasil dari pembacaan akan dikirimkan ke arduino untuk disimpan ke SD Card dan ditampilkan pada LCD untuk memonitoring.



Gambar 4. Diagram Blok Sistem

### C. Rangkaian Keseluruhan



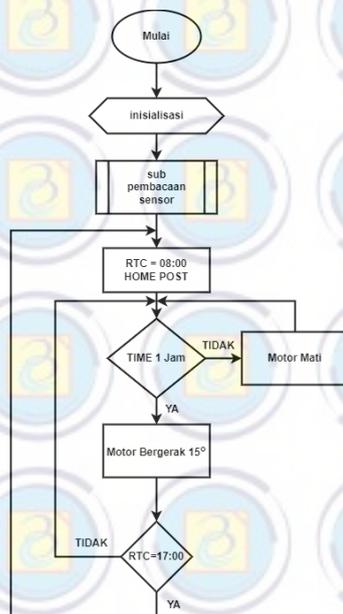
Gambar 5. Rangkaian Keseluruhan

Gambar 5 adalah gambar rangkaian keseluruhan sistem yang dimana Arduino Mega 2560 sebagai kontroler semua komponen lainya seperti: Sensor Arus 1, Sensor Tegangan 1, Sensor Arus 2, Sensor Tegangan 2, LCD I2C, RTC DS3231, SD Card sebagai penyimpanan dan Driver Motor BTS7960 yang berfungsi untuk mengontrol Motor DC 24V. Pin data analog pada sensor arus 1 terhubung pada A0 arduino mega, sensor tegangan 1 pin data analog terhubung pada A1 arduino mega, sensor arus 2 pin data analog terhubung pada A2 arduino mega, sensor tegangan 2 pin data analog terhubung pada A3 arduino mega. LCD I2C dan RTC DS3231 terhubung pada pin SDA SCL aduino mega suhu (DHT22), Sensor Kelembapan ( Soil Mousture F28), LCD,

Kipas DC, Pompa Air DC, Solenoid Valve, Relay, dan NodeMCU ESP8266 sebagai penghubung Thinger.io. Pin Ao sensor arus 1 akan menyambung ke pin Analog arduino, pin A1 sensor tegangan 1 akan menyambung ke pin Analog diarduino, pin A2 sensor arus 2 akan menyambung ke pin Analog arduino, pin A3 sensor tegangan 2 akan menyambung ke pin Analog diarduino. Pin SCL SDA pada LCD I2C dan RTC DS3231 menyambung ke pin SCL SDA diarduino. SD Card pin menyambung ke pin digital 51-53 pada arduino dan driver motor BTS7960 pin akan menyambung ke pin digital 04-07 pada arduino. Motor DC 24V terhubung pada output dari driver motor.

#### D. Diagram Alir

Berdasarkan diagram alir gambar 6 dapat dijelaskan cara kerja dari sistem ini secara berurutan. Program diawali dengan melakukan inisialisasi sensor tegangan, sensor arus dan RCT DS3231.



Gambar 6. Diagram Alir Sistem



Gambar 7. Diagram Alir Sub Pembacaan Nilai Sensor

Selanjutnya RTC memberikan input tanggal bulan tahun setra jam menit dan detik, dimana data jam dari RCT digunakan untuk melakukan pergerakan pada tracker setiap satu jam, jika waktu belum menunjukkan perubahan jam maka sistem tracker tidak bekerja dan melakukan pengulangan sampai jam berubah. Saat RTC sudah memberikan data waktu jam 17:00 WIB, maka tracker balik ke posisi awal dan mengulang program.

