

Rancang Bangun Prototipe Solar Cell Untuk Mengetahui Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Keluaran Energi

Aslian Ramadhan¹ Rudi Rusdiyanto²

Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Duta Bangsa
Mekarmukti, Kec. Cikarang Utara, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17530
Email : aslianr065@gmail.com¹, rudirusdiyanto95@gmail.com²

Abstrak— Dalam menghadapi tantangan energi terbarukan, pengembangan prototipe Solar Cell menjadi aspek penting dalam pendidikan Teknik Mesin. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun mekanisme prototipe Solar Cell yang akan digunakan sebagai alat praktikum untuk studi konversi energi di Sekolah Tinggi Teknologi Duta Bangsa. Dengan menyediakan alat praktikum yang inovatif, diharapkan siswa dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang teknologi energi terbarukan.

Penelitian ini menggunakan pendekatan desain konseptual yang melibatkan analisis literatur, perancangan komponen, pengujian material, dan integrasi teknologi Solar Cell ke dalam sistem konversi energi. Penelitian dilakukan melalui tahap eksperimen laboratorium yang memadukan teori dan praktik.

Hasil penelitian menunjukkan suatu prototipe Solar Cell yang dapat efektif mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Prototipe ini terintegrasi dengan sistem mesin konversi energi yang memungkinkan analisis dan pengukuran efisiensi konversi energi. Pengujian dilakukan dengan mengambil sampel intensitas cahaya matahari dan tegangan (Volt) dari Panel Surya. Setelah semua sampel data terkumpul, maka mulai dilakukan penyusunan laporan. Hasil pengukuran tegangan tertinggi saat pengukuran jam 11:30 dengan intensitas cahaya 991000 lux, tegangan panel surya 15,3 volt, Beban Total 1952,88 Wh, Dan untuk hasil pengukuran terendah pada saat jam 16:00 dengan intensitas cahaya 118000 lux, tegangan panel surya 12,7 volt, Beban Total 252,95 Wh. Dan didapatkan rata-rata nilai efisiensi 11,2247%. Aki dengan kapasitas 7,2 Ah jika dalam kondisi penuh dapat digunakan untuk menghidupkan beban lampu sebesar 50 Watt selama 1 jam 22 menit 56 detik. Dengan solar sel berkapasitas 50 WP diperoleh lama pengisian aki yaitu 9,237 jam, berdasarkan data percobaan selama 7,5 jam maka aki dapat menghidupkan beban lampu 50 Watt selama 1 jam 7 menit 20 detik.

Keywords— Konversi energi, *Solar Charge Controller*, panel surya, tegangan

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Energi alternatif sering dikenal juga dengan istilah energi terbarukan. Pada dasarnya energi alternatif ini berfungsi untuk menggantikan bahan bakar konvensional. Maka dari itu, untuk mendapatkan energi alternatif dibutuhkan campur tangan manusia agar energi terbarukan bisa digunakan dengan maksimal.

Sel surya mengubah energi matahari menjadi listrik melalui efek photovoltaic di mana photon diserap oleh elektron di bahan semikonduktor yang melepaskan elektron dari ikatan atomnya. Elektron ini kemudian mengalir menuju sisi positif sel surya dan menghasilkan beda potensial listrik" [1].

Bahan dasar sel surya adalah semikonduktor seperti silikon monokristalin dan polikristalin yang memiliki efisiensi tinggi dalam mengubah cahaya matahari menjadi energi Listrik [2]

Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif. Penggunaan Panel Surya sebagai sumber energi alternatif untuk mensuplai beban listrik lebih efisien jika dibandingkan dengan menggunakan Genset sebagai sumber dayanya. Hal tersebut berkaitan dengan biaya investasi dan biaya operasional Panel Surya yang lebih murah [3].

Menurut buku "Energi Terbarukan" karya James Dunlop terbitan tahun 2022, sel surya atau solar cell didefinisikan sebagai "Solar cell atau photovoltaic cell adalah perangkat yang mengubah energi matahari (photons) menjadi listrik (photovoltaic effect) menggunakan bahan semikonduktor" [4].

