

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Produksi kopi di Indonesia saat ini masih terhambat oleh rendahnya kualitas atau mutu buah kopi yang dihasilkan sehingga berpengaruh pada cita rasa atau hasil akhir produksi kopi. Kualitas kopi tidak hanya didasarkan pada bentuk fisik maupun varietas kopi saja, namun juga ditentukan berdasarkan tingkat kematangannya. Penentuan panen buah kopi berdasarkan warna dari kulit buah, kematangan buah kopi dapat dilihat dari tiga tingkatan yaitu matang, setengah matang, dan mentah sehingga warna pada buah kopi dapat menjadi tolak ukur untuk mengenali tingkat kematangan buah kopi. Untuk mendapatkan buah kopi yang berkualitas proses pemanenan secara selektif sangat dianjurkan. Para petani kopi selama ini melakukan proses sortasi buah kopi berdasarkan pengamatan visual seperti memilih buah kopi yang telah matang satu-persatu sehingga memerlukan tenaga dan waktu yang cukup lama sehingga menimbulkan rasa jenuh, kelelahan serta tidak konsistennya kematangan buah kopi. Seiring dengan berkembangnya teknologi, berbagai metode dapat digunakan untuk melakukan sortasi salah satunya dengan memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan. Kecerdasan buatan sudah banyak digunakan dalam berbagai bidang penelitian mengklasifikasikan tingkat kematangan buah [1][2].

Kopi merupakan salah satu komoditi perkebunan yang memegang peranan yang cukup penting dalam peranan perekonomian Indonesia. Selain sebagai produk ekspor, juga berperan sebagai kontribusi berupa penghasil devisa negara, sumber penghasilan petani, menciptakan lapangan pekerjaan dan mendorong pertumbuhan sektor agribisnis serta agroindustri. Baik buruknya mutu kopi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain sarana pengolahan, pengawasan mutu dan penerapan teknologi pada proses pengolahan kopi [1]. Perubahan warna pada buah kopi memberikan informasi terkait tingkat kematangannya. Buah kopi arabika berwarna hijau menandakan usia muda, berwarna kekuningan sampai kemerahan

menandakan usia setengah tua, berwarna merah terang hingga merah gelap menandakan sudah tua dan siap untuk dipanen [1]. Pengolahan buah kopi dapat meliputi proses sortasi buah dan proses pemisahan kulit buah dengan biji. Proses sortasi buah dilakukan dengan memilah buah kopi berdasarkan tingkat kematangannya.

Perkembangan teknologi di bidang otomasi memberikan peluang untuk mengatasi berbagai kendala yang masih ditemukan pada proses penyortiran buah kopi secara manual. Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan adalah penggunaan sensor warna sebagai alat untuk mendeteksi tingkat kematangan buah kopi berdasarkan karakteristik warna kulitnya. Perubahan warna pada buah kopi merupakan indikator yang mudah dikenali dan memiliki hubungan yang erat dengan tingkat kematangan buah, sehingga dapat dijadikan parameter utama dalam proses identifikasi. Sensor warna TCS34725 mampu mendeteksi komponen warna merah (*Red*), hijau (*Green*), dan biru (*Blue*) pada permukaan buah kopi secara lebih objektif dibandingkan pengamatan visual manusia, sehingga proses identifikasi tingkat kematangan dapat dilakukan dengan lebih konsisten. Nilai RGB yang diperoleh dari sensor kemudian diolah oleh mikrokontroler untuk menentukan kategori kematangan buah, seperti matang, setengah matang, atau mentah. Selanjutnya, informasi tersebut digunakan sebagai dasar untuk mengendalikan aktuator yang akan mengarahkan buah kopi menuju wadah penyortiran sesuai dengan kategori yang telah ditentukan. Dengan penerapan sistem otomatis, proses penyortiran diharapkan dapat berlangsung secara berkelanjutan dengan waktu yang lebih singkat, mengurangi ketergantungan terhadap tenaga manusia, serta meningkatkan efisiensi proses pascapanen kopi.