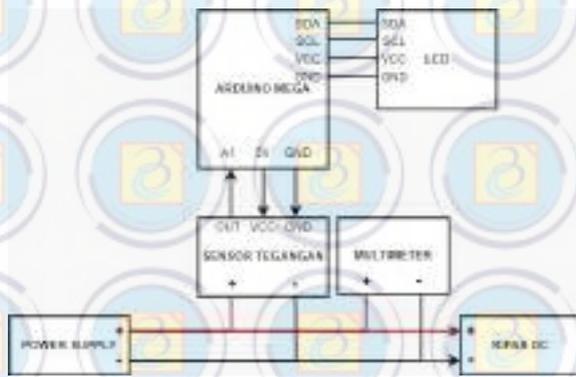
Diagram alir sub penampilan nilai sensor pada perancangan sistem tracker single axis solar concentrator menggunakan ditunjukkan pada Gambar 7. Berdasarkan gambar sub diagram alir diatas proses pembacaan sensor tegangan dan arus dan RTC DS3231 kemudian data dari sensor tersebut akan disimpan pada SD-Card dan ditampilkan pada LCD I2C.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, pengujian sistem tracker single axis solar concentrator terdapat empat pembahasan yang dimana pertama membahas tentang keakuratan sensor tegangan, kedua membahas tentang keakuratan sensor arus, ketiga membahas tentang pergerakan arah motor menggunakan Driver BTS7960, dan kelima membahas tentang perbandingan solar concentrator menggunakan tracker dengan solar concentrator tanpa tracker.

#### A. Pengujian Sensor Tegangan Sebagai Sistem Pembacaan Tegangan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui akurasi dari sensor tegangan sebagai pembaca tegangan dengan menggunakan multimeter sebagai pembanding hasil pengukuran. Pengujian pada sensor tegangan dilakukan sebanyak 5 kali pengukuran untuk mengetahui akurasi dari hasil pembacaan tegangan, hasil pengujian ini akan digunakan untuk menganalisa akurasi pembacaan sensor. Untuk melakukan uji coba ini sensor tegangan dihubungkan dengan Arduino Mega dengan port A1 pada arduino mega dan LCD sebagai interface dengan menghubungkan dengan pin I2C (SDA dan SCL). Beban pada pengujian ini menggunakan kipas DC dan power supply digunakan untuk sumber tegangan. Masing-masing komponen akan dihubungkan sesuai dengan rangkaian pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengujian Sensor Tegangan

Hasil pengukuran sensor tegangan dan multimeter dapat dihitung nilai error sensor tegangan, selanjutnya dari hasil perhitungan nilai error tersebut dapat diketahui nilai rata-rata error sensor tegangan. Dari hasil perhitungan tersebut dapat diketahui nilai keakurasiannya. Berikut perhitungan nilai error dan rata-rata error.

$$\%E_T = \left| \frac{V_M - V_{ST}}{V_M} \right| \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

$\%E_T$  = Nilai error tegangan

$V_M$  = Nilai volt multimeter

$V_{ST}$  = Nilai volt sensor tegangan

Dari data percobaan pertama dapat dihitung data % error sebagai berikut:

$$\%E_T = \left| \frac{11,98 - 12,89}{11,98} \right| \times 100\% = 7,59\%$$

Dengan perhitungan yang sama maka didapatkan keseluruhan nilai %Error sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengukuran Sensor Tegangan dan Pengukuran Multimeter

Percobaan ke	$V_{ST}$ (Volt)	$V_M$ (Volt)	%Error (%)
1	12,89	11,98	7,59%
2	12,87	11,96	7,60%
3	12,82	11,91	7,64%
4	12,84	11,93	7,62%
5	12,84	11,93	7,62%
Total %Error			38,07%

Nilai rata-rata error adalah sebesar :

$$\text{Rerata \%Error} = \frac{\text{Total \%Error}}{\text{Jumlah Data}} = \frac{38,07\%}{5} = 7,61\%$$

Dengan perhitungan yang didapatkan sehingga nilai %Akurasi sebagai berikut :

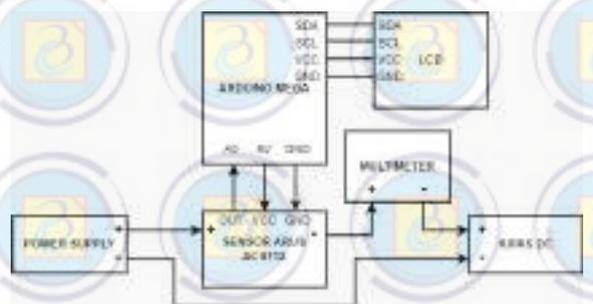
$$\%Akurasi_{Tegangan} = 100\% - \text{Rerata \%error}$$

$$\%Akurasi_{Tegangan} = 100\% - 7,61\% = 92,39\%$$

Setelah dilakukan pengujian karakteristik sensor tegangan dapat diketahui bahwa ketelitian sensor tegangan memiliki %Akurasi sebesar 92,39%.