Konversi energi merupakan suatu proses perubahan dimana bentuk energi dari yang satu menjadi bentuk energi lain yang dibutuhkan. Pernyataan tersebut mengartikan bahwa untuk memperoleh suatu bentuk energi, perlu adanya energi lain yang dikonversikan menjadi energi yang dibutuhkan tersebut. Salah satu contohnya untuk mendapatkan energi listrik yang tidak dapat diperoleh secara langsung, tetapi ada proses konversi energi sebelum energi listrik tersebut didapat. Atas dasar kenyataan itu, perlu dihadirkan sebuah strategi yang dapat membuat energi listrik dari energi bahan pakai tidak dieksploitasi manusia secara terus menerus. Sehingga energi tersebut tidak akan habis dan masih bisa dimanfaatkan oleh generasi penerus kita. Skripsi ini mengambil judul "Rancang bangun dan pengujian prototipe solar cell untuk alat praktikum mesin konversi energi" sebagai upaya untuk memperoleh energi alternatif bagi manusia agar energi habis pakai tidak hilang dari muka bumi.

Penelitian ini menyoroti urgensi dan kebutuhan akan alat praktikum yang sesuai dengan kurikulum teknik mesin untuk mendukung pemahaman praktis dalam konversi energi dari sumber terbarukan seperti solar cell.

B. Tujuan.

Adapun tujuan perancangan alat ini untuk mengetahui cara memanfaatkan solar sel sebagai sumber energi, mengetahui daya yang dihasilkan oleh panel surya, dan mengetahui Tingkat efisiensi dari prototipe solar sel yang dibuat.

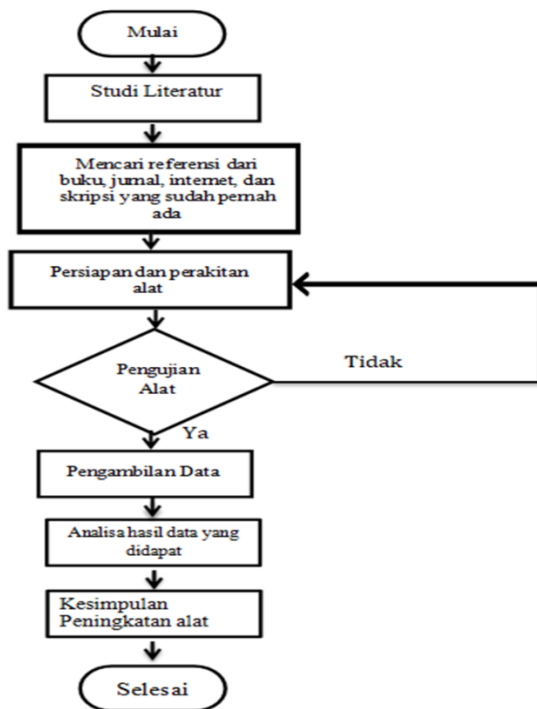
II. METODOLOGI PERANCANGAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Juli 2023 dan tempat dilakukannya penelitian ini dilakukan di workshop United Tractors.

B. Diagram Alir

Perancangan alat melalui beberapa tahapan agar bisa dirancang dan diperhitungkan dengan baik. Berikut beberapa tahapan perancangan prototipe solar cell untuk analisa praktikum mesin konevrsi energi.



Gambar 1 Diagram Alir perancangan solar cell untuk analisa praktikum mesin konversi energi

C. Teknik Pengumpulan Data

Jenis data dalam penelitian ini adalah data primer. Data primer ini didapat dari penelitian yang dilakukan, dan sumber data juga didapatkan dari hasil penelitian yang sedang dilakukan. Teknik pengumpulan data melalui beberapa tahap sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur pada penelitian ini, yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mempelajari berbagai skripsi, hasil penelitian, jurnal, berbagai artikel yang diperoleh dari internet yang berhubungan dengan pemanfaatan energi angin untuk membangkitkan listrik, makalah ilmiah dan sumber bacaan lain yang menunjang penelitian dan masalah yang akan dibahas.

2. Observasi

Observasi merupakan metode pengumpulan data dengan mengambil data - data penelitian secara langsung di lapangan. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pengumpulan data penelitian di lapangan adalah:

a. Persiapan

1. Membuat tabel untuk mencatat hasil pengujian
2. Menyiapkan dan memasang semua instalasi penelitian panel surya

3. Mengecek kondisi alat ukur dan alat pendukung lainnya yang digunakan dalam pengambilan data.
- b. Pelaksanaan
1. Pengambilan data penelitian,
 2. Mengolah data penelitian yang didapatkan saat pengambilan data
 3. Menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan.

