

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pertanian memiliki peran penting dalam menjaga suplai makanan, memenuhi kebutuhan konsumsi masyarakat, dan membantu perekonomian di berbagai negara [1]. Indonesia merupakan salah satu negara dengan ketergantungan ekonomi yang tinggi pada sektor pertanian. Sebagai negara agraris, sebagian besar penduduk Indonesia memiliki mata pencaharian sebagai petani dan ekonomi negara sangat bergantung pada sektor pertanian [2-3]. Walau memiliki peran sebagai tulang punggung perekonomian nasional, terdapat beberapa tantangan dalam sistem pertanian di Indonesia. Tantangan yang sering dihadapi para petani adalah terbatasnya pasokan air untuk tanaman pada tempat-tempat kering, perubahan iklim, penyakit-penyakit pada sektor pertanian seperti penyakit kuku dan mulut, minimnya generasi muda yang mau menjadi petani, dan berbagai tantangan lainnya [4-7]. Dalam mengatasi masalah-masalah tersebut, dibutuhkan sebuah solusi yang inovatif dan efisien yang dapat mengurangi ketergantungan dalam jumlah tenaga kerja petani, sekaligus meningkatkan produktivitas pertanian.

Dengan memanfaatkan teknologi, sektor pertanian mulai berintegrasi dengan teknologi-teknologi, dan berubah dari pertanian konvensional ke *agriculture 4.0* atau *smart farming* [8]. Perubahan ini ditandai dengan penggunaan robot dalam sektor pertanian, seperti robot yang dapat mengerjakan beberapa tugas, seperti mengetahui kadar air tanah, pembajakan, penebaran benih, dan irigasi dalam satu waktu [9]. Selain robot *multi-tasking*, robot *unmanned ground vehicles* (UGVs) dan *unmanned aerial vehicles* (UAVs) sering digunakan pada *smart farming*. Sebagai contoh, studi pada [10] membuat sistem komunikasi antara UGV dengan sistem manajemen pertanian. Sementara itu, pada [11] merancang UGV yang digunakan untuk melindungi tanaman dari hama, dan pada [12] membuat UGV yang digunakan khusus untuk navigasi pada perkebunan kelapa sawit. Di sisi lain, robot

UAV digunakan untuk pemantauan lahan, mengidentifikasi kebutuhan irigasi petani, dan pengelolaan hama yang presisi [13-15].

Penggunaan robot pada *smart farming* telah dibuktikan meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian. Penelitian pada [16] menunjukkan bahwa *smart farming* dapat menghasilkan lebih banyak makanan hingga 30%. Sementara itu, pada [17] membandingkan pertanian konvensional dengan pertanian yang telah memakai sistem *smart farming* dan menemukan bahwa pertanian dengan *smart farming* dapat meningkatkan pendapatan petani sebesar 26.7% dari rata-rata pendapatan pertanian biasa. Namun, di balik manfaat-manfaat tersebut, penggunaan robot di lahan pertanian menimbulkan tantangan baru dalam aspek manajemen energi. Robot-robot UGV dan UAV yang telah dibahas, memerlukan suplai energi agar mampu beroperasi secara berkelanjutan. Sistem pengisian daya yang umumnya digunakan saat ini adalah metode *plug-in*. Metode ini masih memerlukan intervensi manusia dan kurang efektif jika dilakukan pada lahan pertanian yang kotor.

Sebagai solusi dari permasalahan tersebut, diperlukan sebuah metode pengisian daya yang mampu dilakukan tanpa intervensi manusia maupun lingkungan sekitar yang kotor. Metode pengisian daya secara nirkabel atau *wireless power transfer* (WPT) dapat menjadi solusi, karena lebih tahan terhadap kondisi lapangan seperti tanah, debu, dan air [18]. Dengan metode WPT, robot dapat diprogram untuk berhenti di *charging station* untuk melakukan proses pengisian daya, sehingga tidak perlu keterlibatan manusia selama proses pengisian daya.

Dalam penerapannya, tipe baterai yang umumnya dipakai adalah *lead acid*, Li-Ion, NiMH, Ni-CD, dan Li-Po. Baterai Li-Po merupakan salah satu baterai yang lebih sering dipakai karena memiliki densitas energi yang tinggi dan *discharge rate* yang besar, sehingga bobot menjadi cukup ringan dan dapat menyuplai arus yang besar [19-22]. Dalam pemakaian baterai, dibutuhkan sistem pengisian daya baterai agar baterai dapat dipakai kembali. Sistem pengisian daya baterai memiliki beberapa tipe, seperti *pulse algorithm*, *constant trickle* (CTC), *constant current* (CC), *constant voltage* (CV), dan gabungan dari dua metode, yaitu CC-CV [22-24]. Metode *pulse algorithm* adalah metode pengisian daya yang memberikan *pulse* arus

tinggi yang memiliki *rest periods* [23]. Selain itu, metode CC merupakan pengisian daya di mana arus mengalir pada titik maksimum sesuai dengan konfigurasi baterai sehingga tegangan akan semakin besar secara perlahan sampai pada titik maksimum, namun metode ini dapat menyebabkan baterai *overcharged*, sedangkan mode CV mengisi baterai dengan tegangan konstan hingga arus yang mengalir berkurang hingga arus terputus, metode ini mencegah baterai dari *overcharged* namun durasi pengisian akan lebih lama dibandingkan dengan metode CC [24]. Selanjutnya, metode gabungan CC-CV diawali dengan mode CC hingga tegangan baterai mencapai tegangan maksimumnya, lalu dilanjutkan dengan CV hingga arus pengisian menurun dan mencapai arus *cut-off* [24-27]. Metode ini dipilih karena merupakan proses pengisian daya pada baterai dengan cepat dan aman [28].

