

BAB I **PENDAHULUAN**

1.1 Latar belakang

Teknologi energi terbarukan menjadi perhatian utama dalam upaya keberlanjutan dan pengurangan dampak perubahan iklim. Peralihan dari bahan bakar fosil ke sumber energi bersih tidak hanya menekan emisi karbon, tetapi juga mengurangi ketergantungan pada sumber daya terbatas. Energi terbarukan, seperti tenaga surya, angin, biomassa, dan air, menjadi pilihan alternatif yang lebih ramah lingkungan karena bersumber dari daya alam yang tidak akan habis serta memiliki dampak ekologis yang lebih kecil dibandingkan energi fosil. Di antara berbagai sumber energi tersebut, tenaga surya menempati posisi yang sangat potensial untuk dimanfaatkan. Panel surya atau solar cell bekerja dengan memanfaatkan prinsip efek fotovoltaik untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik(Siagian et al., 2025). Selain ramah lingkungan, *solar cell* tipe polikristalin menjadi salah satu pilihan utama karena biaya produksinya yang relatif lebih murah dibandingkan dengan jenis lainnya seperti monokristalin (Penggabean, 2024). Namun, panel polikristalin memiliki efisiensi konversi energi yang lebih rendah, sehingga optimalisasi kinerjanya menjadi sangat penting. Meskipun efisiensinya sedikit lebih rendah, panel polikristalin dapat menghasilkan listrik dengan baik bahkan dalam kondisi cuaca yang berjuawan, menjadikannya lebih mudah menyesuaikan dalam berbagai kondisi cuaca.

Panel surya polikristalin, yang terbuat dari silikon polikristalin, memiliki struktur kristal yang tidak seragam, menyebabkan penurunan efisiensi dalam mengubah energi matahari menjadi listrik. Efisiensi panel surya jenis ini rata-rata berkisar antara 13-15%,

lebih rendah dibandingkan dengan monokristalin yang dapat mencapai efisiensi hingga 20% (Rudiyanto et al., 2023). Efisiensi solar cell dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kualitas material semikonduktor, suhu kerja panel, sudut serta arah pemasangan terhadap sinar matahari, dan ketebalan maupun komposisi lapisan fotovoltaik yang digunakan. Selain itu, faktor eksternal seperti kondisi cuaca, debu, serta kotoran yang menempel pada permukaan panel juga dapat memengaruhi kinerja serta jumlah energi yang dihasilkan (Siagian et al., 2025). Namun, dalam penelitian ini, data yang digunakan tidak mencakup variabel kondisi lingkungan tersebut. Data yang diperoleh dari platform Kaggle memuat parameter seperti posisi sensor panel (top, bottom, middle, left, dan right), tegangan (voltage), arus (current), daya (power), panel power (panel daya) efisiensi daya (power efficiency), efisiensi sel surya (solar efficiency) yang dapat digunakan untuk menganalisis performa solar cell. Analisis efisiensi ini penting untuk memahami potensi optimal dari solar cell dalam berbagai skenario operasi.

Algoritma K-Means adalah metode klasterisasi yang digunakan untuk mengelompokkan data ke dalam sejumlah kelompok berdasarkan kesamaan karakteristiknya. penelitian (Utomo et al., 2024) menunjukkan bahwa algoritma ini dapat membantu mengklasifikasikan data operasional panel surya, seperti daya keluaran dan efisiensi, ke dalam kelompok-kelompok tertentu. Hasil klasterisasi ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi anomali, menganalisis kinerja panel dalam kondisi lingkungan yang berbeda, dan mengembangkan strategi untuk meningkatkan efisiensi sistem.

Selain itu, algoritma K-Means juga memiliki keunggulan dalam hal kesederhanaan dan efisiensi komputasi, sehingga cocok untuk analisis data skala besar dalam aplikasi energi terbarukan (Utomo et al., 2024) Dengan menggunakan algoritma ini, analisis efisiensi panel surya dapat dilakukan secara lebih sistematis dan akurat, memungkinkan pengambil keputusan untuk merancang langkah-langkah perbaikan yang lebih efektif.

Namun, meskipun algoritma K-Means memiliki banyak keunggulan, penerapannya dalam analisis efisiensi panel surya masih menghadapi beberapa tantangan. Salah satunya adalah penentuan jumlah klaster yang optimal, yang seringkali memerlukan evaluasi tambahan seperti metode Silhouette atau Elbow (Mira et al., 2025) Selain itu, algoritma ini juga sensitif terhadap data pencilan, yang dapat memengaruhi hasil klasterisasi. Oleh karena itu, pengolahan data awal yang baik, seperti normalisasi dan deteksi pencilan, menjadi langkah penting sebelum menerapkan algoritma K-Means.

Dalam upaya untuk menganalisis efisiensi solar cell polikristalin, algoritma K-Means menjadi salah satu metode yang relevan. Dengan menggunakan algoritma K-Means, data dapat diidentifikasi dan dikelompokkan ke dalam cluster berdasarkan kesamaan pola atau tren, seperti hubungan antara tegangan, daya, dan efisiensi. Implementasi algoritma ini menggunakan bahasa pemrograman Python. (Mira et al., 2025)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang di jelaskan diatas masalah penelitian adalah karena metode konvensional tidak cukup efektif untuk menganalisis data dalam jumlah

yang besar atau kompleks.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode analisis data yang lebih efektif menggunakan algoritma K-Means untuk memahami pola yang memengaruhi efisiensi solar cell.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak meluas dan lebih terarah, maka diperlukan batasan masalah, yaitu:

1. Penelitian hanya menggunakan data dari platform Kaggle yang mencakup parameter seperti posisi sensor panel (top, bottom, middle, left, dan right), tegangan, arus, daya, efisiensi daya, dan efisiensi solar cell, tanpa mempertimbangkan variabel kondisi lingkungan seperti intensitas cahaya matahari dan suhu.
2. Algoritma yang digunakan untuk analisis adalah K-Means, sehingga hasil penelitian terbatas pada kemampuan clustering algoritma ini dan tidak mencakup metode lain seperti prediksi berbasis machine learning.
3. Implementasi penelitian dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python dan pustaka terkait seperti NumPy, pandas, dan scikit-learn.
4. Fokus analisis adalah pada pola yang dapat diidentifikasi dari data yang ada, tanpa upaya untuk mengukur atau memvalidasi efisiensi panel surya secara fisik di lapangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi peneliti, tugas akhir ini dapat menambah pengetahuan dan wawasan mengenai teknik pengolahan data energi terbarukan menggunakan algoritma K-means.
2. Bagi dunia Pendidikan khususnya jurusan Teknik Elektro, tugas akhir ini dapat menambah referensi untuk pengembangan penelitian di bidang energi terbarukan berbasis teknologi data.
3. Bagi masyarakat, dengan adanya tugas akhir ini diharapkan dapat memperluas wawasan dan meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya energi terbarukan yang efisien dan ramah lingkungan.