

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan sektor pertanian modern saat ini tidak terlepas dari peran teknologi dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Konsep *zero farming* menjadi salah satu pendekatan yang mulai banyak diterapkan, yaitu sistem pertanian yang meminimalkan intervensi manusia dan mengoptimalkan penggunaan teknologi otomatis. Sistem ini memanfaatkan berbagai perangkat seperti sensor, aktuator, dan sistem kontrol yang semuanya membutuhkan pasokan energi listrik yang stabil dan berkelanjutan. Oleh karena itu, ketersediaan energi menjadi faktor utama dalam keberhasilan implementasi sistem tersebut (FAO, 2020; IRENA, 2021).

Di sisi lain, banyak wilayah pertanian berada di daerah terpencil yang belum terjangkau oleh jaringan listrik nasional. Kondisi ini menyebabkan keterbatasan dalam penerapan teknologi pertanian modern karena tidak tersedianya sumber energi yang memadai. Permasalahan ini mendorong perlunya solusi alternatif berupa sumber energi mandiri yang dapat diandalkan, salah satunya adalah energi surya melalui sistem PLTS off-grid (IEA, 2022).

PLTS off-grid merupakan sistem pembangkit listrik tenaga surya yang bekerja secara independen tanpa terhubung dengan jaringan listrik utama. Sistem ini memanfaatkan energi matahari sebagai sumber utama

yang kemudian dikonversi menjadi energi listrik melalui panel surya. Energi yang dihasilkan dapat langsung digunakan atau disimpan dalam baterai untuk digunakan saat malam hari atau kondisi cuaca mendung. Dengan karakteristik tersebut, PLTS off-grid sangat cocok diterapkan pada sistem pertanian zero farming (Kalogirou, 2022).

Dalam sistem PLTS off-grid, panel surya merupakan komponen utama yang menentukan besarnya energi yang dapat dihasilkan. Oleh karena itu, penentuan jenis dan kapasitas panel surya harus dilakukan dengan perhitungan yang tepat. Parameter seperti daya puncak (Wp), efisiensi panel, serta kualitas material sangat mempengaruhi kinerja panel dalam menghasilkan energi listrik (Messenger & Ventre, 2021).

Selain itu, kebutuhan energi pada sistem pertanian zero farming tidak bersifat konstan, melainkan bervariasi tergantung pada jenis aktivitas yang dilakukan. Misalnya, penggunaan pompa air untuk irigasi, sistem pencahayaan, serta perangkat monitoring berbasis sensor. Variasi beban ini harus menjadi pertimbangan dalam menentukan kapasitas panel surya agar sistem dapat bekerja secara optimal tanpa kekurangan energi (Duffie & Beckman, 2020).

Faktor lingkungan juga memiliki pengaruh besar terhadap performa panel surya. Intensitas radiasi matahari, suhu udara, kelembaban, serta kondisi kebersihan permukaan panel menjadi faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi konversi energi. Di daerah tropis seperti Indonesia, suhu yang tinggi dapat menyebabkan penurunan efisiensi panel, sementara

debu dan kotoran dapat menghambat penyerapan cahaya matahari (Dubey et al., 2021).

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana menganalisis dan mengevaluasi spesifikasi panel surya pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada pertanian Zero farming di Batupapan

1.3 Tujuan

Untuk menganalisis dan mengevaluasi spesifikasi panel surya pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada pertanian Zero farming di Batupapan

1.4 Batasan Masalah

Penelitian hanya membahas sistem PLTS off-grid pada pertanian *zero farming*, tidak mencakup sistem on-grid atau hybrid. Analisis difokuskan pada penentuan kapasitas dan evaluasi kinerja panel surya, tanpa membahas secara mendalam komponen lain seperti inverter dan baterai. Parameter yang dianalisis meliputi tegangan, arus, daya, dan efisiensi panel surya. Faktor lingkungan yang ditinjau terbatas pada intensitas cahaya matahari, suhu, dan kondisi permukaan panel (debu/kotoran). Penelitian dilakukan pada skala sistem tertentu (skala kecil/percobaan) sehingga hasil tidak langsung digeneralisasi untuk semua kondisi.

1.5 Manfaat

Memberikan acuan dalam menentukan kapasitas dan spesifikasi panel surya yang tepat untuk sistem PLTS off-grid pada pertanian *zero farming*. Meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik melalui evaluasi kinerja panel surya. Mendukung penggunaan energi terbarukan yang ramah lingkungan serta mengurangi biaya operasional pertanian.