

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu produsen kakao terbesar di dunia dengan sebagian besar produksi berasal dari perkebunan rakyat berskala kecil. Produksi kakao tersebar di berbagai wilayah Indonesia, dengan kontribusi terbesar berasal dari Pulau Sulawesi. Di Pulau Jawa, Provinsi Jawa Timur juga menjadi salah satu daerah penghasil kakao dengan produksi yang cukup signifikan (Badan Pusat Statistik, 2023; Freyabadi Indotama, 2024). Tingginya produksi tersebut menuntut adanya sistem pascapanen yang efisien, khususnya pada proses pemindahan dan penyortiran buah sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut.

Pada praktiknya, proses pemindahan dan pemilahan buah kakao masih banyak dilakukan secara manual. Metode ini memiliki beberapa kelemahan, seperti ketidakkonsistenan hasil, ketergantungan pada penilaian yang bersifat subjektif, serta keterbatasan dalam kecepatan dan kapasitas kerja. Oleh karena itu, diperlukan sistem otomatis yang mampu meningkatkan efisiensi dan konsistensi proses. Penerapan sistem konveyor dan mekanisme sortir berbasis aktuator telah terbukti mampu meningkatkan kinerja sistem dibandingkan metode manual (Nuryana & Latifa, 2022).

Dalam sistem otomatis, konveyor berfungsi sebagai media transportasi utama yang membawa objek menuju proses berikutnya. Kinerja konveyor sangat dipengaruhi oleh sistem kendali motor penggerakannya. Motor DC banyak digunakan karena mudah dikendalikan dan dapat diatur kecepatannya menggunakan metode *Pulse Width Modulation* (PWM) (Ushofa et al., 2022). Dengan metode ini, kecepatan motor dapat disesuaikan dengan kebutuhan sistem. Selain itu, penerapan sistem kendali juga membantu menjaga kestabilan motor meskipun terjadi perubahan beban (Wardana et al., 2024).

Namun, pengendalian motor DC pada konveyor memiliki tantangan, seperti penurunan kecepatan akibat beban dan lonjakan arus awal yang dapat mempengaruhi kestabilan sistem (Ushofa et al., 2022). Selain itu, penggunaan driver motor berbasis *switching* dapat menimbulkan gangguan elektromagnetik

yang mempengaruhi sistem elektronika. Oleh karena itu, diperlukan perancangan sistem kendali yang tepat agar sistem dapat bekerja secara stabil.

Untuk meningkatkan kinerja sistem, digunakan arsitektur kendali terdistribusi dengan mengombinasikan Raspberry Pi dan ESP32. Raspberry Pi digunakan untuk proses monitoring dan pengolahan data, sedangkan ESP32 digunakan untuk pengendalian aktuator secara *real-time* karena memiliki kemampuan PWM berbasis perangkat keras dan efisien dalam menjalankan tugas kendali (Austin et al., 2022). Integrasi kedua perangkat ini memungkinkan sistem bekerja lebih efisien dan responsif.

Komunikasi antar perangkat menjadi aspek penting dalam sistem ini, terutama pada lingkungan yang memiliki gangguan listrik dari motor. Oleh karena itu, digunakan komunikasi RS-485 yang memiliki ketahanan terhadap gangguan elektromagnetik dan banyak diterapkan dalam sistem kendali industri (Wajiansyah et al., 2020; Mulyana & Tosin, 2021). Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan antarmuka pengguna (*Graphical User Interface/GUI*) untuk mempermudah proses pengendalian dan monitoring. Penggunaan GUI berbasis Raspberry Pi telah terbukti mampu mengintegrasikan fungsi kontrol dan monitoring dalam satu sistem, sehingga memudahkan interaksi pengguna serta meningkatkan efisiensi operasional sistem (Suciningtyas et al., 2024).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem kendali motor DC pada konveyor berbasis arsitektur *master-slave* menggunakan Raspberry Pi dan ESP32, serta menganalisis kinerja sistem dalam mendukung proses kerja alat deteksi buah kakao.

1.2 Rumusan Masalah

Keterbatasan proses deteksi buah kakao yang masih dilakukan secara manual mengakibatkan rendahnya efisiensi, konsistensi, dan kecepatan dalam proses sortir, sehingga dibutuhkan sistem konveyor otomatis yang terintegrasi dengan alat deteksi buah kakao dengan mekanisme kendali motor DC yang andal, presisi, dan dapat dimonitor secara *real-time*.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kendali motor DC pada konveyor berbasis arsitektur *master–slave* menggunakan Raspberry Pi dan ESP32 dalam alat deteksi buah kakao. Kinerja sistem dianalisis meliputi pengaturan kecepatan konveyor melalui variasi sinyal PWM, pengaruh beban terhadap performa motor DC, keandalan komunikasi RS-485, serta kinerja antarmuka pengguna (GUI) dalam mendukung proses kontrol dan monitoring sistem.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

1. Menambah wawasan dan referensi ilmiah di bidang sistem kendali, khususnya pada perancangan dan analisis kendali motor DC pada sistem konveyor.
2. Memberikan kontribusi dalam pengembangan konsep sistem kendali terdistribusi berbasis arsitektur *master–slave* menggunakan Raspberry Pi dan ESP32.
3. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya terkait integrasi sistem kendali, komunikasi RS-485, serta antarmuka pengguna (GUI) dalam sistem otomasi skala kecil.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Menghasilkan sistem kendali motor DC pada konveyor yang mampu bekerja secara stabil dan dapat digunakan sebagai solusi dalam proses pemindahan objek secara otomatis.
2. Meningkatkan efisiensi proses pemindahan dan penyortiran buah kakao melalui sistem konveyor yang memiliki kendali kecepatan dan komunikasi data yang andal.
3. Mempermudah proses kontrol dan monitoring sistem melalui antarmuka pengguna (GUI) yang terintegrasi, sehingga memudahkan operator dalam pengoperasian alat.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus dan keseragaman pemahaman dalam penelitian ini, maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada perancangan dan implementasi sistem kendali motor DC tipe PG-42 sebagai penggerak konveyor.
2. Pengendalian kecepatan motor dilakukan menggunakan metode *Pulse Width Modulation* (PWM) melalui driver BTS7960 yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32.
3. Komunikasi data antara Raspberry Pi 5 dan ESP32 menggunakan standar RS-485 dengan bantuan modul USB to RS-485 converter dan MAX485.
4. Penelitian ini tidak membahas secara mendalam algoritma pemrosesan citra atau metode klasifikasi kelayakan buah kakao, melainkan hanya memanfaatkan sistem deteksi sebagai bagian dari sistem pendukung untuk keperluan monitoring.
5. Pengujian sistem difokuskan pada analisis kinerja kendali motor DC, pengaruh beban terhadap performa motor, serta keandalan komunikasi data dalam kondisi operasional sistem.