

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan kebutuhan dasar yang sangat vital bagi kehidupan manusia. Hampir seluruh aktivitas ekonomi, sosial, dan pelayanan publik sangat bergantung pada ketersediaan energi listrik yang stabil. Di wilayah terpencil seperti Desa Waijarang, Kecamatan Nubatukan, Kabupaten Lembata, Nusa Tenggara Timur (NTT), pasokan listrik dari jaringan PLN masih terbatas karena kondisi geografis, keterbatasan infrastruktur, dan biaya investasi yang tinggi. Kondisi ini menyebabkan rendahnya tingkat elektrifikasi dan menghambat kegiatan operasional fasilitas publik seperti Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang membutuhkan penerangan malam hari untuk mendukung aktivitas petugas dan menjaga keamanan lingkungan.

Pengembangan energi baru terbarukan (EBT) menjadi alternatif strategis dalam menjawab keterbatasan ketersediaan listrik tersebut. Kebijakan ini sejalan dengan agenda Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya Goal 7: Affordable and Clean Energy. Pemerintah Indonesia melalui Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) dan Rencana Umum Energi nasional (RUEN) menargetkan bauran energi terbarukan mencapai 23% pada tahun 2025. Salah satu sumber energi terbarukan yang paling potensial di Indonesia adalah energi surya, karena ketersediaannya melimpah, ramah lingkungan, serta dapat dimanfaatkan hampir di seluruh wilayah nusantara.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan sistem yang mengubah energi surya menjadi energi listrik melalui efek fotovoltaik. Berdasarkan konfigurasinya, PLTS terbagi menjadi dua jenis, yaitu PLTS yang terhubung dengan jaringan listrik (on-grid) dan PLTS yang berdiri sendiri (off-grid). Sistem on-grid merupakan sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan radiasi matahari untuk menghasilkan energi listrik yang kemudian disalurkan ke jaringan PLN. Sistem ini bekerja dengan mengoptimalkan daya yang dihasilkan dari modul surya (photovoltaic) dan menyalurkannya secara paralel dengan jaringan utama (Dani & Erivianto, 2022).

Sistem off-grid adalah pembangkit listrik yang bekerja secara mandiri tanpa terhubung dengan jaringan PLN. Sistem ini memanfaatkan radiasi matahari sebagai sumber energi utama dengan bantuan panel surya untuk menghasilkan listrik. PLTS off-grid memiliki beberapa komponen utama, yaitu panel surya, inverter, solar charge controller (SCC), dan baterai. Energi listrik yang dihasilkan oleh modul surya disimpan di dalam baterai untuk kemudian digunakan

dalam memasok beban listrik baik DC maupun AC. Sistem ini mampu beroperasi secara independen, bahkan ketika jaringan PLN mengalami gangguan atau pemadaman.

Kinerja PLTS off-grid sangat bergantung pada ketersediaan radiasi matahari dalam proses pengisian daya (charging) baterai. Ketika radiasi matahari tidak tersedia, arus pengisian akan berhenti dan suplai beban akan diambil dari energi yang tersimpan di baterai. Apabila sisa kapasitas baterai habis, maka beban listrik akan terputus. Umur baterai dapat terjaga apabila kedalaman pengosongan daya atau Depth of Discharge (DoD) tetap berada dalam batas aman. Kondisi tersebut memerlukan perangkat pelindung seperti Low Voltage Disconnect (LVD) untuk memutus arus secara otomatis ketika tegangan baterai mencapai batas minimum. Hasil penelitian Wanimbo et al. (2024) menunjukkan bahwa penerapan sistem LVD dapat meningkatkan efisiensi siklus pengisian baterai dan memperpanjang umur pakai hingga 30% dibandingkan sistem tanpa proteksi.

Sumber energi baru terbarukan memiliki potensi besar untuk memenuhi kebutuhan energi masa depan karena sifatnya yang berkelanjutan, bersih, dan hemat biaya. Energi surya merupakan bentuk langsung dari energi baru terbarukan yang tidak akan habis dan dapat dimanfaatkan dalam jangka panjang sebagai pengganti energi konvensional [3]. Dibandingkan dengan sumber energi lainnya seperti air atau angin, energi surya lebih mudah diterapkan karena tidak memerlukan lahan luas dan perawatannya sederhana.

Potensi energi surya di Indonesia mencapai lebih dari 4,8 kWh/m² per hari, dengan wilayah Nusa Tenggara Timur termasuk kawasan dengan intensitas tertinggi, yaitu lebih dari 5 kWh/m²/hari (Cahyadi et al., 2025). Berdasarkan hasil analisis meteorologi menggunakan PVSyst 7.2, rata-rata radiasi matahari di Desa Waijarang mencapai 5,60 kWh/m²/hari dengan suhu rata-rata 27,2 °C, yang merupakan kondisi ideal bagi pengoperasian sistem fotovoltaik. Potensi ini menunjukkan bahwa penerapan sistem PLTS Off-Grid di Desa Waijarang layak dikembangkan sebagai solusi energi berkelanjutan untuk mendukung penerangan di kawasan TPA tanpa ketergantungan terhadap pasokan listrik dari PLN maupun penggunaan bahan bakar fosil.

