

Sistem Penerangan Lampu Jalan Menggunakan *Solar Cell*

Hermansyah Alam¹⁾, Ramayulis Nasution²⁾, Jamilah Husna³⁾
Rio Febrian⁴⁾, Jeriko Feety⁵⁾

^{1,2,3)}Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik UISU

^{4,5)}Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, UISU

Abstrak

Sumber energi matahari merupakan salah satu harapan utama sebagai sumber energi alam yang hampir dapat dikatakan tidak akan habis. Sehingga timbul permasalahan yaitu bagaimana memanfaatkan energi sinar matahari yang masuk ke bumi sebesar-besarnya untuk dipakai sebagai sumber energi alternatif, dan bagaimana cara untuk menghasilkan daya yang optimal dari solar sel tersebut. Dalam upaya pencarian sumber energi baru sebaiknya memenuhi syarat yaitu menghasilkan jumlah energi yang cukup besar, biaya ekonomis dan tidak berdampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu pencarian tersebut diarahkan pada pemanfaatan energi matahari baik secara langsung maupun tidak langsung dengan menggunakan panel sel surya yang dapat merubah energi matahari menjadi energi listrik yang dinamakan solar cell. Khususnya di Indonesia sangat perlu untuk dibangun penerangan lampu jalan raya menggunakan tegangan DC yang berasal dari accu yang dicas oleh sel surya, sumber tegangan PLN hanya akan digunakan sebagai cadangan. Disamping itu banyak jalan-jalan pedesaan yang masih susah terjangkau jaringan listrik. Dengan semakin berkurangnya sumber daya alam di dunia menyebabkan semakin mahalnya harga sumber daya alam yang banyak digunakan sebagai pembangkit energi listrik.

Kata Kunci: *Solar Cell, Energi, Matahari, Batere, Lampu Jalan*

I. PENDAHULUAN

Sumber energi konvensional yaitu bahan bakar yang berasal dari fosil seperti bahan bakar minyak akan mengalami penurunan drastis dimasa mendatang. Volume cadangan minyak dari hari ke hari semakin berkurang dalam waktu yang tidak terlalu lama. Hal ini terlihat dari pemakaian kebutuhan bahan bakar minyak yang semakin meningkat tajam pada bidang industri dan transportasi pada akhir-akhir ini. Apa yang terjadi bila persediaan cadangan minyak dunia sudah tidak dapat lagi mencukupi kebutuhan masyarakat. Suatu alternatif lain perlu dicari untuk mendapatkan sumber energi alam pengganti. Sumber energi matahari merupakan salah satu harapan utama sebagai sumber energi alam yang hampir dapat dikatakan tidak akan habis. Sehingga timbul permasalahan yaitu bagaimana memanfaatkan energi sinar matahari yang masuk ke bumi sebesar-besarnya untuk dipakai sebagai sumber energi alternatif, dan bagaimana cara untuk menghasilkan daya yang optimal dari solar sel tersebut.

Dalam upaya pencarian sumber energi baru sebaiknya memenuhi syarat yaitu menghasilkan jumlah energi yang cukup besar, biaya ekonomis dan tidak berdampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu pencarian tersebut diarahkan pada pemanfaatan energi matahari baik secara langsung maupun tidak langsung dengan menggunakan panel sel surya yang dapat merubah energi matahari menjadi energi listrik yang dinamakan solar cell.

Solar cell merupakan suatu panel yang terdiri dari beberapa sel dan beragam jenis. Penggunaan solar cell ini telah banyak digunakan di negara-negara berkembang dan negara maju dimana pemanfaatannya tidak hanya pada lingkup kecil tetapi sudah banyak digunakan untuk keperluan industri dan penerangan jalan umum sehingga energi matahari dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif tertentu.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Photovoltaic

Kata 'Photovoltaic' terdiri dari dua kata yaitu photo dan volta. Photo yang berarti cahaya (dari bahasa Yunani yaitu phos, photo: cahaya) dan (berasal dari nama seorang fisikawan Italia yang hidup antara tahun 1745-1827 yang bernama Alessandro Volta) yang berarti unit tegangan listrik. Dalam kata lain, arti Photovoltaic yaitu proses konversi cahaya matahari secara langsung untuk diubah menjadi listrik. Oleh karena itu Photovoltaic biasa disingkat dengan PV. Contoh Photovoltaic dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Photovoltaic

