

Perimbangan Maximum Buck-Boost Konverter Dengan Power Point Tracker Pada Solar Charging Control

Heri Setiadi

¹Program Studi Teknik Elektro, ²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan
Jl. Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara

herisetiadi@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan energi listrik merupakan hal yang sangat penting untuk menunjang kehidupan manusia khususnya negara Indonesia, dengan meningkatnya jumlah penduduk, maka energi listrik yang dibutuhkan akan semakin meningkat, namun ketersediaan energi listrik semakin menipis. Salah satu solusi alternatif untuk mengantisipasi dampak krisis energi listrik ialah dengan memanfaatkan energi matahari. Namun kemampuan PV untuk menghasilkan daya sangat tergantung oleh perubahan intensitas cahaya yang di terima oleh sel surya. Oleh karena itu dengan perkembangan teknologi komponen dan rangkaian elektronika telah mampu menghasilkan sistem penyedia daya tegangan arus searah, yang dihasilkan melalui konversi tegangan DC masukan ke bentuk tegangan DC keluaran yang lebih tinggi atau lebih rendah. Buck-Boost Konverter merupakan salah satu jenis rangkain yang dapat merubah tegangan dari DC-DC yang mempunyai kelebihan yaitu tegangan output dapat diatur lebih besar atau lebih kecil dari tegangan input. Dimana tegangan keluaran dari Buck-Boost Konverter bisa lebih besar atau lebih kecil dari tegangan input adalah dengan adanya saklar elektrik yang akan mengatur arus masuk ke induktor sehingga nilai rata-rata tegangan beban sebanding dengan ratio antara wak tu pembukaan dan wak tu penutupan saklar. Tegangan output dari sistem pengendali ini dijaga sesuai standar tegangan pengisian baterai.

Kata Kunci: SCC, Arduino Nano, Efisiensi, Buck-Boost Konverter, MPPT.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik merupakan hal yang sangat penting untuk menunjang kehidupan manusia khususnya negara Indonesia, dengan meningkatnya jumlah penduduk, maka energi listrik yang dibutuhkan akan semakin meningkat, namun ketersediaan energi listrik semakin menipis. Salah satu solusi alternatif untuk mengantisipasi dampak krisis energi listrik ialah dengan memanfaatkan energi matahari. Dengan adanya Photovoltaic maka energi matahari dapat di rubah secara langsung menjadi energi listrik dalam bentuk tegangan/arus (DC) (Seminar et al., 2017). Photovoltaic (PV) adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk mengkonversi energi terbarukan dari sinar matahari. PV menawarkan banyak keuntungan seperti tidak adanya polusi dan emisi serta memiliki biaya perawatan yang relative murah. Namun kemampuan PV untuk menghasilkan daya sangat tergantung oleh perubahan intensitas cahaya yang di terima oleh sel surya (Efrita Arfah Zuliari¹, Ciptian Wieried Priananda, 2017). Oleh karena itu dengan perkembangan teknologi komponen dan rangkaian elektronika telah mampu menghasilkan sistem penyedia daya tegangan arus searah (DC), yang dihasilkan melalui konversi tegangan DC masukan ke bentuk tegangan DC keluaran yang lebih tinggi atau lebih rendah.

Karena tegangan solar cell berubah terhadap intensitas cahaya matahari, maka diperlukan sebuah metode untuk mengkonversi agar dihasilkan luaran tegangan yang stabil. Salah satu metode yang dapat dilakukan adalah menggunakan metode buck boost converter bersumber solar cell untuk membuat sistem pengendali pengisian baterai. Dikarenakan metode Buck-Boost Konverter dapat menstabilkan tegangan keluaran dari solar cell ketika cuaca tidak menentu (suwito, suhanto, 2017). Hingga saat ini, berbagai konfigurasi Buck-Boost Konverter telah banyak dikembangkan, seperti konfigurasi DC-DC Converter yang tidak memiliki isolasi dielektrik antara tegangan masukan dan keluaran, atau biasa disebut sebagai non-isolated DC-DC konverter (Syafrizal, 2016). Buck-Boost Konverter merupakan salah satu jenis rangkain yang dapat merubah tegangan dari DC-DC yang mempunyai kelebihan yaitu tegangan output dapat diatur lebih besar atau lebih kecil dari tegangan input. Dimana tegangan keluaran dari Buck-Boost Konverter bisa lebih besar atau lebih kecil dari tegangan input adalah dengan adanya saklar elektrik (IGBT, Power Mosfet, Transistor) yang akan mengatur arus masuk ke induktor sehingga nilai rata-rata tegangan beban sebanding dengan ratio antara waktu pembukaan dan waktu penutupan saklar (Syafrizal, 2016).

