

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Berdasarkan letak geografis Indonesia terletak di antara garis khatulistiwa sehingga memiliki iklim tropis. Negara dengan iklim tropis mendapatkan sinar matahari dan taraf hujan yang cukup sehingga tumbuhan atau tanaman dapat tumbuh dan berkembang sangat subur [1]. Sebagian besar penduduk Indonesia bekerja di bidang pertanian, yang membuat Indonesia menjadi salah satu negara agraris. Indonesia menghasilkan banyak produk di bidang pertanian, baik perkebunan, tanaman pangan, dan hortikultura.

Hortikultura adalah cabang dari ilmu pertanian yang berfokus pada budidaya tanaman, termasuk buah-buahan, sayuran, bunga, tanaman berkhasiat obat dan tanaman hias. Produk hortikultura sayuran memiliki potensi dan peluang untuk ditingkatkan menjadi produk yang lebih berkualitas guna meningkatkan kesejahteraan petani [1]. Namun, dalam pelaksanaannya produksi tanaman sayuran memiliki berbagai rintangan dan masalah, salah satunya ialah perubahan iklim yang meliputi peningkatan curah hujan, suhu udara dan cuaca ekstrim.

Perubahan iklim pada tanaman sayuran terbukti menurunkan kualitas dan kuantitas produksi, meningkatkan serangan penyakit dan hama, kegagalan panen, kesesuaian lahan, dan penurunan kapasitas air yang digunakan untuk irigasi. Salah satu langkah adaptasi yang dapat dilakukan untuk mengatasi penurunan kapasitas air irigasi adalah menggunakan teknik irigasi yang lebih terkendali. Umumnya, irigasi yang dilakukan petani di Indonesia masih menggunakan cara konvensional dan menggunakan pompa Bahan Bakar Minyak (BBM) [2].

Irigasi tanaman yang dilakukan secara konvensional umumnya dilakukan oleh petani dengan cara mengunjungi lahan secara berkala untuk melihat kondisi tanah pada tanaman dan menyiramnya berdasarkan perkiraan [3]. Oleh sebab itu, irigasi konvensional kurang terkendali karena pengairan tanaman tidak dilakukan berdasarkan kebutuhan tanaman. Tanaman tidak dapat tumbuh dan berkembang secara maksimal apabila kelebihan ataupun kekurangan air.

Selain irigasi dengan cara konvensional, umumnya petani melakukan irigasi tanaman menggunakan pompa BBM. Adanya ketergantungan terhadap penggunaan pompa bertenaga disel yang memiliki dampak buruk bagi lingkungan. Salah satu dampak negatifnya terhadap lingkungan adalah meningkatkan emisi CO<sub>2</sub> yang menyebabkan peningkatan pemanasan global [4]. Oleh karena itu, diperlukan teknologi pengelolaan irigasi yang lebih terkendali agar dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara optimum dan penggunaan pompa dengan energi yang berkelanjutan. Salah satu metode yang dapat dikembangkan untuk mengatasi masalah tersebut ialah dengan menggunakan sistem irigasi tetes berbasis Energi Baru Terbarukan (EBT).

Energi Baru Terbarukan (EBT) merujuk pada sumber energi yang berasal dari proses alam yang terus menerus dan tidak habis. EBT merupakan solusi yang berkelanjutan untuk menggantikan sumber energi fosil yang terbatas dan berdampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu contoh EBT adalah energi surya. Energi surya dapat dikembangkan sebagai energi alternatif menggunakan teknologi panel surya. Panel surya merupakan kumpulan sel surya atau *photovoltaic* yang disusun secara elektrik dan dapat dihubungkan secara seri maupun paralel. Sel surya dapat menghasilkan energi listrik dengan mengubah energi matahari menjadi energi listrik [5]. Berdasarkan konfigurasi terhadap jaringan yang terhubung, PLTS dibagi menjadi tiga yaitu sistem PLTS *off-grid*, PLTS *on-grid*, dan PLTS *hybrid*.