2.2 Solar Cell

Solar Cell dapat mengubah intensitas sinar matahari menjadi energi listrik. Solar Cell menghasilkan arus yang digunakan untuk mengisi baterai. Solar Cell terdiri dari photovoltaic yang menghasilkan listrik dari intensitas cahaya, saat intensitas cahaya berkurang (berawan, hujan, atau mendung) tegangan dan arus listrik yang dihasilkan juga akan berkurang. Dengan menambah solar cell (memperluas) berarti menambah konversi tenaga surya. Umumnya solar cell dengan ukuran tertentu memberikan hasil tertentu pula. Contoh solar cell pada umumnya bisa dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Solar Cell

Sel surya diproduksi dari bahan semikonduktor yaitu silikon yang berperan sebagai isolator pada temperatur rendah dan sebagai konduktor bila ada energi dan panas. Sebuah silikon sel surya adalah sebuah diode yang terbentuk dari 3 lapisan atas silikon tipe n (*silicon doping of "phosphorous"*), dan lapisan bawah silikon tipe p (*silicon doping of "boron"*).

Elektron-elektron bebas terbentuk dari milion photon atau benturan atom pada lapisan penghubung (*junction = 0.2-0.5 micron*) menyebabkan terjadinya aliran listrik.

2.3 Karakteristik Dari Solar Cell

Beberapa karakteristik penting Solar Cell terdiri dari tegangan open circuit (V_{oc}), arus hubung singkat (I_{sc}), efek perubahan intensitas cahaya matahari, efek perubahan temperatur pada Solar Cell, dan karakteristik tegangan – arus ($V - I$ characteristic) pada Solar Cell.

2.3.1 Tegangan Rangkaian Terbuka (Tegangan Open Circuit " V_{oc} ").

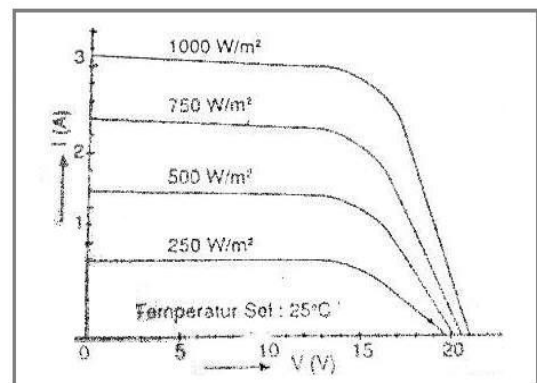
Tegangan rangkaian terbuka adalah tegangan yang dibaca pada saat arus tidak mengalir, atau dengan kata lain arusnya sama dengan nol. Cara mudah untuk mencapai tegangan rangkaian terbuka, yaitu dengan cara melepaskan kutub positif dan kutub negatif solar cell dari beban, kemudian diantara kedua kutub tersebut dipasang volt meter, maka akan terlihat nilai tegangan rangkaian terbuka pada solar cell.

2.3.2 Arus Hubung Singkat (Short Circuit " I_{sc} ")

Arus hubung singkat merupakan arus maksimal yang dapat dicapai oleh solar cell. Cara mudah untuk mencapai arus hubung singkat, yaitu dengan cara menghubungkan kutub positif dengan kutub negatif pada solar cell, dan kemudian dibaca dengan ampere-meter, maka akan terukur arus maksimum pada solar cell.

