

Using Buck Boost Converter In The Solar Cell Of Window Blind Pemanfaatan Solar Cell Pada Tirai Jendela (*Window Blind*) Dengan Buckboost Converter

Rozi Ahmad Subkhi Azal¹, Riny Sulistyowati²
{roziahmadsa@gmail.com¹, riny.971073@itats.ac.id²}

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi,
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Abstract- *Solar power has become one of alternative sources for electrical energy which is environmentally friendly. Solar energy-based electricity has been employed widely in the society life. Considering that the placement of solar cell requires wide area, the researcher developed new innovation to locate solar cell vertically. Hence, this research aimed at analyzing the vertical placement of solar cell applied on the window blind so that it could catch the sunlight. The researcher also added Buck Boost Converter system to optimize the output voltage. The result of test demonstrated that output voltage yielded by solar cell on the window blind during close condition gained 13.52V, while in the open window blind condition, it obtained 12.82V. Furthermore, the system of Buck Boost converter functioned well as it could stabilize the voltage for charging the battery on the voltage 13.5V. When the window blind was open, the efficiency got 0.33%, whereas in the close condition, its efficiency earned 0.37%. Overall, the whole solar cell on the window blind could run on the printer and lamp 20Watts by total load 40Watts for 6 hours.*

Keywords : *Arduino; Buckboost Converter; Solar Panels; Solar Power Plant*

Abstrak- Energi listrik tenaga matahari kini telah menjadi salah satu alternatif sumber energi listrik yang ramah lingkungan. Listrik berbasis energi matahari sudah cukup banyak diterapkan dalam kehidupan masyarakat. Melihat solar cell membutuhkan lahan yang cukup luas dalam penempatannya pada penelitian ini penulis berusaha memberi inovasi baru untuk penempatan solar cell secara vertikal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa penempatan solar cell secara vertikal dengan diaplikasikan pada tirai jendela sehingga dapat menangkap sinar matahari, dengan ditambahkan sistem Buckboost Konverter guna mengoptimalkan tegangan output yang dihasilkan. Hasil pengujian menunjukkan tegangan yang mampu dihasilkan oleh solar cell pada tirai jendela saat kondisi tertutup sebesar 13.52V sedangkan pada saat tirai terbuka sebesar 12.82V, Sistem buckboost converter berfungsi cukup baik dengan mampu menstabilkan tegangan untuk proses pengisian baterai pada tegangan 13.5V. Pada saat tirai terbuka mendapat efisiensi sebesar 0.33% sementara pada saat tirai tertutup terdapat perbaikan efisiensi yaitu 0.37%. Secara keseluruhan solar cell pada tirai jendela mampu menyalakan Printer dan lampu 20Watt dengan total beban 40Watt selama 6 jam.

Kata kunci : *Arduino; BuckBoost Konverter; Panel Surya; PLTS*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi listrik semakin lama semakin meningkat. Peningkatan kebutuhan akan energi listrik ini tidak bisa dipenuhi hanya dengan mengandalkan energi fosil seperti minyak, gas, dan batubara karena keberadaannya semakin lama semakin menipis. Jalan yang dapat ditempuh pemerintah yaitu harus lebih serius memanfaatkan energi lain yaitu energi terbarukan seperti panas bumi, hydro, surya, bio, samudra, angin, *coal bed methane*.

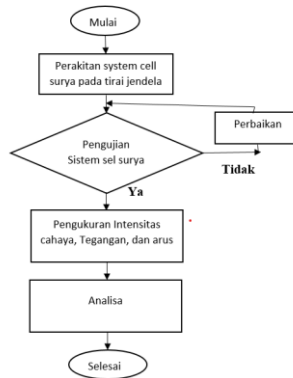
Solar cell merupakan piranti semikonduktor listrik, yang dibuat dari kristal silikon tunggal. *Solar cell* mengabsorpsi energi cahaya matahari secara langsung dan mengubah menjadi energi listrik, Salah satu faktor yang mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan *solarcell* adalah pemasangan permukaan *solar cell*, pemasangan yang menghadap langsung ke arah matahari tentu akan memberikan *output* yang maksimal tetapi seringkali pemasangan *solar cell* dipasang pada atap yang luasnya cukup terbatas, Hal ini tentu saja berpengaruh pada kapasitas daya yang dihasilkan.[1] Oleh sebab itu perlu dilakukan penambahan lokasi peletakan *solar cell* pada bidang vertikal gedung dan upaya mengarahkan *solar cell* agar tetap mengarah ke matahari untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.[2][8]

