

Study Pengisian Energi Ke Baterai Terhadap *Output* Energi Panel Surya Dengan Menggunakan *Solar Tracker* 4 Axis

Asnal Effendi¹, Frasha Kusuma², Andi M Nur Putra³, Sitti Amalia⁴, Arfita Yuana Dewi⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Institut Teknologi Padang
Program Studi Teknologi Rekayasa Intsalasi Listrik, Fakultas Vokasi Institut Teknologi Padang
¹Jl. DPR, Kel. Aia Pacah Kec. Kuranji Koto Tangah Kota Padang
^{2,3,4,5}Jl. Gajah Mada, Kandis Nanggalo, Telp. 0751-7055202, Padang, 25143
e-mail: asnal.effendi@gmail.com

Abstrak— Kebutuhan energi yang semakin besar untuk dapat mendorong manusia melakukan penelitian pemanfaatan energi matahari untuk dikonversikan menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya dapat bergerak mengikuti matahari atau disebut dengan *solar tracker* yang akan dihubungkan ke baterai untuk menyimpan energi. Tujuan dilakukan penelitian untuk melihat kinerja penyimpanan energi panel surya terhadap baterai, dan mengetahui kerja monitoring penyimpanan baterai dengan menggunakan IoT. Penelitian dilakukan dengan menganalisa data alat dengan mengukur tegangan keluaran dari panel surya, arus yang mengalir ke baterai dan tegangan terisi baterai. Dengan panel surya mengikuti cahaya matahari dan panel surya yang tetap untuk melakukan pengisian baterai dan akan dipantau dengan menggunakan Internet Of Things (IoT) yang dapat diakses melalui WEB dan smartphone android melalui aplikasi. Berdasarkan hasil pengujian yang didapatkan pengisian baterai dengan *solar tracker* lebih cepat dibanding pengisian baterai dengan panel tetap. Selisih penyerapan energi pada pengisian baterai dengan kapasitas 6,5Ah sebesar 11.937Ah dengan efisiensi pengisian baterai sebesar 1.48%. Sistem monitoring dengan IoT pengisian baterai dengan solar tracker sebesar 12.35 Volt dan arus sebesar 2.2 Ampere. Sedangkan untuk panel surya tanpa *solar tracker* diperoleh tegangan pengisian baterai sebesar 11.42 Volt dan arus sebesar 0.300 Ampere.

Kata kunci : Panel Surya, *Solar Tracker*, Baterai

Abstract— *The growing need for energy to encourage humans to research the use of solar energy to be converted into electrical energy by using solar panels that can move to follow the sun or called a solar tracker will be connected to a battery to store energy. This research aims to see the performance of solar panel energy storage on batteries and to know the work of monitoring battery storage using IoT. The research was conducted by analyzing device data by measuring the output voltage of the solar panel, the current flowing into the battery, and the voltage charged to the battery. With solar panels following sunlight and fixed solar panels to charge the battery and will be monitored using the Internet of Things (IoT) which can be accessed via the WEB and android smartphones through the application. Based on the test results, it was found that charging the battery with a solar tracker is faster than charging the battery with a fixed panel. The difference in energy absorption when charging a battery with a capacity of 6.5Ah is 11,937Ah with a battery charging efficiency of 1.48%. Monitoring system with IoT battery charging with a solar tracker of 12.35 Volts and a current of 2.2 Ampere. Meanwhile, for solar panels without a solar tracker, the battery charging voltage is 11.42 Volts and the current is 0.300 Ampere.***Keywords:** *Solar Panel, Solar Tracker, Battery*

Keywords : *Solar Panel, Solar Tracker, Battery*

I. PENDAHULUAN

Cadangan fosil semakin menipis untuk digunakan sebagai bahan bakar. Pemerintahan beserta organisasi swadaya masyarakat nasional dan Internasional berupaya mempopulerkan energi alternatif pengganti bahan bakar fosil dengan istilah energi baru terbarukan (EBT). Energi yang bersal dari cahaya matahari merupakan sumber tenaga yang potensial untuk diusahakan, mengingat postensinya yang sangat melimpah [1].

