

## **PELATIHAN PEMASANGAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER LISTRIK DI OBJEK WISATAN ALAM PUNTHUK NGEPOH BRAJAN**

Muhammad Suyanto<sup>1</sup>, Prastyono Eko Pambudi<sup>2</sup>, Syafrifudin<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.

Email: myanto@akprind.ac.id

### **ABSTRACT**

*For lovers of the outdoors and looking for tranquility, the Puthuk Ngepoh tourist attraction is located in Brajan Hamlet, Banjararum, Kalibawang Kulon Progo, which is in the Menoreh Hills. The location is 45 km from downtown Jogjakarta. Managed by a tourism awareness group (POKDARWIS), it can be a choice of destination to fill the weekend. One of the existing problems, is the constraint on electricity which is more economical. Therefore, the authors seek to Install Solar Panels (PLTS), as an alternative source of electricity by utilizing sunlight as a producer of electrical energy, which is environmentally friendly. This is expected to be a solution for the burden of lighting at tourist sites. Batteries are one option to store electrical energy, from solar panels. In observations, the battery is charged by solar panels that generate voltage by converting solar energy into electrical energy. The voltage generated from the solar panels ranges from 14.8 to 17.5 volts DC. The solar panels used are of the type Polycrystalline (Poly-crystalline) with a power of 100wp. The measurement results show that the solar panel current and voltage are  $\pm 17V$ , the distribution to the battery is regulated by the solar charger controller (SCC), an average of 13.5V. Change the DC to AC voltage using an inverter. This shows that after the battery is charged for 2-3 hours, it can operate for 3 hours with an inverter output voltage of 220-176volt AC. Voltage and current will start to increase at 07.00 WIB, maximum at 10.00-13.00 WIB, starting to decrease until the afternoon.*

**Keywords:** *battery, inverter, solar panels, solar radiation*

### **ABSTRAK**

Bagi pencinta alam terbuka dan mencari ketenangan, objek wisata Puthuk Ngepoh berada di Dusun Brajan, Banjararum, Kalibawang Kulon Progo, yang berada di Perbukitan Menoreh. Lokasinya 45 km dari pusat Kota Jogjakarta. Dikelola oleh kelompok sadar wisata (POKDARWIS), bisa menjadi pilihan tujuan mengisi akhir pekan. Salah satu permasalahan yang ada, adalah kendala pada kelistrikan yang lebih ekonomis. Oleh karena itu penulis mengupayakan Pemasangan Panel Surya(PLTS), sebagai sumber listrik alternative dengan memanfaatkan sinar matahari sebagai penghasil energi listrik, yang ramah lingkungan. Hal ini diharapkan dapat menjadi solusi untuk beban lampu penerangan di lokasi wisata. Baterai salah satu pilihan menyimpan energi listrik, dari panel surya. Dalam pengamatan, baterai diisi oleh panel surya yang menghasilkan tegangan dengan cara mengkonversikan energi matahari

menjadi energi listrik. Tegangan yang dihasilkan dari panel surya berkisar 14,8-17,5volt DC. Panel Surya yang digunakan dari jenis Polikristal (*Poly-crystalline*) daya 100wp. Hasil pengukuran memperlihatkan bahwa, arus dan tegangan panel surya  $\pm 17V$ , pendistribusian ke baterai diatur oleh solar charger controller (SCC), rata-rata 13,5V. Perubahan tegangan DC to AC digunakan Inverter. Hal ini memperlihatkan bahwa setelah baterai terisi selama 2-3 jam, mampu beroperasi selama 3 jam dengan tegangan output inverter 220-176volt AC. Tegangan dan arus akan mulai meningkat pukul 07.00 WIB, maksimum pada pukul 10.00-13.00 WIB, mulai turun hingga sore hari.