Saat ini melihat kebutuhan energi penerangan pada perkantoran sangat tinggi untuk pasokan energi yang dibutuhkan sebagai penerangan pada kantor. Sebagai wujud pengaplikasian *solar cell* pada perkantoran penulis memilih untuk diaplikasikan pada tirai (*window blind*) yang terpasang pada jendela kantor dengan pertimbangan tirai jendela cukup sering terpapar sinar matahari yang dibutuhkan solar cell untuk menghasilkan energi listrik.[3]

II. METODE

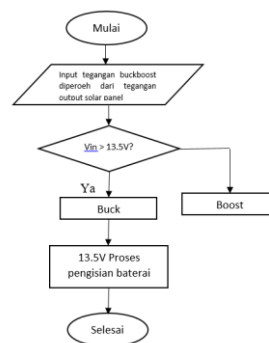
Penelitian ini diawali dengan pengukuran intensitas cahaya matahari pada area permukaan sel surya, pada saat pengukuran intensitas cahaya matahari tersebut juga dilakukan pengukuran tegangan keluaran dan arus listrik. Data hasil pengukuran memberikan gambaran adanya korelasi intensitas cahaya matahari terhadap daya keluaran yang dihasilkan oleh sel surya tersebut serta informasi tentang kemampuan tertinggi yang mampu dihasilkan oleh sel surya

tersebut. Secara detail diagram alir penelitian tersebut ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

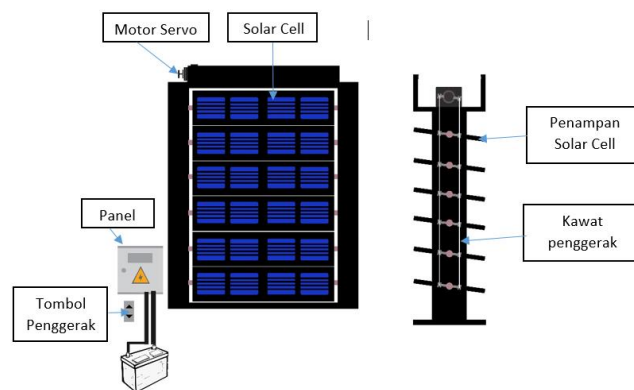
Pada penelitian ini juga ditambahkan rangkaian buckboost converter guna menstabilkan tegangan pada saat proses pengisian baterai sehingga sesuai dengan tegangan ideal untuk pengisian baterai 12 V. Secara detail diagram alir system buckboost conveter dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Flowchart alir sistem buckboost converter

Perancangan Alat

Perancangan Solar Window Blind dengan ukuran panjang (70 cm) x lebar (15 cm) x tinggi (150 cm).



Gambar 3. Desain Window Blind

Perancangan BuckBoost Converter

Untuk mendesain converter yang baik diperlukan perhitungan nilai komponen-komponen yang tepat. Karena nilai komponen ini mempengaruhi hasil keluaran seperti ripple tegangan dan arus. Adapun besarnya variable yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Daya maksimum : 250 watt
- Tegangan Output : 14 volt
- Tegangan Input min : 7 volt
- Tegangan Input max : 20 volt
- Frekuensi Switching : 45 KHz

Dari besarnya variable diatas, dapat dihitung nilai-nilai komponen yang digunakan, yaitu:

1. Perhitungan nilai Arus Output :

$$P_{out} = \frac{V_o^2}{R} [5]$$

$$250 = \frac{14^2}{R}$$

$$R = \frac{196}{250}$$

$$R = 0,784 \text{ ohm}$$

$$I_{out} = \frac{V_o}{R}$$

$$I_{out} = \frac{14}{0,784}$$

$$I_{out} = 17,85 \text{ Amp}$$

2. Perhitungan nilai duty cycle :

- tegangan input 7 volt (min)

$$V_{out} = \frac{V_{in}}{1-D} [5]$$

$$14 = \frac{7}{1-D}$$

$$D = 0,5$$

- tegangan input 20 volt (max)

$$V_{out} = \frac{V_{in}}{1-D} [5]$$

$$14 = \frac{20}{1-D}$$

$$D = 0,433$$

3. Perhitungan nilai induktor

- Tegangan input 7 volt (min)

$$I_L = \frac{V_o \cdot I_o}{V_{in}} [5]$$

$$I_L = \frac{14 \times 17,85}{7}$$

$$I_L = 35,7$$

$$L = \frac{V_{in} D}{\Delta I L f}$$

$$L = \frac{7 \times 0,43}{0,3 \times 45000}$$

$$L = 259 \mu\text{H}$$

- Tegangan input 20 volt (max)

$$I_L = \frac{V_o \cdot I_o}{V_{in}} [5]$$

$$I_L = \frac{14 \times 17,85}{20}$$

$$I_L = 12,49$$

$$L = \frac{V_{in} D}{\Delta I L f}$$

$$L = \frac{20 \times 0,43}{0,3 \times 45000}$$

$$L = 12,49$$

$$L = 637 \mu\text{H}$$

4. Perhitungan nilai kapasitor

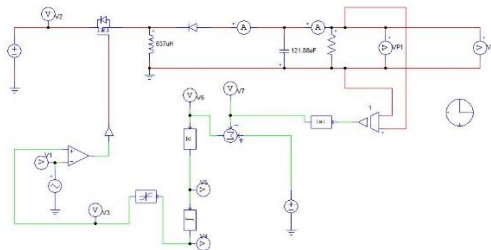
$$C = \frac{D}{R \Delta V o f} [5]$$

$$C = \frac{0,43}{0,784 \times 0,01 \times 45000}$$

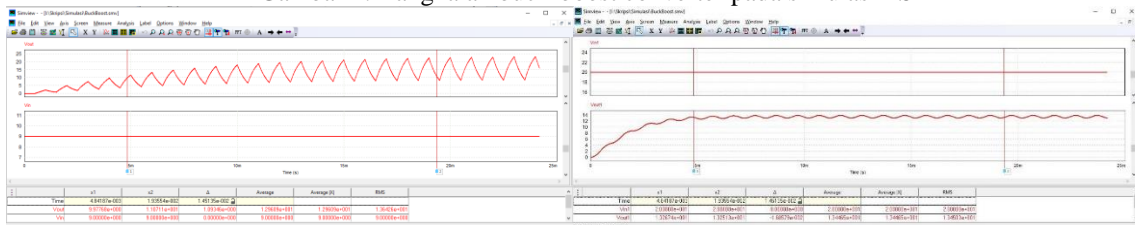
$$C = 0,0012188$$

$$C = 121,88 \mu\text{F}$$

Nilai kapasitor yang dipakai dalam rangkaian buck-boost converter yaitu sebesar 121,88 μF , dibuat lebih besar dari nilai yang ditentukan karena mengikuti komponen yang ada dipasaran dan juga untuk mengurangi besarnya ripple arus pada tegangan keluaran.



