

## Evaluasi Sudut Kemiringan Terhadap Pengaruh Irradiance Pada Array Photovoltaic Jenis Monocrystalline

Samsurizal<sup>1</sup>, Christiono<sup>2</sup>, Andi Makkulau<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Sekolah Tinggi Teknik – PLN, Jakarta Barat, DKI Jakarta

### Informasi Artikel

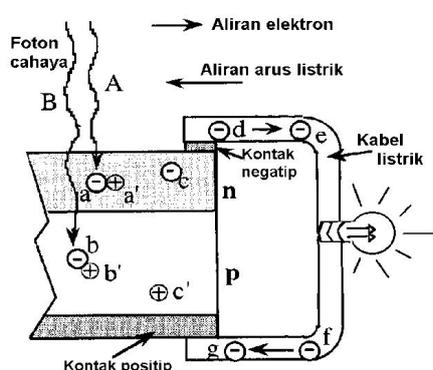
Naskah Diterima : 1 Mei 2019

Direvisi : 11 Mei 2019

Disetujui : 1 Juni 2019

\*Korespondensi Penulis :  
samsurizal@sttpln.co.id

### Graphical abstract



### Abstract

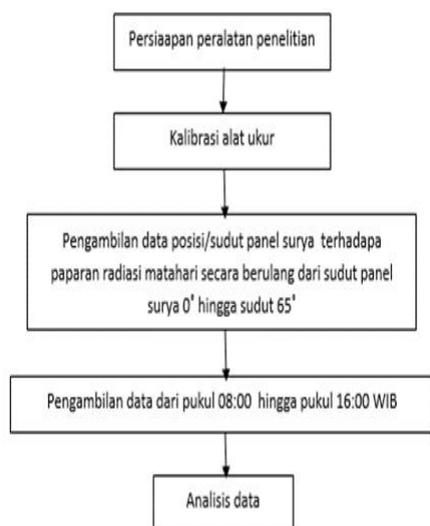
Solar cell panel technology is an alternative renewable energy source that utilizes energy from solar radiation to produce electrical energy, where one aspect that must be fulfilled is the determination of the placement location and the determination of the slope angle of the solar cell panel itself. The slope angle of the solar cell panel has a major influence on sun radiation exposure and where in each region the optimum radiation exposure of angle varies. At STT-PLN a solar power plant with a different slope angle has been installed. So it is necessary to evaluate the slope angle of irradiance in Monocrystalline Type Photovoltaic Array, to observe the optimum angle of exposure to sunlight radiation field observations were carried out by taking several parameters which is angles varying from  $0^{\circ}$  to  $65^{\circ}$  with a gap per  $5^{\circ}$ , the value of the amount of radiation exposure, and the value current. Where the results of this observation found that the optimum angle in the STT-PLN environment from  $0^{\circ}$  to  $65^{\circ}$  is  $25^{\circ}$  angle with an average radiation exposure of  $517 \text{ W} / \text{M}^2$  and the average current produced is  $1.58 \text{ A}$ .

**Keywords:** Solar Power Plant, Slope Angle, Irradiance, Solar Cell Panel

### Abstrak

Teknologi panel sel surya merupakan salah satu alternatif sumber energi terbarukan yang memanfaatkan energi dari radiasi sinar matahari untuk menghasilkan energi listrik, dimana salah satu aspek yang harus dipenuhi ialah penentuan lokasi penempatan dan penentuan sudut kemiringan dari panel sel surya itu sendiri. Sudut kemiringan pada panel sel surya memiliki pengaruh besar terhadap paparan radiasi sinar matahari dan dimana disetiap wilayah memiliki sudut paparan radiasi yang optimum berbeda-beda. Di STT-PLN telah terpasang pembangkit listrik tenaga surya dengan sudut kemiringan yang berbeda. Sehingga perlu dilakukan evaluasi sudut kemiringan terhadap irradiance Pada Array Photovoltaic Jenis Monocrystalline, untuk mengetahui sudut optimum terhadap paparan radiasi sinar matahari dilakukannya observasi lapangan dengan mengambil beberapa parameter yakni, sudut bervariasi dari  $0^{\circ}$  hingga  $65^{\circ}$  dengan gap per  $5^{\circ}$ , nilai besaran paparan radiasi, dan nilai arus. Dimana hasil dari observasi didapati sudut optimum dilingkungan STT-PLN dari  $0^{\circ}$  hingga  $65^{\circ}$  yakni sudut  $25^{\circ}$  dengan rata-rata paparan radiasi  $517 \text{ W/M}^2$  dan rata-rata arus yang dihasilkan sebesar  $1.58 \text{ A}$ .