3. Kesimpulan dan saran

Menarik kesimpulan dari hasil perancangan dan perhitungan, mungkin dari penelitian yang penulis lakukan ada yang perlu diperbaiki di kemudian hari. Selain itu penulis juga memerlukan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan alat agar lebih baik di kemudian hari.

D. Hasil Perancangan Prototipe Panel Surya



Gambar 2 Prototipe Panel Surya

Panel surya menggunakan panel surya dari masyum solar jenis mono-kristal 50WP yang kemudian di sambungkan dengan solar charge controller 10A dengan beban lampu LED 50W.

Penelitian diawali dengan mengumpulkan komponen – komponen yang diperlukan untuk melakukan penelitian ini. Panel Surya yang dipakai adalah Panel Surya dengan kapasitas 50 Wp dan memiliki jenis Mono-crystalline. Pada langkah kedua yang perlu dilakukan adalah pemasangan Solar Charger Controller. Dengan cara menghubungkan Panel Surya pada port 1 dan baterai pada port 2 serta beban pada port 3. Sebelum beban dinyalakan Panel Surya akan terlebih dahulu mengisi baterai, baru setelah beban dinyalakan maka Solar Charger Controller secara otomatis membagi arus yang keluar dari Panel Surya ke baterai dan beban, bila terdapat beban berlebih maka Solar Charger Controller secara otomatis akan menggunakan seluruh energi pada Panel Surya dan baterai kepada beban. Pengujian dilakukan dengan mengambil sampel intensitas cahaya matahari dan tegangan (Volt) dari Panel Surya. Setelah semua sampel data terkumpul, maka mulai dilakukan penyusunan laporan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengambilan Data

Penelitian dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap solar panel di Support Point Scania Klender United Tractors menggunakan sinar matahari dari jam 09:00 sampai dengan jam 16:00.

Pengujian ini dilakukan untuk menganalisis konversi energi yang dihasilkan menggunakan solar cell.

Untuk mendapatkan nilai rata – rata intensitas cahaya, maka dilakukan pengkonversian dari lux ke watt/m². Adapun cara untuk mendapatkan nilai intensitas yang dikonversikan adalah dengan melakukan perkalian antara intensitas cahaya dengan 0,0079. Dibawah ini adalah data intensitas cahaya yang sudah dikonversikan ke watt/m².

Tabel 1 Hasil Pengujian Intensitas Cahaya

JAM	Intensitas Cahaya *x100	Konversi Intensitas Cahaya
9:00	235 Lux	185.65 Watt/m ²
10:00	445 Lux	351.55 Watt/m ²
10:15	369 Lux	291.51 Watt/m ²
10:30	530 Lux	418.7 Watt/m ²
10:45	575 Lux	454.25 Watt/m ²
11:00	860 Lux	679.4 Watt/m ²
11:15	678 Lux	535.62 Watt/m ²
11:30	911 Lux	719.69 Watt/m ²
11:45	738 Lux	583.02 Watt/m ²
12:00	795 Lux	628.05 Watt/m ²
12:15	199 Lux	157.21 Watt/m ²
12:30	332 Lux	262.28 Watt/m ²
12:45	458 Lux	361.82 Watt/m ²
13:00	433 Lux	342.07 Watt/m ²
13:15	505 Lux	398.95 Watt/m ²
13:30	329 Lux	259.91 Watt/m ²
13:45	340 Lux	268.6 Watt/m ²
14:00	304 Lux	240.16 Watt/m ²
14:15	282 Lux	222.78 Watt/m ²
14:30	222 Lux	175.38 Watt/m ²
14:45	243 Lux	191.97 Watt/m ²
15:00	215 Lux	169.85 Watt/m ²
15:15	171 Lux	135.09 Watt/m ²
15:30	145 Lux	114.55 Watt/m ²
15:45	123 Lux	97.17 Watt/m ²
16:00	118 Lux	93.22 Watt/m ²
16:15	131 Lux	103.49 Watt/m ²
16:30	130 Lux	102.7 Watt/m ²