2.3.3 Efek Perubahan Intensitas Cahaya Matahari

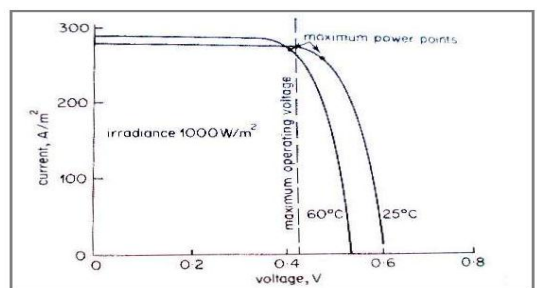
Apabila jumlah energi cahaya matahari yang diperoleh atau diterima sel surya berkurang atau intensitas cahayanya melemah, maka besar tegangan dan arus listrik yang dihasilkan juga akan menurun. Penurunan tegangan relatif lebih kecil dibandingkan penurunan arus listriknya. Gambar 3 di bawah ini memperlihatkan perubahan tegangan dan arus dari sel surya apabila intensitas cahaya matahari yang diperoleh berubah-ubah nilainya.



Gambar 3. Karakteristik Sel Surya Pada Temperature 25⁰ C

2.3.4 Efek Perubahan Temperatur pada Solar Cell

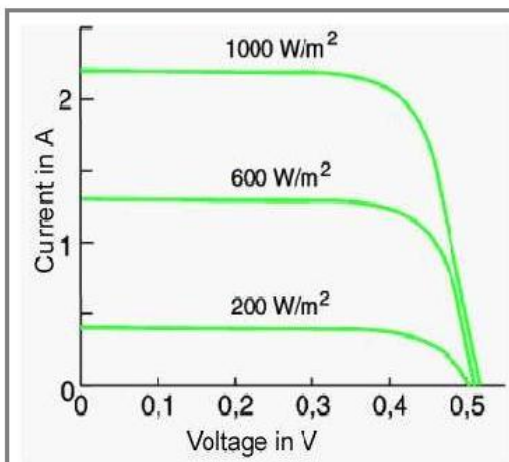
Sebaliknya dengan temperatur, makin besar temperatur sel surya, tegangan berkurang sekitar 0.0023 Volt / °C untuk teknologi crystalline silicon atau sekitar 0.0028 Volt / °C untuk teknologi film tipis (*thin film*). Daya listrik juga mengalami penurunan sampai 0.5% / °C untuk teknologi *crystalline silicon* atau sekitar 0.3% / °C untuk teknologi film tipis (*thin film*). Karakteristik perubahan temperatur pada sel surya diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Karakteristik Sel Surya Pada Beberapa Variasi Temperatur

2.3.5 Karakteristik Tegangan – Arus ($V - I$ characteristic) Pada Solar Cell

Penggunaan tegangan dari solar cell bergantung dari bahan semikonduktor yang dipakai. Jika menggunakan bahan silikon, maka tegangan yang dihasilkan dari setiap surya berkisar 0.5 V. Tegangan yang dihasilkan dari solar cell bergantung dari radiasi cahaya matahari. Untuk arus yang dihasilkan dari solar cell bergantung dari luminasi (kuat cahaya) matahari, seperti pada saat cuaca cerah atau mendung. Sebagai contohnya setiap 100 cm^2 sel silikon dapat meningkatkan intensitas arus maksimum berkisar 2 Ampere pada waktu intensitas radiasi matahari 1000 W/m^2 . Karakteristik tegangan – arus pada silikon solar cell diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Karakteristik Tegangan – Arus pada Silikon Solar Cell

Output dari solar cell yang berupa tegangan dan arus juga bergantung dari temperatur yang dihasilkan dari solar cell itu sendiri. Temperatur tinggi menyebabkan nilai arus hubung singkat meningkat, sedangkan nilai tegangan rangkaian terbuka menurun (tetapi penurunannya tidak signifikan). Besar dari arus hubung singkat juga dipengaruhi oleh beberapa faktor yang lain :

- Intensitas cahaya matahari yang mencapai solar cell.
- Jumlah sel surya yang ada di dalam sebuah PV modul.
- Luas area dari tiap sel surya.
- Tipe silikon yang digunakan.
- Efek rugi-rugi yang ada pada sistem, seperti dari kabel yang digunakan dan blocking diode.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Tempat penelitian ini adalah Desa Percut, Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang

3.2 Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

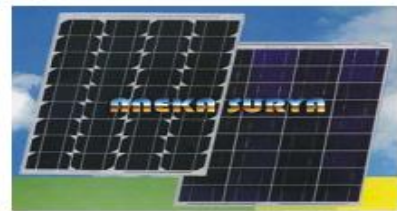
- Solar Cell
- Battery charger
- Lampu

3.3 Data Penelitian

Data yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

➤ Spesifikasi Solar cell

Dalam penggunaan PJU harus memakai solar cell dengan daya sebesar 80WP dan solar cell yang digunakan pada saat ini adalah dengan daya 50WP yang ditunjukkan Gambar 6.