**Kata kunci:** PLTS, Sudut Kemiringan, Irradiance, Panel Sel Surya.



© 2019 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved

## 1. PENDAHULUAN

Di Indonesia tipe sel surya yang banyak digunakan adalah tipe monokristalin dan polikristalin silicon, sedangkan jenis thin-film (lapisan tipis) masih sedikit pemanfaatannya. Ada beberapa parameter lingkungan yang dapat mempengaruhi kinerja dari sel surya, diantaranya, perubahan temperatur, intensitas radiasi matahari, tertutupnya sebagian permukaan sel surya (bayangan).

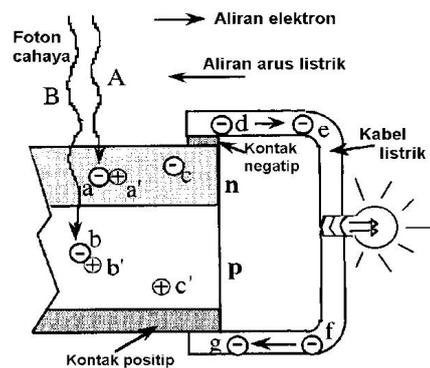
Dalam Jurnal yang berjudul *Detecting harmful overcurrents in PV arrays at shadow condition through binary coding methode* yang diterbitkan pada *Power Electronics and Drive Ssystems Technology* (PEDSTC, 2012) terdapat pengaruh bayangan pada PV arrays sehingga mempengaruhi output dari sistem sehingga untuk mendeteksi efek tersebut digunakan metode *bineary*.

Dalam jurnal dengan judul “Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Panel sel surya Terhadap Radiasi Matahari Yang Di Terima Oleh Panel sel surya Tipe Larik Tetap” oleh pangestuningtyas D.L dkk (2013), diperoleh sudut azimut yang paling tepat di kota semarang adalah 180° dan dihadapkan kearah utara, sudut kemiringan panel bervariasi dari 1° hingga 34° dan pada saat bulan kemarau sudut terbaik adalah 24°.

Pada penelitian sebelumnya yaitu pengaruh bayangan pada modul surya Monocrystalline pada array photovoltaic dalam satu sistem PLTS didapatkan hasil bahwa semakin banyak bagian yang tertutup oleh bayangan langsung, maka semakin menurun kinerja PLTS tersebut. Didapatkan pula pengaruh irradiance pada percobaan tersebut, sehingga peneliti pada penelitian kali ini meneruskan penelitian sebelumnya dengan tema “Evaluasi Sudut Kemiringan Terhadap Pengaruh Irradiance Terbaik Terhadap Kinerja PLTS” sehingga dapat memberikan informasi tambahan mengenai penggunaan bahan ajar Sumber daya energi.

### Photovoltaic

Photovoltaic adalah suatu alat (divais) yang mampu merubah energi foton cahaya menjadi energi listrik secara langsung. Gambar .1 menunjukkan proses yang disederhanakan dari pembangkitan listrik di dalam sel surya. Sebuah lampu dihubungkan dengan rangkaian luar yang menghubungkan kontak positif dan negative sel. Foton-foton cahaya yang mempunyai energi berbeda-beda masuk melalui lapisan atas (bahan semikonduktor tipe-n) menuju bahan semikonduktor tipe-p yang lebih tebal pada kedalaman yang berbeda dari permukaan sel.



