

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pertama, penelitian yang pernah dilakukan oleh M. Ilham Inzaghi tahun 2024. Pengujian dilakukan dengan secara uji lapangan dan simulasi menggunakan matlab pada panel surya berkapasitas 100 wp. Pengujian dilakukan di desa Landungsari menggunakan beban berupa variable resistor berkapasitas 6 ohm.

Kesamaan antara penelitian sebelumnya dan saat ini meliputi:

1. Penelitian memiliki kesamaan yaitu sama sama membandingkan keluaran daya dari modul panel surya.
2. Pengujian menggunakan panel surya mono dan polycrystalline
3. Pengujian dilakukan secara luar ruangan.

Perbedaan antara penelitian sebelumnya dan saat ini:

1. Penelitian sebelumnya menggunakan modul panel surya berkapasitas 100wp dan penelitian saat ini menggunakan panel surya berkapasitas 50 wp.
2. Beban uji yang dipakai oleh penelitian sebelumnya menggunakan variable resistor 6 ohm. Pada penelitian saat ini menggunakan resistor 5 watt dengan variasi nilai 0,5 hingga 22 ohm.
3. Penelitian terdahulu dilakukan di daerah Landungsari, sedangkan penelitian saat ini dilakukan di daerah yang berbeda.

Kedua, penelitian yang dilakukan oleh Asrori dan Eko Yudianto (2019) melaksanakan penelitian dengan menggunakan metode true experimental research yang dilakukan di luar ruangan (outdoor conditions) untuk memperoleh data secara langsung dari lapangan. Pengambilan data dilakukan selama dua hari dan bertempat di lantai paling atas Gedung Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang, dengan koordinat lokasi $7,944^{\circ}$ LS dan $112,613^{\circ}$ BT.

Kesamaan antara penelitian sebelumnya dan saat ini meliputi:

1. Panel surya yang digunakan pada penelitian sama yaitu monocrystalline dan polycrystalline.

2. Penelitian dilaksanakan secara luar ruangan (outdoor conditions).

Perbedaan antara penelitian sebelumnya dan saat ini:

1. Penelitian sebelumnya menggunakan modul panel surya berkapasitas 100wp dan penelitian saat ini menggunakan panel surya berkapasitas 50 wp.
2. Penelitian sebelumnya mengambil data selama dua hari secara bergantian. Pada penelitian saat ini uji panel atau pengambilan data secara bersamaan dengan waktu dan lokasi yang bersamaan sehingga data yang diperoleh seimbang.

Ketiga, Penelitian yang dilakukan Muhammad Yusuf Maulana, dkk. Pada tahun 2024 yang meneliti tentang perbandingan efisiensi konversi energi PV mono dan polycrystalline yang berkapasitas 50 wp secara true experimental research dengan pengambilan data selama 1 (satu) hari dimulai pukul 07.00 hingga pukul 17.00 per 30 menit di luar ruangan.

Kesamaan antara penelitian sebelumnya dan saat ini meliputi:

1. Panel surya yang digunakan pada penelitian sama yaitu monocrystalline dan polycrystalline yang berkapasitas 50 wp
2. Penelitian dilaksanakan secara luar ruangan (outdoor conditions)

Perbedaan antara penelitian sebelumnya dan saat ini:

1. Penelitian sebelumnya pengambilan data dilakukan dengan rentang waktu per 30 menit. Pada penelitian ini pengambilan data dilakukan dengan rentang waktu per 60 menit dimulai pada pukul 08.00 hingga pukul 16.00.
2. Penelitian sebelumnya mengambil data secara rangkaian tertutup dengan beban berupa lampu DC. Pada penelitian saat ini uji panel atau pengambilan data dengan beban berupa resistor 5 watt dengan nilai resistansi bervariasi sebesar 0,5 hingga 22 ohm.

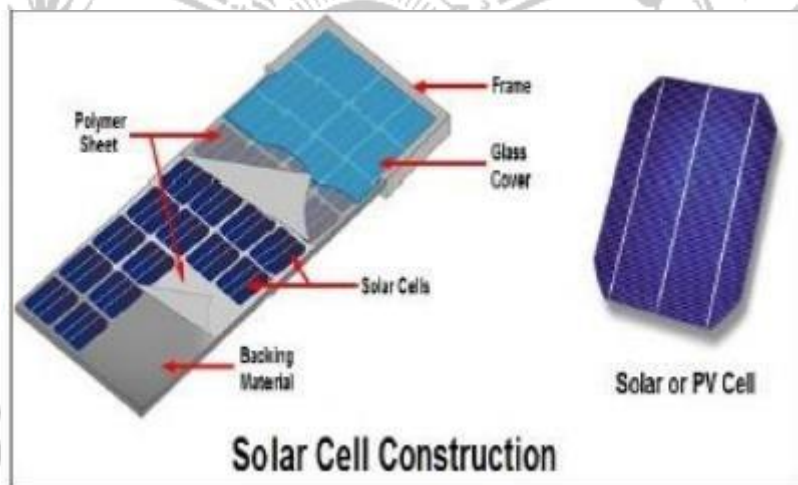
2.2 Landasan Teori

Landasan teori memuat penjelasan mengenai konsep-konsep yang berkaitan dengan studi yang dilaksanakan. Penjabaran ini bertujuan untuk memberikan

pemahaman yang lebih mendalam kepada peneliti maupun pembaca mengenai teori-teori yang dijadikan dasar dalam penyusunan laporan penelitian ini.

2.2.1 Modul Panel Surya

Panel surya merupakan alat elektronik yang berfungsi untuk menyerap energi dari sinar matahari dan mengonversinya menjadi energi listrik melalui mekanisme yang dikenal sebagai efek fotovoltaik. Komponen inti dari panel ini adalah sel fotovoltaik, yang biasanya dibuat dari bahan semikonduktor seperti silikon. Sel fotovoltaik bekerja dengan menangkap cahaya matahari, yang kemudian menimbulkan pergerakan elektron di dalam material semikonduktor. Pergerakan elektron tersebut menghasilkan arus listrik searah (DC). Arus ini dapat langsung dimanfaatkan atau diubah menjadi arus listrik bolak-balik (AC) menggunakan alat yang disebut inverter, sehingga bisa digunakan untuk kebutuhan rumah tangga atau disalurkan ke sistem jaringan listrik. Efisiensi panel surya diukur berdasarkan seberapa baik panel mengubah energi matahari menjadi listrik, dinyatakan dalam persentase.



Gambar 2. 1 Modul Surya

2.2.2 Skema Penelitian

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



Gambar 2.2 Skema Perancangan Alat Penelitian [4]



Gambar 2.3 Instalasi Peralatan Pengujian Panel Surya

2.2.3 Pengaruh Koefisien Temperatur dan Temperatur Lingkungan

Daya output dari panel surya cenderung menurun ketika suhu panel meningkat. Fenomena ini dijelaskan melalui koefisien temperatur daya (γ), yang umumnya bernilai sekitar $-0,5\%$ per $^{\circ}\text{C}$ untuk panel surya berbahan dasar silikon. Sementara itu, arus keluaran dari panel surya justru sedikit meningkat secara linier seiring bertambahnya suhu. Peningkatan ini dinyatakan dengan koefisien temperatur arus (α), yang pada panel monokristalin biasanya sekitar $+0,034\%$ per $^{\circ}\text{C}$, sehingga pengaruhnya relatif kecil terhadap total daya. Sebaliknya, tegangan keluaran mengalami penurunan secara sub-linier dengan naiknya suhu. Hal ini memunculkan koefisien temperatur tegangan (β), yang pada panel monokristalin umumnya bernilai $-0,34\%$ per $^{\circ}\text{C}$. Karena penurunan tegangan ini lebih signifikan dibandingkan kenaikan arus, maka secara keseluruhan daya listrik yang dihasilkan juga mengalami penurunan yang cukup besar. Dengan demikian, daya output panel

surya dipengaruhi oleh perubahan suhu permukaan panel, dan efek ini dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1.

$$P_{\Delta T} = P_{max} + \left[\left(\frac{\gamma}{100} \right) (T_p - 25) (P_{max}) \right] \quad (2.1)$$

Dimana,

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

P_{max} = Daya maksimum (watt)

(γ) = Koefisien temperatur daya (Power Temperature Coefficient) (%/°C)

T_p = Suhu permukaan panel (°C)

2.2.4 Temperature Permukaan Panel Surya

Selain dipengaruhi oleh radiasi matahari, suhu lingkungan (ambient temperature) juga turut memengaruhi performa panel surya. Suhu pada permukaan panel surya memiliki hubungan linier dengan suhu lingkungan sekitar. Oleh karena itu, terdapat rumus yang menggambarkan hubungan antara suhu panel, suhu lingkungan, dan intensitas radiasi matahari, yang mengacu pada standar kondisi Nominal Operating Cell Temperature (NOCT).

NOCT sendiri merupakan suhu yang dicapai oleh sel surya ketika menerima radiasi matahari sebesar 800 W/m², dengan kecepatan angin 1 m/s, dan suhu lingkungan sebesar 20°C. Adapun persamaan untuk menghitung suhu permukaan panel surya adalah sebagai berikut:

$$T_p = T_L + G \left(\frac{NOCT - 20}{800} \right) \quad (2.2)$$

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

$$P_{NOTC} = 0,8 P_{max} \left[\left(1 + \frac{\gamma(NOCT - 25)}{100} \right) \right] \quad (2.3)$$

Dimana,

P_{NOCT} = Daya Output Panel Pada Kondisi NOCT (Watt)

P_{max} = Daya maksimum (watt)

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

T_L = Suhu lingkungan ($^{\circ}C$)

G = Radiasi matahari (W/m^2)

2.2.5 Performansi Panel Surya

Efisiensi merupakan salah satu indikator penting dalam menilai kinerja panel surya. Dengan memahami indikator ini, perancang sistem fotovoltaik (PV) dapat membedakan serta memperkirakan jumlah energi listrik yang dihasilkan dari berbagai jenis atau merek panel yang tersedia di pasaran. Namun, dalam merancang sistem PV, perlu dipertimbangkan bahwa efisiensi sistem yang dihasilkan dipengaruhi oleh sejumlah faktor, seperti suhu permukaan modul, intensitas dan spektrum radiasi matahari, kecepatan angin, sudut datang sinar matahari, serta beberapa faktor lainnya.

Faktor-faktor tersebut menyebabkan adanya perbedaan antara efisiensi panel surya saat diuji di lapangan dan efisiensi yang tercantum dari hasil pengujian pabrikan. Oleh karena itu, sangat penting untuk melakukan pengujian langsung pada instalasi panel surya di lapangan guna memperoleh gambaran nyata mengenai kinerjanya. Kinerja yang dimaksud di sini dinyatakan dalam bentuk Rasio Kinerja (Performance Ratio/PR), yang dihitung berdasarkan perbandingan antara efisiensi konversi modul surya di kondisi lapangan dengan efisiensi modul dalam kondisi standar atau Standard Test Conditions (STC).

Dengan demikian beberapa parameter diatas dapat di hitung berdasarkan persamaan berikut ; Performance Ratio (PR) atau Rasio Performansi

$$PR = \frac{\eta_p}{\eta_{STC}} \quad (2.4)$$

Module Conversion Efficiency atau Efisiensi Konversi Panel (p)

$$\eta_p = \frac{P_{act}}{G \times A} \times 100 \quad (2.5)$$

Dimana,

PR = Performance Ratio

n_p = Efisiensi modul surya dilapangan (%)

n_{STC} = Efisiensi modul surya kondisi STC (%)

P_{act} = Daya output panel (Watt)

G = Radiasi matahari (W/m²)

A = Luas panel surya (m²)