### B. Pengujian Sensor Arus Sebagai Sistem Pembacaan Arus

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui akurasi dari sensor arus sebagai pembaca arus dengan menggunakan multimeter sebagai pembanding hasil pengukuran. Pengujian pada sensor arus dilakukan sebanyak 5 kali pengukuran untuk mengetahui akurasi dari hasil pembacaan arus, hasil pengujian ini digunakan untuk menganalisa akurasi pembacaan sensor. Untuk melakukan uji coba ini sensor arus dihubungkan dengan Arduino Mega dengan port A0 pada arduino mega dan LCD sebagai interface dengan menghubungkan dengan pin I2C (SDA dan SCL). Beban pada pengujian ini menggunakan motor DC dan power supply digunakan untuk sumber tegangan. Masing-masing komponen akan dihubungkan sesuai dengan rangkaian pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengujian Sensor Arus

Hasil pengukuran sensor arus dan multimeter dapat dihitung nilai error sensor arus, selanjutnya dari hasil perhitungan nilai error tersebut dapat diketahui nilai rata-rata error sensor arus. Dari hasil perhitungan tersebut dapat diketahui nilai keakurasiannya. Berikut perhitungan nilai error dan rata-rata error.

$$\%E_A = \left| \frac{i_M - i_{ST}}{i_M} \right| \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

$\%E_A$  = Nilai error arus

$i_M$  = Nilai ampere multimeter

$i_{ST}$  = Nilai ampere sensor tegangan

Dari data percobaan pertama dapat dihitung data % error sebagai berikut:

$$\%E_A = \left| \frac{0,20 - 0,22}{0,20} \right| \times 100\% = 10\%$$

Dengan perhitungan yang sama maka didapatkan keseluruhan nilai %Error sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Pengukuran Sensor Arus dan Pengukuran Multimeter

Percobaan ke	$i_{ST}$ (Volt)	$i_M$ (Volt)	%Error (%)
1	0,22	0,20	10,00 %
2	0,37	0,34	8,82 %
3	0,59	0,54	9,26 %
4	0,52	0,47	10,00 %
5	0,52	0,47	10,00 %
Total %Error			49,28 %

Berikut dibawah ini perhitungan rata-rata error.

$$\begin{aligned} \text{Rerata \%Error} &= \frac{\text{Total \%Error}}{\text{Jumlah Data}} = \frac{49,28\%}{5} \\ &= 9,85\% \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang didapatkan sehingga nilai %Akurasi sebagai berikut :

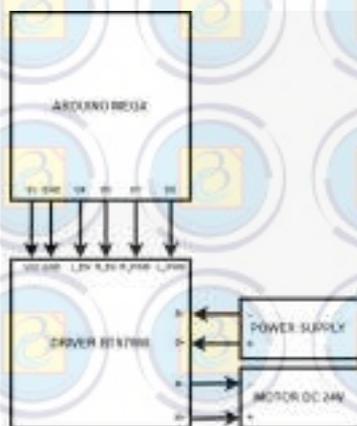
$$\% \text{Akurasi}_{Arus} = 100\% - \text{Rerata \%error}$$

$$\% \text{Akurasi}_{Arus} = 100\% - 9,85\% = 90,15\%$$

Setelah dilakukan pengujian karakteristik sensor arus dapat diketahui bahwa ketelitian sensor tegangan memiliki %Akurasi sebesar 90,15%.