**Kata kunci:** baterai, inverter, panel surya, radiasi sinar matahari

## PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi yang terus meningkat dan semakin menipisnya cadangan minyak bumi memaksa manusia untuk mencari sumber-sumber energi alternatif. Negara-negara maju juga telah bersaing dan berlomba membuat terobosan-terobosan baru untuk mencari dan menggali serta menciptakan teknologi baru yang dapat menggantikan minyak bumi sebagai sumber energi. Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam terutama sinar matahari. Energi matahari dapat menghasilkan daya hingga 156.486 MW, jumlah energi yang cukup besar dibandingkan dengan sumber energi yang terbaharukan lainnya. Hal itu bisa dimanfaatkan untuk sumber daya listrik yang ramah lingkungan. Sinar matahari yang menyinari bumi dapat dirubah menjadi energi listrik menggunakan *solar cell* atau *photovoltaic* (PV) atau biasa disebut dengan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Secara sederhana sel surya terdiri dari sambungan bahan semikonduktor bertipe p dan n (*p-n junction semiconductor*) yang jika tertimpa sinar matahari akan terjadi aliran elektron, aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik. Sel surya merupakan suatu elemen aktif yang mengubah radiasi sinar matahari menjadi energi listrik, yang tidak terbatas, dan ramah lingkungan, (Reynaud, R. Clerc, P. Lechêne, et al, 2015).

Prinsip dasar pembuatan sel surya adalah memanfaatkan efek *fotovoltaik*, yaitu suatu efek yang dapat mengubah langsung sinar matahari menjadi energi listrik. Apabila sebuah logam dikenai suatu cahaya dalam bentuk foton dengan frekuensi tertentu, maka energi kinetik dari foton akan menembak ke atom-atom logam tersebut, maka atom logam yang irridiasi akan melepaskan elektron-elektronnya. Elektron-elektron bebas inilah yang mengalirkan arus dengan jumlah tertentu,(Bas B. Van Aken, et al., (2014).

Solar cell konvensional bekerja menggunakan prinsip p-n junction, yaitu *junction* antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Semikonduktor tipe-n mempunyai kelebihan elektron (muatan negatif) sedangkan tipe-p mempunyai kelebihan hole (muatan positif) dalam struktur atomnya. Prinsip kerja dari solar cell adalah dengan memanfaatkan efek *photovoltaic* (PV, *photo* = cahaya dan *voltaiic* = listrik) dalam bentuk sel surya atau *solar cell* yang terbuat dari silikon berkrystal tunggal. Cahaya matahari yang membawa energi akan diterima sel dan diserap ke dalam semi konduktor sehingga mempengaruhi elektron yang ada di dalamnya

Indonesia terletak di garis katulistiwa, sehingga Indonesia mempunyai sumber energi surya yang berlimpah dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sekitar 4.8 kWh/m<sup>2</sup> per hari di seluruh wilayah Indonesia. Dengan berlimpahnya sumber energi surya yang belum dimanfaatkan secara optimal, sedangkan di sisi lain ada sebagian wilayah Indonesia yang belum teraliri listrik karena tidak dapat terjangkau oleh jaringan listrik PLN, sehingga Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan sistemnya yang modular dan mudah dipindahkan merupakan salah satu solusi yang dapat dipertimbangkan sebagai salah satu pembangkit listrik alternative. (M. Suyanto., 2016).

Berdasarkan SNI 8395:2017, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) fotovoltaik adalah sistem pembangkit listrik yang energinya bersumber dari radiasi matahari melalui konversi sel fotovoltaik. *Off- grid* adalah sistem kelistrikan yang tidak terhubung dengan jaringan listrik umum. Jadi dapat diartikan bahwa Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik *off grid* adalah pembangkitan tenaga listrik yang energinya bersumber dari radiasi matahari melalui konversi sel fotovoltaik.

Tenaga surya yang diserap bumi adalah sebanyak 120.000 TeraWatt. Pada prinsipnya tenaga surya sebagai pembangkit listrik dengan dua cara:

1. Produksi uap dengan ladang cermin yang digunakan untuk menggerakkan turbin.  
(Pembangkit listrik tenaga surya berskala besar)
2. Mengubah sinar matahari menjadi energi listrik menggunakan *photovoltaic*.  
(Pembangkit listrik tenaga surya berskala kecil).