Melihat dari kondisi sekarang dengan kebutuhan energy, semakin banyak melakukan penelitian terhadap pemanfaatan energi matahari untuk dikonversikan menjadi energi listrik, dengan menggunakan sebuah modul panel surya. Pada saat ini efisiensi sinar matahari yang diserap oleh panel surya masih rendah, dikarenakan posisi panel masih tetap oleh karena kurangnya serapan sinar matahari yang terjadi pada pagi dan sore hari, sehingga mempengaruhi pengisian baterai dikarenakan rendahnya tegangan output yang dihasilkan panel

surya. Untuk mendapatkan hasil maksimal dari keluaran panel surya, maka dibutuhkan sebuah sistem panel surya yang mengikuti arah matahari yang disebut dengan *solar tracker* [2].

Namun penelitian *solar tracker* ini banyak dilakukan tetapi hanya dengan sumbu *2 axis* yang mana akan mempengaruhi kinerja panel surya untuk menyerap sinar matahari yang berpengaruh pada keluaran tegangan output dari panel surya untuk melakukan pengisian terhadap baterai (Ardina, 2019). Dan ada juga penelitian tentang *solar tracker 4 axis* yang menggunakan baterai sebagai media penyimpanan dari energi yang dihasilkan oleh panel surya, namun hanya menggunakan panel surya berkapasitas 30Wp[3].

Berdasarkan dari beberapa penelitian yang ada, maka penulis membuat sebuah pengembangan sistem yang dapat menggerakkan posisi panel surya dengan *4 axis* atau 4 arah. Sistem ini terdiri dari komponen utama yaitu motor *stepper*, sistem *tracker*, *solar charger controller*, baterai Li-ion dan panel surya berkapasitas 100Wp. Dimana baterai nantinya sebagai tempat penyimpanan output dari panel surya, akan tetapi panel surya tidak langsung dihubungkan ke baterai, tetapi harus dihubungkan dulu ke rangkaian *solar charger controller*. Dimana fungsi *solar charger controller* untuk mengatur arus searah yang di isi ke baterai dan juga mengatur pengisian berlebihan (*overcharging*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Energi Surya

Energi surya adalah energi yang dihasilkan oleh pancaran panas dari matahari. Sebagai salah satu sumber energi terbesar di bumi, panasnya matahari dapat mendukung kelangsungan hidup semua makhluk hidup. Panas matahari dapat dikatakan menawarkan banyak manfaat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, baik dalam kebutuhan jangka pendek maupun jangka panjang sebagai energi alternatif. Matahari dibutuhkan sebagai sumber energi utama agar dapat berfungsi. Untuk mengkonversikan energi surya menjadi energi listrik dapat menggunakan sebuah modul yaitu panel surya[4].

B. Solar Tracker

Solar tracker merupakan sebuah system yang berfungsi untuk memaksimalkan produksi listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan mengarahkan PLTS ke arah sinar matahari. Solar tracker digunakan pada PLTS ini. Adapun tujuannya adalah agar dapat mengoptimalkan energi yang dikeluarkan dari panel surya. Semakin tegak lurus panel surya dengan matahari, maka semakin besar pula energi dihasilkan. Hal ini tentunya sangat berpengaruh pada jumlah energi listrik yang dihasilkan dalam setiap hari. Energi listrik yang dihasilkan akan meningkat jika dibandingkan dengan

panel surya yang bersifat statis. Solar tracker terdiri dari beberapa komponen penting seperti sensor, *controller*, *motor stepper*, *battery* dan panel surya[5].

C. Konsep Pengisian Baterai Dengan Solar Tracker

Konsep pengisian baterai dengan solar tracker ini tidak jauh berbeda dengan konsep pengisian baterai dengan panel surya (tetap). Namun yang membedakannya pengisian baterai dengan solar tracker adalah pengisian baterai lebih efisien, dikarenakan prinsip kerja dari solar tracker adalah yang mendeteksi atau mengikuti arah matahari, yang mana modul panel surya itu sendiri membutuhkan intensitas cahaya matahari yang besar, agar daya output yang dihasilkan besar[6].