Selain penerapan sistem otomatis, perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) juga memberikan kemudahan dalam proses pemantauan kinerja alat secara *real-time*. Teknologi IoT memungkinkan perangkat yang telah terhubung dengan jaringan internet untuk saling bertukar data tanpa harus dilakukan secara langsung oleh pengguna. Dalam sistem penyortiran buah kopi, penggunaan IoT memberikan nilai tambah karena data hasil penyortiran dapat dikirimkan dari

mikrokontroler menuju aplikasi monitoring yang diakses melalui *smartphone*. Dengan demikian, pengguna dapat mengetahui jumlah buah kopi yang telah disortir berdasarkan kategori kematangannya tanpa harus berada di lokasi alat. Kemampuan monitoring secara *real-time* juga memudahkan pengguna dalam melakukan pengawasan terhadap proses penyortiran, mengevaluasi kinerja alat, serta mengetahui kondisi sistem selama proses berlangsung. Selain meningkatkan kemudahan akses informasi, penerapan IoT juga mendukung digitalisasi pada sektor pertanian yang saat ini terus berkembang seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan sistem yang lebih modern, efisien, dan mudah dioperasikan.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu sistem penyortiran buah kopi yang mampu bekerja secara otomatis dengan memanfaatkan teknologi sensor dan sistem kendali berbasis mikrokontroler. Pada penelitian ini dirancang sebuah alat penyortir buah kopi berdasarkan tingkat kematangan menggunakan sensor warna TCS34725 yang dikendalikan oleh ESP32 sebagai pusat pengolahan data. Sensor warna TCS34725 digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kematangan buah kopi berdasarkan karakteristik warna kulit buah yang direpresentasikan oleh nilai RGB hasil pembacaan sensor. Hasil identifikasi tersebut digunakan sebagai dasar untuk mengendalikan mekanisme penyortiran secara otomatis menggunakan aktuator. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan *platform* IoT menggunakan *web server* berbasis HTML sebagai media pemantauan sehingga informasi mengenai hasil penyortiran dan data pengukuran dapat ditampilkan secara *real-time* melalui *smartphone* atau perangkat yang terhubung ke jaringan Wi-Fi. Dengan adanya alat ini diharapkan proses penyortiran buah kopi menjadi lebih cepat, konsisten, serta mampu meningkatkan efisiensi proses pascapanen. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi salah satu bentuk penerapan teknologi otomasi dan IoT yang mendukung peningkatan kualitas pengolahan hasil pertanian, khususnya pada komoditas kopi.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem penyortir tingkat kematangan buah kopi berdasarkan karakteristik warna kulit buah menggunakan sensor warna TCS34725?
2. Bagaimana mengintegrasikan sensor *load cell* dalam sistem untuk mengukur berat buah kopi pada setiap kategori hasil penyortiran?
3. Bagaimana menampilkan hasil penyortiran dan data berat buah kopi pada halaman HTML yang diakses langsung melalui alamat IP ESP32 secara *real-time*?
4. Bagaimana kinerja sistem dalam mengidentifikasi tingkat kematangan dan melakukan penyortiran buah kopi secara otomatis?

1.3. Tujuan Tugas Akhir

Dari rumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan dari pelaksanaan dan pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem penyortir buah kopi berdasarkan tingkat kematangan menggunakan sensor warna TCS34725.
2. Mengintegrasikan sensor *load cell* untuk mengukur berat buah kopi pada setiap kategori hasil penyortiran.
3. Mengembangkan sistem monitoring berbasis HTML untuk menampilkan hasil penyortiran dan data berat buah kopi secara *real-time*.
4. Mengetahui kinerja sistem dalam melakukan identifikasi dan penyortiran buah kopi berdasarkan tingkat kematangan

1.4. Manfaat Tugas Akhir

Berdasarkan tujuan yang telah ditetapkan, penelitian diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Instansi: Dapat digunakan sebagai referensi dalam pengembangan sistem otomatisasi penyortiran hasil pertanian, khususnya pada proses pemisahan buah kopi berdasarkan tingkat kematangan, sehingga dapat membantu meningkatkan efisiensi dan konsistensi proses sortasi.