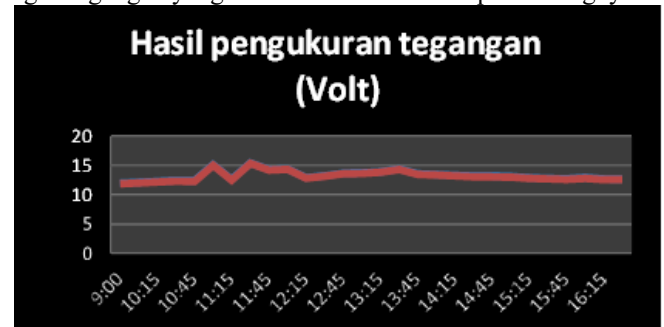
Dari tabel diatas diketahui intensitas paling tinggi terjadi pada jam 11:30 dengan intensitas cahaya sebesar 91100 Lux atau jika dikonversikan yaitu sebesar 719.69Watt/m².

Hasil pengukuran tegangan dan arus adalah sebagai berikut:

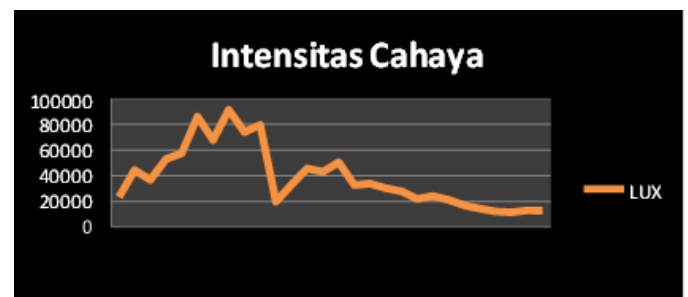
Tabel 2 Pengukuran Arus dan Tegangan

JAM	Intensitas Cahaya	Tegangan		Solar Charge Controller	Arus (Amp)
		Input	Output		
09:00	235 LUX	11,95 V	11,84 V	11,8 V	0,75
10:00	445 LUX	12,1 V	12 V	12,2 V	0,82
10:15	369 LUX	12,25 V	12,15 V	12,1 V	0,79
10:30	530 LUX	12,43 V	12,32 V	12,3 V	0,8
10:45	575 LUX	12,38 V	12,28 V	12,5 V	0,82
11:00	860 LUX	15,11 V	14,99 V	15,2 V	0,85
11:15	678 LUX	12,6 V	12,46 V	12,6 V	0,85
11:30	911 LUX	15,4 V	15,31 V	15,3 V	0,87
11:45	738 LUX	14,32 V	14,19 V	14 V	0,82
12:00	795 LUX	14,39 V	14,31 V	14,4 V	0,85
12:15	199 LUX	12,91 V	12,81 V	12,7 V	0,68
12:30	332 LUX	13,23 V	13,13 V	13 V	0,77
12:45	458 LUX	13,66 V	13,54 V	13,4 V	0,81
13:00	433 LUX	13,72 V	13,61 V	13,6 V	0,81
13:15	505 LUX	13,91 V	13,81 V	13,8 V	0,83
13:30	329 LUX	14,38 V	14,28 V	13,3 V	0,73
13:45	340 LUX	13,57 V	13,42 V	13,4 V	0,74
14:00	304 LUX	13,44 V	13,33 V	13,3 V	0,73
14:15	282 LUX	13,32 V	13,2 V	13,2 V	0,7
14:30	222 LUX	13,18 V	13,07 V	13 V	0,68
14:45	243 LUX	13,2 V	13,02 V	13 V	0,72
15:00	215 LUX	13,11 V	12,98 V	12,9 V	0,7
15:15	171 LUX	12,89 V	12,77 V	12,7 V	0,52
15:30	145 LUX	12,78 V	12,67 V	12,6 V	0,62
15:45	123 LUX	12,71 V	12,6 V	12,5 V	0,61
16:00	118 LUX	12,92 V	12,77 V	12,7	0,47
16:15	131 LUX	12,66 V	12,55 V	12,5 V	0,59
16:30	130 LUX	12,65 V	12,54 V	12,5 V	0,51

Dari hasil pengukuran yang dilakukan mulai dari jam 09:00 sampai dengan pukul 16:00 didapatkan hasil seperti tabel 2 didapatkan data tegangan tertinggi pada saat pukul 11:30 sebesar 15.4 V hal ini disebabkan juga karena intensitas cahaya yang di dapatkan sangat tinggi sehingga membuat tegangan menjadi tinggi berikut grafik perbandingan intensitas cahaya dengan tegangan yang dihasilkan. elemen lain pendukungnya.