## **Karakteristik Sel Surya**

Karakteristik dari sel surya dapat diperoleh berdasarkan tiga parameter yaitu rangkaian tegangan terbuka ( $V_{oc}$ ), arus hubung singkat ( $I_{sc}$ ) dan factor isi ( $F_f$ ). Besarnya factor isi dapat diketahui dari persamaan 1. ( N. Lorriere, N. Betrancourt, M. Pasquinelli, G. Chabriel, J. Barrere, et al., (2020).

$$F_f = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}} \quad (1)$$

dimana:

$F_f$  = Faktor isi

$I_{mp}$  = Arus maksimum (Ampere )

$V_{mp}$  = Tegangan maksimum (Volt)

$I_{sc}$  = Arus hubung singkat (Ampere)

$V_{oc}$  = Tegangan hubung terbuka (Volt)

Parameter radiasi dan pengaruh suhu sekitar, terjadi output daya maksimum ( $P_{MPP}$ ), besaran tegangan ( $V_{MP}$ ) ketika  $P_{MPP}$  dan arus ( $I_{MP}$ ) ketika  $P_{MPP}$  tercapai dari panel surya. Begitu pula pada Panel surya tak berbeban, dapat ditemukan suatu arus hubung singkat ( $I_{sc}$ ) dari suatu titik karakteristik sel surya. Bila diberikan beban yang besar, maka tidak ada arus yang melewati, kondisi ini sama dengan memutus penghubung pada amperemeter dan hasil penunjukan voltmeter merupakan tegangan tanpa beban ( $V_{oc}$ ).



Gambar 1. Jenis-jenis Panel Surya di Pasaran.

Pada keadaan tanpa penyinaran kondisi sel surya seperti dioda penyearah, dan bila mendapat penyinaran akan mengalir arus yang berlawanan dengan arah arus pada dioda. Gambar 1 memperlihatkan jenis jenis panel surya, yang dapat menghasilkan tegangan dan arus dari sel surya pada kondisi penyinaran, (C. Tjengdrawira, M.W.P.E. Lamers, I.J. Bennett, P.C. de Jong., **2010**)

Efisiensi konversi adalah perbandingan antara daya yang dapat diperoleh sebuah sel surya dengan daya yang diterima dari matahari. Kepadatan daya cahaya matahari yang mencapai bagian luar atmosfer bumi sekitar  $136 \text{ m.W/cm}^2$  tetapi setelah melewati atmosfer sebagian dihamburkan, sedangkan kepadatan daya matahari yang sampai di permukaan bumi pada siang hari yang cerah sekitar  $100 \text{ m.W/cm}^2$ .

Persamaan untuk efisiensi konversi dirumuskan sebagaimana persamaan 2:

$$\eta = \frac{V \cdot I}{P \cdot A} \quad \% \quad (2)$$

dimana:

$\eta$  = efisiensi tegangan

V = tegangan yang dibangkitkan

I = arus sel surya

P = rapat daya yang mengenai sel

A = luas penampang solar sel

**Pembangkit Tenaga surya (PLTS), dapat diaplikasikan sebagai antara lain :**

1. Tenaga surya untuk [penerangan di rumah.](#)
2. Tenaga surya untuk [penerangan lampu jalan \(PJU\)](#)
3. Tenaga surya untuk [penerangan lampu taman](#)
4. Tenaga surya sebagai sumber listrik untuk kamera CCTV.
5. Tenaga surya sebagai sumber listrik untuk instalasi wireless (WIFI), radio pemancar, perangkat komunikasi dan lain-lain

Keuntungan Panel Surya **sebagai** PLTS adalah :

1. Mampu menyuplai listrik untuk lokasi yang belum dijangkau jaringan listrik PLN sehingga dapat digunakan untuk daerah yang terpencil.
2. Listrik surya merupakan solusi yang cepat, karena proses instalasi yang relatif cepat untuk menghasilkan listrik penerangan dan lain-lain
3. Tenaga Surya merupakan energi yang sangat bersih, karena sifatnya secara fisika dapat Mengabsorpsi UV radiasi (dari sinar matahari), tidak menghasilkan emisi sedikitpun, tidak menimbulkan suara berisik dan tidak memerlukan bahan bakar.
4. Sel surya adalah bahan semikonduktor dimana radiasi surya langsung diubah menjadi energi listrik. Material yang sering digunakan untuk membuat sel surya adalah silikon kristal. Prinsip kerja panel surya adalah jika cahaya matahari mengenai panel surya, maka elektron – elektron yang ada pada sel surya akan bergerak dari N ke P, sehingga pada terminal keluaran dari panel surya akan menghasilkan energi listrik, (Matthew O. Reese, Ashley R. Marshall and Garry Rumbles., 2017),