Gambar 6. Solar Cell Dengan Daya 50WP.

➤ Spesifikasi solar cell 50 WP

- Daya Maksimum (Max Power) : 50 W
- Tegangan Maksimum (Voltage max) : 121 V
- Arus Maksimum (Current max) : 2,9 A
- Minimum Simpanan Daya Maksimum (Warranted Min P max) : 45 W
- Arus Hubung Singkat (Short circuit current) : 2.9 A
- Tegangan Rangkaian Terbuka (Open circuit Voltage) : 21,8 V

➤ Spesifikasi Lampu

Dalam penelitian ini lampu LED yang dipakai mempunyai daya sebesar 10 Watt dengan tegangan 12 Volt yang akan dipararel sebanyak 4x sehingga akan mendapatkan jumlah daya sebesar 40 Watt yang ditunjukkan Gambar 7 lampu LED 10 Watt.



Gambar 7. Lampu LED 10 Watt

Jika perlampu LED ini mempunyai lumen sebesar 300 lumen, maka pada penelitian ini akan mendapat 4x nilai lumen.

Dan penerangan lampu LED juga dipengaruhi oleh reflektor yang berfungsi memantulkan cahaya lampu tersebut, dengan begitu dengan adanya reflektor dapat mempengaruhi hasil lumen dari lampu.

IV. HASIL DAN ANALISA

4.1 Analisa Perangkat

Pada sistem ini “Penerangan Jalan Umum menggunakan solar cell”, prinsip kerjanya secara keseluruhan adalah pada saat energi matahari dipancarkan ke permukaan bumi, maka solar cell akan bekerja menangkap energi matahari yang dipancarkan tersebut. Komponen (*solar cell*) ini mengkonversikan energi cahaya matahari tersebut menjadi energi listrik. Dan energi listrik tersebut akan disimpan dalam aki, proses ini disebut dengan pengecasan.

Aki akan melakukan pengecasan selama adanya energi matahari terpancar yaitu kira-kira 12 jam, mulai dari jam 06.00 WIB sampai dengan jam 18.00 WIB.

Pada sore hari ada dua keadaan yaitu yang pertama pada saat energi cahaya matahari sudah habis atau kondisi sudah gelap sensor pada control akan mendeteksi “keadaan gelap”, maka lampu akan menyala. Sedangkan pada kondisi kedua pada saat tepat jam 18.00 WIB, maka lampu akan menyala.

Dengan menyalakan lampu maka aki secara otomatis tidak melakukan pengecasan lagi, accu akan mensuplai lampu untuk bisa menyala selama 12 jam yaitu sampai dengan jam 05.59 WIB tetapi pada alat yang diancang cadangan suplai tegangan untuk lampu dari PLN menggunakan AC-DC converter. Pada saat itu proses akan kembali pada keadaan semula yaitu pada saat jam 6.00 WIB accu akan melakukan pengisian kembali.

4.2 Solar Cell

Adapun tegangan solar cell yang diperoleh sebesar 17 volt sampai 22 volt DC dari pengamatan pukul 8.00 WIB - 17.30 WIB ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Tegangan Solar Cell 50WP

No	Jam (WIB)	Tegangan Output (Volt)
1	8.00	21
2	8.30	23
3	9.00	19
4	9.30	22
5	10.00	22
6	10.30	23
7	11.00	23
8	11.30	23
9	12.00	23
10	12.30	23
11	13.00	23
12	13.30	22
13	14.00	21
14	14.30	19
15	15.00	19
16	15.30	18
17	16.00	18
18	16.30	18
19	17.00	17
20	17.30	17

Dari data tersebut maka dapat dianalisa bahwa tegangan output pada solar cell ini berupa tegangan DC, dan tegangan output yang dihasilkan juga sangat stabil untuk dijadikan sebagai sumber pengisian baterai, tegangan yang dihasilkan antara 17 Volt sampai dengan 22 Volt.