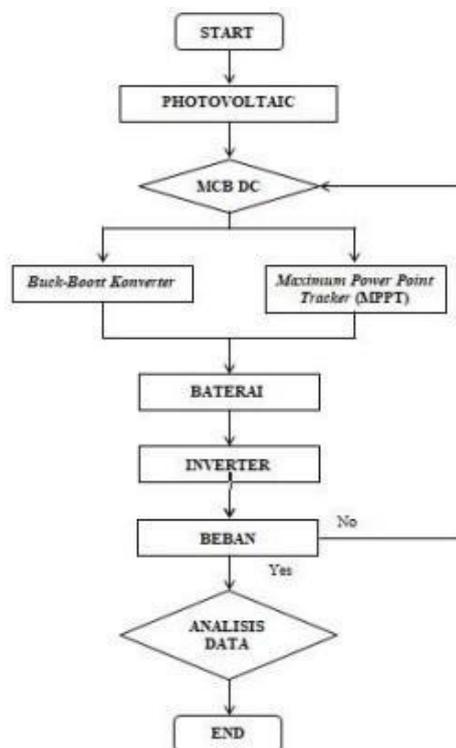
Tegangan output dari sistem pengendali ini dijaga sesuai standar tegangan pengisian baterai. Untuk mengatur besarnya nilai duty cycle Buck-Boost Konverter membutuhkan Pulse Width Modulation (PWM) yang berfungsi sebagai trigger atau switching untuk saklar elektrik, sehingga mempengaruhi besar kecilnya nilai tegangan yang dikeluarkan, berbeda halnya dengan Maximum Power Point Tracker (MPPT) yang tidak menggunakan PWM. Terdapat penelitian sebelumnya yang telah menggunakan buck-boost converter sebagai pengisian baterai pada photovoltaic. Oleh karena itu, maka berdasarkan uraian yang diatas, Tugas Akhir ini akan dilakukan Perbandingan Buck-Boost Konverter Dengan MPPT Pada Solar Charging Control yang mampu untuk mengontrol besar tegangan masukan dan keluaran pada pengisian baterai pada Photovoltaic.

2. METODE PENELITIAN

Pada tahapan ini akan dilakukan perencanaan sistem yang digunakan pada penelitian. Perancangan sistem dilakukan agar rangkaian dapat teraslisasikan

dengan terstruktur, efektif, dan sistematis. Pada perancangan sistem yang dilakukan, menjelaskan interaksi sensor yang digunakan terhadap rangkaian, sehingga dapat menampilkan hasil pengukuran.