Gambar 4. Rangkaian buck-boost converter pada simulasi PSIM



Gambar 5. a) gelombang ketika Boost b) gelombang ketika Buck

Pengujian Alat

- Beban yang digunakan adalah lampu LED 25 Watt dan Printer 15 Watt
- Percobaan dilakukan selama 3 minggu
- Percobaan dilakukan dengan 2 kondisi yaitu kondisi tirai terbuka dan tertutup

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Window Blind



Gambar 6. Hasil Perancangan Window Blind

B. Hasil Pengujian

Pengambilan data tegangan dan arus selama 10 jam kondisi tirai tertutup

Tabel 1. Hasil Pengujian kondisi tirai tertutup

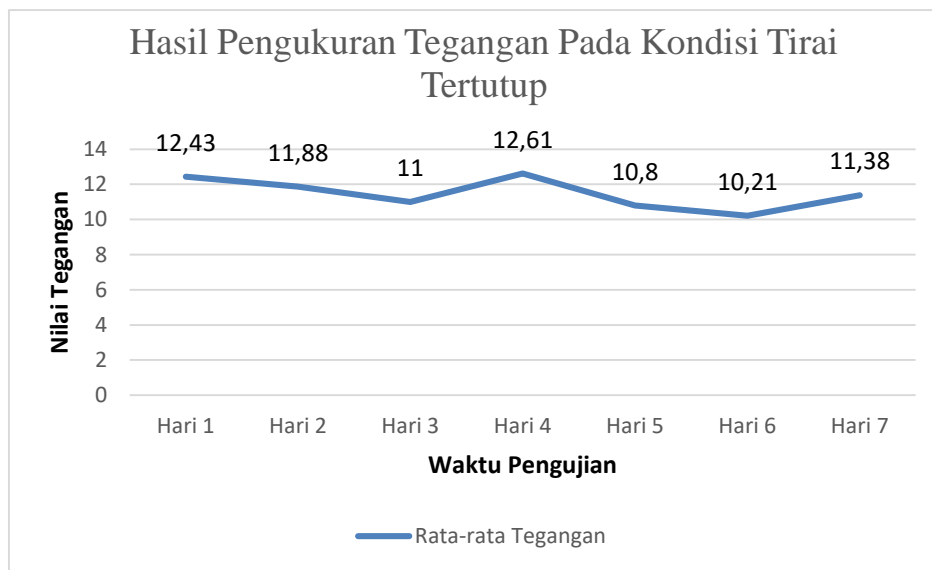
Pengujian Solar Panel Hari 1				
Jam (WIB)	Voltage (Volt)	LUX	Arus	Cuaca
07.00	11.34 V	1520	0.80	Cerah
08.00	11.54 V	2458	0.92	Cerah
09.00	12.52 V	2855	1.00	Cerah
10.00	12.59 V	3112	1.00	Cerah
11.00	13.42 V	3221	1.08	Cerah
12.00	13.45 V	3234	1.10	Cerah
13.00	13.32 V	3235	1.10	Cerah
14.00	12.56 V	3201	1.01	Cerah
15.00	12.42 V	3140	1.00	Cerah
16.00	12.22 V	3122	1.00	Cerah
17.00	11.44 V	1885	0.78	Cerah
Rata-rata	12,43V	2816	0.98	-

Tabel 2 Rata-rata hasil pengujian selama 7 hari ketika tirai tertutup

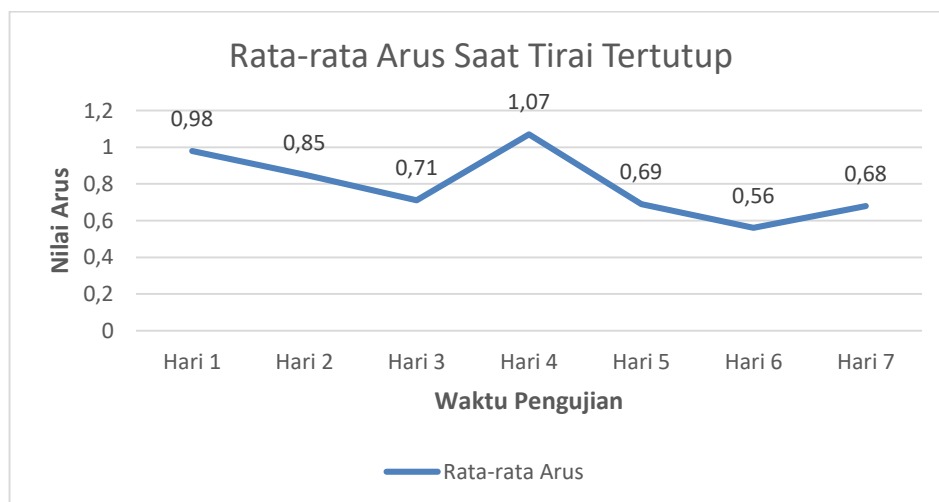
Hari	Tegangan	Arus	Lux
1	12.43	0.98	2806
2	11.88	0.85	2405