Gambar 3 Grafik Tegangan yang di Hasilkan



Gambar 4 Grafik Intensitas Cahaya yang Diterima Solar Cell Selama Pengujian

B. Perhitungan

1. Perhitungan luas penampang panel surya

Luas penampang panel surya dihitung dengan mengalikan panjang dan lebar panel dalam satuan meter (m²) [5].

Diketahui:

$$P = 67\text{cm} \times L = 57\text{cm}$$

$$A = 0.67 \times 0.57 = 0.3618 \text{ m}^2$$

2. Perhitungan daya yang diterima

Daya radiasi matahari yang diterima panel dihitung dengan mengalikan intensitas radiasi dengan luas penampang panel surya [6].

Perhitungan mengambil nilai pada saat intensitas tertinggi.

Diketahui:

$$I_r = 911 \text{ Lux} \times 0.79 = 719,69 \text{ Watt/m}^2$$

$$A = 0.3618 \text{ m}^2$$

$$P_{in} = 719,69 \text{ Watt/m}^2 \times 0.3618 \text{ m}^2 = 260,38 \text{ Watt}$$

3. Menentukan beban total dalam watt hour (Wh)

Total beban listrik dihitung dengan mengalikan daya nominal peralatan (dalam Watt) dengan estimasi waktu pemakaian peralatan (dalam jam) [7].

Diketahui:

Daya Lampu = 50 Watt

Lama penggunaan PLTS = 7.5 jam = 2700 s

EB = 50 Watt X 2700 s = 135000 Joule = 0,0375 kWh
= 375000 Wh

4. Beban sistem yang disuplai

Diketahui:

EB = 375000 Wh

EA = 33.3% X 375000 Wh = 124875 Wh

5. Asumsi rugi-rugi (Losses)

Losses pada sistem PLTS secara umum diasumsikan sekitar 15% hingga 20% dari total energi yang dihasilkan panel surya [8].

Diketahui:

EA = 124875 Wh

ET = 124875 Wh + (15% X 124875 Wh)
= 143606,25 Wh

Jadi total energi yang disyaratkan adalah sebesar 143606,25 Wh

6. Perhitungan daya output

Diketahui :

V = 15,3 V

I = 0,87 A

Pout = 15,3 x 0,87 = 13,311 Watt

7. Perhitungan efisiensi

Efisiensi sistem PV didefinisikan sebagai rasio antara daya keluaran PV terhadap daya radiasi matahari yang diterima [9].

Diketahui :

Efisiensi = 13,311 / 260,383841 x 100% = 5,112068 %

8. Lama Pemakaian Aki jika dalam kondisi penuh dengan beban lampu 50 Watt

Beban Lampu 50 Watt

Aki yang digunakan 12 V/7,2 Ah

Maka,

I = 50 Watt / 12 V = 4,167 Ampere

Waktu pemakaian = 7,2 Ah/4,1667 A = 1,728 Jam –
diefisiensi Aki 20%

= 1,728 Jam – 0,3456 Jam

= 1,3824 Jam

= 1 jam 22 Menit 56 Detik

9. Perhitungan lama pengisian Aki dengan data percobaan

Daya rata-rata yang didapatkan solar sel selama 7,5 jam, yaitu 10,12932143 Watt. Tegangan rata-rata yang dihasilkan Solar Charge Controller selama 7,5 jam adalah 12,99473684 Volt.