1. Perancangan Sistem Buck-Boost Converter
Buck-Boost Converter yang digunakan menggunakan control PWM (Pulse Width Modulation), dimana Buck-Boost Converter berfungsi mengatur tegangan input menjadi tegangan output yang stabil. Terdapat beberapa komponen utama yang digunakan pada rangkaian Buck-Boost Converter yaitu berupa mosfet, diode, toroid inductor, dan kapasitor. Dimana mosfet berfungsi sebagai saklar dan kontrol switching yang menggunakan PWM. Switching PWM dapat beroperasi menggunakan mikrokontroler. Mikrokontroler yang digunakan berupa arduino nano, dimana pin D9 digunakan sebagai kontrol PWM Buck dan pin D10 digunakan sebagai mode Boost. Perubahan yang akan terjadi pada tegangan output dikarenakan adanya perbedaan pada Duty Cycle.
2. Perancangan Software Buck-Boost Converter
Di tahapan ini akan membahas mengenai perancangan perangkat lunak yang menunjang perakitan perangkat keras. Adapun software yang digunakan antara lain: Arduino IDE, dan Proteus 8. Langkah awal yang dilakukan yaitu menginstal seluruh software pada perangkat komputer yang akan digunakan.
3. Perancangan Hardware Buck-Boost Converter
Perancangan hardware ialah tahap dimana keseluruhan rangkaian digabung menjadi satu kesatuan. Tahapan ini dilakukan agar desain dan bentuk alat yang dirancang dapat diterapkan. Pada tahapan ini bahan-bahan yang digunakan harus sesuai dengan yang dibutuhkan, dimana hal tersebut bertujuan agar tidak terjadi kesalahan pada rangkaian.
4. Perancangan Program Buck-Boost Konverter
Perancangan program untuk sistem kerja pada Buck-Boost Konverter menggunakan software Arduino.ide dengan bahasa program C.
5. Perancangan Sistem Maximum Power Point Tracker (MPPT)
Untuk perancangan Solar Charging Control menggunakan MPPT dapat dilihat pada gambar diagram dibawah ini, dimana metode charging yang digunakan ialah dengan cara mengkosentrasikan titik poin tegangan dan arus pada panel surya, hal tersebut bertujuan agar daya yang dihasilkan oleh panel surya dapat maksimum. Sistem yang digunakan bukan sistem pelacak mekanis melainkan penstabilkan daya yang dikeluarkan oleh panel surya. Hasil keluaran dari charging berupa duty ratio (D) yang berfungsi sebagai switching MOSFET pada DC-DC converter. Sistem yang diterapkan pada percobaan ini ialah sistem 24 VDC, dimana hal tersebut dikarenakan baterai dan inverter yang digunakan menggunakan sistem 24 VDC.
6. Pengujian Alat
Pengujian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui alat yang telah dirancang dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Oleh karena itu diperlukan uji test pada alat yang telah dirancang tersebut.
7. Flowchart Sistem Solar Charging Control



Gambar 1 Flowchart Sistem Solar Charging Control\

3. HASIL

Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui apakah alat yang di rancangan dapat bekerja sesuai dengan hasil yang diinginkan. Metode yang digunakan dalam pengujian ini ialah dengan cara mengamati hasil pengukuran yang dibaca oleh MPPT dan Buck-Boost Konverter. Hasil pengukuran yang dihasilkan oleh kedua Solar Charging Control tersebut dapat berupa table dan grafik. Pengukuran yang dilakukan menggunakan panel surya 330 WP dengan posisi panel 45o ke arah barat. Dimana dikarenakan waktu maksimal panel surya yaitu pada pukul 10:30 wib sampai 14.30 wib.

Hasil Pengukuran Solar Charging Control

Pada saat melakukan pengukuran, variable yang akan dilihat ialah besar nilai tegangan dan arus yang dihasilkan oleh kedua alat tersebut. Hal tersebut dilakukan agar dapat menentukan berapa persen nilai efisiensi yang dihasilkan oleh kedua solar charging control tersebut. Pengukuran dilakukan dengan cara melihat besar tegangan dan arus pada panel surya serta besar nilai tegangan dan arus yang dikeluarkan oleh kedua SCC tersebut. Berikut ialah efisiensi yang diperoleh pada pengukuran selama tujuh hari dengan rumus sebagai berikut.

$$P = V \times I$$

$$n = \frac{V_{out} \times I_{out}}{V_{in} \times I_{in}} \times 100$$

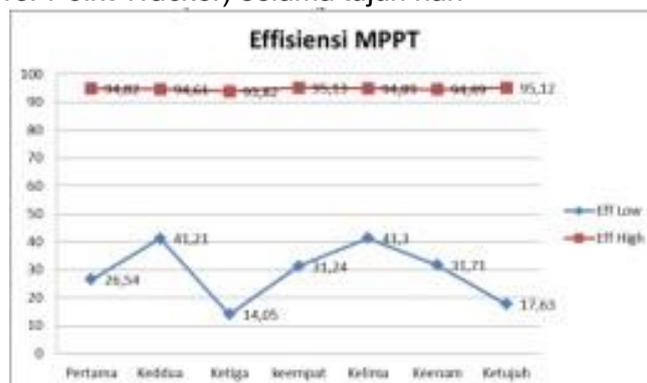
$$n = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100$$