Metode pengisian daya secara CC-CV dapat menggunakan sebuah DC-DC konverter seperti *buck converter* karena konverter ini dapat menghasilkan tegangan dan arus *output* yang memiliki *ripple* kecil [24]. Namun untuk meningkatkan efisiensi dari *buck converter* biasa, dapat digunakan *synchronous buck converter* [29]. *Synchronous buck converter* menggantikan dioda pada *buck converter* biasa dengan MOSFET, sehingga mengurangi rugi konduksi akibat dioda dengan rugi konduksi MOSFET yang lebih kecil.

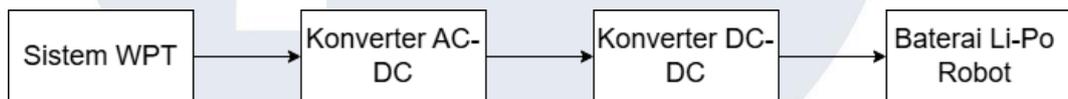
Dengan mempertimbangkan masalah-masalah tersebut, dibutuhkan sebuah sistem pengisian daya baterai yang dapat dilakukan secara otomatis atau minim intervensi manusia dan efisien di lingkungan pertanian, tetapi juga mampu untuk menjaga performa, kondisi, dan umur baterai. Solusi yang ditawarkan adalah perancangan *synchronous buck converter* pada sisi penerima WPT untuk pengisian daya CC-CV pada baterai robot pertanian. Dengan merancang sistem tersebut, baterai robot dapat diisi dengan aman, efisien, dan mendukung operasional robot pertanian secara berkelanjutan.

## 1.2 Identifikasi Masalah

- 1) Penggunaan robot pada *smart farming* menimbulkan tantangan baru dalam hal manajemen energi, karena robot membutuhkan sistem pengisian daya secara otomatis.
- 2) Sistem pengisian daya dengan cara *plug-in* kurang cocok di lingkungan pertanian yang kotor dan masih membutuhkan intervensi manusia, sehingga dibutuhkan sistem WPT yang dapat mengisi daya baterai dengan cepat dan aman.

## 1.3 Konsep Sistem

Sistem ini merupakan konverter DC-DC yang menjadi sisi penerima pada WPT untuk pengisian daya pada baterai robot pertanian.



Gambar 1.1 Diagram Blok Sederhana Sistem Sisi Penerima WPT

Input dari sistem secara keseluruhan merupakan daya AC, kemudian diubah menjadi daya DC oleh konverter AC-DC seperti pada Gambar 1.1. AC-DC konverter yang digunakan adalah *full-bridge rectifier*, sedangkan DC-DC converter yang digunakan untuk pengisian daya pada baterai robot adalah *synchronous buck converter*. Pada saat mengisi daya baterai, konverter dapat mendeteksi tegangan baterai untuk menyesuaikan mode pengisian daya. Ketika tegangan baterai berada di bawah *set point* untuk tegangan, maka mode yang digunakan adalah CC sesuai dengan nilai *set point* untuk arus yang ditetapkan. Ketika tegangan baterai sudah mencapai nilai *set point* tegangan, maka mode akan berubah dari CC ke CV untuk memastikan baterai tetap penuh secara aman. Sistem pengisian daya dengan metode CC-CV dikontrol secara digital dengan menggunakan mikrokontroler STM32, di mana pengaturan *output* konverter dilakukan oleh kontroler *Proportional-Integral* (PI).

#### 1.4 Batasan Sistem

Rangkaian *synchronous buck converter* dirancang untuk menerima tegangan yang stabil dari sisi pengirim sistem WPT. Oleh karena itu, sistem tidak membahas pengaruh atau karakteristik perubahan tegangan input terhadap kinerja konverter DC-DC yang digunakan, karena diasumsikan tegangan input sudah stabil dari proses penyearah *full-bridge rectifier*. Seperti yang telah dikatakan, topologi konverter DC-DC yang digunakan adalah *synchronous buck converter*, sehingga topologi konverter DC-DC lain tidak akan dibahas. Metode pengisian daya yang digunakan adalah CC-CV, dengan baterai yang akan diisi berjenis Li-Po 3 sel. Selain itu, sistem tidak mencakup pengujian proteksi baterai secara menyeluruh, karena berfokus pada implementasi dan pengendalian metode pengisian daya baterai dengan metode CC-CV.

#### 1.5 Fungsi dan Manfaat Sistem

Produk ini ditujukan untuk perusahaan pertanian yang telah menerapkan konsep *smart farming*, khususnya ada penggunaan robot pertanian selama proses bertani. Dengan penerapan metode pengisian daya secara nirkabel, robot dapat mengisi daya baterainya dengan intervensi manusia yang minim, selain itu metode pengisian daya ini cocok untuk lingkungan pertanian yang kotor karena tidak mengganggu proses pengisian daya. Sistem pengisian daya juga dilengkapi dengan metode CC-CV, sehingga pengecasan dapat berjalan dengan cepat dan aman, serta menjaga kesehatan dan umur baterai.