3	11.00	0.71	1887
4	12.61	1.07	2510
5	10.80	0.69	1719
6	10.21	0.56	1781
7	11.38	0.68	2215
Rata-rata	11.47	0.79	2189

Dari pengukuran yang dilakukan selama 7 hari dengan kondisi tirai tertutup didapatkan tegangan rata-rata 11.47 V dan rata-rata arus yang didapat 0.79A. Grafik pengujian dapat dilihat dari gambar berikut:



Gambar 7. Grafik tegangan rata-rata saat tirai tertutup



Gambar 8. Grafik arus rata-rata saat tirai tertutup

Tabel 3. Hasil Pengujian kondisi tirai terbuka

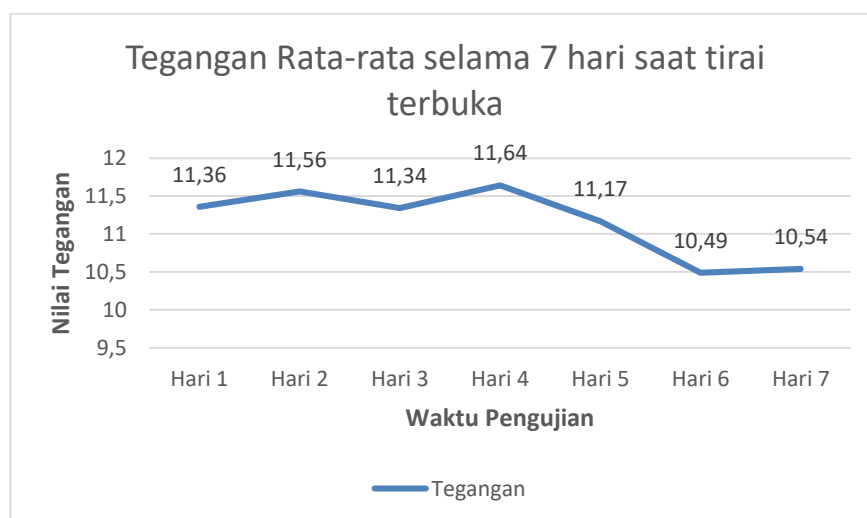
Pengujian Solar Panel Hari 1				
Jam (WIB)	Voltage(Volt)	LUX	Arus	Cuaca
07.00	11.34 V	1950	0.80	Cerah

08.00	11.54 V	2632	0.92	Cerah
09.00	12.52 V	2782	1.00	Cerah
10.00	11.59 V	2481	0.72	Mendung
11.00	11.52 V	2428	0.70	Mendung
12.00	11.25 V	2220	0.72	Mendung
13.00	11.38 V	2325	0.78	Mendung
14.00	11.32 V	2292	0.68	Mendung
15.00	11.22 V	1980	0.66	Mendung
16.00	11.16 V	1730	0.64	Mendung
17.00	10.14 V	1585	0.62	Mendung
Rata-rata	11.36 V	2215	0.74	-