### C. Pengujian Driver BTS7960 Dilakukan Untuk Mengetahui Pergerakan Arah Motor

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kombinasi pengaturan sinyal pada masukan RPWM dan LPWM dalam mengatur putaran motor. Kombinasi RPWM dan LPWM diberikan melalui program Arduino. Rangkaian pengujian yang digunakan adalah sebagai berikut.



Gambar 10. Pengujian Driver Motor BTS7960

Berikut Table 3 hasil pengujian driver motor BTS7960.

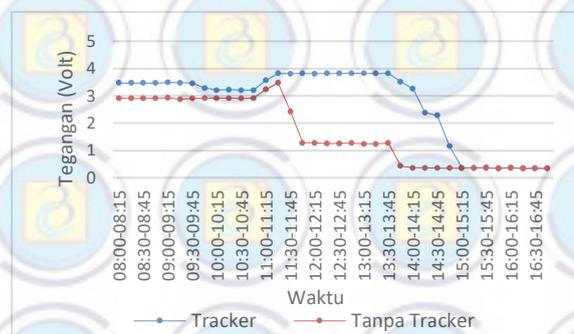
Tabel 3. Pengujian Driver Motor BTS7960

No.	RPWM	LPWM	Status Motor
1	1	0	CCW
2	0	1	CW
3	0	0	Stop
4	1	1	Burn

Berdasarkan hasil pengujian di atas, jika RPWM diberikan nilai 1 (High) dan LPWM diberi nilai 0 (Low) maka motor bergerak CCW (Couter Clockwise) atau berlawanan arah jarum jam. Sedangkan jika LPWM diberi nilai 0 (Low) dan RPWM diberi nilai 1 (High) maka motor bergerak CW (Clockwise) atau searah jarum jam. Sedangkan. Saat nilai RPWM dan LPWM bernilai 0 maka motor akan berhenti atau tidak ada pergerakan. Apabila RPWM dan LPWM diberi nilai 1 (High) akan terjadi Burn atau motor mengalami pengereman.

### D. Pengujian Keseluruhan

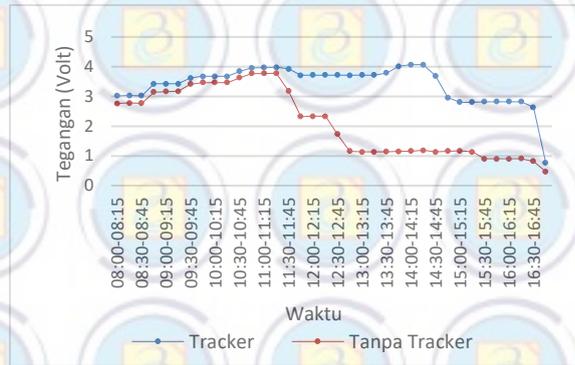
Pengujian ini dilakukan menggunakan dua buah solar concentrator yang menggunakan tracker dan tanpa tracker. Pengujian ini dilakukan di rooftop Universitas Budi Luhur selama 2 hari dari tanggal 7 sampai tanggal 8 juli 2023 dari jam 08:00 WIB sampai 17:00 WIB yang diletakan pada luar ruangan yang dipaparkan matahari secara lansung. Pada pengujian ini data yang dihasilkan berupa data arus, tegangan dan daya dari solar concentrator menggunakan tracker dengan tanpa tracker, data yang dihasilkan akan disimpan pada modul SD Card yang dimana data logger disimpan setiap 5 detik. Pada pengujian ini data logger dianalisa untuk mendapatkan hasil perbandingan daya. Data yang dianalisa didapat dari hasil rata-rata data logger per15 menit berupa data tegangan, arus dan daya. Berikut hasil pengujian keseluruhan pada gambar 11 sampai dengan gambar 18.