D. Internet of Things

Internet Of Things (IoT) adalah sebuah perangkat komunikasi terbaru, dimana alat elektronik bisa terintegrasi satu sama lain. Dengan melengkapi mikrokontroler, pemancar gelombang untuk komunikasi, dan protokol yang baik. Dalam membuat sistem IoT membuka *device connection* (koneksi perangkat) dan data sensing (penginderaan data). Platform yang digunakan dalam penelitian yaitu ubidost, ubidost memiliki banyak kelebihan terutama pada fiktur. Salah satu fiktur dari ubidost adalah live dashboard yang dapat menampilkan data dalam grafik yang bisa dianalisa secara langsung [3].

E. Baterai

Baterai merupakan teknologi yang menyimpan energi listrik. Laptop, kamera, telepon digital dan telepon seluler adalah contoh aplikasi yang menggunakan daya baterai. Kinerja baterai termasuk transfer elektron konduktif. Perpindahan elektron terjadi dari elektroda negatif (anoda) ke elektroda positif (katoda). Ini menciptakan perbedaan arus dan potensial. Baterai banyak digunakan sebagai penyimpan energi. Baterai litium memiliki daya serap yang tinggi, ringan, kepadatan energi yang tinggi dan bisa dipakai berkali-kali. Baterai litium adalah baterai isi ulang yang banyak dikembangkan dibidang industri karena memiliki kapasitas penyimpanan yang lebih baik, tidak memiliki sifat *memory effect* dan dapat diisi ulang. Baterai litium merupakan baterai yang dapat mengkonversi energi kimia menjadi energi listrik melalui proses elektrokimia, dimana komponen sel baterai litium terdiri dari elektroda, elektrolit dan separator. Elektroda baterai litium terdiri dari katoda dan anoda. Anoda pada baterai litium terbuat dari litium hidroksida (LiOH) dan karbon aktif [1].

Untuk menghitung kapasitas baterai yang dinyatakan dengan Ah (ampere-hours) menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P = V \times I \quad (1)$$

$$V = P / I \quad (2)$$

$$I = P / V \quad (3)$$

Dimana :

P = Daya (Watt)
 V = Tegangan (Volt)
 I = Kuat Arus (Ampere)

III. METODE

A. Metode

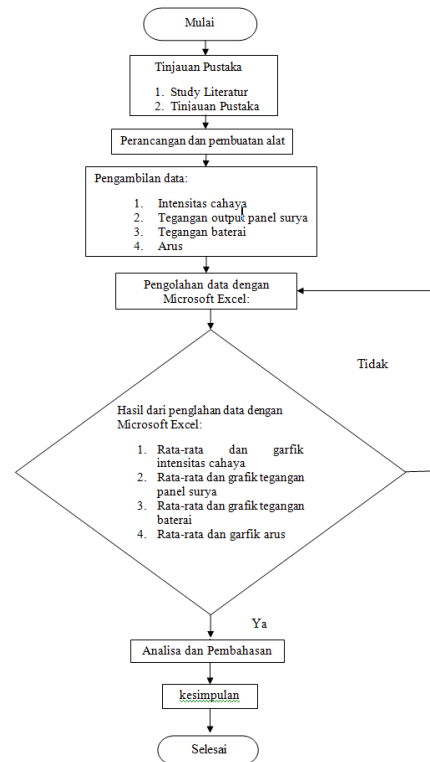
Penelitian ini dilakukan dengan menganalisa data yang didapat dari alat dengan cara mengukur tegangan keluaran dari panel surya tetap dan dengan *solar tracker 4 axis*, dan arus yang mengalir ke baterai dan tegangan terisi baterai. Dengan cara panel surya akan melakukan pengisian baterai dan akan dipantau dengan menggunakan *Internet Of Things (IoT)* yang dapat diakses melalui WEB dan smartphone android melalui aplikasi.

1. Pengujian tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya tetap.
2. Pengujian tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya menggunakan *solar tracker*.
3. Pengujian tegangan baterai yang terisi oleh panel surya tetap dan dengan *solar tracker*.

