

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi pilihan populer dalam memanfaatkan energi terbarukan, terutama di wilayah terpencil atau *remote area* akses yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik konvensional[1]. Namun demikian, aspek keamanan dalam perencanaan dan pengoperasian PLTS masih sering diabaikan. Padahal, gangguan berupa pencurian maupun kerusakan terhadap komponen utama sistem, seperti panel surya dan baterai, dapat menimbulkan kerugian material yang signifikan serta menurunkan ketersediaan dan kontinuitas suplai energi listrik. Salah satu kasus yang tercatat adalah pencurian ratusan unit baterai PLTS di wilayah perbatasan utara Indonesia, tepatnya di Pulau Nanusa. Berdasarkan pernyataan resmi dari KBO Satreskrim Polres Kepulauan Talaud, kejadian tersebut menyebabkan kerugian negara mencapai lebih dari Rp5,3 miliar.[2]

Di daerah terpencil seperti desa Namlea Kab. Buru Provinsi Maluku, risiko gangguan keamanan pada PLTS cukup tinggi karena adanya potensi gangguan dari aktivitas manusia maupun hewan. Situasi ini menggaris bawahi pentingnya perencanaan yang mencakup aspek pengamanan sejak tahap awal perancangan PLTS. Pengamanan tersebut dapat mencakup perangkat fisik dan teknologi untuk pencegahan serta mitigasi risiko gangguan yang bersifat teknis maupun non-teknis. Keberadaan partikel seperti debu, kotoran, dedaunan, atau bahkan kotoran burung yang menempel pada permukaan panel surya dapat menjadi penghalang utama dalam proses penyerapan sinar matahari. Partikel-partikel ini menciptakan lapisan yang mengurangi jumlah cahaya yang mencapai sel surya, sehingga menurunkan daya listrik yang dihasilkan. Bahkan akumulasi debu tipis sekalipun dapat berdampak signifikan pada efisiensi konversi energi, terutama jika dibiarkan tanpa perawatan dalam jangka waktu lama.[3]

Perencanaan PLTS dimulai dengan *Conceptual Design*, yang menggunakan perangkat lunak seperti PVSyst dan meteonorm untuk menghasilkan layout awal,

estimasi energi yang dihasilkan, dan parameter kinerja lainnya[4]. Setelah itu, dilanjutkan dengan *Basic Design* yang mencakup pengembangan desain yang lebih detail seperti *Single Line Diagram* (SLD), tata letak, dan topografi lokasi. Proses ini menjadi dasar untuk menentukan kebutuhan pengamanan PLTS yang sesuai, termasuk memilih teknologi keamanan yang tepat.[5]

Isu keamanan pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Namlea, Provinsi Maluku, teridentifikasi sebagai permasalahan kompleks yang berakar pada faktor sosial-ekonomi dan budaya lokal. Pencurian komponen PLTS, seperti yang terjadi pada tujuh dari sepuluh unit lampu solar cell di Pantai Wisata Gumumae Bula, mengindikasikan adanya kerentanan sistem terhadap tindakan kriminal. Insiden pencurian ini, yang terjadi kurang dari empat hari setelah pemasangan, menyebabkan kerugian finansial akibat kehilangan aset dan biaya perbaikan, serta mengganggu stabilitas pasokan listrik bagi masyarakat setempat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menyusun perencanaan dan desain PLTS yang komprehensif, dengan mengintegrasikan aspek pengamanan guna mengoptimalkan kinerja dan efisiensi sistem secara berkelanjutan.[6]

Penerapan solusi keamanan seperti pagar perimeter dengan pengamanan deteksi intrusi dan pemasangan alarm sebagai output untuk mengusir hewan dan manusia juga dapat memberikan perlindungan fisik yang efektif dari potensi gangguan manusia untuk pencurian maupun hewan liar di memasuki kawasan. Selain itu, integrasi sensor PIR dan penggunaan *automated video surveillance* juga turut mendukung deteksi dini serta mempercepat respons terhadap ancaman, sehingga performa PLTS di daerah terpencil dapat tetap terjaga dengan optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang PLTS yang dapat mengintegrasikan sistem keamanan secara komprehensif sejak tahap awal perencanaan, guna memitigasi risiko gangguan dari aktivitas manusia dan hewan di Kab. Buru, Provinsi Maluku?