## METODE

Pelaksanaan kegiatan pengabdian pada masyarakat yang dilaksanakan dalam dusun Brajan Puthuk Pongoh Kalibawang Kulon Progo, bentuk penyampaian materi, dan pelatihan pemasangan panel surya kapasitas rendah sebagai kelengkapan di lokasi wisata alam yang dilaksanakan dalam beberapa tahapan kegiatan seperti partisipasi mitra dalam pelaksanaan kegiatan ini ditunjukkan melalui:

1. Keterlibatan dan partisipasi aktif dimulai sejak pelaksanaan kegiatan, persiapan tempat, observasi hingga sosialisasi kegiatan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pertemuan dengan masyarakat dalam penyampaian materi

2. Keterlibatan dan partisipasi aktif selama kegiatan pelatihan terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peran aktif dari masyarakat di Lokasi Wisata Puthuk pongoh Brajan Kalibawang Kulon Progo dalam tanya jawab, materi yang telah disajikan

### Sasaran Kegiatan

Sasaran kegiatan ini adalah kepada, Masyarakat di objek wisata Puthuk Ngepoh berada di Dusun Brajan, Banjararum, Kalibawang Kulon Progo Jogjakarta.

1. Peningkatan Pengetahuan Masyarakat, masalah teknologi baru terbarukan yang berkaitan dengan panel surya (PLTS), di Lokasi Puthuk pongoh Brajan Kalibawang Kulon Progo
2. Menambah wawasan dalam penggunaan teknologi panel surya sebagai sumber listrik di daerah wisata puthuk kalibawang kulon progo. Besarnya energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya berbeda-beda tergantung jumlah sel surya yang dikombinasikan.

Agar mendapatkan hasil energi tenaga surya yang baik dalam merancang sistem PLTS, menentukan posisi penyangga dengan kemiringan sedemikian rupa supaya mendapatkan intensitas cahaya energi tenaga surya dengan baik. (M.Suyanto.,2014). Jumlah dudukan panel surya dibuat sebanyak 2 x 50 wp persegi agar mendapatkan daya 100 Wp, diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Penyangga Panel Surya

Pada bagian sambungan dengan tiang penyangganya dudukan persegi panelnya tidak di sambung permanen tetapi di desain sehingga dapat di gerakkan secara manual sehingga memudahkan untun mencari intensitas cahaya yang baik. Sebaiknya penyangga panel surya diletakkan sekitar 4 meter dari tanah. Setelah merancang tiang untuk menyangga panel surya, maka kemudian langsung dilakukan *mounting* panel surya pada tiang penyangga yang telah jadi seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Mounting Panel Surya

Fungsi dari *solar charger controller* (SCC) adalah untuk meregulasi tegangan keluaran dari panel surya dan mengatur arus yang masuk ke baterai secara otomatis. selain itu *SCC* berfungsi untuk memutuskan aliran arus dari batere ke beban bila terjadi hubung singkat ataupun beban yang berlebihan, hal tersebut sebagaimana diperlihatkan secara