4.3 Baterai Charger

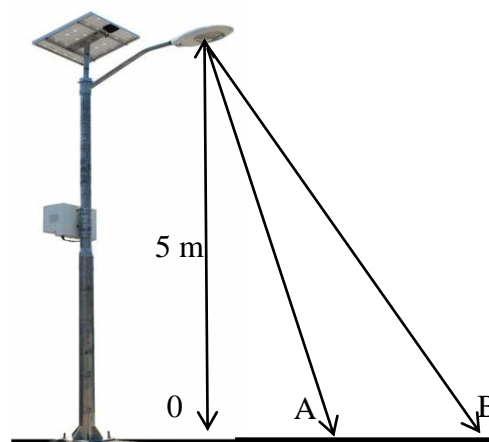
Battery Charger adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengisi battery dengan arus konstan hingga mencapai tegangan yang ditentukan. Bila level tegangan yang ditentukan itu telah tercapai, maka arus pengisian akan turun secara otomatis ke level yang aman tepatnya yang telah ditentukan dan menahan arus pengisian hingga menjadi lebih lambat sehingga indikator menyala menandakan battery telah terisi penuh. Data dari hasil baterai charge dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Tegangan Baterai Charge Dengan Solar Cell 50 WP

Jam	Tegangan Solar Cell (Volt)	Tegangan Batery Charger (Volt)	Tegangan Batery (Volt)	Arus (Amp)
8.00	17	14,3	9	0,65
8.15	18	14,3	10	0,6
8.30	18	14,3	10,5	1,20
9.30	18	14,3	11	1,21
9.45	18,5	14,3	11,3	1,14
10.30	18,5	14,3	11,3	1,32
11.00	18,5	14,3	11,5	0,65
11.30	18,7	14,3	11,5	0,65
13.30	18,8	14,3	11,8	0,67
14.30	18,5	14,3	11,8	0,63
15.00	18,0	14,3	11,6	0,64

4.4 Lampu LED (*Light Emitting Diode*)

Pengukuran lampu LED (4 lampu dengan daya 40 Watt) dengan reflector aluminium, alat pengukuran yang digunakan ialah lux meter dengan jarak ukur Pada Titik A = 1 m dan Pada Titik B = 4 m akan menghasilkan lux sebesar 600 lux dan 300 lux (lihat Tabel 3). Gambar 8. menunjukkan cara pengukuran intensitas cahaya.



Gambar 8. Pengukuran Intensitas Cahaya (lux)

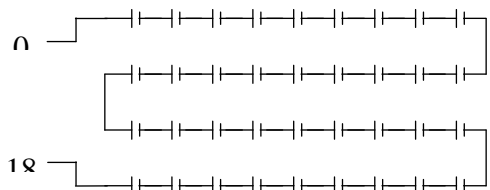
Tabel 3. Kuat penerangan intensitas cahaya dititik A dan B dengan Reflector Aluminium menggunakan lux meter

Titik	Intensitas Cahaya (Lux)
A	425
B	266

4.5 Perhitungan Daya Solar Cell

Dibandingkan dengan dioda biasa, solar cell atau fotodioda dengan permukaan luas ini dapat menghasilkan perangkat yang lebih sensitif terhadap cahaya yang masuk dan perangkat ini dapat menghasilkan tegangan listrik yang lebih besar. Untuk setiap sel surya, dia dapat menghasilkan tegangan 0,5 Volt dan dapat memasok listrik 0,3 Amper ketika terkena cahaya. Jadi sebuah panel surya 12 Volt terdiri dari kurang lebih 36 sel surya (untuk menghasilkan 18 Volt tegangan maksimum).

