

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Permintaan energi listrik secara global, termasuk di Indonesia, terus menunjukkan peningkatan sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk, kemajuan teknologi, serta perkembangan berbagai aktivitas ekonomi. Akan tetapi, ketersediaan energi listrik yang masih bergantung pada bahan bakar fosil semakin terbatas, sementara dampak negatif yang ditimbulkannya terhadap lingkungan mendorong perlunya pengembangan dan pemanfaatan sumber energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan serta berkelanjutan. Salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi sangat besar untuk dikembangkan di Indonesia adalah energi surya, mengingat posisi geografis Indonesia berada di wilayah khatulistiwa yang memperoleh intensitas penyinaran matahari relatif tinggi sepanjang tahun (Suratno & Cahyono, 2023).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan teknologi yang memanfaatkan energi matahari untuk menghasilkan energi listrik melalui sistem fotovoltaik. Sistem PLTS dapat diterapkan dalam dua konfigurasi utama, yaitu *on-grid* dan *off-grid*. Sistem PLTS *off-grid* menjadi solusi yang sangat relevan untuk daerah terpencil atau sektor tertentu yang belum terjangkau jaringan listrik nasional, karena mampu beroperasi secara mandiri tanpa bergantung pada PLN. Selain itu, PLTS *off-grid* juga banyak digunakan dalam sektor pertanian, terutama untuk mendukung kebutuhan energi pada sistem irigasi seperti pompa air (Husna & Santoso, 2025).

Ketersediaan air dalam sektor pertanian merupakan faktor penting yang sangat mempengaruhi produktivitas. Permasalahan seperti keterbatasan akses listrik di area persawahan serta kondisi kekeringan sering menjadi kendala utama dalam proses irigasi. Oleh karena itu, penggunaan sistem pompa air berbasis PLTS *off-grid* menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan ketahanan energi dan mendukung keberlanjutan pertanian. Penerapan sistem ini terbukti mampu membantu masyarakat dalam mengatasi keterbatasan air dan energi, serta mendukung efisiensi operasional pertanian (Akhiriyanto et al., 2025).

Inverter memiliki peran sangat penting dalam penerapan sistem PLTS *Off-grid*. Inverter berfungsi untuk mengubah energi listrik arus searah (DC) yang dihasilkan oleh panel surya menjadi arus bolak-balik (AC) yang dibutuhkan oleh beban, seperti motor pompa air. Kinerja inverter sangat mempengaruhi efisiensi dan stabilitas sistem secara keseluruhan, terutama dalam menjaga kualitas tegangan dan frekuensi agar sesuai dengan kebutuhan beban . Oleh karena itu, pemilihan dan analisis inverter menjadi aspek krusial dalam perancangan sistem PLTS (Halim et al., 2020).

Beban motor pompa air memiliki karakteristik khusus, seperti kebutuhan daya awal (*starting current*) yang tinggi, sehingga diperlukan inverter dengan spesifikasi yang sesuai agar sistem dapat bekerja secara optimal. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kesalahan dalam pemilihan komponen, termasuk inverter, dapat menyebabkan penurunan performa sistem bahkan kegagalan operasional . Hal ini menegaskan pentingnya analisis mendalam terhadap inverter

dalam sistem PLTS *off-grid*, khususnya pada aplikasi pompa air di sektor pertanian (Rusianto et al., 2025).

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana menganalisis dan mengevaluasi spesifikasi inverter pada sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) Off-grid pada pertanian *zero farming* di Batupapan ?

1.3 Tujuan

Untuk menganalisis dan menentukan spesifikasi inverter pada sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) Off-grid pada pertanian *zero farming* di Batupapan.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sumber energi utama yang digunakan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan konfigurasi sistem *Off-grid* (mandiri), tanpa terhubung ke jaringan listrik PLN
2. Jenis inverter yang digunakan adalah inverter satu fasa, dengan kapasitas daya disesuaikan terhadap kebutuhan beban pompa irigasi. Inverter tiga fasa atau sistem *hybrid* (PLTS-PLN) tidak termasuk dalam lingkup penelitian ini
3. Beban yang diteliti dibatasi pada satu unit pompa air yang digunakan untuk sistem irigasi *zero farming* berskala kecil hingga menengah (kapasitas debit dan tekanan sesuai dengan sistem *zero farming* atau rumah tanam)

4. Analisis difokuskan pada performa kelistrikan sistem, meliputi tegangan, arus, daya keluaran inverter, efisiensi konversi energi, dan stabilitas suplay terhadap beban pompa.
5. Aspek desain mekanika sistem irigasi dan kualitas tanaman (misalnya pertumbuhan tanaman atau kualitas hasil panen) tidak menjadi fokus penelitian ini, namun hanya dijadikan parameter pendukung untuk menunjukkan keberfungsian sistem pompa.

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi terhadap pengembangan pengetahuan dibidang energi terbarukan dan sistem konversi daya listrik, khususnya dalam penerapan teknologi inverter satu fasa untuk sistem PLTS yang efisien dan stabil. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi ilmiah dalam pengembangan desain sistem PLTS terintegrasi untuk aplikasi pertanian modern.