

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar di dunia. Letaknya yang strategis di sekitar garis khatulistiwa menjadikan Indonesia memiliki iklim tropis yang mendukung kesuburan tanah dan kekayaan hayati. Hal ini menjadi faktor pendukung utama keunggulan Indonesia dalam sektor pertanian dan perkebunan.

Sekitar 71,2 juta hektar wilayah Indonesia merupakan lahan pertanian [1]. Kondisi ini menjadikan pertanian sebagai salah satu sektor perekonomian terbesar di Indonesia [2]. Meskipun kontribusi sektor ini terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) mengalami penurunan seiring pertumbuhan sektor industri dan jasa, pertanian tetap menjadi sumber mata pencaharian utama bagi masyarakat [3].

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas unggulan Indonesia. Produksi minyak kelapa sawit mengalami peningkatan signifikan dan menjadikan Indonesia sebagai produsen terbesar di dunia [4]. Kelapa sawit juga memberikan kontribusi besar terhadap perekonomian nasional.

Pada tahun 2023, luas kebun kelapa sawit di Indonesia mencapai sekitar 16,38 juta hektar dengan produksi Crude Palm Oil (CPO) sebesar 49 juta ton per tahun [5]. Salah satu tahap penting dalam proses produksi kelapa sawit adalah panen dan evakuasi Tandan Buah Segar (TBS) dari kebun menuju pabrik. Proses ini menyerap banyak tenaga kerja dan masih banyak dilakukan secara manual, terutama di kebun milik petani atau koperasi.

Salah satu aktivitas yang masih dilakukan secara konvensional adalah pemindahan TBS dari Tempat Penimbunan Hasil (TPH) ke truk, yaitu dengan cara diangkat dan dilempar ke dalam bak truk. Metode ini tidak hanya berisiko menyebabkan cedera pada pekerja, tetapi juga dapat merusak kualitas buah [5].

Di sisi lain, pencatatan hasil panen masih banyak dilakukan secara manual oleh krani, yang rentan terhadap kesalahan manusia (human error). Dalam praktik jual beli TBS di lapangan, sering digunakan timbangan yang tidak terkalibrasi, sehingga menimbulkan ketidakjelasan dan merugikan petani [5]. Beberapa alat bantu pemuat TBS telah dikembangkan untuk mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual. Namun, umumnya alat tersebut hanya berfungsi sebagai pemuat, belum dilengkapi dengan sistem penimbangan digital, pencatatan otomatis, serta pelacakan posisi dan pergerakan truk.

Dalam beberapa tahun terakhir, kasus pencurian TBS saat proses pengangkutan dari kebun ke pabrik semakin meningkat, khususnya di wilayah Sumatera dan Kalimantan [5]. Salah satu modus pencurian adalah pengurangan muatan TBS selama perjalanan [5]. Hal ini menimbulkan kerugian baik bagi perusahaan maupun petani.

Permasalahan tersebut menunjukkan pentingnya sistem pencegahan berbasis teknologi yang mampu mencatat berat dan jumlah muatan secara otomatis, serta melacak pergerakan kendaraan secara real-time mulai dari titik panen hingga tiba di pabrik.

Melihat berbagai permasalahan di atas, diperlukan solusi teknologi berbasis sistem terbenam (embedded system) yang dapat meningkatkan efisiensi, akurasi, dan transparansi dalam proses evakuasi serta pencatatan hasil panen TBS secara otomatis dan terintegrasi.

Penulisa akan membuat sistem timbangan otomatis yang dapat menimbang, mencatat dan menyimpan data. Sistem Timbangan pintar ini akan mempermudah permasalahan yang ada di lapangan. Dengan demikian sistem timbangan akan sangat bermanfaat untuk proses pemanenan sawit.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan diatas, terdapat beberapa permasalahan utama yang perlu diselesaikan dalam pengelolaan data pada sistem pemuat tandan sawit. Adapun rumusan masalah yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem yang mampu memperoleh data berat dan lokasi tandan buah segar (TBS) kelapa sawit secara otomatis?
2. Bagaimana merancang dan membangun sistem yang dapat mengirimkan data berat dan lokasi TBS kelapa sawit ke perangkat mobile secara nirkabel?
3. Bagaimana merancang dan membangun sistem yang mampu menyimpan data berat dan lokasi TBS kelapa sawit ke dalam Raspberry Pi sebagai media penyimpanan lokal?

C. Batasan Masalah

Pembatasan masalah berguna untuk tercapainya tujuan penelitian, maka penelitian ini dibatasi pada hal – hal sebagai berikut :

1. Sistem timbangan pintar yang dirancang pada penelitian ini menggabungkan empat sensor beban (load cell) dan satu modul GPS. Pengambilan data berat dilakukan dengan bantuan algoritma Kalman Filter untuk meningkatkan akurasi hasil pengukuran.
2. Sistem timbangan pintar ini dirancang untuk mengirimkan data hasil pengukuran menggunakan protokol komunikasi nirkabel Bluetooth Low Energy (BLE) ke perangkat mobile.
3. Sistem timbangan pintar ini juga akan mengirimkan dan menyimpan data berat serta lokasi tandan buah segar (TBS) kelapa sawit ke perangkat Raspberry Pi melalui komunikasi serial, yang selanjutnya disimpan ke dalam basis data InfluxDB. Data ini hanya sebagai *backup data* dan hanya bisa ditampilkan.