Gambar 1. Proses Pembangkitan arus listrik pada sel surya

### Jenis Photovoltaic Kristalin

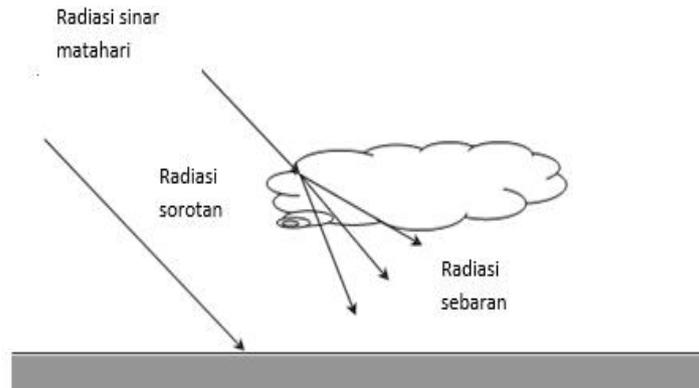
Yang pertama adalah tipe wafer silikon kristal tunggal (c-Si). Wafer Si ini dibuat dengan cara irisan tipis dari batang silikon kristal tunggal (silikon ingot dengan tingkat kemurnian tinggi) untuk menghasilkan wafer. Teknologi ini dalam perkembangannya mampu menghasilkan efisiensi yang sangat tinggi pada kisaran 16% - 19%. Namun masalah terbesar yang dihadapi dalam pengembangan c-Si untuk dapat diproduksi secara komersial adalah harga yang sangat tinggi sehingga membuat modul surya yang dihasilkan menjadi kurang efisien sebagai sumber energi alternatif. Sebagian besar c-Si digunakan untuk menghasilkan devais semikonduktor untuk pemakaian perangkat elektronik dan komputer.

Pada penelitian ini, akan diteliti pengaruh irradiance pada PLTS dengan melakukan pengukuran dan dapat melihat hasil dari pengaruh irradiance tersebut sehingga kita dapat mengetahui sudut kemiringan yang efisien terhadap pengaruh irradiance terbaik untuk PV.

Percobaan yang dilakukan dengan mengukur tingkat kenaikan irradiance dan penurunan irradiance yang disebabkan pergerakan matahari dari sudut kemiringan yang berbeda, mulai dari terbit hingga terbenam yang berpengaruh terhadap kinerja PV.

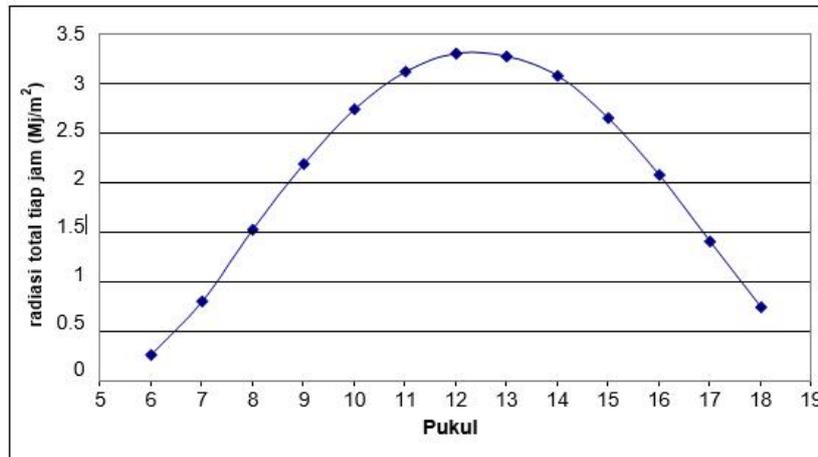
### Radiasi Harian Matahari pada Permukaan Bumi

Radiasi matahari yang tersedia di luar atmosfer bumi atau sering disebut konstanta radiasi matahari sebesar  $1353 \text{ W/m}^2$  dikurangi intensitasnya oleh penyerapan dan pemantulan oleh atmosfer sebelum mencapai permukaan bumi. Ozon di atmosfer menyerap radiasi dengan panjang-gelombang pendek (ultraviolet) sedangkan karbon dioksida dan uap air menyerap sebagian radiasi dengan panjang-gelombang yang lebih panjang (inframerah). Selain pengurangan radiasi bumi yang langsung atau sorotan oleh penyerapan tersebut, masih ada radiasi yang dipencarkan oleh molekul-molekul gas, debu, dan uap air dalam atmosfer sebelum mencapai bumi yang disebut sebagai radiasi sebaran seperti terlihat pada gambar 2 (Jansen, 1995).