Gambar 11. Tegangan keluaran pada 7 juli 2023

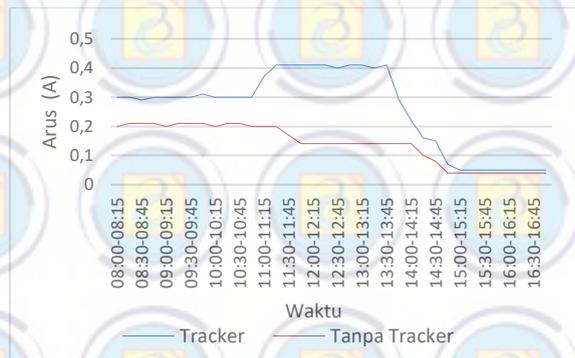
Berdasarkan gambar 11 grafik tegangan 7 juli 2023 didapatkan bahwa tegangan yang menggunakan tracker cenderung terdapat

kenaikan dan stabil dibandingkan dengan tanpa tracker yang dimana terjadi penurunan dari jam 11:00 WIB sampai jam 17:00 WIB.



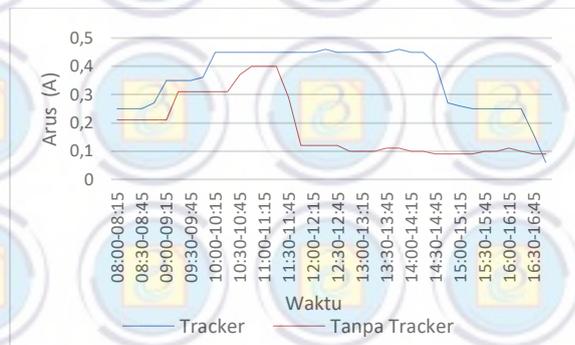
Gambar 12. Tegangan keluaran pada 8 juli 2023

Berdasarkan gambar 12 grafik tegangan 8 juli 2023 didapatkan bahwa tegangan yang menggunakan tracker dan tanpa menggunakan tracker terdapat kenaikan dari jam 08:00 WIB sampai jam 11:30 WIB akan tetapi pada jam selanjutnya solar concentrator tanpa tracker terjadi penurunan tegangan yang dihasilkan sedangkan yang menggunakan tracker tegangan yang dihasilkan cenderung stabil.



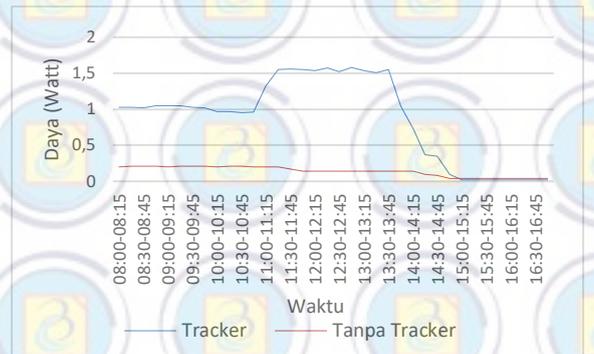
Gambar 13. Arus keluaran pada 7 juli 2023

Berdasarkan gambar 13 grafik arus 7 juli 2023 didapatkan bahwa arus yang menggunakan tracker cenderung stabil dan terjadi peningkatan pada jam 11:00 WIB dibandingkan dengan tanpa tracker yang dimana terjadi penurunan di jam 11:30 WIB dan jam 14:15 WI



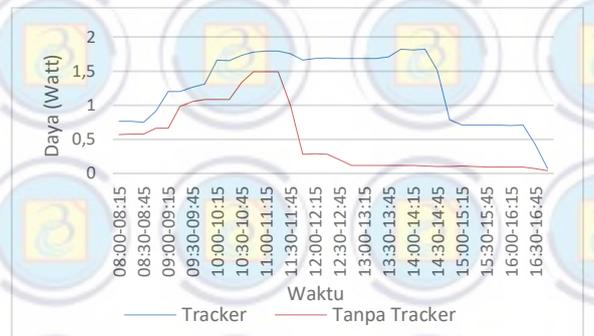
Gambar 14. Arus keluaran pada 8 juli 2023

Berdasarkan gambar 14 grafik arus 8 juli 2023 didapatkan bahwa arus yang menggunakan tracker terdapat kenaikan dari jam 08:00 WIB sampai jam 10:30 WIB dan tanpa menggunakan tracker terdapat kenaikan dari jam 08:00 WIB sampai jam 11:15 WIB akan tetapi pada jam selanjutnya solar concentrator tanpa tracker terjadi penurunan arus yang dihasilkan sedangkan yang menggunakan tracker tegangan yang dihasilkan cenderung stabil.