Sistem PLTS dengan konfigurasi *off-grid* atau yang disebut juga dengan PLTS *standalone* adalah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan radiasi matahari tanpa terhubung dengan jaringan Perusahaan Listrik Nasional (PLN). PLTS *standalone* didukung oleh baterai sebagai media penyimpanan energi [6]. Energi surya dapat dimanfaatkan dalam bidang hortikultura sayuran, salah satu pemanfaatannya ialah penggunaan pompa tenaga surya untuk sistem irigasi tetes. PLTS dapat menjadi suplai listrik yang mandiri bagi sektor hortikultura sayuran.

Irigasi tetes atau dikenal juga dengan *drip irrigation* adalah sistem irigasi yang mendistribusikan air dengan cara meneteskan atau memancarkan air melalui pipa-pipa atau selang di sekitar tanaman atau sepanjang jalur tanaman [7]. Metode pengairan dengan Irigasi tetes dapat diaplikasikan di lahan yang memiliki

ketersediaan air yang minim karena air dapat langsung diserap oleh tanaman dan tidak mengalami penguapan secara berlebih.

Berdasarkan latar belakang mengenai permasalahan metode irigasi konvensional dan pompa BBM, maka fokus utama pada penelitian ini adalah membuat sebuah prototipe pembangkit listrik tenaga surya dengan konfigurasi *off-grid* sebagai sumber daya listrik mandiri bagi irigasi tetes.

## 1.2 *State of The Art*

*State of the art* dalam konteks penelitian ini merujuk pada tinjauan komprehensif tentang perkembangan terbaru, pencapaian dan kondisi terkini dalam suatu bidang studi atau topik penelitian. Bagian ini akan memberikan ringkasan mengenai penelitian sebelumnya dan alasan mengapa penelitian ini akan dilakukan. Penjabaran mengenai *state of the art* dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 *State of the art*

| Judul   | Peneliti  | Tahun |
|---|---|-------|
| Perancangan Sistem Pompa Irigasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Untuk Pertanian Subak Semaagung   | Oya Iman Sanjaya,<br>IAD Giriantari, I N<br>Satya Kumara              | 2019  |
| <i>Productivity and Profitability of Modern Irrigation Methods through the Application of on-farm Drip Irrigation on some Crops in the Northern Nile Delta of Egypt</i> | M.AM. Moursy, M.<br>Elfetyany, A.M.I.<br>Meleha, Maha A. El-<br>Bialy | 2022  |
| Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 26,4 KWP Pada Sistem <i>Smart MicroGrid</i><br>UNUD  | N. Surya Gunawan,<br>I. N. Satya Kumara,<br>Rina Irawati              | 2019  |

| <b>Judul</b>  | <b>Peneliti</b>   | <b>Tahun</b> |
|---|---|--------------|
| <i>Features of the Use of Renewable Energy Sources in Agriculture</i> | T Bolyssov,<br>Bauyrzhan Y,<br>Gulvira A, Zamzagul<br>S, Azamat Z | 2019         |

Penelitian [4] mengkaji tentang masalah pasokan air yang terbatas, sehingga menyulitkan petani dalam melakukan irigasi. Umumnya, irigasi yang dilakukan oleh petani menggunakan sistem pompa bertenaga disel. Namun karena metode operasional yang kompleks dan biaya BBM yang tinggi, petani mulai meninggalkan penggunaan pompa irigasi bertenaga disel. Berdasarkan permasalahan tersebut, Penelitian yang dilakukan oleh Oya Iman S, dkk. [4] merancang sistem pompa irigasi bertenaga surya dengan menggunakan panel surya jenis monocrystalline sebanyak 158 unit dengan kapasitas maksimal 52.14 KW, dua unit inverter dengan kapasitas 33 KW, dan dua unit pompa submersible jenis SP 60-9. Berdasarkan rancangan tersebut, jumlah air yang dapat diambil selama musim kemarau adalah 1.275.000 liter per hari, dan biaya investasi total sebesar Rp. 1.168.137.010.