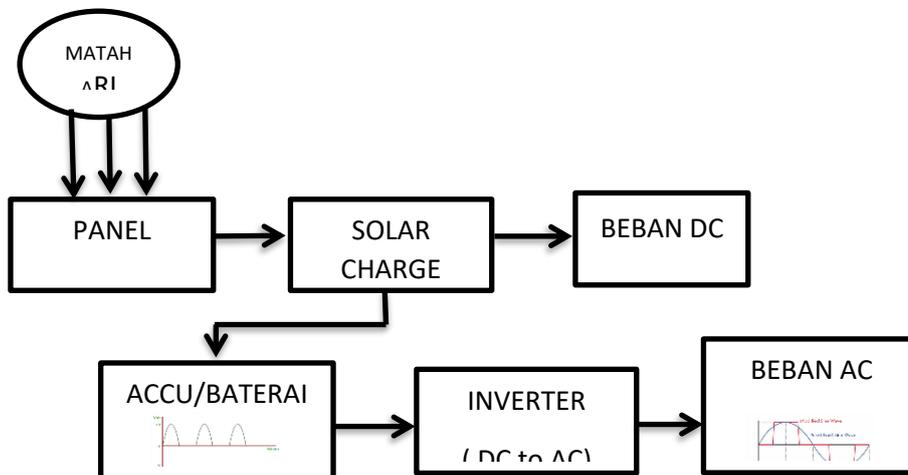
visual pada Gambar 6, (M. Suyanto., 2014). Apabila solar charge controller tidak memiliki sensor temperatur baterai, maka tegangan charging perlu diatur, disesuaikan dengan temperatur lingkungan dan jenis baterai.



Gambar 6. Contoh Solar Charger Controller

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Panel Surya sebenarnya dapat langsung digunakan tanpa diberi rangkaian *solar charger controller* ataupun baterai, tetapi ini tidak dilakukan karena dapat membebani kinerja dari panel (akibat adanya beban yang berlebihan) sehingga akan terjadi kerusakan yang fatal pada panel surya seperti diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian Kerja PLTS

Selain itu *solar charger controller* ini juga berfungsi untuk mengamankan dari terjadinya kelebihan beban dari panel surya sehingga panel surya tidak cepat rusak.

Jika kita menginginkan hasil keluaran listrik dari PLTS ini berupa listrik arus bolak-balik (AC) maka PLTS yang sudah dapat mengeluarkan listrik arus searah (DC) ini

harus dihubungkan ke sebuah rangkaian elektronik/modul elektronik yang bernama *Inverter DC-AC*.

Tabel 1. Pengambilan Data Pengukuran Arus Dan Tegangan Pada Panel Surya

Waktu Pengamatan	Output Panel Surya		Output Charger Controller	
	V	I	V	I
	(volt)	(ampere)	(volt)	(ampere)
6:00	16,2	1	13,8	1
7:00	17	3.5	13,5	3.5
8:00	17,2	4	13,5	4
9:00	17,2	4	13,5	4
10:00	17	3.5	13,7	3.5
11:00	17,2	4.5	13,7	4.5
12:00	17,2	4.5	13,7	4.5
13:00	17,3	5	13,5	5
14:00	17	3.5	13,5	3.5
15:00	16,9	3	13,5	3
16:00	16,4	1	13,5	1
17:00	15,8	0.5	13,5	0.5

Hasil pemantauan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa baterai yang terisi penuh dari panel surya kemudian diberikan pembebanan sebesar 100 watt kontinyu, maka hanya dalam pemakaian selama 3 jam sudah menunjukkan penurunan tegangan inverter sebesar 20%.

## PEMBAHASAN

Dari data pengujian PLTS Tabel 1, dapat dilihat bahwa tegangan keluaran dari panel surya sekitar 15,8V-17,3V. Namun tegangan keluaran dari *solar charger controller* lebih stabil yaitu rata rata sebesar 13,5 V. Keadaan ini sama setiap jamnya, ini terjadi karena didalam solar charger controller terdapat rangkaian pengatur tegangan dan arus oleh karena itu pengisian baterai pada setiap jamnya akan selalu stabil sehingga pengisian yang berlebihan (*over charging*) tidak akan terjadi.

Proses pengisian baterai yang sumber energi dari panel surya, sangat tergantung pada kondisi tingkat kecerahan, radiasi sinar matahari dan cuaca, maka tegangan dan arus output rata rata dari Ttabel 1, pengamatan pukul 7.00-17.00 WIB sebesar 16,7V/1,5A. Sebaliknya, jika cuaca mendung atau panel surya kurang mendapatkan sinar matahari, maka tegangan dan arus yang didapat selama proses pengisian baterai akan menurun.