Gambar 15. Daya keluaran pada 7 juli 2023

Berdasarkan gambar 15 grafik daya 7 juli 2023 didapatkan bahwa daya yang menggunakan tracker cenderung stabil dan mengalami kenaikan di jam 11:00 WIB dan sedangkan tanpa tracker daya yang dihasilkan stabil tetapi tidak terjadi peningkatan.



Gambar 16. Daya keluaran pada 8 juli 2023

Berdasarkan gambar 16 grafik daya 8 juli 2023 didapatkan bahwa daya yang menggunakan tracker cenderung stabil dan mengalami kenaikan dari jam 08:45 WIB sampai jam 14:30 WIB dan tanpa menggunakan tracker terdapat kenaikan dari jam 09:00 WIB sampai jam 11:30 WIB akan tetapi pada jam selanjutnya solar concentrator tanpa tracker terjadi penurunan daya yang dihasilkan sedangkan yang menggunakan tracker mengalami penurunan daya pada jam 14:30 dan 16:30.

Hasil pengujian keseluruhan bahwa solar concentrator menggunakan tracker terdapat kenaikan pada nilai tegangan, arus dan daya yang dihasilkan dibandingkan solar concentrator tanpa menggunakan tracker. Dari daya yang dihasilkan pada pengujian ini

maka dapat dianalisa untuk mengetahui peningkatan daya dari perbandingan solar concentrator menggunakan tracker dengan solar concentrator tanpa tracker. Berikut dibawah ini perhitungan % peningkatan daya.

$$\%P_D = \frac{D_{\text{tracker}} - D_{\text{Tanpatracker}}}{D_{\text{Tanpatracker}}} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan :

$\%P_D$  = nilai peningkatan daya

$D_{\text{tracker}}$  = nilai daya tracker

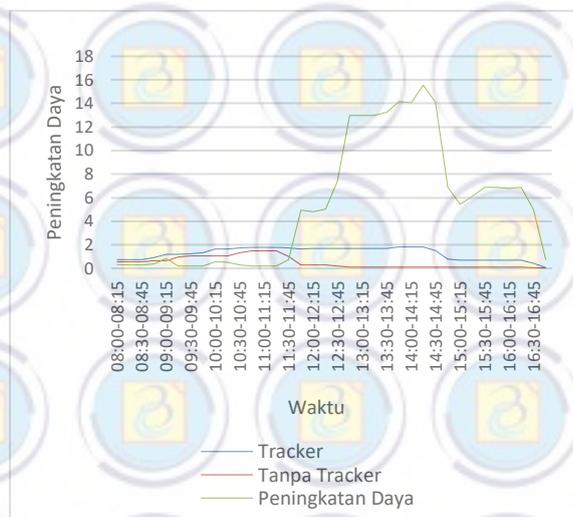
$D_{\text{tanpatracker}}$  = nilai tanpa tracker

Pada data pengujian untuk contoh perhitungan peningkatan daya digunakan data tanggal 07-juli-2023 jam 13:45 - 14:00 didapatkan perhitungan % peningkatan daya sebagai berikut :

$$\%P_D = \frac{1,04 - 0,06}{0,06} \times 100\% = 16,3\%$$



Gambar 17. Peningkatan Daya pada 7 juli 2023



Gambar 18. Peningkatan Daya pada 8 juli 2023

Berdasarkan data pada grafik 12 dan 13 dapat dicari nilai rata-rata peningkatan daya yang dihasilkan pada tanggal 7 juli 2023 dan 8 juli 2023 sebagai berikut:

Nilai rata-rata peningkatan daya tanggal 7 juli 2023 adalah sebesar :

$$R\%PD7JULI = \frac{T\%PD}{\text{Jumlah Data}} = \frac{136,11\%}{28} = 4,86\%$$

Keterangan :