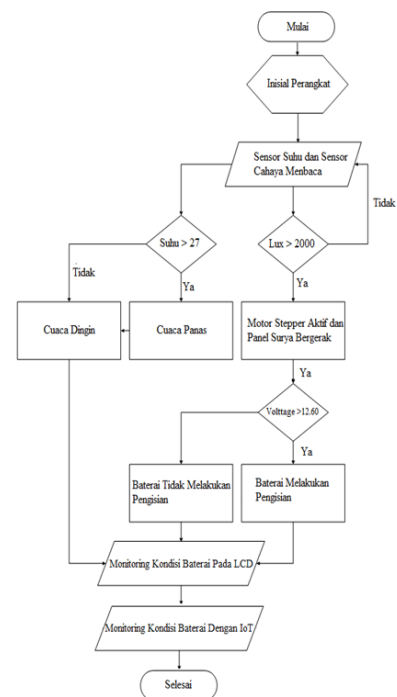
B. Alat dan Bahan

1. ESP 32 (kontroller)
2. Mottor Stepper
3. Driver Motor Stepper
4. Sensor Tegangan
5. Sensor Arus
6. Sensor Suhu (DHT11)
7. Sensor Cahaya (LDR)
8. LCD
9. Buck Converter
10. Baterai
11. Panel Surya
12. Besi
13. Kabel Jumper
14. PC (Laptop) digunakan sebagai pemrograman
15. Mesin Las
16. Obeng (+) (-)
17. Cat Pilot

C. Flowchart



Gambar 1. Flowchart Penelitian



Gambar 2. Flowchart Alat

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk pengujian dilakukan selama 6 hari yaitu pengujian dengan panel tetap dan dengan menggunakan *solar tracker*.

Berikut tabel pengambilan data tanpa menggunakan *solar tracker* (panel tetap).

Tabel 1. Pengambilan data hari pertama dengan panel surya tetap

No	Waktu Pengisian Data (WIB)	Tegangan Panel Surya Tetap (V)	Intensitas Cahaya	Arus (A)	Baterai (V)	Kondisi Baterai
1	07.00 – 08.00	12,35	566	0,132	10,60	Tidak Terisi
2	08.00 – 09.00	15,40	686	0,143	10,63	Terisi
3	09.00 – 10.00	16,31	721	0,159	10,67	Terisi
4	10.00 – 11.00	17,91	789	0,188	10,71	Terisi
5	11.00 – 12.00	18,48	885	0,255	10,75	Terisi
6	12.00 – 13.00	18,32	879	0,234	10,81	Terisi
7	13.00 – 14.00	17,32	766	0,178	10,83	Terisi
8	14.00 – 15.00	16,62	713	0,165	10,86	Terisi
9	15.00 – 16.00	15,89	697	0,149	10,89	Terisi
10	16.00 – 17.00	12,11	559	0,129	10,89	Tidak Terisi

Tabel 2. Pengambilan data hari kedua dengan panel surya tetap

No	Waktu Pengisian Data (WIB)	Tegangan Panel Surya Tetap (V)	Intensitas Cahaya	Arus (A)	Baterai (V)	Kondisi Baterai
1	07.00 – 08.00	11,85	466	0,129	10,89	Tidak Terisi
2	08.00 – 09.00	13,41	586	0,139	10,93	Terisi
3	09.00 – 10.00	15,32	621	0,148	10,96	Terisi
4	10.00 – 11.00	17,87	756	0,186	11,01	Terisi
5	11.00 – 12.00	18,38	879	0,246	11,09	Terisi
6	12.00 – 13.00	18,28	818	0,229	11,14	Terisi
7	13.00 – 14.00	17,29	758	0,172	11,15	Terisi
8	14.00 – 15.00	16,58	709	0,158	11,17	Terisi
9	15.00 – 16.00	15,67	686	0,145	11,19	Terisi
10	16.00 – 17.00	12,09	547	0,125	11,19	Tidak Terisi

