

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian terdahulu**

Pertama, penelitian yang pernah dilakukan Mira Martawati tahun 2018. Sebuah analisis pada variasi intensitas cahaya terhadap daya dari panel surya menggunakan simulasi matlab. Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan pengujian, yaitu mengubah temperatur input dari 25°C hingga 45°C dan mengubah iradian dari 100 hingga 1000 untuk mendapatkan nilai arus dan tegangan, sehingga dapat diketahui daya keluarannya.

Kesamaan antara penelitian sebelumnya dan saat ini meliputi:

- 1 Membuat simulasi pada matlab
- 2 Data yang diambil sama yaitu keluaran panel surya pada simulasi

Perbedaan antara penelitian sebelumnya dan saat ini :

1. Simulasi sel surya sebelumnya menggunakan 1 jenis modul panel surya
2. Pada penelitian ini menggunakan 2 jenis modul panel surya
3. Penelitian sebelumnya daya maksimum yang dihasilkan pada suhu 25°

Kedua, penelitian yang pernah dilakukan oleh Asrori dan Eko Yudianto tahun 2019 Penelitian dilakukan secara true experimental research yang dilakukan diluar ruangan / lingkungan nyata (outdoor conditions) guna mengumpulkan data data penelitian secara real dilapangan. Pengambilan data berlangsung selama dua hari dan lokasi pengujiannya di lantai paling atas gedung teknik mesin POLINEMA dengan kordinat (7,944 LS ; 112,613 BT).

Kesamaan antara penelitian sebelumnya dan saat ini meliputi:

- 1 Modul panel untuk penelitian sama yaitu mono dan polly 100 Wp
- 2 Data yang digunakan sama yaitu temperature/suhu lingkungan

Perbedaan antara penelitian sebelumnya dan saat ini :

1. Penelitian sebelumnya menggunakan true experimental research .Pada penelitian ini menggunakan simulasi pada matlab 2020
2. Lokasi penelitian sebelumnya dilakukan di lantai paling atas gedung teknik mesin POLINEMA.Pada penelitian saat ini data iradiasi mengacu pada (<https://globalsolaratlas.info/>)

Ketiga, penelitian yang pernah dilakukan oleh Kris Witono, Asrori Asrori, Agus Harijono tahun 2021.Pengujian dilakukan diruangan terbuka yang berlokasi di lantai paling atas gedung teknik mesin POLINEMA dengan kordinat (7,944 LS ; 112,613 BT).Pengujian ini membandingkan jenis panel surya tipe Polycrystalline dan Amorphous dengan kondisi cuaca di Kota Malang untuk mengetahui efisiensinya.

Kesamaan antara penelitian sebelumnya dan saat ini meliputi:

- 1 Membandingkan dua jenis modul panel surya
- 2 Data yang digunakan sama yaitu temperature/suhu lingkungan

Perbedaan antara penelitian sebelumnya dan saat ini :

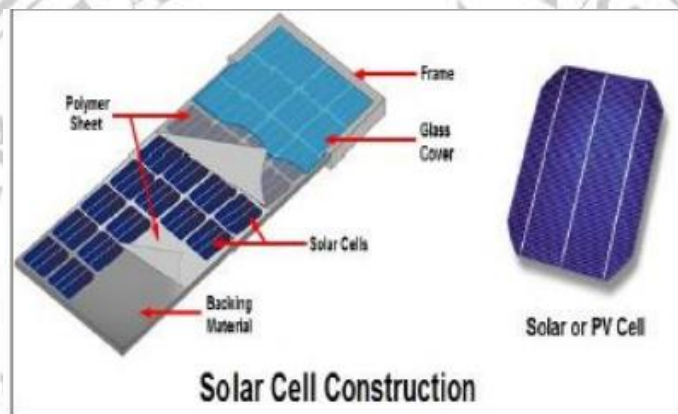
1. Penelitian sebelumnya dilakukan secara outdoor research .Pada penelitian ini membandingkan data lapangan dan simulasi pada matlab 2020
2. Penelitian sebelumnya membandingkan jenis polycrystalline dan amorphous. Pada penelitian ini membandingkan jenis monocrystalline dan pollycrytsalline

## **2.2Landasan Teori**

Pada landasan teori menjelaskan mengenai konsep terkait dengan studi yang dilakukan.Penjelasan ini diharapkan dapat membantu peneliti dan pembaca dapatmemahami konsep teori yang digunakan pada laporan penelitian ini.