$R\%PD7JULI$  = rata-rata peningkatan daya 7 juli

$T\%PD$  = total peningkatan daya tanggal 7 juli

Jumlah Data = jumlah data 7 juli

Nilai rata-rata peningkatan daya tanggal 8 juli 2023 adalah sebesar :

$$Rerata\%PD8JULI = \frac{\text{Total}\%PD}{\text{Jumlah Data}} \quad (4)$$

$$= \frac{189,43\%}{36} = 5,26\%$$

Keterangan :

$Rerata\%PD8JULI$  = rata-rata peningkatan daya 8 juli

$\text{Total}\%PD$  = total peningkatan daya tanggal 8 juli

Jumlah Data = jumlah data 8 juli

Berdasarkan dari hasil perhitungan rata-rata persen peningkatan daya, didapatkan hasil 4,86% pada tanggal 7 juli 2023 dan 5,26% pada tanggal 8 juli 2023. Maka dari hasil perhitungan rata-rata persen peningkatan daya tanggal 7 dan 8 juli dapat dihitung total rata-rata peningkatan daya selama 2 hari.

Maka total rata-rata persen peningkatan daya selama 2 hari adalah sebesar :

$$TR\%PD = \frac{R\%PD7JULI + R\%PD8JULI}{\text{jumlah hari}} \quad (5)$$

Keterangan :

$TR\%PD$  = total rata-rata peningkatan daya 7 juli dan 8 juli

$R\%PD7JULI$  = Rata-rata peningkatan daya tanggal 7 juli

$R\%PD8JULI$  = Rata-rata peningkatan daya tanggal 8 juli

Jumlah hari = jumlah hari

$$TR\%PD = \frac{4,86\% + 5,26\%}{2} = 5,06\%$$

Maka setelah dilakukan uji coba dan Analisa perhitungan peningkatan daya, didapatkan hasil total

rata-rata persen peningkatan daya selama 2 hari sebesar 5,06%. Pada sistem tracker pada solar concentrator terjadi peningkatan daya dibandingkan dengan tanpa menggunakan tracker, dikarenakan solar concentrator menggunakan system tracker mengikuti arah pergerakan matahari yang menjadikan matahari terfokus atau terpusatkan pada solar concentrator.

### I. KESIMPULAN

Hasil pengujian dan uji coba sistem tracker solar concentrator yang telah dilakukan maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan pengujian karakteristik sensor tegangan dapat diketahui bahwa ketelitian sensor tegangan memiliki % Akurasi sebesar 92,39%. Dapat disimpulkan bahwa sensor tegangan dapat digunakan sebagai parameter pembacaan tegangan dari sistem.
2. Setelah dilakukan pengujian karakteristik sensor arus dapat diketahui bahwa ketelitian sensor tegangan memiliki % Akurasi sebesar 90,15%. Dapat disimpulkan bahwa sensor ACS712 dapat digunakan sebagai parameter pembacaan arus dari sistem.
3. Berdasarkan hasil pengujian driver jika RPWM diberikan nilai 1 (High) dan LPWM diberi nilai 0 (Low) maka motor akan bergerak CCW (Counter Clockwise) atau berlawanan arah jarum jam. Sedangkan jika LPWM diberi nilai 0 (Low) dan RPWM diberi nilai 1 (High) maka motor akan bergerak CW (Clockwise) atau searah jarum jam. Sedangkan. Saat nilai RPWM dan LPWM bernilai 0 maka motor akan berhenti atau tidak ada pergerakan. Apabila RPWM dan LPWM diberi nilai 1 (High) akan terjadi Burn atau motor mengalami pengereman.
4. Berdasarkan gambar grafik tegangan 7 juli 2023 didapatkan bahwa tegangan yang menggunakan tracker cenderung terdapat kenaikan dan stabil dibandingkan dengan tanpa tracker yang dimana terjadi penurunan dari jam 11:00 WIB sampai jam 17:00 WIB.
5. Berdasarkan gambar grafik tegangan 8 juli 2023 didapatkan bahwa tegangan yang menggunakan tracker dan tanpa menggunakan tracker terdapat kenaikan dari jam 08:00 WIB sampai jam 11:30 WIB akan tetapi pada jam selanjutnya solar concentrator tanpa tracker terjadi penurunan tegangan yang dihasilkan sedangkan yang menggunakan tracker tegangan yang dihasilkan cenderung stabil.
6. Berdasarkan gambar grafik arus 7 juli 2023 didapatkan bahwa arus yang menggunakan tracker cenderung stabil dan terjadi peningkatan pada jam 11:00 WIB dibandingkan dengan tanpa tracker yang dimana terjadi penurunan di jam

