

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan kebutuhan energi listrik yang semakin tinggi, terutama pada sektor pertanian, mendorong perlunya penyediaan sumber energi yang efisien, berkelanjutan, serta ramah terhadap lingkungan. Di sisi lain, masih banyak kawasan pertanian yang berlokasi di daerah terpencil dan belum memperoleh akses jaringan listrik konvensional, sehingga membutuhkan sistem penyediaan energi yang mampu beroperasi secara mandiri. Salah satu alternatif yang menjanjikan ialah penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid*, yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi utama yang tersedia melimpah dan bersifat terbarukan.

Dalam penerapannya, sistem PLTS *off-grid* memiliki beberapa tantangan, terutama dalam hal efisiensi konversi energi. Daya yang dihasilkan panel surya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti intensitas radiasi matahari dan suhu. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode untuk mengoptimalkan keluaran daya dari panel surya agar dapat bekerja pada titik daya maksimum. Teknologi *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) menjadi solusi penting karena mampu menyesuaikan titik operasi panel sehingga menghasilkan daya maksimum dalam berbagai kondisi. (Ulinna Latifa, Indri Purwita Sari, 2025)

Pada sektor pertanian modern seperti *zero farming*, yang mengandalkan teknologi dalam pengelolaan tanaman tanpa lahan

konvensional, kebutuhan energi listrik menjadi sangat krusial untuk mengoperasikan sistem seperti pompa air, sistem irigasi otomatis, sensor, dan kontrol lingkungan. Ketergantungan pada sistem energi yang stabil dan efisien menjadi faktor utama dalam keberhasilan sistem pertanian ini. Oleh karena itu, penggunaan PLTS *off-grid* yang dilengkapi dengan MPPT perlu dianalisis secara mendalam untuk memastikan kinerja yang optimal.(Purnomo et al., 2025)

Pertanian *zero farming* merupakan pengembangan dari sistem pertanian terpadu yang berupaya meminimalkan limbah melalui sirkulasi kembali seluruh residu organik ke dalam sistem produksi. Limbah tanaman dijadikan pakan ternak atau bahan kompos, sementara kotoran ternak diolah menjadi pupuk organik atau sumber energi, sehingga tercipta siklus hara tertutup yang efisien dan ramah lingkungan.

Pendekatan *zero farming* menjadi sangat relevan Pada lahan seluas sekitar 9 m × 15 m berlokasi dekat sungai. Keterbatasan luas lahan menuntut sistem usaha tani yang terintegrasi dan hemat input, sementara kedekatan dengan sungai memberikan potensi sumber air irigasi yang melimpah apabila dikelola dengan baik.

Pemanfaatan air sungai untuk irigasi pada lahan tersebut memerlukan pasokan energi yang andal untuk menggerakkan pompa air. Di banyak wilayah pertanian, akses listrik jaringan (PLN) sering terbatas atau tidak stabil, sehingga menghambat pengelolaan irigasi

yang berkelanjutan. Dalam kondisi ini, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi solusi yang tepat karena mampu menyediakan energi listrik secara mandiri, berkelanjutan, dan bebas emisi.(Chaudhari et al., 2025)

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana kinerja *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid* pada pertanian *zero farming*?

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk menganalisis kinerja *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid* pada pertanian *zero farming*?

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini difokuskan pada evaluasi kinerja *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid*.
2. Parameter yang dianalisis dalam penelitian ini terbatas pada tegangan, arus, daya, intensitas cahaya matahari, dan suhu panel.
3. Sistem yang diteliti menggunakan komponen utama berupa panel surya, solar charge controller (MPPT), baterai, inverter, dan beban.
4. Penelitian ini tidak membahas secara mendalam algoritma internal MPPT, tetapi hanya berfokus pada kinerja dan hasil keluaran sistem.
5. Beban yang digunakan diasumsikan sebagai beban pada sistem pertanian *zero farming*, yaitu pompa air.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mengetahui apakah MPPT yang digunakan sudah bekerja optimal dalam menghasilkan daya yang maksimal sesuai dengan kondisi sistem yang dirancang.
2. memberikan gambaran nyata tentang kemampuan sistem PLTS dalam memenuhi kebutuhan energi pada pertanian *zero farming*, sehingga dapat menjadi acuan dalam penggunaan energi mandiri yang lebih efisien.
3. Hasil evaluasi dapat menjadi dasar perbaikan atau peningkatan kinerja sistem PLTS sederhana, khususnya dalam pemilihan dan penggunaan MPPT yang lebih sesuai dengan kebutuhan.