### 2.2.1 Modul panel surya

Panel surya merupakan alat alternatif yang banyak digunakan untuk pembangkit listrik tenaga surya. Panel surya mempunyai fungsi menangkap cahaya matahari yang bisa dikonversi menjadi energi listrik. Dalam sebuah modul surya tersusun dari sel-sel surya yang dihubungkan atau dirangkai secara seri atau parallel menjadi susunan sel-sel surya ini yang menangkap cahaya matahari dan merubahnya menjadi energi listrik. sel-sel surya tersebut disebut sel fotovoltaik dan prinsip kerjanya disebut efek fotovoltaik. Maka dari itu ketika cahaya matahari mengenai permukaan panel surya secara langsung terjadi efek fotovoltaik.



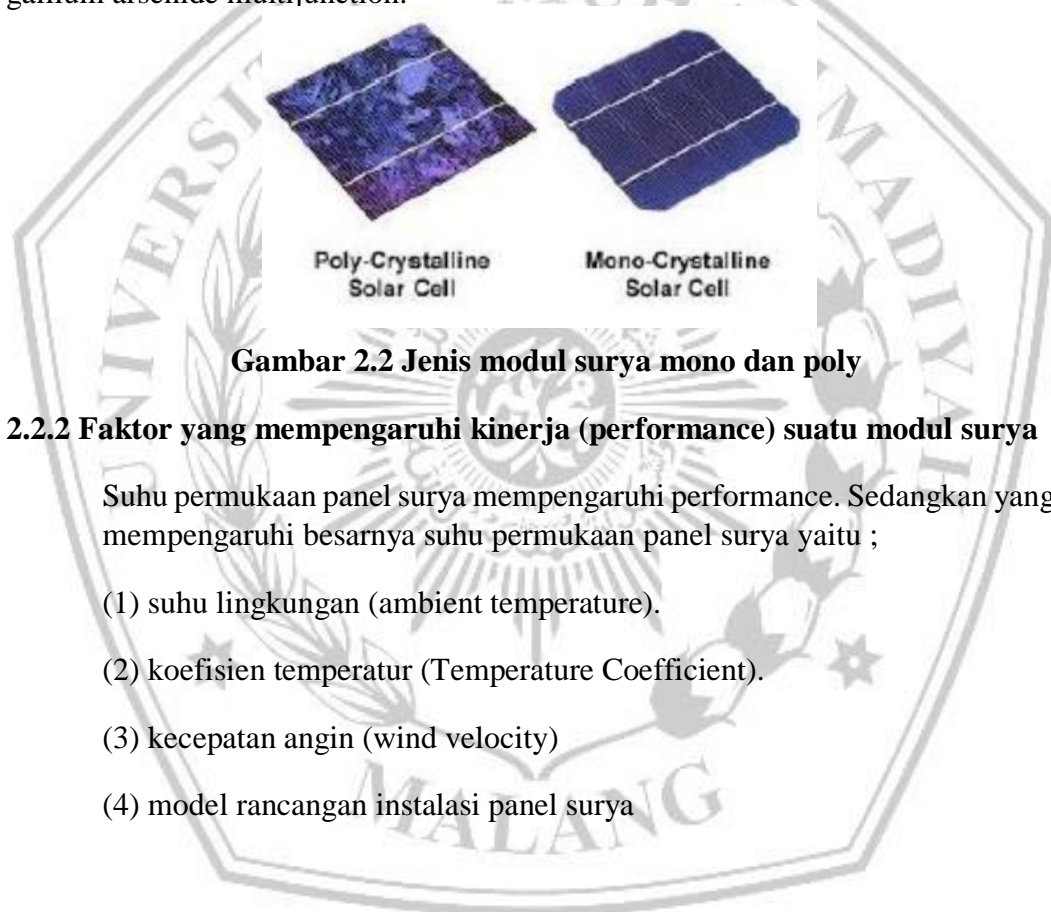
**Gambar 2.1 Modul surya**

Prinsip kerja modul surya sebagai berikut: Panas dari cahaya matahari ditangkap oleh kumpulan sel-sel surya, lalu dikonversi menjadi energi listrik. Energi hasil konversi tersebut diteruskan ke rangkaian tambahan untuk diproses sehingga bisa berguna untuk kebutuhan sehari-hari.

Secara umum fungsi modul surya dibagi menjadi 3, yaitu:

1. Solar thermal, berfungsi untuk menangkap panas
2. Panel, berfungsi untuk membuat aliran elektron agar terjadi efek fotovoltaik, atau untuk menghasilkan aliran elektron dari sinar matahari oleh dua lempeng diode
3. Panel hybrid, berperan untuk menggabungkan kedua fungsi tersebut

Terdapat beberapa komponen yang diperlukan dalam perancangan instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya, yang terdiri dari; Solar panel, yang berfungsi untuk mengonversi energi matahari yang ditangkap menjadi energi listrik. Lalu dihubungkan dengan inverter yang berfungsi untuk mengubah arus DC menjadi AC. Terdapat solar controller yang berfungsi untuk mengatur dan mengendalikan listrik yang dihasilkan. Kemudian ada aki atau baterai untuk menyimpan energi listrik yang telah dihasilkan. Kemudian untuk elemen-elemen penyusun panel surya antara lain: silikon monocrystalline, kristal silicon, poli silicon multicrystalline, film tipis, cadmium telluride solar sel, tembaga indium selenide, DSSC, sel surya polimer, silikon amorf, protocrystalline, film tipis silicon, dan gallium arsenide multijunction.



**Gambar 2.2 Jenis modul surya mono dan poly**

### **2.2.2 Faktor yang mempengaruhi kinerja (performance) suatu modul surya**

Suhu permukaan panel surya mempengaruhi performance. Sedangkan yang mempengaruhi besarnya suhu permukaan panel surya yaitu ;

- (1) suhu lingkungan (ambient temperature).
- (2) koefisien temperatur (Temperature Coefficient).
- (3) kecepatan angin (wind velocity)
- (4) model rancangan instalasi panel surya

### 2.2.3 Skema Penelitian

Diagram skema pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.3 Skema perancangan alat penelitian



Gambar 2.4 Instalasi peralatan pengujian panel surya

### 2.2.4 Spesifikasi teknis panel surya yang diuji

Tabel 2.1 Spesifikasi modul panel surya

	Monokristal	Polikristal
Model/Merk	SP100 -18M	SOLANA
Dimensions	120x 54x 3 cm	100x 67x3 cm
Peak power (Pmax)	100 Wp	100 Wp
Cell efficiency	18.0 %	14.5 %
Max power volt. (Vmp)	17.8 V	17.8 V
Max power current (Imp)	5.62 A	5.62 A
Open circuit volt. (Voc)	21.8 V	22.4 V
Short circuit current (Isc)	6.05 A	5.95 V
Power Tolerance	±3%	±3%
Max. system voltage	1000 V DC	600 V DC
Series fuse rating (A)	10	10
NOCT	45°C	47 °C
Power Temp. Coeff. (γ)	-0.42%/°C	-0.45%/°C

Sumber : Data sheet pabrikan

**Tabel 2.2 Parameter Temperatur dan Daya Teoritis Output Panel Surya**

Parameter		Mono kristal	Poli kristal
Koefisien temperatur ( $\gamma$ )	[%/ $^{\circ}$ C]	-42	-45
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	[ $^{\circ}$ C]	45	47
Rerata Radiasi Matahari (G)	[W/m <sup>2</sup> ]	948	1064
Rerata Temp. Lingkungan ( $T_L$ )	[ $^{\circ}$ C]	32,2	32,4
Rerata Temp. Panel ( $T_p$ )	[ $^{\circ}$ C]	30,6	47,5
Rerata Temp. Panel NOCT ( $T_{NOCT}$ )	[ $^{\circ}$ C]	61,8	68,26
Rerata Daya akibat koef. Temp ( $P_{\Delta T}$ )	[Watt]	97,7	89,91
Daya kondisi NOCT ( $P_{NOCT}$ )	[Watt]	73,31	72,11
Rerata Losses Daya ( $P_{Loss}$ )	[%]	2,3	10,12

### 2.2.5 Pengaruh Koefisien Temperatur dan Temperatur Lingkungan

Daya keluaran dari panel surya akan mengalami penurunan seiring dengan naiknya temperatur. Hal ini dijelaskan dengan adanya koefisien temperatur daya ( $\gamma$ ), pada umumnya nilainya -0,5%/ $^{\circ}$ C untuk panel surya silikon. Sedangkan arus dari panel surya cenderung naik sedikit seiring dengan naiknya temperatur (linear). Koefisien temperatur arus ( $\alpha$ ) untuk monokristal biasanya +0,034%/ $^{\circ}$ C, jadi pengaruhnya kecil. Tegangan dari panel surya turun secara dikit demi sedikit (sub linear) dengan berubahnya temperatur sehingga menimbulkan koefisien suhu lain yang berdampak pada tegangan. Pada umumnya panel monokristal nilai koefisien temperatur tegangan ( $\beta$ ) adalah -0,34%/ $^{\circ}$ C, sehingga kehilangan tegangan jauh lebih besar daripada kenaikan arus, maka kehilangan daya secara keseluruhan juga besar. Daya output sebuah panel surya akibat adanya perubahan temperatur pada permukaan panel surya, mengikuti persamaan 1 berikut ini :

$$P_{\Delta T} = P_{max} + \left[ \left( \frac{\gamma}{100} \right) (T_p - 25) (P_{max}) \right]$$

Dimana,

$P_{\Delta T}$  = Daya keluaran panel yang terpengaruh oleh perubahan pada suhu permukaan panel (watt) .

$P_{max}$  = Daya maksimum (watt)

( $\gamma$ ) = koefisien temperatur daya (Power Temperature Coefficient) (%/ $^{\circ}$ C)

$T_p$  = Suhu permukaan panel ( $^{\circ}$ C)

### 2.2.6 Temperature permukaan panel surya

Selain pengaruh dari radiasi matahari, temperatur lingkungan (ambient temperature) juga menjadi pengaruh terhadap kinerja dari panel surya. Suhu permukaan panel surya mempunyai peran yang linier dengan kondisi temperatur lingkungan. Oleh karena itu terdapat perumusan yang menjelaskan tentang keterkaitan antara temperatur panel, temperatur lingkungan dan radiasi matahari yang mengacu atas kondisi standar Nominal Operating Cell Temperature (NOCT).

NOCT adalah kondisi temperatur yang dicapai sel surya dengan radiasi matahari dibawah  $800 \text{ W/m}^2$ , kecepatan angin  $1 \text{ m/s}$  dan temperatur lingkungan  $20^\circ\text{C}$ . Persamaan untuk menghitung temperatur permukaan panel surya adalah sebagai berikut :

$$T_p = T_L + G \left( \frac{\text{NOCT} - 20}{800} \right)$$

Sedangkan daya output panel surya dalam kondisi NOTC (PNOTC) dapat ditentukan dengan persamaan :

$$P_{\text{NOTC}} = 0,8 P_{\text{max}} \left[ \left( 1 + \frac{\gamma(\text{NOCT} - 25)}{100} \right) \right]$$

Dimana, PNOTC = daya output panel pada kondisi NOCT, Watt.

$P_{\text{max}}$  = daya maksimum (watt).

$T_p$  = suhu permukaan panel,  $^\circ\text{C}$ .

$T_L$  = suhu lingkungan,  $^\circ\text{C}$ .

$G$  = Radiasi matahari,  $\text{W/m}^2$ .

### 2.2.7 Performansi Panel Surya

Efisiensi merupakan salah satu acuan untuk mengetahui kinerja dari panel surya. Maka, Dengan mengetahui acuan tersebut perancang sistem PV (photovoltaic) bisa membedakan dan memperkirakan besarnya energi listrik yang dihasilkan dari produsen (jenis panel) yang berbeda. Namun, perancangan sistem PV untuk energi listrik yang dihasilkan juga perlu memperhatikan dampak, bahwa efisiensi dari sistem yang dirancang akan bergantung pada suhu permukaan modul surya, tingkat radiasi, spektrum radiasi, kecepatan angin dan sudut datang, serta beberapa faktor-faktor lainnya. Hal inilah yang menyebabkan efisiensi pengujian di lapangan berbeda dengan efisiensi dari pabrikan. Maka dari itu perlunya penerapan/pengujian instalasi panel surya secara langsung di lapangan untuk mengetahui kondisi sebenarnya (aktual) dari kinerja panel surya tersebut. Kinerja (performance) dari panel surya yang dimaksud

yaitu dalam bentuk rasio kinerja (Performance Ratio), dimana besarnya Performance Ratio (PR) ini dapat diketahui dari perbandingan antara efisiensi konversi modul surya pada saat kondisi di luar ruangan dengan efisiensi modul surya pada saat kondisi STC.

Dengan demikian beberapa parameter diatas dapat di hitung berdasarkan persamaan berikut ;

Performance Ratio (PR) atau Rasio Performansi

$$PR = \frac{\eta_p}{\eta_{STC}}$$

Module Conversion Efficiency atau Efisiensi Konversi Panel ( $\eta_p$ )

$$\eta_p = \frac{P_{act}}{G \times A} \times 100$$

Dimana,

PR = Performance Ratio ,

$\eta_p$  = efisiensi modul surya dilapangan (%),

$\eta_{STC}$  = efisiensi modul surya kondisi STC (%),

$P_{act}$  = daya output panel (Watt),

G = radiasi matahari (W/m<sup>2</sup>),

A = luas panel surya (m<sup>2</sup>).