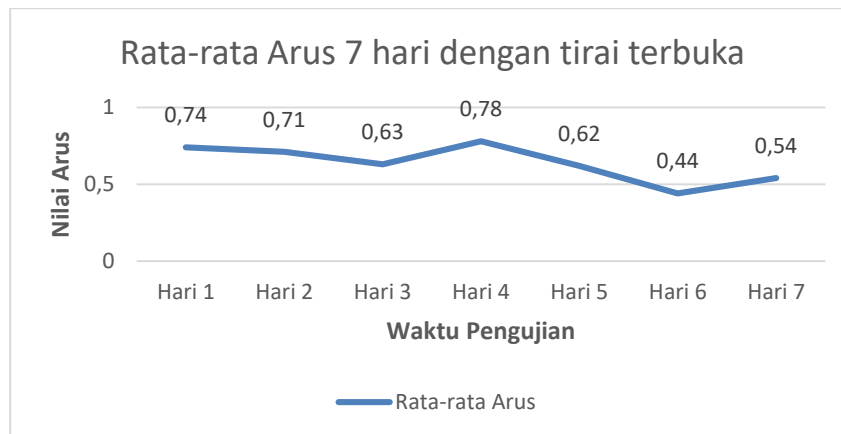
Tabel 4 Rata-rata hasil pengujian selama 7 hari ketika tirai terbuka

Hari	Tegangan	Arus	Lux
1	11.36	0.74	2215
2	11.56	0.71	2025
3	11.34	0.63	2068
4	11.64	0.78	2281
5	11.17	0.62	1908
6	10.49	0.44	1360
7	10.54	0.54	1367
Rata-rata	11.15	0.63	1932

Dari pengukuran yang dilakukan selama 7 hari dengan kondisi tirai terbuka didapatkan tegangan rata-rata 11.15 V dan rata-rata arus 0.63A. Grafik pengujian dapat dilihat dari gambar berikut:



Gambar 9. Grafik tegangan rata-rata saat tirai terbuka



Gambar 10. Grafik arus rata-rata saat tirai terbuka

Perhitungan efisiensi output adalah merupakan perbandingan antara daya yang diserap dengan daya yang dihasilkan oleh photovoltaic pada kondisi tirai tertutup maupun pada saat terbuka. Data yang digunakan untuk perhitungan menggunakan data dari data hasil penelitian yang paling optimal. Perhitungan nilai efisiensi dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\circ \eta_{max} = \frac{P_{max}}{E_{S,Y}^{SW} * A_c} \times 100\% \quad [4]$$

Diketahui $E_{S,Y}^{SW}$ adalah incident of collector yang memiliki nilai standard 1000W/m² untuk melakukan pengujian efisiensi sementara A_c adalah luas dari solar cell yang akan diuji pada penelitian ini solar cell memiliki ukuran panjang 0.9m dan lebar 0.6m sehingga dapat dihitung seperti dibawah ini:

$$\circ E_{S,Y}^{SW} * A_c = 1000W/m^2 \times (0.9 \times 0.6) [6]$$

$$= 540 \text{ Watt}$$

Setelah mengetahui nilai diatas dapat dihitung nilai efisiensi seperti dibawah ini:

- o Efisiensi solar cell saat tirai tertutup

Dalam perhitungan efisiensi dari pv dinamis menggunakan data output voltase maksimal dan arus maksimal pada solar cell, Pmax pada saat tirai tertutup yaitu 13.52 V x 1.51 A = 20.41 Watt untuk perhitungan efisiensinya adalah sebagai berikut:

$$\eta_{max} = \frac{P_{max}}{540 \text{ Watt}} \times 100\% \quad [7]$$

$$= \frac{20.41 \text{ Watt}}{540 \text{ Watt}} \times 100\%$$

$$= 0.037\%$$

- o Efisiensi solar cell saat tirai terbuka

Dalam perhitungan efisiensi dari pv dinamis menggunakan data output voltase maksimal dan arus maksimal pada solar cell, Pmax pada saat tirai terbuka yaitu 12.82 V x 1.42 A = 18.2 Watt untuk perhitungan efisiensinya adalah sebagai berikut:

$$\eta_{max} = \frac{P_{max}}{540 \text{ Watt}} \times 100\% [7]$$

$$= \frac{18.2 \text{ Watt}}{540 \text{ Watt}} \times 100\%$$

$$= 0.033\%$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa solar cell pada saat tirai terbuka memiliki efisiensi sedikit lebih baik daripada paad saat tertutup, yaitu 0,37% berbanding 0,33%. Jadi dapat disimpulkan bahwa solar cell pada saat tirai terbuka mengalami perbaikan efisiensi sebesar 0,04%.