Tabel 3. pengambilan data hari ketiga panel surya tetap

No	Waktu Pengisian Data (WIB)	Tegangan Panel Surya Tetap (V)	Intensitas Cahaya	Arus (A)	Baterai (V)	Kondisi Baterai
1	07.00 – 08.00	12,38	468	0,135	11,19	Tidak Terisi
2	08.00 – 09.00	13,25	578	0,139	11,24	Terisi
3	09.00 – 10.00	16,12	667	0,145	11,26	Terisi
4	10.00 – 11.00	17,92	759	0,189	11,28	Terisi
5	11.00 – 12.00	18,45	889	0,249	11,31	Terisi
6	12.00 – 13.00	18,38	879	0,246	11,32	Terisi
7	13.00 – 14.00	17,26	756	0,169	11,35	Terisi
8	14.00 – 15.00	16,49	705	0,156	11,39	Terisi
9	15.00 – 16.00	15,59	679	0,142	11,42	Terisi
10	16.00 – 17.00	11,26	445	0,121	11,42	Tidak Terisi

Berikut tabel pengambilan data menggunakan *solar tracker*.

Tabel 4. Pengambilan data hari pertama menggunakan *solar tracker*

No	Waktu Pengisian Data (WIB)	Tegangan Panel Surya Solar Tracker (V)	Intensitas Cahaya	Arus (A)	Baterai (V)	Kondisi Baterai
1	07.00 – 08.00	13,38	547	0,139	10,64	Terisi
2	08.00 – 09.00	14,56	598	0,142	10,66	Terisi
3	09.00 – 10.00	16,87	688	0,167	10,69	Terisi
4	10.00 – 11.00	18,18	778	0,219	10,78	Terisi
5	11.00 – 12.00	19,25	925	0,339	10,85	Terisi
6	12.00 – 13.00	18,87	878	0,289	10,91	Terisi
7	13.00 – 14.00	18,34	855	0,239	10,97	Terisi
8	14.00 – 15.00	17,49	748	0,186	11,08	Terisi
9	15.00 – 16.00	16,59	675	0,152	11,14	Terisi
10	16.00 – 17.00	15,26	645	0,131	11,22	Terisi

Tabel 5. Pengambilan data hari kedua menggunakan *solar tracker*

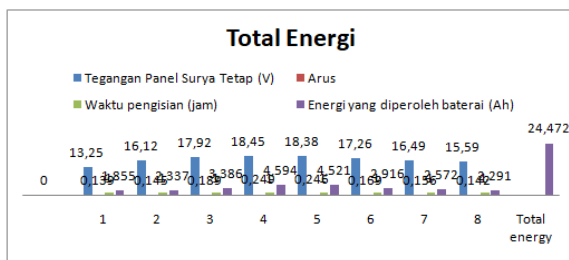
No	Waktu Pengisian Data (WIB)	Tegangan Panel Surya Solar Tracker (V)	Intensitas Cahaya	Arus (A)	Baterai (V)	Kondisi Baterai
1	07.00 – 08.00	14,28	587	0,129	11,25	Terisi
2	08.00 – 09.00	15,55	656	0,139	11,29	Terisi
3	09.00 – 10.00	17,81	788	0,189	11,35	Terisi
4	10.00 – 11.00	18,40	878	0,242	11,42	Terisi
5	11.00 – 12.00	19,35	935	0,343	11,47	Terisi
6	12.00 – 13.00	18,89	881	0,298	11,52	Terisi
7	13.00 – 14.00	18,44	862	0,244	11,57	Terisi
8	14.00 – 15.00	17,59	751	0,179	11,62	Terisi
9	15.00 – 16.00	16,61	677	0,154	11,67	Terisi
10	16.00 – 17.00	15,36	653	0,134	11,71	Terisi

Tabel 6. Pengujian data hari ketiga dengan *solar tracker*

No	Waktu Pengisian Data (WIB)	Tegangan Panel Surya Solar Tracker (V)	Intensitas Cahaya	Arus (A)	Baterai (V)	Kondisi Baterai
1	07.00 – 08.00	14,38	589	0,139	11,74	Terisi
2	08.00 – 09.00	15,68	661	0,142	11,77	Terisi
3	09.00 – 10.00	17,85	789	0,192	11,83	Terisi
4	10.00 – 11.00	18,20	868	0,239	11,89	Terisi
5	11.00 – 12.00	19,45	941	0,345	11,93	Terisi
6	12.00 – 13.00	18,82	879	0,296	11,98	Terisi
7	13.00 – 14.00	18,44	862	0,244	12,11	Terisi
8	14.00 – 15.00	17,49	749	0,177	12,18	Terisi
9	15.00 – 16.00	16,59	672	0,152	12,27	Terisi
10	16.00 – 17.00	15,26	649	0,132	12,35	Terisi