Gambar 2 Radiasi sorotan dan radiasi sebaran yang mengenai permukaan bumi

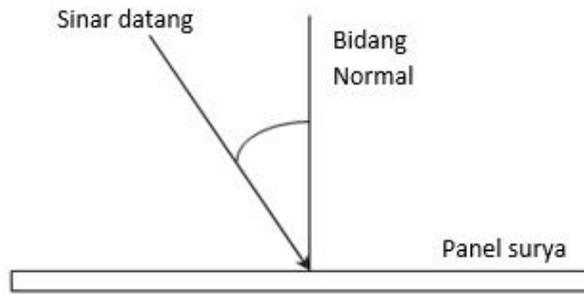
Dengan adanya faktor-faktor diatas menyebabkan radiasi yang diterima permukaan bumi memiliki intensitas yang berbeda-beda setiap saat. Besarnya radiasi harian yang diterima permukaan bumi ditunjukkan pada grafik gambar 2.6. Pada waktu pagi dan sore radiasi yang sampai permukaan bumi intensitasnya kecil. Hal ini disebabkan arah sinar matahari tidak tegak lurus dengan permukaan bumi (membentuk sudut tertentu) sehingga sinar matahari mengalami peristiwa difusi oleh atmosfer bumi.



Gambar 3. Grafik besar radiasi harian matahari yang mengenai permukaan bumi (Jansen, 1995)

### Pengaruh Sudut Datang terhadap Radiasi yang diterima

Besarnya radiasi yang diterima panel sel surya dipengaruhi oleh sudut datang (angle of incidence) yaitu sudut antara arah sinar datang dengan komponen tegak lurus bidang panel.



Gambar 4 Arah Sinar Datang membentuk Sudut Terhadap Normal Bidang Panel Sel Surya

Panel akan mendapat radiasi matahari maksimum pada saat matahari tegak lurus dengan bidang panel. Pada saat arah matahari tidak tegak lurus dengan bidang panel atau membentuk sudut  $q$  seperti gambar 4. maka panel akan menerima radiasi lebih kecil dengan faktor  $\cos q$  (Jansen, 1995).

$$I_r = I_{r0} \cos q \dots\dots\dots(1)$$

Dimana  $I_r$  : Radiasi yang diserap panel  
 $I_{r0}$  : Radiasi yang mengenai panel  
 $\cos q$  : Sudut antara sinar datang dengan normal bidang panel.

**2. METODE PENELITIAN**

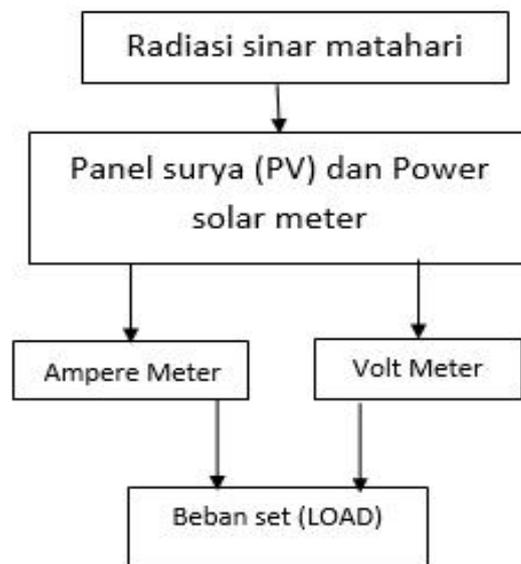
**2.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan pada bulan Juli hingga Agustus pukul 08:00 hingga pukul 16:00 WIB di laboratorium energi terbarukan STT-PLN Jakarta.

Alasan dipilih lokasi ini yaitu untuk mempermudah proses penelitian dengan memanfaatkan sumber daya yang telah tersedia di laboratorium serta memudahkan untuk memberikan edukasi tambahan bagi mahasiswa.

**2.2 Skema Rancangan Rangkaian Uji**

Skema rancangan rangkaian penelitian evaluasi sudut kemiringan pada panel sel surya dapat digambarkan pada gambar dibawah:



Gambar 5. Skema rancangan rangkaian uji pada panel sel surya



Pada gambar diatas dapat dilihat dimana ketika radiasi sinar matahari terpapar pada modul panel sel surya dan kemudian menghasilkan energi listrik, dimana besaran energi yang dihasilkan oleh modul, kemudian diukur dengan voltmeter dan ampermeter, lalu energi di teruskan kebeban.