Sebuah sel surya memiliki keterbatasan untuk menyuplai daya, sehingga pada aplikasi, sel surya jarang digunakan secara individual. Sel-sel yang identik umumnya dikoneksi secara seri paralel untuk membuat sebuah modul. Alasan koneksi secara seri adalah maksimum tegangan yang dihasilkan sel surya hanya sekitar 0,5 Volt, oleh sebab itu, dibutuhkan 36 sel seri untuk menghasilkan modul dengan tegangan nominal 12 Volt, sedangkan arus tetap sama dalam susunan seri tersebut. Hubungan seri tersebut dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hubungan Seri Pada Modul Sel Surya

Dari Gambar 9 dapat disimpulkan bahwa : 1 sel surya mempunyai 0,5 Volt, untuk mendapatkan tegangan 18 Volt maka diperlukan sebanyak 36 sel surya yang diserikan.

$$\frac{18 \text{ V}}{0,5 \text{ V}} = 36 \text{ sel surya}$$

Tiap-tiap 1 sel surya mempunyai arus sebesar 0,3 Amper, untuk mendapatkan daya sebesar 50 Watt dan tegangan sebesar 18 Volt dibutuhkan solar sel yang diparalel, arus yang diperlukan adalah :

$$\frac{50 \text{ W}}{18 \text{ V}} = 2,7 \text{ A}$$

Sedangkan paralel dibutuhkan sebanyak :

$$\frac{2,7 \text{ A}}{0,3 \text{ A}} = 9 \text{ sel surya diparalelkan.}$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian sistem dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Pada daerah yang tidak ada jaringan listrik, solar cell lebih mempunyai keunggulan antara lain yaitu, faktor kemudahan, faktor efisien, faktor kemudahan pemasangannya. Solar cell sangat menitik beratkan pada energy matahari. Sehingga pada waktu musim hujan solar cell dalam penerimaan energinya kurang maksimal, dan hasilnya pun kurang maksimal.
2. Penggunaan modul solar cell dengan jenis polycrystalline, tegangan tetap dihasilkan, walaupun dalam keadaan mendung.
3. Penggunaan solar cell jenis polycrystalline sangat cocok digunakan untuk daerah-daerah dengan cuaca tidak menentu.
4. Dari sistem yang ada yaitu baterai charge yang bisa memutuskan sendiri arusnya jika baterai penuh dengan memakai ic1458 sebagai swith regulator tersebut dengan membandingkan keluaran tegangan pada rangkaian tersebut.

5.2 Saran

Dari pengalaman yang diperoleh selama penelitian ini, maka peneliti dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan Output tegangan maksimal pada solar cell , penempatan solar cell harus tidak terhalang oleh benda lain dari sinar matahari.
2. Untuk beban yang lebih besar, maka kapasitas dari solar cell dan baterai harus ditambah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. H. Rashid Muhammad. 1993. *Elektronika daya*. PT. Prenhallindo. Jakarta.
- [2]. Kurniawan Indra, Subagiyo Heri. 2003. *Piranti Elektronika I*. Pekanbaru; Politeknik Caltek Riau.
- [3]. M. Rif'an, Sholeh HP, Mahfudz Shidiq; Rudy Yuwono; Hadi Suyono dan Fitriani S. 2012, "Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya", *Jurnal EECCIS* Vol. 6, No. 1, Juni.
- [4]. Purnomo Heri, Jaenudin Jajang, Widya. 2003. *Elektronika Digital 2*. Pekanbaru; Politeknik Caltek Riau.
- [5]. Rashid, H.M. 1999, *Power Electronics Circuits, Devices, and Applications*, Prentice Hall, New Delhi

- [6]. Sri Widodo Thomas. 2002. *Elektronika Dasar Edisi Pertama*. Jakarta; Salemba Teknik.
- [7]. Solarex,1996, *Discover the Newest World Power,Frederick Court, Maryland, USA*.Wenas,W.W.,1996,Teknologi Sel Surya: Perkembangan dewasa ini dan yang akandatang, Majalah Elektro Indonesia, Edisike-4
- [8]. Sumarna. 2006. *Elektronika Digital*. Yogyakarta; Graha Ilmu
- [9]. Zuhail. 2004, *Prinsip Dasar Elektroteknik*, PT. Gramedia pustaka utama, Palmerah, Jakarta.
- [10]. https://id.wikipedia.org/wiki/Kristal_silikon
- [11]. https://en.wikipedia.org/wiki/Thin-film_solar_cell