

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Energi merupakan sesuatu yang sangat lekat kaitannya dengan kehidupan manusia. Menurut data Kementrian ESDM, permintaan energi listrik di Indonesia diproyeksikan pada tahun 2050 naik hampir 9 kali lipat dari permintaan listrik tahun 2018 [1], didorong oleh kemajuan teknologi dan pertumbuhan populasi. Saat ini kebutuhan energi listrik sebagian besar ditopang oleh bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara dan gas alam. Indonesia memiliki potensi energi surya yang melimpah sehingga memberikan peluang besar bagi pengembangan energi terbarukan khususnya PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya). Hal ini didukung oleh PLN (Perusahaan Listrik Negara) sebagai penyedia tenaga listrik yang akan mempercepat pembangunan pembangkit listrik dengan menggunakan energi terbarukan salah satunya tenaga surya [2].

Penggunaan energi listrik pada zaman sekarang diiringi dengan permintaan akan energi listrik yang semakin tinggi karena kemajuan teknologi dan kebutuhan manusia [3]. Salah satu jenis energi terbarukan yang sedang dipelajari adalah energi matahari. Energi matahari berasal dari sinar matahari dan dapat diubah menjadi energi listrik melalui pembangkit listrik tenaga surya. Pembangkit listrik tenaga surya adalah solusi ramah lingkungan dan berkelanjutan. Menurut laporan *International Renewable Energy Agency* (IRENA), penggunaan energi surya dapat mengurangi emisi karbon hingga 70% dibandingkan sumber energi fosil [4].

Berbagai studi terdahulu telah dilakukan mengenai implementasi pembangkit listrik tenaga listrik tenaga surya dalam sistem penerangan. Penulis telah memeriksa berbagai literatur yang berfokus pada penggunaan PLTS untuk penerangan diberbagai konteks perkebunan. Misalnya, penelitian oleh A. R. Cahyono et al. membahas tentang rancang bangun PLTS untuk penerangan taman buah naga, yang mengintegrasikan teknologi modern seperti ESP32 dan *platform* Cayenne

myDevices. Ini menunjukkan bagaimana teknologi dapat dimanfaatkan secara inovatif untuk memaksimalkan hasil pertanian [5] .

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya *off-grid* dirancang untuk menyediakan sumber listrik mandiri, termasuk pada area perkebunan yang memerlukan penerangan malam hari. Dengan memanfaatkan panel surya, energi yang dihasilkan di siang hari disimpan dalam baterai untuk digunakan pada malam hari. Teknologi berbasis IoT juga diterapkan untuk mendukung memudahkan pemantauan sistem.

Penerapan PLTS *off-grid* ini memberikan berbagai manfaat, termasuk efisiensi operasional yang lebih baik, pengurangan emisi karbon, serta pencahayaan yang optimal untuk mendukung aktivitas malam hari di perkebunan. Selain itu, sistem ini membantu meningkatkan kenyamanan dan produktivitas pekerja, sekaligus mendorong adopsi energi terbarukan di sektor agrikultur yang berorientasi pada keberlanjutan lingkungan.

Dalam konteks perkebunan, kebutuhan penerangan malam hari sangat penting untuk mendukung aktivitas pekerja, menjaga keamanan dari hewan maupun manusia, serta meningkatkan produktivitas. Sistem PLTS *off-grid* menjadi solusi karena dapat menyimpan energi matahari pada siang hari untuk digunakan pada malam hari. Teknologi berbasis IoT juga diterapkan untuk memudahkan pemantauan dan pengendalian secara *real-time*.

Pemilihan durasi penerangan 12 jam, didasarkan pada kondisi malam hari di perkebunan , di mana cahaya matahari sudah tidak mencukupi sejak pukul 18.00 dan kemabali tersedia pada pukul 6.00. Rentang waktu ini dipakai untuk memastikan sistem mampu menyediakan pencahayaan penuh sepanjang malam sekaligus menguji ketahanan baterai dan kinerja PLTS secara optimal.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana cara merancang prototipe pembangkit listrik tenaga surya atap *off-grid* untuk penerangan di perkebunan?
2. Apa saja faktor teknis dan lingkungan yang mempengaruhi kinerja sistem PLTS atap dalam kondisi operasi di perkebunan?

3. Bagaimana memastikan bahwa sistem PLTS atap mampu memenuhi kebutuhan energi lampu selama kondisi minim cahaya?

1.3. Tujuan

Bagian ini menjelaskan tujuan dari penelitian yang dilakukan. Berikut tujuan yang ingin dicapai dalam Tugas Akhir tersebut.

1. Merancang dan membangun prototipe PLTS atap untuk penerangan di perkebunan
2. Mengidentifikasi dan menganalisis faktor teknis dan lingkungan yang mempengaruhi kinerja sistem PLTS atap
3. Memastikan desain sistem PLTS atap mampu memenuhi kebutuhan energi penerangan selama 12 jam dalam kondisi minim cahaya.