2. Apa Solusi paling efektif yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah keamanan dan gangguan PLTS dan sesuai dengan karakteristik sosial di Kab Buru, Provinsi Maluku?

1.3 Tujuan Dan Manfaat

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Membuat Perencanaan PLTS 5MW dan *Engineering Design* di Namlea menggunakan *software* PVSyst.
2. Membuat *Prototype* pengamanan perimeter deteksi intrusi terhadap manusia dan hewan sebagai perangkat garis pertahanan awal melindungi PLTS.

Dan Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Memberikan gambaran atau rekomendasi pengaplikasian desain PLTS yang sudah mencakup integrasi sistem keamanan guna mengoptimalkan performa PLTS.
2. Mengurangi resiko gangguan dengan perangkat sistem keamanan yang tepat guna sesuai kondisi dan karakteristik wilayah hingga minimalisir kerugian.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan masalah sebagai berikut:

1. Studi kasus dilakukan untuk PLTS 5MW di Desa Namlea Kab Buru Provinsi Maluku.
2. Perencanaan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak PVSyst.
3. Tidak dilakukan analisis ke ekonomian atau studi kelayakan finansial proyek PLTS.
4. Penelitian ini terbatas pada pembuatan *proof-of-principle prototype* saja, belum sampai implementasi.
5. Pengujian performa sistem dilakukan dalam kondisi simulasi terkontrol, bukan dalam implementasi lapangan di PLTS 5MW Namlea secara langsung.
6. Dataset YOLO yang digunakan bersifat umum (*pre-trained*) tanpa *re-training* dengan dataset lokal, dan terbatas pada objek manusia dan hewan kuda.

7. Ilustrasi tata letak hanya menggambarkan fungsi penempatan sistem pengamanan, dan bukan merupakan rekomendasi desain aktual yang memperhitungkan kebutuhan spesifik, anggaran, atau kondisi lapangan.

1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penulisan Tugas Akhir adalah sebagai berikut.

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari materi-materi yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir. Sumber yang digunakan adalah jurnal, buku, dan beberapa situs web (*website*) terpercaya.

2. Pengumpulan Data

Mengumpulkan data-data yang valid terkait dengan penelitian tugas akhir dengan metode sekunder dan primer.

3. Pemodelan

Pada metode ini dilakukan pemodelan menggunakan aplikasi *PVSyst*.

4. Purwarupa

Metode purwarupa dengan *proof-of-principle prototype* digunakan untuk merepresentasikan rancangan sistem keamanan dan memvalidasi kelayakan sebuah konsep sebelum pengembangan sebuah produk. Pendekatan ini memungkinkan pengujian langsung terhadap integrasi komponen sensor.

1.6 Proyeksi Pengguna

Target proyeksi pengguna terhadap tugas akhir ini targetkan kepada :

1. Peneliti dan Akademisi.

Hasil penelitian ini juga relevan bagi akademisi yang melakukan penelitian lebih lanjut mengenai optimalisasi keamanan dan efisiensi PLTS, terutama di *remote area* dengan kondisi geografis dan sosial yang berbeda.

2. *Developer* Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Developer dapat memanfaatkan hasil penelitian ini untuk meningkatkan pengamanan PLTS guna menjaga performa *solar pv*.

3. Pembangkit Listrik Negara (PLN)

Pembangkit Listrik Negara dapat memanfaatkan hasil Penelitian yang diperuntukkan sebagai gambaran prediksi energi listrik yang dihasilkan di kawasan *remote area* khususnya di Namlea.