Hasil Pengukuran MPPT

Tabel 1 Hasil Pengukuran MPPT Selama Tujuh Hari

Hari	Waktu	Vin	Iin	Pin	Vout	Iout	Pout	Effisiensi	Cuaca
		(V)	(A)	(W)	(V)	(A)	(W)	(%)	(C)
1	11:30	40,8	3,41	139,13	20,6	6,41	131,92	94,82	31
	18:00	16,2	0,03	0,45	21,8	0,01	0,12	26,54	28
2	13:00	41,9	3,56	149,22	23	6,14	141,17	94,61	31
	18:00	17,2	0,17	2,84	23,8	0,05	1,17	41,21	28
3	13:00	41,1	3,45	141,85	25,1	5,31	133,07	93,82	30
	18:00	16,4	0,05	0,9	25,8	0	0,13	14,05	29
4	13:00	42,7	3,67	156,76	21,8	6,84	149,13	95,13	32
	18:00	18	0,28	4,95	22,7	0,07	1,55	31,24	30
5	13:00	43,5	3,78	164,48	24	6,49	156,07	94,89	31
	18:00	18,8	0,39	7,24	25	0,12	2,99	41,3	28
6	13:00	41	3,44	140,94	22,2	6	133,17	94,49	31
	18:00	16,3	0,04	0,67	23	0,01	0,21	31,71	28
7	11:30	40,9	4,23	172,89	24,1	6,82	164,45	95,12	31
	18:00	14,8	0,13	1,86	25,5	0,01	0,33	17,63	28

Berikut gambar grafik hasil pengukuran efisiensi yang dihasilkan oleh MPPT (Maximum Power Point Tracker) selama tujuh hari



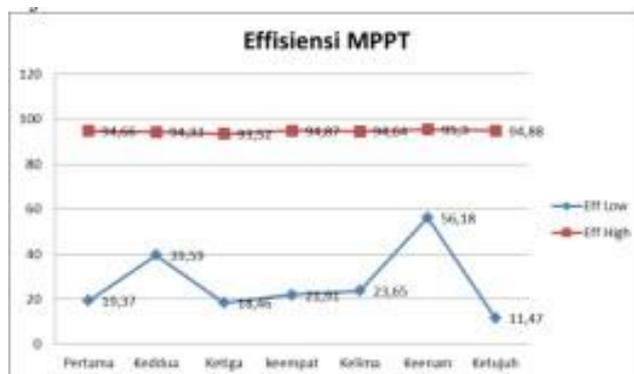
Gambar 2 Grafik Effisiensi MPPT Selama Tujuh Hari

Hasil Pengukuran Buck-Boost Converter

Tabel 2 Hasil Pengukuran Buck-Boost Converter Selama Tujuh Hari

Hari	Waktu	Vin	Iin	Pin	Vout	Iout	Pout	Effisiensi	Cuaca
		(V)	(A)	(W)	(V)	(A)	(W)	(%)	(C)
1	11:30	40,7	3,39	137,78	21	6,2	130,42	94,66	31
	18:00	16,1	0,01	0,11	22,2	0	0,02	19,37	28
2	13:00	41,8	3,54	147,82	24	5,82	139,44	94,33	31
	18:00	17,1	0,14	2,46	24,8	0,04	0,97	39,59	28
3	13:00	41	3,43	140,48	26	5,05	131,38	93,52	30
	18:00	16,3	0,03	0,56	26,8	0	0,1	18,46	29
4	13:00	42,6	3,65	155,33	22,7	6,48	147,37	94,87	32
	18:00	17,9	0,25	4,54	23,6	0,04	0,99	21,91	30
5	13:00	43,4	3,76	163,02	25	6,17	154,28	94,64	31
	18:00	18,7	0,36	6,8	25,9	0,06	1,61	23,65	28
6	13:00	40,9	4,22	172,36	23,1	7,1	164,26	95,3	31
	18:00	16,2	0,34	5,46	23,9	0,13	3,07	56,18	28
7	11:30	40,8	4,2	171,3	25,1	6,48	162,52	94,88	31
	18:00	14,7	0,1	1,5	26,5	0,01	0,17	11,47	28

Berikut gambar grafik hasil pengukuran efisiensi yang dihasilkan oleh Buck-Boost Converter selama tujuh hari