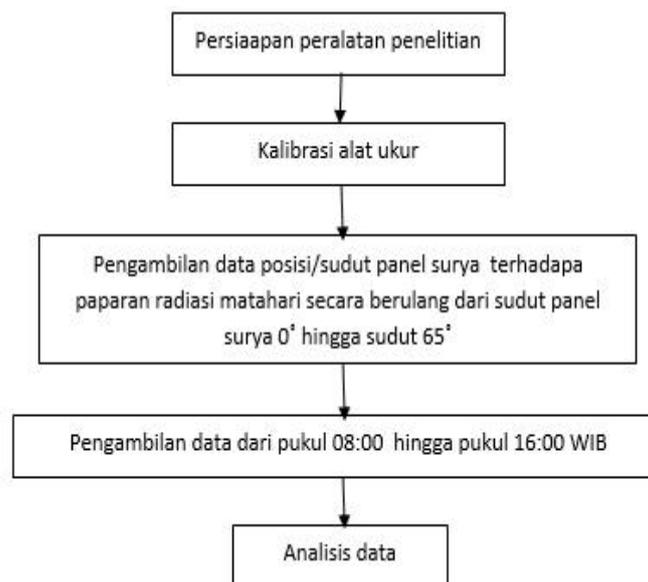
### 2.3 Metode Penelitian

Metode penelitian meliputi: pengujian pengaruh posisi/sudut panel sel surya terhadap paparan radiasi sinar matahari, pembuatan peralatan pengujian, pengujian sistem, pengambilan data serta analisa data.

Pada penelitian ini akan diambil data paparan radiasi sinar matahari pada panel sel surya di setiap perubahan sudut panel dari  $0^\circ$  hingga sudut  $65^\circ$  dengan skema perubaha sudut per  $5^\circ$ , dengan menggunakan alat power solar meter. Keluaran tersebut akan dihitung dalam bentuk energi selama pengukuran yang kemudian dibandingkan keduanya.

### 2.4 Langkah – langkah Penelitian

Adapun alir penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 6 blok diagram penelitian

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

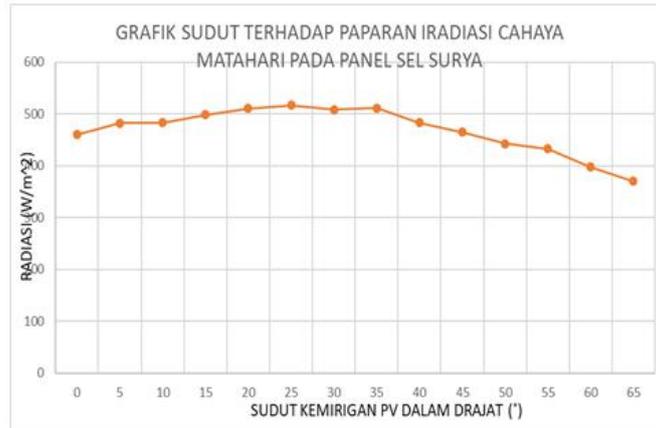
### 3.1 Hasil penelitian

Adapun hasil dari observasi/penelitian ini, data-data yang kami peroleh terbagi atas 2 keluaran perbandingan yakni, data radiasi sinar datang matahari terhadap perubahan sudut selama 8 jam, dan data arus keluaran dari panel sel surya terhadap perubahan sudut selama 8 jam.

### 3.2 Pengambilan Data Paparan Radiasi Sinar Matahari Dari Tiap-Tiap Sudut

Dimana nilai rata-rata dari paparan radiasi sinar matahari selama 8 jam dari pukul 08:00 hingga pukul 16:00 WIB di Lingkungan laboratorium energi terbarukan STT-PLN Jakarta. Dimana nilai rata-rata dari sudut  $0^\circ$  sebesar  $460.4 \text{ W/M}^2$ , sudut  $5^\circ$  sebesar  $482.4 \text{ W/M}^2$ , sudut  $10^\circ$  sebesar  $483 \text{ W/M}^2$ , sudut  $15^\circ$  sebesar  $498 \text{ W/M}^2$ , sudut  $20^\circ$  sebesar  $511 \text{ W/M}^2$ , sudut  $25^\circ$  sebesar  $517 \text{ W/M}^2$ , sudut  $30^\circ$  sebesar  $508 \text{ W/M}^2$ , sudut  $35^\circ$  sebesar  $511 \text{ W/M}^2$ , sudut  $40^\circ$  sebesar  $483 \text{ W/M}^2$ , sudut  $45^\circ$  sebesar  $465 \text{ W/M}^2$ , sudut  $50^\circ$  sebesar  $442.3 \text{ W/M}^2$ , sudut  $55^\circ$  sebesar  $433 \text{ W/M}^2$ , sudut  $60^\circ$  sebesar  $398 \text{ W/M}^2$ , sudut  $65^\circ$  sebesar  $370 \text{ W/M}^2$ .