1.4. Manfaat Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bisa menjadi bahan acuan bagi para pemilik perkebunan maupun pertanian yang ingin beralih ke pembangkit listrik tenaga surya. Selain itu, penelitian ini juga memberikan panduan teknis dalam merancang sistem PLTS atap yang hemat energi dan efisien untuk keperluan penerangan. Penelitian ini juga diharapkan memberikan kontribusi bagi akademisi dalam penelitian di bidang energi terbarukan serta dapat meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya penggunaan energi terbarukan dalam mengurangi dampak lingkungan dan biaya operasional.

1.5. Batasan Masalah

Batasan Masalah penelitian ini meliputi:

1. Sistem hanya dirancang untuk kebutuhan penerangan di malam hari dan tidak mencakup penggunaan untuk peralatan lainnya.
2. Sistem ini hanya berupa prototipe
3. Jenis panel surya yang digunakan yaitu monokristalin
4. Pengujian panel surya dilakukan setiap hari selama 5 hari pada pukul 8.00 hingga 17.00.
5. Pengujian dengan beban lampu setelah sistem mendeteksi kondisi gelap melalui BH1750 dan lampu otomatis menyala.

1.6. Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah studi literatur, perancangan, studi analisa dan pengujian yang akan dijelaskan pada penjelasan berikut :

1. Studi Literatur

Pada tahap awal, dilakukan pengumpulan dan analisis berbagai literatur ilmiah, jurnal dan artikel yang berhubungan dengan pembangkit listrik tenaga surya yang akan dirancang. Studi literatur ini bertujuan untuk memahami prinsip kerja PLTS, komponen yang digunakan, dan desain sistem yang optimal.

2. Perancangan

Pada tahap ini, dilakukan perancangan prototipe sistem PLTS untuk skala kecil. Proses perancangan mencakup pemilihan komponen, analisis kebutuhan daya, serta desain sistem yang sesuai untuk kebutuhan penerangan. Karena proyek ini berupa prototipe, *site survey* tidak dilakukan, dan kondisi lingkungan seperti iradiasi matahari akan di simulasikan.

3. Studi Analisa dan Pengujian

Melakukan pengujian sistem PLTS yang telah dirancang untuk memastikan baterai dapat mencukupi kebutuhan beban lampu, durasi lampu menyala, dan respons sensor. Serta kemampuan sistem dalam memenuhi kebutuhan penerangan. Hasil pengujian akan dianalisis untuk memastikan keandalan sistem.

1.7. Proyeksi Pengguna

Pengguna yang dapat memanfaatkan hasil penelitian ini antara lain :

1. Para pemilik usaha perkebunan dan pertanian

2. Penelitian ini memberikan solusi penerangan berbasis energi terbarukan yang dirancang khusus untuk area perkebunan atau pertanian. Sistem ini membantu mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan menurunkan biaya operasional dengan memanfaatkan sumber energi matahari yang ramah lingkungan.

3. Para peneliti dan akademisi
4. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi untuk pengembangan lebih lanjut di bidang teknologi energi terbarukan, khususnya sistem PLTS dengan otomasi berbasis IoT.

1.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu berfungsi sebagai referensi dan pembanding untuk mempermudah dalam melakukan penelitian kali ini.

Tabel 1.1 Tabel penelitian terdahulu

Judul	Penulis	Tahun	Pembahasan	Hasil
Rancang Bangun Panel Surya 20 WP untuk Menyalakan Lampu di Lingkungan Banjar dan Monitoring Daya Berbasis IoT	Kadek Yudi Arimbawa, I Wayan Teresna, Ida Bagus Ketut Sugirianta.	2022	Penelitian ini bertujuan untuk menyediakan solusi pencahayaan berkelanjutan dengan pemantauan dan pengendalian jarak jauh melalui IoT.	Penelitian ini berhasil merancang sistem monitoring daya berbasis IoT menggunakan panel surya sebesar 20 Wp. Alat ini bisa menampilkan tegangan, arus, dan daya secara <i>realtime</i> melalui LCD dan Thingspeak.
Desain Perangkat Penerangan Berlandas PLTS <i>Off-grid</i> untuk Budidaya Buah Naga	Diva Ayu Lestari, Aripriharta, Ayu Puwatiningsih, Rodhi Faiz, Sujito, Langlang Gumilar, Muhammad Afnan Habibi.	2023	Penelitian ini menekankan potensi energi surya sebagai investasi jangka panjang bagi petani, mengurangi biaya pemeliharaan dan memberikan akses energi di daerah perkebunan.	Hasil pengujian dari alat ini baterai dapat mensuplai 3 buah lampu dengan daya 9W selama 10 jam.

Kedua penelitian diatas masing-masing memiliki fokus yang berbeda, namun dengan mengintegrasikan teknologi Iot dan desain efisiensi, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem penerangan berkelanjutan yang ramah lingkungan dan mendukung penerangan perkebunan di malam hari, bahkan dalam kondisi cuaca yang kurang mendukung.