Gambar 3 Grafik Effisiensi Buck-Boost Converter Selama Tujuh Hari

4. PEMBAHASAN

Pengujian Kinerja Buck-Boost Converter

Buck-Boost Konverter bekerja menggunakan gelombang Pulse Width Modulation (PWM) dimana gelombang tersebut berfungsi untuk mengatur switching pada MOSFET ketika arus yang masuk pada rangkaian berubah-ubah. Gelombang PWM dapat dibangkitkan dengan menggunakan pin D9 dan D10 arduino nano. Sistem yang digunakan pada Buck-Boost Konverter pada saat mengubah tegangan yang dihasilkan oleh Photovoltaic ialah system 24 VDC, dimana hal tersebut untuk menyesuaikan tegangan input yang diterima pada inverter. Untuk menentukan nilai tegangan stabil di 24 VDC diperlukan terlebih dahulu nilai duty cycle agar dapat menentukan komponen-komponen yang digunakan.

Dimana untuk mencari Duty Cycle:

$$D = \frac{V_o}{V_i + V_o \times D} \times 100$$

$$V_o = V_i \frac{D}{1 - D}$$

$$V_o - V_o \times D = V_i \times D$$

$$V_o = V_i \times D + V_o \times D$$

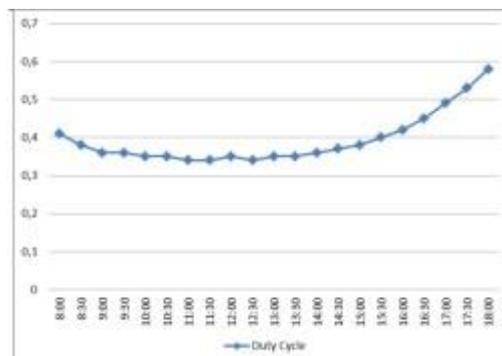
$$V_o = (V_i + V_o) \times D$$

$$D = \frac{V_i}{(V_i - V_o)}$$

Tabel 3 Hasil Duty Cycle Buck-Boost Converter

Waktu	Vin (Volt)	Vout (Volt)	Duty Cycle $V_o/(V_i+V_o)$
8:00	29,6	20,15	0,41
8:30	32,6	20,23	0,38
9:00	35,9	20,34	0,36
9:30	37,1	20,46	0,36
10:00	38,4	20,59	0,35
10:30	39,3	20,73	0,35
11:00	40,2	20,88	0,34
11:30	40,7	21,03	0,34
12:00	40,2	21,18	0,35
12:30	40,8	21,33	0,34
13:00	40,8	21,49	0,35
13:30	39,9	21,63	0,35
14:00	39,0	21,77	0,36
14:30	37,7	21,89	0,37
15:00	36,4	22,01	0,38
15:30	33,1	22,09	0,40
16:00	30,1	22,16	0,42
16:30	27,6	22,21	0,45
17:00	23,3	22,23	0,49
17:30	19,6	22,24	0,53

Berikut ialah grafik hasil perhitungan nilai duty cycle dari pengujian Buck-Boost Converter



Gambar 4 Grafik Perhitungan duty cycle Buck-Boost Converter

Dari gambar grafik diatas dapat dilihat perubahan duty cycle di setiap jamnya, hal tersebut dikarenakan tegangan yang dikeluarkan panel surya tidak stabil dikarenakan dengan kondisi cuaca yang dialami, oleh karena itu nilai duty cycle mengalami kenaikan dan penurunan di setiap waktu yang berbeda.

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah diuraikan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil kedua pengujian MPPT dan BuckBoost Konverter efisiensi maksimal tepatnya pada hari ketika tepatnya pukul 13:00 wib dengan nilai sebesar 95.13 % pada saat menggunakan MPPT dan 94.87 % ketika menggunakan Buck-Boost Konverter. Sedangkan efisiensi terendah terjadi pada hari ketiga tepatnya pukul 18:00 wib dengan nilai 14.05 % ketika menggunakan MPPT dan pada hari ketujuh pukul 18:00 wib dengan nilai sebesar 11.47 % ketika menggunakan Buck-Boost Konverter.
2. Setiap pengujian yang telah dilakukan efisiensi yang dihasilkan MPPT selalu lebih tinggi dibandingkan Buck-Boost Konverter. Akan tetapi pada saat pengujian di hari keenam tepatnya pukul 13:00 wib dan pukul 18:00 wib terjadi perbedaan, dimana efisiensi yang dihasilkan oleh Buck-Boost Konverter lebih tinggi dibandingkan efisiensi pada MPPT yaitu dengan selisih 0.18 % dan 24.47 %.