11:30 WIB dan jam 14:15 WIB.

7. Berdasarkan gambar grafik arus 8 juli 2023 didapatkan bahwa arus yang menggunakan tracker terdapat kenaikan dari jam 08:00 WIB sampai jam 10:30 WIB dan tanpa menggunakan tracker terdapat kenaikan dari jam 08:00 WIB sampai jam 11:15 WIB akan tetapi pada jam selanjutnya solar concentrator tanpa tracker terjadi penurunan arus yang dihasilkan sedangkan yang menggunakan tracker tegangan yang dihasilkan cenderung stabil.
8. Berdasarkan gambar grafik daya 7 juli 2023 didapatkan bahwa daya yang menggunakan tracker cenderung stabil dan mengalami kenaikan di jam 11:00 WIB dan sedangkan tanpa tracker daya yang dihasilkan stabil tetapi tidak terjadi peningkatan.
9. Berdasarkan gambar grafik daya 8 juli 2023 didapatkan bahwa daya yang menggunakan tracker cenderung stabil dan mengalami kenaikan dari jam 08:45 WIB sampai jam 14:30 WIB dan tanpa menggunakan tracker terdapat kenaikan dari jam 09:00 WIB sampai jam 11:30 WIB akan tetapi pada jam selanjutnya solar concentrator tanpa tracker terjadi penurunan daya yang dihasilkan sedangkan yang menggunakan tracker mengalami penurunan daya pada jam 14:30 dan 16:30.
10. Berdasarkan dari hasil perhitungan rata-rata persen peningkatan daya, didapatkan hasil 4,86% pada tanggal 7 juli 2023 dan 5,26% pada tanggal 8 juli 2023.
11. Maka setelah dilakukan uji coba dan Analisa perhitungan peningkatan daya, didapatkan hasil total rata-rata persen peningkatan daya selama 2 hari sebesar 5,06%. Pada sistem tracker pada solar concentrator terjadi peningkatan daya dibandingkan dengan tanpa menggunakan tracker, dikarenakan solar concentrator menggunakan system tracker mengikuti arah pergerakan matahari yang menjadikan matahari terfokus atau terpusatkan pada solar concentrator.

### REFERENSI

- [1] S. Ilyas and I. Kasim, "Peningkatan Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Reflektor Parabola," *Jetri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 14, pp. 67–80, 2017, doi: 10.25105/jetri.v14i2.1606.
- [2] H. Zuddin and S. I. Haryudo, "Perancangan dan Implementasi Sistem Instalasi Solar Tracking Dual Axis Untuk Optimasi Panel Surya," *J. Tek. Elektro, Universitas Negeri Surabaya*, vol. 8, no. 3, pp. 563–570, 2019.
- [3] Pratama, Ari Pura, dan Ir Sartono Putro. *Studi Eksperimental Termoelektrik Generator Tipe Sp 1848 27145 Sa Dan Tec 1-12706 Dengan Variasi*

Seri Dan Pararel Pada Supra X 125 Cc. Diss. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2018.

- [4] C. Lertsatitthanakorn, J. Jamradloedluk, and M. Rungsiyopas, "Electricity generation from a solar parabolic concentrator coupled to a thermoelectric module," *Energy Procedia*, vol. 52, pp. 150–158, 2014, doi: 10.1016/j.egypro.2014.07.065.
- [5] T. Akhir and H. P. Chan, "Rancang bangun pemanen energi listrik kapasitas 5watt dari panas iradiasi matahari menggunakan solar concentrator," 2