I = P/V

= 10,12932143 Watt/12,99473684 Volt

= 0,779494156 Ampere

Lama Pengisian = Kapasitas Aki/Arus Pengisian

= 7,2 Ah/0,779494156 A

= 9,237 Jam

10. Perhitungan lama pemakaian Aki yang dicas selama uji coba (7,5 jam)

Jika Aki dalam keadaan kosong, kemudian dicas menggunakan solar sel selama 7,5 jam maka kapasitas Aki adalah

Kapasitas Aki = Waktu Pengisian x Arus

= 7,5 Jam / 0,779494156 Ampere

= 5,846206 Ah

I = 50 Watt / 12 V = 4,167 Ampere

Waktu pemakaian 5,846206 Ah/4,1667 A = 1,728 Jam –
diefisiensi Aki 20%

= 1,403078 Jam – 0,2806

= 1,122463 Jam

= 1 jam 7 Menit 20 Detik

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari penelitian serta perhitungan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan, sebagai berikut:

1. Solar sel dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik dengan mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan adalah listrik DC sehingga dapat disimpan ke dalam baterai, kemudian listrik tersebut dapat digunakan untuk menghidupkan perangkat elektronik.
2. Daya yang dihasilkan panel surya bergantung pada intensitas cahaya yang diterima solar sel dan juga luas penampang dari solar sel. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, diambil contoh salah satu data intensitas cahaya tertinggi pada pukul 11:30 dengan intensitas cahaya 991000 lux, tegangan panel surya 15,3 volt, dengan daya yang diterima adalah 260.383842

Watt dan menghasilkan daya keluaran sebesar 13,311 Watt, sedangkan untuk hasil pengukuran terendah pada saat pukul 16:00 dengan intensitas cahaya 118000 lux, tegangan panel surya 12,7 volt, dengan daya yang diterima adalah 33.726996 Watt dan menghasilkan daya keluaran sebesar 7,366Watt.

3. Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan efisiensi tertinggi pada pukul 15:45 yaitu 21,68898%, sedangkan efisiensi terendah pada pukul 11:30 yaitu 5,112068%. Efisiensi solar sel menurun akibat meningkatnya suhu solar sel. Rata-rata nilai efisiensi dari panel surya dengan luas penampang 0.3618 m² adalah sebesar 11,2247%.
4. Aki dengan kapasitas 7,2 Ah jika dalam kondisi penuh dapat digunakan untuk menghidupkan beban lampu sebesar 50 Watt selama 1 jam 22 menit 56 detik. Dengan solar sel berkapasitas 50 WP diperoleh lama pengisian aki yaitu 9,237 Jam, berdasarkan data percobaan selama 7,5 jam maka aki dapat menghidupkan beban lampu 50 Watt selama 1 jam 7 menit 20 detik.

B. Saran

1. Untuk kedepannya dalam pengukuran intensitas cahaya, tegangan panel surya, tegangan baterai, arus pengisian baterai, tegangan keluaran DC, dan tegangan AC inverter diharapkan menggunakan cahaya pengganti matahari untuk didalam ruangan.
2. Untuk kedepannya diharapkan mampu melakukan pengukuran beberapa hari dan melakukan penelitian malam hari ketika tidak mendapatkan cahaya matahari dan juga mendapatkan data pengukuran yang lebih banyak lagi seperti intensitas cahaya, tegangan panel surya, tegangan baterai, arus pengisian baterai, tegangan keluaran DC, dan tegangan AC inverter.
3. Untuk kedepannya diharapkan mampu melakukan penelitian dengan memperhitungkan sudut matahari ke solar panel dan suhu saat penelitian.

REFERENSI

- [1] Gevorkian, P. (2023). Renewable Energy Engineering. Yogyakarta: Andi.
- [2] Bhatt, S. (2022). Solar Energy Engineering. Bandung: Rosdakarya.
- [3] Hari Purwoto, B., Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif, E., Alimul, M. F., & Fahmi Huda, I. (n.d.). EFISIENSI PENGGUNAAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF.
- [4] Dunlop, J. (2022). Energi Terbarukan. Jakarta: Erlangga.
- [5] DGS. (2022). Solar Electric Systems. Calculation of Solar Array Area.
- [6] Hamad, A. (2021). Solar Energy Systems. IET.
- [7] Garg, H.P. (2022). Solar Energy: Fundamentals, Economic and Energy Analysis. McGraw Hill.
- [8] Duffy, J. (2020). Solar Energy System Design. CRC Press.
- [9] Pierce, J. Solar Energy Fundamentals. Springer Nature, 2021. p.201.