Penelitian [8] mengkaji mengenai perbandingan antara sistem irigasi tetes dengan irigasi lahan pada lahan dengan salinitas sedang di Delta Nil. Percobaan bertujuan untuk mempelajari pengaruh penggunaan sistem irigasi modern (irigasi tetes) terhadap kebutuhan air, efisiensi penggunaan air, karakteristik tanah, dan keuntungan bersih dibandingkan dengan sistem irigasi tradisional (irigasi permukaan) pada tanaman berbeda di sebuah lahan. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, irigasi tetes memberikan penggunaan air yang lebih efisien dan penghematan air pada tanaman. Oleh karena itu, sistem irigasi tetes meningkatkan nilai efisiensi penggunaan air, sedangkan sistem irigasi permukaan memberikan nilai produktivitas yang tinggi karena salinitas yang lebih tinggi.

Penelitian [9] mengkaji tentang kinerja dari PLTS yang telah terpasang. Universitas Udayana bekerjasama dengan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) dalam membuat sistem smart microgrid. Sistem tersebut terdiri dari PLTS 26,4 KWp, PLTD 20 KWp, PLTB 5 KWp, baterai 192 KVAh serta

terhubung dengan jaringan PLN. Penelitian [9] membandingkan energi listrik yang dapat diproduksi antara hasil simulasi menggunakan perangkat lunak HelioScope dengan produksi energi riil selama satu tahun. Berdasarkan hasil simulasi PLTS smart microgrid Universitas Udayana memiliki potensi untuk memproduksi energi listrik selama setahun sebesar 43.005 KWh. perbedaan tersebut disebabkan oleh perbedaan modeling modul surya, shading dari pepohonan di sekitar modul surya dan perbedaan orientasi dari panel surya yang terpasang.

Penelitian [10] mengkaji mengenai prospek penggunaan sumber EBT di bidang pertanian. Saat ini, sebagian besar mesin pertanian dan industri pertanian digerakkan oleh sumber energi yang tidak dapat diperbaharui, seperti bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil memiliki dampak buruk terhadap lingkungan, seperti efek rumah kaca dan perubahan iklim serta pemanasan global. Berdasarkan data yang didapat dari Penelitian [10], EBT yang paling banyak dikembangkan adalah tenaga surya, air, angin dan biomassa. Pengembangan EBT di bidang pertanian memiliki banyak manfaat, diantaranya untuk meningkatkan pasokan listrik di pedesaan, menghemat biaya, meningkatkan efisiensi energi serta menciptakan lapangan kerja baru. Namun, untuk dapat memaksimalkan potensi EBT, dibutuhkan teknologi yang efisien untuk membangun infrastruktur yang memadai serta perlunya dukungan dari pemerintah setempat dan biaya investasi awal yang cukup mahal.

Berdasarkan pemaparan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, didapat sebuah kesimpulan bahwa sistem PLTS off-grid memiliki kelayakan untuk diaplikasikan di sektor pertanian sebagai pilihan pembangkit listrik yang mandiri untuk mengurangi pemakaian energi dari sumber bahan bakar fosil. Berdasarkan analisis penelitian sebelumnya pada bagian state of the art, maka pada penelitian ini akan dirancang sebuah prototipe PLTS off-grid pada beban irigasi tetes. Dengan menggunakan teknologi fotovoltaik untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik sebagai sumber daya listrik yang mandiri bagi irigasi tanaman.

### **1.3 Rumusan Masalah**

Berdasarkan pemaparan pada latar belakang, rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana rancang bangun prototipe pembangkit listrik tenaga surya *off-grid* pada beban irigasi tetes?
2. Bagaimana kinerja prototipe pembangkit listrik tenaga *off-grid* pada beban irigasi tetes?

#### **1.4 Tujuan**

Berdasarkan masalah yang ada dalam perumusan masalah, maka tujuan penelitian ini yaitu:

1. Merancang dan mengimplementasikan prototipe pembangkit listrik tenaga surya *off-grid* pada beban irigasi tetes.
2. Menganalisis kinerja prototipe pembangkit listrik tenaga surya *off-grid* pada beban irigasi tetes.