Tabel 7. Energi yang diperoleh baterai dengan panel tetap dilihat dari tabel 3

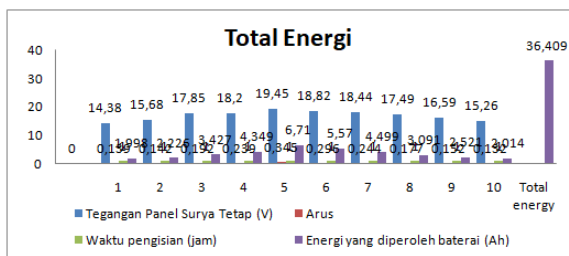
No	Tegangan Panel Surya Tetap (V)	Arus (A)	Waktu pengisian (jam)	Energi yang diperoleh baterai (Ah)
1	13,25	0,139	1	1,855
2	16,12	0,145	1	2,337
3	17,92	0,189	1	3,386
4	18,45	0,249	1	4,594
5	18,38	0,246	1	4,521
6	17,26	0,169	1	2,916
7	16,49	0,156	1	2,572
8	15,59	0,142	1	2,291
Total energy				24,472



Gambar 3. Grafik total energi panel surya tetap

Tabel 8. Energi yang diperoleh baterai dengan menggunakan solar tracker

No	Tegangan Panel Surya Solar Tracker (V)	Arus (A)	Waktu pengisian (jam)	Energi yang diperoleh baterai (Ah)
1	14,38	0,139	1	1,998
2	15,68	0,142	1	2,226
3	17,85	0,192	1	3,427
4	18,20	0,239	1	4,349
5	19,45	0,345	1	6,710
6	18,82	0,296	1	5,570
7	18,44	0,244	1	4,449
8	17,49	0,177	1	3,095
9	16,59	0,152	1	2,521
10	15,26	0,132	1	2,014
Total energy				36,409



Gambar 4. Grafik total energi dengan menggunakan solar tracker

Dapat dilihat dari data tabel diatas untuk mencapai pengisian baterai mencapai titik maksimal pengecasan

membutuhkan waktu selama 17 jam, sedangkan untuk pengisian baterai tanpa menggunakan solar tracker dalam 1 hari hanya 8 jam, dapat dikatakan untuk pengisian baterai tanpa solar tracker membutuhkan waktu 3 hari dan untuk pengisian baterai dengan menggunakan solar tracker selama 1 hari hanya 10 jam, dapat dikatakan untuk pengisian baterai dengan solar tracker untuk mencapai titik maksimal pengecasan membutuhkan waktu 2 hari.

Untuk mencari selisih energi total panel surya solar tracker dengan panel surya tetap dapat dilihat pada tabel 3.3 dan tabel 3.6 dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Selisih energi} &= \text{Rata-rata energi total solar tracker} - \\ &\text{Rata-rata panel tetap} \\ &= 36.409 \text{ Ah} - 24.472 \text{ Ah} \\ &= 11.937 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Untuk menghitung persentase total energi baterai dapat dilihat sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \frac{\text{Total Energi Solar Tracker}}{\text{Total Energi Panel Tetap}} \times 100\% & \quad (4) \\ = \frac{36.409}{24.472} \times 100\% \\ = 1.48\% \end{aligned}$$

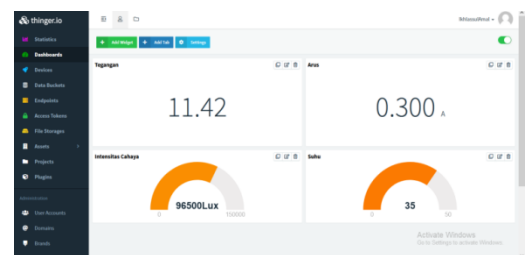
Melihat dari hasil pengukuran dapat dikatakan baterai yang digunakan berkapasitas sebesar 6.5Ah dengan pengisian baterai selama 17 jam baterai tersebut sudah mencapai titik maksimum pengecasan, dapat dilihat dengan perhitungan sebagai berikut :