Hasil penelitian terdahulu mendukung efektivitas penerapan PLTS off-grid di wilayah pedesaan Indonesia. Dani dan Erivianto (2022) melaporkan bahwa sistem PLTS off-grid skala rumah tangga di Medan mampu menghasilkan performa sistem dengan rasio kinerja mencapai 72%. Penelitian Cahyadi et al. (2025) menemukan bahwa PLTS off-grid mampu mengurangi dampak pemadaman listrik hingga 45% dengan efisiensi sistem sebesar 85%, sedangkan Wanimbo et al. (2024) membuktikan bahwa sistem PLTS off-grid dengan proteksi baterai memiliki keandalan lebih tinggi dibandingkan sistem tanpa pengendalian tegangan.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji perencanaan sistem PLTS Off-Grid berkapasitas 1 kWp yang diperuntukkan bagi kebutuhan penerangan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Desa Waijarang, Kabupaten Lembata, Nusa Tenggara Timur (NTT). Perancangan dilakukan melalui simulasi menggunakan perangkat lunak PVSyst 7.2 dengan mempertimbangkan potensi radiasi surya lokal, kebutuhan daya harian, efisiensi sistem, serta kapasitas penyimpanan energi pada baterai.

Penelitian ini tidak hanya berorientasi pada aspek teknis, tetapi juga memiliki dimensi lingkungan dan sosial. Dari sisi lingkungan, penerapan sistem PLTS off-grid di kawasan TPA diharapkan dapat mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi berbasis fosil dan menekan emisi gas rumah kaca (GRK) yang dihasilkan oleh genset konvensional. Sistem ini mendukung upaya mitigasi perubahan iklim dan selaras dengan agenda transisi energi nasional menuju bauran energi bersih. Dari sisi sosial, tersedianya penerangan yang memadai di area TPA akan meningkatkan keselamatan kerja petugas, memperbaiki kondisi lingkungan malam hari, serta menumbuhkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pemanfaatan energi terbarukan di tingkat desa.

Kontribusi penelitian ini diharapkan memberikan nilai akademik melalui rancangan sistem PLTS off-grid skala kecil yang efisien dan ekonomis. Hasilnya dapat dijadikan model replikasi untuk fasilitas publik di wilayah lain yang belum terjangkau listrik PLN. Penelitian ini juga diharapkan menjadi referensi teknis bagi pemerintah daerah dalam pengembangan kebijakan energi bersih berbasis potensi lokal serta memperkuat peran energi surya dalam mendukung pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya tujuan ke-7 tentang energi bersih dan terjangkau.

1.2 Rumusan masalah

Yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana tahap-tahapan dalam perancangan dalam system kelistrikan PLTS OFF GRID dengan kapasitas 1000 Wp atau 1 KWp di TPA (Tempat Pembuangan Akhir) sampah di desa waijarang, kecamatan Nubatukan, Kab. Lembata-NTT (Nusa Tenggara Timur).

1. Bagaimana cara merancang sistem PLTS offgrid sesuai profil beban?
2. Bagaimana cara memproteksi baterai supaya tidak mengalami kerusakan dan tetap awet dalam jangka waktu yang Panjang?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang system kelistrikan PLTS Off Grid dengan kapasitas 1000Watt di TPA (Tempat Pembuangan Akhir) sampah di desa

waijarang, kecamatan Nubatukan, Kab lembata, NTT (Nusa Tenggara Timur). Agar dapat mengatasi permasalahan kelistrikan yang terjadi di TPA (Tempat Pembuangan Akhir) waijarang.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis membatasi masalah dalam penelitian ini hanya merancang system kelistrikan PLTS Off Grid dengan kapasitas 1000Watt atau 1 KWp di TPA (Tempat Pembuangan Akhir) sampah di desa waijarang.

1.5 Sistematika Penulisan

Berdasarkan daftar isi, sistematik yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini dibagi menjadi beberapa bab. Urutan-urutannya adalah.

BAB I: PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan penelitian.

BAB II: LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisikan konsep dasar Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang meliputi konsep dasar PLTS serta sistem PLTS yang digunakan.

BAB III: METODE PENELITIAN

Pada bab ini membahas lokasi penelitian, diagram alir simulasi, cara kerja software PVSyst, serta data-data yang diperlukan untuk simulasi.

BAB IV: HASIL PENGAMATAN

Pada bab ini membahas analisa dari hasil simulasi. Pembahasan secara lengkap system dan Analisa akan diuraikan pada bab ini.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil analisa dari alat yang telah dibuat.