#### **1.5 Manfaat**

Adapun manfaat yang diharapkan dapat tercapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

##### **1. Manfaat Akademis**

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk memperkaya khazanah keilmuan dalam bidang *power*, serta menambah referensi untuk pihak akademisi dalam pengembangan penelitian tentang pemanfaatan EBT pada bidang pertanian khususnya PLTS.

##### **2. Manfaat Praktis**

Penelitian ini bermanfaat untuk membuat sebuah prototipe pembangkit listrik tenaga surya dengan sistem *off-grid* yang digunakan untuk mensuplai listrik bagi sistem irigasi tetes.

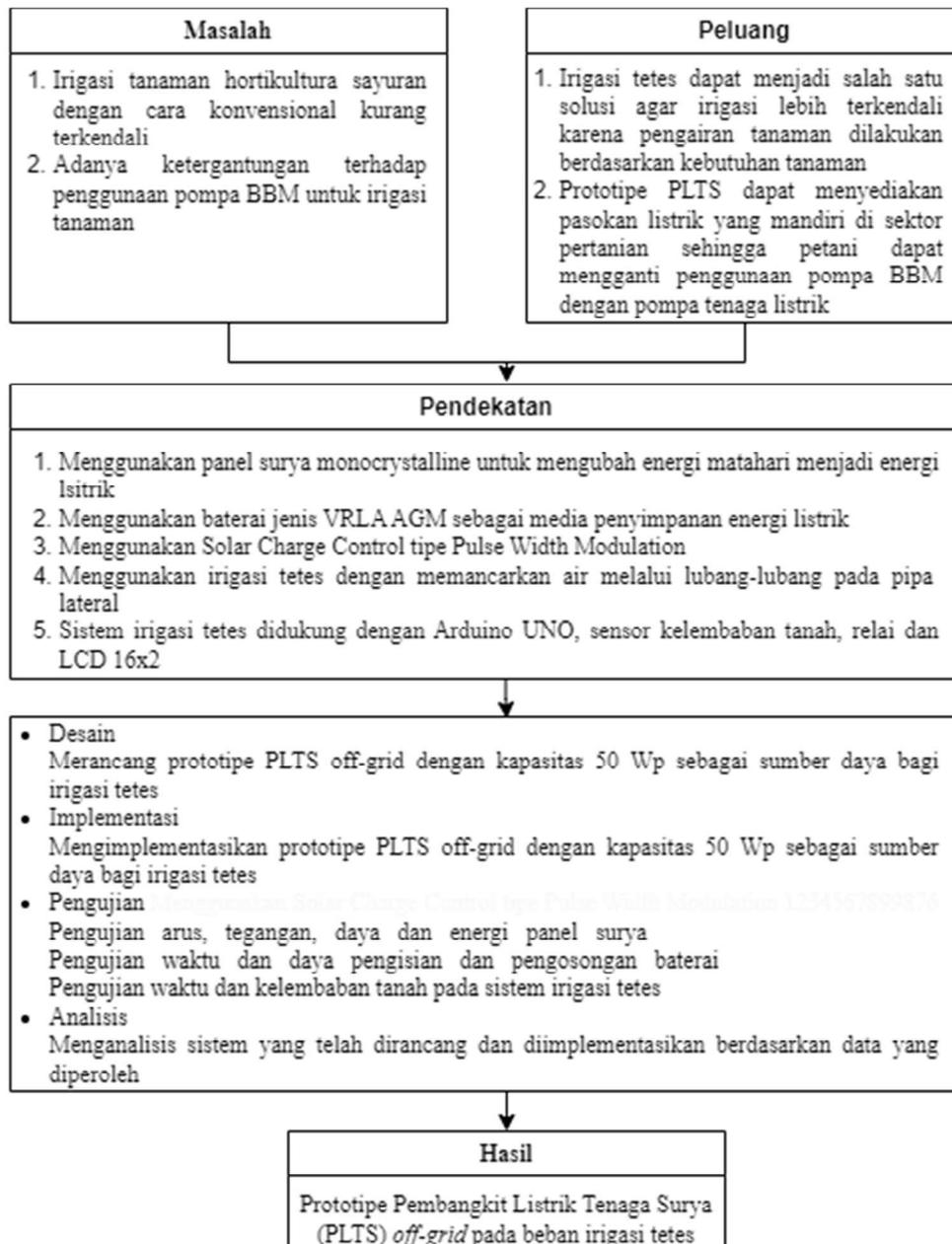
#### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah diperlukan untuk membatasi ruang lingkup topik penelitian sehingga penyelesaian masalah yang dilakukan tidak menyimpang dari ruang lingkup yang sudah ditentukan. Adapun pembatasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Studi kasus pada penelitian ini terfokus pada perancangan prototipe PLTS *off-grid* pada beban irigasi tetes.
2. Parameter yang diukur dari prototipe pembangkit listrik tenaga surya adalah arus, tegangan dan daya panel surya.
3. Pengujian PLTS untuk mengetahui total penggunaan daya oleh sistem irigasi tetes.
4. Panel surya yang digunakan jenis *monocrystalline*.
5. Menggunakan *solar charge control* tipe *pulse width modulation*.
6. Tipe baterai yang digunakan adalah akumulator dengan jenis *Valve Regulated Lead Acid* (VRLA) jenis *Absorbent Glass Mat* (AGM).
7. Komponen pendukung irigasi tetes menggunakan Arduino UNO, sensor *soil moisture*, relai, dan pompa DC 12 V 5 A.
8. Tanaman yang dijadikan bahan percobaan adalah sawi pakcoy (*Brassica rapa* L.) yang sudah siap panen.
9. Lahan percobaan berukuran 160x160 cm<sup>2</sup>.