$$I = 6,5\text{Ah} / 17 \text{ jam} = 0,382 \text{ Ampere}$$

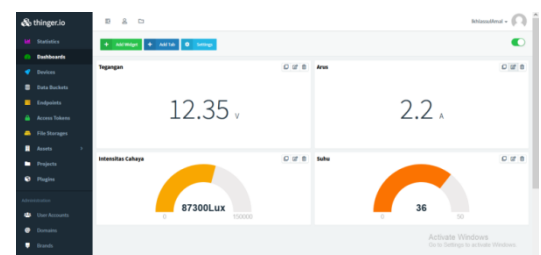
Catatan : tambahkan 20% untuk diefisiensi pada baterai.

Untuk daya yang dihasilkan dapat dilihat sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 11.1 \text{ Volt} \times 0.382 \text{ Ampere.} \\ &= 4.240 \text{ Watt} \end{aligned}$$



Gambar 5. Hasil monitoring IoT panel tetap menggunakan platform Thinger.io



Gambar 6 Hasil monitoring IoT solar tracker

Dari gambar diatas terdapat hasil monitoring pengisian baterai dengan panel tetap dan *solar tracker*, dapat dilihat dengan panel tetap ditampilkan tegangan baterai terisi 11,42 Volt, dan arus keseluruhan 0.300 Ampere. Dan untuk *solar tracker* ditampilkan tegangan pengisian baterai 12,35 Volt, dan arus keseluruhan 2.2 Ampere.

V. KESIMPULAN

Dalam penelitian yang berjudul “Study Pengisian Energi ke Baterai Terhadap Output Energi Panel Surya dengan Menggunakan Solar Tracker 4 Axis” yaitu dengan membandingkan pengisian baterai dengan solar tracker dan tanpa solar tracker dapat disimpulkan :

1. Dapat dilihat dari data analisa bahwasahnya pengisian baterai dengan solar tracker lebih efisien dari pada tanpa solar tracker, karena prinsip kerja dari solar tracker menjajak matahari, yang mana berpengaruh pada penerimaan cahaya pada panel surya, semakin besar cahaya yang diserap panel surya maka semakin besar pula tegangan output yang dihasilkannya. Selisih penyerapan energi pada pengisiannya sebesar 11.937 Ah, untuk efisiensi pengisiannya sebesar 1.48%, dan untuk daya yang dihasilkan 4.240 Watt.
2. Untuk monitoring dengan IoT dapat menampilkan tegangan pengisian baterai dan arus keseluruhan pada solar tracker maupun tanpa solar tracker, dan dapat dilihat bahwa tegangan pengisian baterai dengan solar tracker sebesar 12.35 Volt dan arus sebesar 2.2 Ampere. Dan untuk panel surya tanpa solar tracker dapat dilihat tegangan pengisian baterai sebesar 11.42 Volt dan arus sebesar 0.300 Ampere.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Anto, E. Hamdani, and R. Abdullah, “Portable Battery Charger Berbasis Sel Surya,” *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 11, no. 1, pp. 19–24, 2014, doi: 10.17529/jre.v11i1.1991.
- [2] P. Sudibyo *et al.*, “Panel Pv Berpenjejak Single Axis,” vol. 1, no. 1, 2021.
- [3] R. Alfita *et al.*, “Perancangan Solar Tracker Four Axis Berbasis Internet of Things (IoT),” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 8, no. 2, p. 404, 2020, doi: 10.26760/elkomika.v8i2.404.
- [4] Hasbullah, “Konversi Energi Surya,” p. 37, 2010.
- [5] P. Boedi, “KOCENIN Serial Konferensi No. 1

(2020) Webinar Nasional Cendekiawan Ke 6 Tahun 2020, Indonesia,” *KOCENIN Ser. Konf.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2020.

- [6] A. S. Syahab, H. C. Romadhon, and M. L. Hakim, “Rancang Bangun Solar Tracker Otomatis Pada Pengisian Energi Panel Surya Bebas Internet of Things,” *J. Meteorol. Klimatologi dan Geofis.*, vol. 6, no. 2, pp. 21–29, 2019, doi: 10.36754/jmkg.v6i2.120.