REFERENSI

- Cholish, C., Rimbawati, R., & Hutasuhut, A. A. (2017). Analisa Perbandingan Switch Mode Power Supply (SMPS) dan Transformator Linear Pada Audio Amplifier. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 1(2).
- Cholish, C., Rimbawati, R., & Hutasuhut, A. A. (2017). Analisa Perbandingan Switch Mode Power Supply (SMPS) dan Transformator Linear Pada Audio Amplifier. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 1 (2), 90–102.
- Damanik, W. S., Pasaribu, F. I., Lubis, S., & Siregar, C. A. (2021). Pengujian Modul Solar Charger Control (SCC) Pada Teknologi Pembuangan Sampah Pintar. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 89-93.
- Evalina, N., & Azis, H. A. (2020, April). Implementation and design gas leakage detection system using ATmega8 microcontroller. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 821, No. 1, p. 012049). IOP Publishing.

- Evalina, N., Pasaribu, F. I., & Ivana, R. D. (2021, August). Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 200 Wp Dengan Sistem Solar Charger Pada Beban Kipas Angin. In *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU* (Vol. 4, No. 1, pp. 62-65).
- Fareq, M., Fitra, M., Irwanto, M., Syafruddin, H. S., Gomesh, N., Rozailan, M., ... & Zarinatul, J. (2014). Wireless Power Transfer by Using Solar Energy. *Telkomnika*, 12(3), 519.
- Fitra, M., Daut, I., Irwanto, M., Gomesh, N., & Irwan, Y. M. (2013). Effect of TiO₂ thickness dye solar cell on charge generation. *Energy Procedia*, 36, 278-286.
- Gomesh, N., Daut, I., Irwanto, M., Irwan, Y. M., & Fitra, M. (2013). Study on Malaysian's perspective towards renewable energy mainly on solar energy. *Energy Procedia*, 36, 303-312.
- Gomesh, N., Shafawi, M., Irwanto, M., Yusoff, M. I., Fitra, M., & Mariun, N. (2014). Performance improvement of dye sensitized solar cell by using recycle material for counter electrode. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 446, pp. 823-826). Trans Tech Publications Ltd.
- Harahap, P., Pasaribu, F. I., Siregar, C. A. P., & Oktrialdi, B. (2021). Performance of Grid-Connected Rooftop Solar PV System for Households during Covid-19 Pandemic. *Journal of Electrical Technology UMY*, 5(1), 26-31.
- Hutasuhut, A. A., Riandra, J., & Irwanto, M. (2022, February). Analysis of hybrid power plant scheduling system diesel/photovoltaic/microhydro in remote area. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2193, No. 1, p. 012024). IOP Publishing.
- Nasution, E. S., Hasibuan, A., Siregar, W. V., & Ismail, R. (2020, September). Solar power generation system design: Case study of north sumatra muhammadiyah university building. In *2020 4rd International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering (ELTICOM)* (pp. 191-194). IEEE.
- Pasaribu, F. I., & Reza, M. (2021). Rancang Bangun Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan Solar Cell 50 WP. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 46-55.
- Pasaribu, F. I., Aziz, A., Evalina, N., Cholish, C., & Abdullah, A. (2021). Pelatihan Rancang Bangun Jam Sholat Otomatis Sumber Daya Solar Cell pada Pemuda Muhammadiyah Cabang Pahlawan Perjuangan dan Pulo Brayon Darat. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat)*, 2(2), 206-212.
- Sihombing, G., & Zambak, M. F. (2021). *Microgrid Optimization Using Photovoltaic Solar in the Coastal Area of Pantai Labu Village* (No. 6117). EasyChair.
- Tambunan, I. (2015). *Studi Analisis Pemanfaatan Transistor 2n3055 Menjadi Solarcell Sebagai Alternatif Pengecasan Handphone* (Doctoral dissertation).
- Tharo, Z., Siahaan, A. P. U., & Evalina, N. (2016). Improvisation analysis of reactive power energy saving lamps based on inverter. *Int. J. Eng. Tech*, 2(5), 141-145.