## 1.6 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir merupakan representasi sistematis dari alur pemikiran peneliti yang memberikan informasi mengenai hasil perumusan masalah dan bagaimana pendekatan yang digunakan untuk mempermudah memahami alur logis penelitian. Kerangka berpikir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerangka berpikir

## 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan merupakan kerangka penulisan yang terorganisir agar dapat memastikan bahwa semua aspek penting dari penelitian tercakup dan disajikan secara jelas. Sistematika penulisan penelitian tugas akhir ini dijabarkan secara lebih detail sebagai berikut.

## **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini merupakan awal dari penulisan tugas akhir. Isi pembahasan dalam Bab I mencakup latar belakang, *state of the art*, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, kerangka berfikir serta sistematika penulisan.

## **BAB II TEORI DASAR**

Bab ini merupakan tinjauan pustaka yang didalamnya dijelaskan tentang landasan teoritis dan pemahaman mendalam tentang topik penelitian yang berhubungan dengan PLTS dengan konfigurasi *off-grid*, sistem kendali dan irigasi tetes.

## **BAB III METODOLOGI**

Bab ini memaparkan metode dan tahapan-tahapan yang akan dilakukan selama penelitian. Tahapan penelitian ini terdiri dari studi literatur, identifikasi masalah, analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian sistem yang menjadi inti dari penelitian ini.

## **BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI**

Bab ini memaparkan proses penelitian yang dijelaskan secara bertahap mengenai perancangan PLTS dengan konfigurasi *off-grid* yang dimulai dengan menghitung kebutuhan beban total, merancang komponen penyusun PLTS, merancang sistem kendali untuk irigasi, lahan percobaan dan diimplementasikan menjadi prototipe PLTS pada beban sistem irigasi tetes.

## **BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS**

Bab ini berisi tentang semua pengujian dan hasil analisis mengenai prototipe PLTS dengan konfigurasi *off-grid* pada sistem irigasi tetes. Pengujian dan analisis meliputi pengujian panel surya, baterai dan kendali irigasi tetes.

## **BAB VI PENUTUP**

Bab ini merupakan bagian penutup dari penelitian yang merangkum keseluruhan penelitian dan memberikan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta rekomendasi atau saran untuk penelitian-penelitian selanjutnya.