Jika tegangan pada baterai sudah mencapai tegangan maksimum, yaitu sebesar 13,7 V, maka secara otomatis arus yang mengalir ke baterai akan berhenti karena dilengkapi dngan peralatan pengaman berupa (*over charging*). Pengisian paling baik yaitu

diperlihatkan pada Tabel 1, terlihat bahwa jam 13.00WIB dengan tegangan dan arus output solar charger controller mencapai titik tertinggi yaitu 13,5V/5A.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan uji coba pengambilan data serta analisis keseluruhan yang telah dilaksanakan, dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

1. Untuk merubah tegangan 12 volt DC dari accu/ baterai menjadi tegangan 220 volt AC dengan menggunakan peralatan inverter kapasitas 1000 watt.
2. Pada distribusi arus dan tegangan dari sumber panel surya rata-rata sebesar 16,7V, tetapi pendistribusiannya untuk mengisi baterai sangat stabil rata-rata 13,5V karena semua distribusi pengisian diatur oleh *solar charger controller (SCC)*.
3. Dari hasil pengamatan waktu yang paling efektif untuk melakukan pengisian baterai pagi hari pada pukul 07.00 – 13.00 WIB. Sedangkan arus maksimal diperoleh pada pukul 10.00-13.00 WIB.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada masyarakat Pedukuhan Brajan Puthuk Kalibawang Kulon Progo Jogjakarta dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Institut Sains & Teknologi AKPRIND Jogjakarta, yang telah memberikan bantuan fasilitas serta dana untuk kegiatan pengabdian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. C. Reynaud, R. Clerc, P. Lechêne, M. Hébert, A. Cazier, and A. Arias.,(2019),“Evaluation of indoor photovoltaic power production under directional and diffuse lighting conditions,” *Solar Energy Materials and Solar Cells*, vol. 200, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0927024819303393>, <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2019.110010>.
2. Bas B. Van Aken , et al., (2014), Cost, Efficiency and Material Optimisation of Back-contact Cell and Module Design, 4th International Conference on Silicon Photovoltaics, Silicon PV 2014, Article in Energy Procedia · March 2014. [https://www.researchgate.net/publication/267574151\\_Cost\\_Efficiency\\_and\\_Material](https://www.researchgate.net/publication/267574151_Cost_Efficiency_and_Material) , DOI: 10.1016/j.egypro.2014.08.108.

3. M. Suyanto., (2016), Kemampuan Daya Keluaran Inverter 1000 Watt pada Panel Surya sebagai Penggerak Pompa Air 1 Fasa, Prosiding Seminar Nasional Masif II Tahun 2016, ISBN 978-602-74268-1-8 FPMIPATI, Universitas PGRI Semarang.  
<http://prosiding.upgris.ac.id/index.php/masif/m2016/paper/view/1190/1152>
4. N. Lorriere, N. Betrancourt, M. Pasquinelli, G. Chabriel, J. Barrere, et al., (2020). Photovoltaic Solar Cells for Outdoor LiFi Communications. Journal of Lightwave Technology, Institute of Electrical and Electron-ics Engineers (IEEE)/Optical Society of America(OSA), pp.1-1.
5. C. Tjengdrawira, M.W.P.E. Lamers, I.J. Bennett, P.C. de Jong., (2010) World First 17% Efficient Multi-Crystalline Silicon Module, Presented at the 35th IEEE Photovoltaic Specialist Conference, June 20-25, 2010, Honolulu, Hawaii.  
<https://ieeexplore.ieee.org/document/5616769>.
6. Matthew O. Reese, Ashley R. Marshall and Garry Rumbles., (2017), CHAPTER 1:Reliably Measuring the Performance of Emerging Photovoltaic Solar Cells , in *Nanostructured Materials for Type III Photovoltaics*, 2017, pp. 1-32 DOI: [10.1039/9781782626749-00001](https://doi.org/10.1039/9781782626749-00001),eISBN: 978-1-78262-674-9.
7. M. Suyanto.,(2014), Pemanfaatan Solar Cell Sebagai Pembangkit Listrik Terbarukan, Jurnal TEKNIK, Volume 27 Nomor 3, , Jakarta Oktober, hal 135-188.