Setelah diketahui nilai rata-rata irradians dari masing-masing sudut, maka dapat dilihat bahwa sudut optimum yang mendapatkan nilai paparan irradians dapat ditentukan pada grafik gambar 7.



Gambar 7 Grafik Sudut Kemiringan panel sel surya terhadap jumlah paparan radiasi sinar matahari

Dari grafik gambar 7 menunjukkan ada beberapa sampel sudut kemiringan PV dengan paparan radiasi tertinggi yakni, pada sudut 20°, sudut 25°, dan sudut 35°, dari grafik gambar 7 terlihat jelas bahwa semakin besar sudut kemiringan, maka semakin turun pula paparan radiasi sinar matahari yang tertangkap oleh panel sel surya, dan dapat dilihat pula bahwa semakin kecil nilai sudut akan berdampak pada penurunan nilai paparan radiasi sinar matahari.

Dan untuk menentukan sudut optimum perletakan panel sel surya dalam menerima paparan radiasi sinar matahari tertinggi dapat dilihat dari besar nilai rata-rata paparan radiasi sinar matahari, dimana untuk sudut 20° memiliki nilai paparan radiasi sebesar 511 W/M<sup>2</sup>, sedangkan sudut 25° sebesar 517 W/M<sup>2</sup>, dan sudut 35° sebesar 511 W/M<sup>2</sup>, sehingga dapat diketahui bahwa sudut optimum perletakan panel sel surya dalam menerima paparan radiasi sinar matahari tertinggi ialah sudut 25°.

#### 4. KESIMPULAN

##### 4.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dengan menerapkan teori tentang pengaruh sudut terhadap nilai radiasi matahari, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

Dan untuk menentukan sudut optimum perletakan panel sel surya dalam menerima paparan radiasi sinar matahari tertinggi dapat dilihat dari besar nilai rata-rata paparan radiasi sinar matahari pada tabel 5.1 dimana untuk sudut 20° memiliki nilai paparan radiasi sebesar 511 W/M<sup>2</sup>, sedangkan sudut 25° sebesar 517 W/M<sup>2</sup>, dan sudut 35° sebesar 511 W/M<sup>2</sup>, sehingga dapat diketahui bahwa sudut optimum perletakan panel sel surya dalam menerima paparan radiasi sinar matahari tertinggi ialah sudut 25°.

Dari hasil evaluasi yang telah dilakukan maka diketahui bahwa sudut kemiringan yang optimum pada perletakan panel sel surya dilingkungan laboratorium energi terbarukan STT-PLN yakni sebesar 25°.

##### 4.2 Saran

Dalam penelitian ini masih banyak sekali kekurangan dan ketidaksempurnaan. Untuk itu, perlu dilakukan pengembangan agar ke depannya menjadi sempurna ataupun lebih baik lagi sehingga memiliki beberapa saran, diantaranya:

- a) Perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai pengaruh lain terhadap irradiasi matahari pada PLTS
- b) Perlu dilakukan studi lebih lanjut optimalisasi pemanfaatan *photovoltaic*.

#### REFERENSI

- [1] PD, Harry.2013. Studi tekno PLTS Thermal di Indonesia. Bandung. Jurnal Ilmiah
- [2] Yuwono, B.,2005:” Optimalisasi Panel Sel Surya Dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler At89c51”, Surakarta Universitas Sebelas Maret

- [3] PangestuningtyasD.L, dkk.,2013:” Analisis pengaruh sudut kemiringan panel surya terhadap radiasi matahari yang diterima oleh panel surya tipe larik tetap”. Semarang. Transient Vol.2,no.4.ISSN:2302-9927,931
- [4] APAMSI, Tim.2013. Pengembangan PLTS di Indonesia. Yogyakarta.
- [5] BMTI, Tim.2008. ET Pengenalan teknologi PLTS. Bandung.
- [6] Alonso, M. and Finn, E.J., 1992: Dasar Dasar Fisika Universitas, edisi kedua, Erlangga, Jakarta.
- [7] Jansen, T.J., 1995: Teknologi Rekayasa Sel Surya, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- [8] Hidayat, Rian.2013. Kajian penggunaan modul surya Thin-film untuk PLTS di Indonesia. Jakarta. Sekolah Tinggi Teknik PLN
- [9] Oktaviana, Rince.2014. Studi Pengembangan PLTS dengan optimalisasi jumlah Inverter di Indonesia. Jakarta. Sekolah Tinggi Teknik PLN