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang sudah dirumuskan diatas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membangun sistem yang dapat mengambil data berat dan lokasi dari buah sawit
2. Merancang dan membangun sistem yang dapat mengirimkan data berat dan lokasi dari buah sawit ke mobile.
3. Merancang dan membangun sistem yang dapat menyimpan data berat dan lokasi dari buah sawit ke RaspberryPi.

E. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam pengembangan sistem ini bertujuan untuk membantu proses perancangan dan pembuatan proyek agar berjalan lebih terarah. Metode yang dipakai adalah metode Waterfall, karena metode ini memiliki tahapan yang jelas dan terstruktur. Dengan metode ini, setiap langkah pengembangan dilakukan secara berurutan, dimulai dari tahap analisis hingga tahap akhir. Metode ini dibagi menjadi beberapa tahapan utama yang saling berkaitan dan mendukung proses pengembangan sistem timbangan pintar.

1. Studi Literatur

Pada tahap ini, penulis mencari sumber sumber dari berbagai penelitian yang sudah ada untuk dijadikan landasan dan referensi untuk pembuatan penelitian ini. Penelitian yang digunakan untuk referensi adalah penelitian yang memiliki kesinambungan terhadap penelitian yang ingin penulis kembangkan. Penelitian yang penulis kembangkan ini melibatkan banyak komponen Hardware yang berbeda beda jenisnya, oleh akrena itu dibutuhkan banyak referensi dalam pemilihan dan penggunaan.

2. Analisis dan Perancangan Sistem

Pada tahap ini, penulis merancang sistem dalam dua sisi, yaitu *Hardware* dan *Software*. Pada sisi Hardware, sistem menggunakan

mikrokontroler Arduino R4 untuk menghubungkan led, konveyor, sensor berat dan GPS. Dalam sisi Software, sistem dikembangkan menggunakan PlatformIO dengan logika alur yang sudah disesuaikan dengan tugas yang diinginkan. Penggunaan Metode Kalman juga termasuk kedalam pengembangan Software, dimana dirancang untuk memperkirakan nilai berat sawit yang akurat dengan kondisi yang tidak stabil.

3. **Pengembangan Prototipe**

Pengembangan prototipe ini dilakukan berdasarkan desain sistem yang sudah dibuat sebelumnya. Tahap ini akan mengintegrasikan Hardware dan Software yang sudah dirancang sebelumnya. Integrasi ini dilakukan secara langsung, berbeda dari tahap sebelumnya yang dilakukan pada platform online. Pada tahap ini juga mulai untuk melakukan pengujian secara langsung pada Hardware. Pengembangan Hardware ini juga melibatkan tahap kalibrasi komponen Hardware untuk mendapatkan nilai yang akurat dan sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan.

4. **Evaluasi**

Pada tahap ini, penulis melakukan analisi terhadap pengembangan yang telah dilaksanakan. Analisis ini bermaksud untuk mencari poin poin yang belum sesuai dengan tujuan dari pengembangan sistem. Poin poin yang sudah didapatkan akan digunakan untuk acuan dalam melakukan pembenahan sistem yang belum sesuai dengan tujuan Penelitian.

5. **Dokumentasi Penelitian**

Tahap akhir yang dijalankan oleh penulis adalah mendokumentasikan semua langkah yang telah diambil selama penelitian. Tujuan dari dokumentasi ini adalah untuk mempermudah pemahaman mengenai sistem yang telah dikembangkan, sehingga jika di masa mendatang ada kebutuhan untuk menambahkan atau mengubah fitur, proses tersebut dapat dilakukan dengan lebih lancar dan terarah.

F. Sistematika Penulisan

Dibawah ini merupakan sistematika penulisan yang digunakan dalam menyusun tesis ini :

BAB I PENDAHULUAN

Bab pertama ini berisi latar belakang, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab tinjauan Pustaka berisi tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya dan berkaitan dengan penelitian yang dilakukan penulis.

BAB III LANDASAN TEORI

Bab landasan teori ini berisi tentang teori teori dari para Ahli yang akan digunakan untuk landasan teori dalam pembuatan penelitian ini.

BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab Analisis dan Perancangan Sistem ini berisi tentang perancangan yang dilakukan penulis untuk persiapan membangun sistem

BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Bab Implementasi dan Pengujian Sistem ini berisi tentang implementasi dan pengujian perangkat keras dan perangkat lunak yang telah dibuat penulis.

BAB VI PENUTUP

Bab Penutup ini berisi tentang Kesimpulan dan saran untuk kedepannya dari sistem yang sudah dibuat penulis.