Keterangan:

- η_{max} = Efisiensi maksimal

- P_{max} = Daya keluaran maksimal solar cell
- $E_{S,Y}^{SW}$ = Incident radiation flux ($1000W/m^2$)
- A_c = Area of Collector (PanjangxLebar solar cell)

IV. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan dan analisa, dapat ditarik beberapa disimpulkan:

1. Berdasarkan pengujian solar cell memiliki efisiensi lebih tinggi ketika tirai jendela berada pada posisi tertutup yaitu sebesar 0.037% sedangkan pada kondisi tirai terbuka hanya sebesar 0.033%, hal ini disebabkan pada saat tirai tertutup tidak terdapat bayangan yang menghalangi solar cell untuk menangkap sinar matahari.
2. Terdapat peningkatan nilai rata-rata voltase dan arus pada saat tirai tertutup yaitu sebesar 11.47 V dan 0.79 A berbanding dengan pada saat tirai terbuka sebesar 11.15 V dan 0.63 A, hal ini dapat terjadi karena pada saat tirai tertutup solar cell mampu menyerap sinar matahari lebih banyak daripada saat tirai terbuka
3. Hasil pengujian Buckboost converter berfungsi dengan semestinya dengan mampu menaikkan dan menurunkan tegangan pada nilai yang sudah ditentukan yaitu 13.5V.
4. Tegangan yang dihasilkan buckboost lebih stabil untuk proses pengisian baterai dengan rata-rata voltase 13.43 V daripada langsung dari solar cell yang hanya memiliki rata-rata voltase 11.31 V.

REFERENSI

- [1] R. H. A. Prastica, "Analisis pengaruh penambahan reflector terhadap tegangan keluaran modul solar cell publikasi ilmiah," 2016.
- [2] H. A. Fahudi, "Optimasi Letak Dan Susunan Rangkaian Solar Cell Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya." pp. 469–477, 2017.
- [3] R. Indonesia, "Lampiran I Perpres Nomor 22 Tahun 2017.pdf." 2017.
- [4] W. Noviandi and A. Hiendro, "RANCANG BANGUN SOLAR SEL SEBAGAI ENERGI LISTRIK ALTERNATIF (Studi Kasus : Gedung Kantor Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Sintang Provinsi Kalimantan Barat) Dimana : Dimana : Dimana ;," pp. 1–9.
- [5] S. K. Iop and T. Material, "Array Photovoltaic Statis Kondisi Ternaungi Sebagian Dengan Boost Konverter Menggunakan Algoritma Perturb & Observe Array Photovoltaic Statis Kondisi Ternaungi Sebagian Dengan Boost Konverter Menggunakan Algoritma Perturb & Observe Departemen Teknik Listr," pp. 6–13, 2020.
- [6] Suwitno, Y. Rahayu, R. Amri, and E. Hamdani, "Perancangan Konverter DC ke DC untuk Menstabilkan Tegangan Keluaran Panel Solar Cell Menggunakan Teknologi Boost Converter," *J. Electr. Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 61–66, 2017.
- [7] H. A. Sujono, R. Sulistyowati, C. Anam, Ariadi, and H. Suryoatmojo, "Quadratic boost converter with proportional integral control in the mini photovoltaic system for grid," *Prz. Elektrotechniczny*, vol. 96, no. 6, pp. 47–53, 2020.
- [8] Y. Wang, Y. Qiu, Q. Bian, Y. Guan, and D. Xu, "A Single Switch Quadratic Boost High Step Up DC-DC Converter," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 66, no. 6, pp. 4387–4397, 2019.