2. Bagi Mahasiswa: Dapat digunakan sebagai media praktikum dan sarana pembelajaran mengenai penerapan sistem otomasi berbasis mikrokontroler, sensor warna, serta *Internet of Things* (IoT) dalam bidang industri dan pertanian.
3. Bagi Masyarakat dan Petani Kopi: Memberikan alternatif teknologi yang dapat membantu proses penyortiran buah kopi secara lebih cepat, efisien, dan konsisten dibandingkan metode manual sehingga berpotensi meningkatkan kualitas hasil panen.
4. Bagi Akademisi: Menambah wawasan dan pemahaman mengenai perancangan, implementasi, serta pengujian sistem penyortiran buah kopi berdasarkan tingkat kematangan menggunakan sensor warna TCS34725 dan ESP32, termasuk analisis akurasi pembacaan sensor serta kinerja sistem dalam proses sortasi otomatis.

1.5. Pembatasan Masalah

Berdasarkan dalam penyusunan Tugas Akhir, penulis perlu menentukan batasan-batasan yang akan dijadikan pedoman dalam pengembangan dan implementasi sistem agar lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Adapun pembatasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian tidak membahas kualitas buah kopi, kadar gula, kadar air, maupun mutu kopi setelah proses pengolahan.
2. Sistem hanya dirancang untuk menyortir buah kopi yang telah dipanen berdasarkan tingkat kematangan yang ditentukan dari karakteristik warna kulit buah kopi.
3. Identifikasi tingkat kematangan buah kopi dilakukan menggunakan sensor warna TCS34725 tanpa menggunakan kamera maupun metode pengolahan citra (*image processing*).
4. Buah kopi yang menghasilkan pembacaan *unknown* (tidak terbaca) pada sensor warna TCS34725 tidak diklasifikasikan ke dalam kategori tingkat kematangan

dan akan tetap bergerak lurus pada *conveyor* sehingga tidak diarahkan ke wadah penyortiran.

5. Pengujian sistem dilakukan pada skala *prototype* laboratorium dan belum diterapkan pada proses penyortiran dalam skala industri.
6. Penelitian tidak membahas analisis ekonomi, kelayakan bisnis, maupun perhitungan biaya produksi alat.

1.6. Sistematika Tugas Akhir

Berikut merupakan penjelasan sistematika penulisan yang penulis gunakan dalam penyusunan “Rancang Bangun Sistem *Conveyor* Penyortir Buah Kopi Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Sensor Warna TCS34725 Berbasis ESP32” dari awal sampai akhir yang dibahas dalam laporan Tugas Akhir ini, adalah sebagai berikut:

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR

HALAMAN PERSEMBAHAN

ABSTRAK

ABSTRACT

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang yang menjadi dasar perancangan sistem, perumusan masalah, tujuan Tugas Akhir, manfaat Tugas Akhir, pembatasan masalah, serta sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi teori dan konsep yang mendukung perancangan dan pengoperasian sistem, meliputi konsep tingkat kematangan buah kopi, ruang warna RGB, sensor warna TCS34725, sensor *load cell* dan modul HX711, mikrokontroler ESP32, motor servo, *conveyor*, *Internet of Things* (IoT), *web server* pada ESP32, serta teori lain yang berkaitan dengan sistem penyortiran buah kopi.

BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR

Bab ini menjelaskan tentang metode dan tahapan perancangan sistem, meliputi diagram blok sistem, *wiring* diagram, diagram alir (*flowchart*), serta perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam pembuatan alat.

BAB IV PEMBUATAN ALAT

Bab ini membahas proses realisasi sistem atau pembuatan alat berdasarkan perancangan yang telah dibuat, meliputi pembuatan *prototype*, peralatan dan bahan, perancangan dan pembuatan PCB, implementasi perangkat keras, implementasi perangkat lunak, implementasi antarmuka monitoring, serta implementasi keseluruhan sistem.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

Bab ini membahas hasil pengujian alat yang telah dibuat serta analisis terhadap kinerja sistem. Pengujian meliputi pengujian sensor warna TCS34725 dalam mendeteksi tingkat kematangan buah kopi, pengujian sensor *load cell* dalam mengukur berat hasil penyortiran, pengujian aktuator dan *conveyor*, pengujian

komunikasi data pada halaman *website* berbasis HTML, serta analisis tingkat keberhasilan sistem dalam melakukan penyortiran buah kopi secara otomatis.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, pengujian, dan analisis sistem serta saran untuk pengembangan sistem lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN