

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Solar Cell Polikristalin

Solar cell, atau fotovoltaiik (PV), adalah perangkat yang mengonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik melalui efek fotovoltaiik. Solar cell berbasis polikristalin adalah salah satu jenis yang paling umum digunakan, terutama karena efisiensi biaya produksinya yang lebih rendah dibandingkan dengan monokristalin (Zhao et al., 2021)



Gambar 2.1 solar cell polikristalin

Sumber: (Rusman Sinaga, 2020)

2.2 Struktur dan Mekanisme Kerja Solar Cell Polikristalin

Solar cell polikristalin terdiri dari banyak kristal silikon kecil yang disusun secara acak. Struktur ini menyebabkan permukaan solar cell memiliki batas antar kristal, yang dapat memengaruhi efisiensi konversinya karena adanya hambatan terhadap aliran elektro. Mekanisme kerja solar cell melibatkan tiga langkah utama:

- a. Penyerapan foton dari sinar matahari.
- b. Pembangkitan pasangan elektron-hole.
- c. Pemisahan elektron-hole untuk menghasilkan arus listrik.

2.3 Kelebihan dan Kekurangan

Kelebihan solar cell polikristalin meliputi:

- a. Biaya produksi yang lebih rendah.
- b. Proses manufaktur lebih sederhana dibandingkan monokristalin.

Kekurangan solar cell polikristalin, yaitu:

1. Efisiensi Relatif Rendah

Dibandingkan dengan solar cell monokristalin, efisiensi panel polikristalin lebih rendah, biasanya berkisar antara 13-16%. Hal ini disebabkan oleh struktur kristalnya yang kurang homogen.

2. Performa Kurang Baik di Suhu Tinggi

Polikristalin cenderung kehilangan efisiensi lebih cepat saat suhu meningkat, sehingga kurang optimal untuk digunakan di daerah dengan suhu lingkungan yang sangat panas.

3. Ukuran Lebih Besar untuk Output yang Sama

Karena efisiensinya lebih rendah, panel polikristalin membutuhkan area yang lebih luas untuk menghasilkan daya yang sama seperti panel monokristalin.

4. Tampilan Kurang Menarik

Warna panel polikristalin yang kebiruan dengan pola kristal yang tidak seragam sering dianggap kurang estetik dibandingkan solar cell monokristalin.

5. Durabilitas Lebih Rendah

Walaupun masih tahan lama, panel polikristalin biasanya memiliki durasi umur yang sedikit lebih pendek dibandingkan dengan panel monokristalin.

6. Kurang Efektif di Kondisi Cahaya Rendah

Solar cell polikristalin biasanya kurang efisien dalam menyerap cahaya di kondisi mendung atau rendah intensitas cahaya dibandingkan teknologi lain seperti monokristalin.

Namun, efisiensinya cenderung lebih rendah (sekitar 15–17%) dibandingkan monokristalin (18–22%). Selain itu, kinerja polikristalin lebih rentan terhadap variasi suhu dan kondisi lingkungan. (Johnson, T. 2022).

2.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Efisiensi Solar Cell

Efisiensi solar cell bergantung pada berbagai faktor, baik dari segi karakteristik material maupun kondisi operasional:

- a. Intensitas Cahaya Matahari semakin tinggi intensitas cahaya, semakin besar energi yang dapat dikonversi. Namun, pada kondisi tertentu, intensitas yang terlalu tinggi dapat meningkatkan suhu perangkat dan menurunkan efisiensi.
- b. Suhu Operasional yang tinggi dapat meningkatkan resistansi internal solar cell dan menurunkan tegangan keluaran, sehingga mengurangi efisiensi secara keseluruhan.
- c. Sudut dan Orientasi optimal memastikan penyerapan energi matahari yang maksimal sepanjang hari.
- d. Kualitas Material solar cell dengan bahan berkualitas tinggi memiliki efisiensi yang lebih baik karena resistansi internal yang rendah dan minimnya kehilangan energi selama konversi.

2.5 Algoritma Decision Tree

2.5.1 Konsep Dasar Algoritma Decision Tree

Algoritma decision tree adalah metode pembelajaran mesin yang digunakan untuk klasifikasi atau regresi. Algoritma ini membangun model prediksi dalam bentuk struktur pohon, di mana setiap simpul (node) merepresentasikan keputusan berdasarkan atribut tertentu, dan setiap cabang (branch) merepresentasikan hasil keputusan. (Chen, W. et al. 2023).

1. Keunggulan utama algoritma ini meliputi:
 - a. Kemudahan interpretasi hasil.
 - b. Kemampuan menangani data yang tidak linier.
 - c. Fleksibilitas untuk digunakan dalam berbagai jenis dataset.

2 Proses Algoritma Decision Tree

Proses pembuatan pohon keputusan meliputi langkah-langkah berikut:

- a. Pemilihan Atribut Utama atribut utama dipilih berdasarkan information gain atau Gini index, yang menentukan atribut mana yang paling signifikan dalam memisahkan data.
- b. Pemisahan data dibagi ke dalam subset berdasarkan nilai atribut utama.
- c. Penentuan Node Daun (Leaf Node) proses berhenti ketika semua data dalam satu subset memiliki label yang sama atau memenuhi kriteria penghentian.
- d. Penerapan Pruning untuk menghindari overfitting, proses pruning dilakukan dengan menghapus cabang yang tidak memberikan kontribusi signifikan terhadap akurasi model.

3 Penerapan Decision Tree dalam Analisis Efisiensi Solar Cell

Penggunaan algoritma decision tree dalam analisis efisiensi solar cell memiliki beberapa keunggulan:

- a. Identifikasi Parameter Penting algoritma ini dapat menentukan faktor utama yang memengaruhi efisiensi solar cell, seperti suhu, intensitas cahaya, dan orientasi panel.
- b. Kemampuan Prediksi dengan data historis, decision tree dapat memprediksi efisiensi solar cell di bawah kondisi tertentu.
- c. Rekomendasi Optimasi model yang dihasilkan dapat digunakan untuk memberikan rekomendasi praktis, seperti penyesuaian sudut panel atau kondisi lingkungan yang optimal. (Lee, H. et al. 2023).

1.6 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Ali Mansur, Rina Susanti (2021)	Pengaruh Variasi Tegangan pada Kinerja Panel Surya Tipe Polikristalin"	Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi tegangan yang dioptimalkan menggunakan algoritma berbasis DT meningkatkan efisiensi panel surya sebesar 5% dibandingkan metode konvensional.

2	Siti Fatimah, Ahmad Fauzan (2022)	"Penerapan EnerModel Machine Learning untuk Prediksi Output Panel Surya"	Algoritma DT berhasil digunakan untuk memprediksi output energi panel surya dengan tingkat akurasi 92%. Data lingkungan seperti intensitas cahaya dan suhu menjadi parameter utama dalam model
3	Mietra Anggara, Widi Saputra (2022)	"Efisiensi Panel Surya Kapasitas 100 Wp Akibat Pengaruh Suhu dan Kecepatan Angin"	Panel surya tipe monokristalin memproduksi daya listrik lebih besar dibanding panel surya polikristalin pada intensitas rendah maupun tinggi, dengan selisih rata-rata 4,91 Watt. Efisiensi monokristalin sebesar 14%, sedangkan polikristalin 12%. Kajian ini memberikan gambaran awal tentang perbandingan efisiensi berbagai tipe solar cell.
4	Dahliyah, Samsurizal, Nurmiati Pasra (2020)	Pemodelan Pengaruh Lingkungan terhadap Solar Cell Polikristalin	Efisiensi panel polikristalin adalah 10,02%. Pengaruh kecepatan angin terhadap efisiensi modul surya

		Menggunakan Decision Tree	menunjukkan tingkat korelasi rendah ($R = 0,0281$), artinya hanya sekitar 2,81% kecepatan angin mempengaruhi efisiensi. Penelitian ini penting dalam memahami faktor eksternal yang memengaruhi efisiensi panel.
5	Yonggi Puriza, Welly Yandi, Dedi Saputra (2021)	Perbandingan Efisiensi Konversi Energi Panel Surya Tipe Polycrystalline dengan Panel Surya Monocrystalline Berbasis Arduino di Kota Pangkalpinang"	Panel surya jenis monokristalin lebih baik dibandingkan polikristalin dalam berbagai kondisi cuaca di Kota Pangkalpinang. Penggunaan Arduino untuk pengambilan data meningkatkan akurasi pengukuran. Penelitian ini relevan untuk pengembangan sistem pengukuran efisiensi berbasis teknologi.
6	Sutran Mariyanto (2022)	Prediksi Switching Daya Listrik pada Sistem Hybrid Panel Surya Menggunakan	Penelitian ini membandingkan algoritma decision tree (DT) dan random forest (RF) dalam memprediksi konsumsi listrik. Hasilnya menunjukkan bahwa

		Metode Support Vector Machine	algoritma RF dengan sekitar 100 pohon menghasilkan akurasi klasifikasi yang lebih baik dibandingkan DT, dengan akurasi prediksi RF sebesar 95,78% dan DT sebesar 91,6%. Penelitian ini menjadi dasar bahwa algoritma machine learning, termasuk DT, efektif untuk analisis kinerja sistem surya.
7	Hafidz Saeful Fikri, Dedi Nugroho, Budi Pranomo (2023)	Optimasi Kinerja Panel Surya Monocrystalline dan Polycrystalline dengan Pengendali MPPT pada Berbagai Tingkat Iradiasi dan Temperatur: Studi Simulasi dengan Matlab.	Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi MPPT dengan algoritma P&O meningkatkan efisiensi sistem PV. Pada panel polikristalin berkapasitas 100 watt, daya rata-rata meningkat sebesar 8% setelah penerapan MPPT. Meskipun tidak menggunakan DT secara spesifik, penelitian ini menunjukkan pentingnya

			teknologi pendukung dalam optimasi panel surya.
8	Budi Santoso, Dewi Lestari (2023)	Efektivitas Penggunaan Algoritma Decision Tree dalam Optimalisasi Output Panel Surya.	Implementasi algoritma DT meningkatkan kemampuan prediksi efisiensi panel surya hingga 10%, terutama dalam kondisi lingkungan yang berubah-ubah.
9	Setiawan, I., dan Rahayu, T. Andi Pranata, Liana Dewi (2020)	Analisis Kinerja Panel Surya Polikristalin di Daerah Tropis Menggunakan Teknologi IoT.	Teknologi IoT yang dikombinasikan dengan algoritma DT memungkinkan pemantauan kinerja panel surya secara real-time dengan akurasi prediksi efisiensi mencapai 93%. keakuratan prediksi hingga 93%.
10	Kurniawan, B., dan Aditya, R Rachmat Hidayat, Fitri Rahmawati (2022)	Implementasi Decision Tree untuk Mengoptimalkan Pemanfaatan Energi Surya di Daerah Perkotaan	Algoritma DT mampu mengidentifikasi pola penggunaan energi yang efisien di daerah perkotaan, meningkatkan efisiensi sistem hingga 7%.