

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan energi listrik dalam kehidupan modern sangatlah krusial. Sumber energi konvensional seperti batu bara dan minyak bumi, yang selama ini dominan digunakan, memiliki keterbatasan ketersediaan [1]. Di sisi lain, permintaan energi listrik terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi global. Oleh karena itu, diperlukan alternatif sumber energi yang berkelanjutan, salah satunya adalah energi surya. Penggunaan energi surya untuk menghasilkan listrik memberikan keuntungan berupa pengurangan biaya listrik dan peningkatan efektivitas biaya secara keseluruhan [2]. Teknologi panel surya memungkinkan konversi sinar matahari menjadi listrik secara langsung. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menawarkan solusi yang ramah lingkungan tanpa memerlukan bahan bakar. Meskipun investasi awal untuk PLTS relatif tinggi, potensi manfaat jangka panjangnya telah mendorong komersialisasi teknologi ini di berbagai negara [1].

Panel surya pada umumnya tidak beroperasi pada kapasitas maksimal, yang menyebabkan efisiensinya relatif rendah. Artinya, daya listrik yang dihasilkan seringkali lebih kecil dari potensi daya yang seharusnya. Kinerja panel surya sangat dipengaruhi oleh intensitas radiasi yang diterima panel, yang berdampak pada ketidakstabilan daya yang dihasilkan. Secara umum, efisiensi sel surya berkisar antara 11-15%. Efisiensi ini menggambarkan perbandingan antara daya listrik yang dihasilkan dan energi cahaya matahari yang diterima. Jika tegangan dan arus yang dihasilkan dan arus yang dihasilkan panel surya tidak mencapai titik optimal, maka daya keluarannya juga akan menurun [3].

Panel surya menghasilkan listrik berdasarkan hubungan antara tegangan dan arus yang sangat dipengaruhi oleh tingkat intensitas cahaya matahari yang diterima. Peningkatan intensitas cahaya matahari akan menyebabkan kenaikan arus keluaran panel surya secara bertahap. Dengan kata lain, arus panel surya sangat sensitif terhadap perubahan intensitas cahaya matahari, sedangkan tegangan relatif lebih stabil. Intensitas cahaya matahari yang tidak stabil dapat mengakibatkan penurunan efisiensi sistem jika tidak dikelola dengan baik. [4].

Kinerja sistem fotovoltaik (PV) sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, khususnya intensitas cahaya matahari (*irradiance*) dan suhu. Peningkatan *irradiance* secara langsung meningkatkan arus output panel surya, sehingga daya yang dihasilkan juga meningkat. Sebaliknya, kenaikan suhu dapat menurunkan tegangan output, yang pada akhirnya mengurangi daya total yang dihasilkan. Oleh karena itu, titik daya

maksimum/*Maximum Power Point* (MPP) dari panel surya selalu berubah-ubah sesuai kondisi lingkungan. Untuk menjaga agar panel tetap beroperasi pada titik daya maksimum, dibutuhkan algoritma *Maximum Power Point Tracker* (MPPT) [5].

Selain metode MPPT konvensional, terdapat juga berbagai metode yang saat ini banyak dikembangkan, di antaranya adalah *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan *Perturb and Observe* (P&O). Algoritma ini memiliki kesederhanaan, fleksibilitas, dan kemudahan implementasinya. Algoritma-algoritma ini dapat diimplementasikan di MATLAB dengan memasukkan data radiasi matahari dan suhu, untuk menghasilkan daya keluaran yang maksimal. Secara spesifik, PSO memiliki keunggulan dalam mencapai solusi optimal dengan cepat, mudah beradaptasi terhadap perubahan lingkungan, dan tidak memerlukan model matematika. [6].

Menyadari betapa krusialnya optimasi pemanfaatan energi surya di tengah tantangan global terkait keberlanjutan energi, dan melihat potensi algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) serta *Perturb and Observe* (P&O) dalam mengatasi kompleksitas sistem fotovoltaik, penelitian ini didedikasikan untuk melakukan analisis mendalam terhadap implementasi dan perbandingan kinerja kedua algoritma tersebut dalam konteks *Maximum Power Point Tracking* (MPPT). Dengan demikian, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat mendukung pengembangan teknologi energi surya yang lebih efisien agar bisa berkontribusi pada masa depan energi yang lebih bersih dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penulisan tugas akhir yang dijelaskan diatas maka dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana implementasi algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan *Perturb and Observe* (P&O) ketika diterapkan di bawah kondisi lingkungan yang dinamis?
2. Bagaimana algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan *Perturb and Observe* (P&O) dapat disimulasikan pada MATLAB untuk pelacakan Titik Daya Maksimum (MPP) panel surya?
3. Bagaimana perbandingan performa panel surya dengan MPPT menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan *Perturb and Observe* (P&O)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui implementasi algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan *Perturb and Observe* (P&O) ketika diterapkan di bawah kondisi lingkungan yang dinamis.

2. Mengetahui bagaimana algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan *Perturb and Observe* (P&O) dapat disimulasikan pada MATLAB untuk pelacakan Titik Daya Maksimum (MPP) panel surya.
3. Mengetahui perbandingan performa panel surya dengan MPPT menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan *Perturb and Observe* (P&O).

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan melakukan penelitian ini dapat mengetahui performa panel surya dengan MPPT menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan *Perturb and Observe* (P&O) dengan mengamati daya keluaran dan juga respon dari MPPT sel surya dengan metode tersebut.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian dan penulisan tugas akhir ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Data yang digunakan adalah data panel surya yang berada di Australia pada saat mengalami karakteristik daya keluaran yang signifikan.
2. Pemograman *Particle Swarm Optimization* dan *Perturb and Observe* dilakukan pada MATLAB.

1.6 Sistematika Penulisan

Proposal tugas akhir ini disusun dalam beberapa bab dengan sistematika tertentu, sistematika laporan ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang dari masalah dalam pembuatan tugas akhir ini, tujuan yang ingin dicapai, manfaat, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori pendukung yang digunakan dalam penyelesaian masalah dalam tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan informasi mengenai metodologi penelitian yang digunakan berupa metoda penelitian, *flowchart* (diagram alir) penelitian, peralatan, dan bahan penelitian yang digunakan.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Bab ini memberi informasi hasil dan pembahasan mengenai hasil penelitian.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil dan pembahasan penelitian dan saran untuk peneliti selanjutnya.