

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG MASALAH**

Sektor pertanian memegang peranan vital sebagai pilar utama ketahanan pangan dan penopang ekonomi global, terutama dengan tuntutan ketersediaan pangan berkualitas dari komoditas strategis seperti tomat (*Solanum lycopersicum*) seiring proyeksi peningkatan populasi dunia [1]. Sayangnya, potensi besar Indonesia sebagai produsen hortikultura masih terhambat oleh tantangan signifikan pada tahap pasca-panen, di mana kerugian hasil panen (*post-harvest loss*) masih tergolong tinggi akibat penanganan yang tidak efisien dan kurangnya infrastruktur modern [2]. Ketidakseragaman produk dan inkonsistensi mutu yang dihasilkan dari penanganan buruk ini secara langsung menurunkan daya saing tomat di pasar domestik maupun internasional [3]. Kebutuhan modernisasi tersebut berfokus pada proses *sortasi* atau klasifikasi [4], tahapan kritis yang menentukan nilai jual, yang sayangnya masih dominan dilakukan secara manual di tingkat petani. Metode ini sangat rentan terhadap *subjektivitas* dan kelelahan operator, menghasilkan inefisiensi waktu dan memperlambat *time-to-market* [5].

Untuk menanggapi kelemahan mendasar dari metode manual tersebut, *otomasi* dan sistem kontrol berbasis sensor menawarkan solusi yang paling praktis dan terjangkau [6]. Konsep otomatisasi ini memerlukan integrasi cermat antara *subsistem* deteksi, transportasi (konveyor), dan pemisahan (*aktuator*). Dalam rancangan ini, klasifikasi kematangan dilakukan secara objektif menggunakan

Sensor Warna TCS34725 [7], sementara kehadiran tomat pada stasiun *sortasi* dideteksi oleh Sensor Proximity sebagai pemicu sistem. Mikrokontroler ESP32 berfungsi memproses data ini, kemudian mengeksekusi keputusan *sortasi* ganda melalui Servo Motor untuk *sortasi* kematangan dan Motor DC sebagai mekanisme sortir ukuran [8]. Lebih dari sekadar *otomasi*, sistem *Mekatronika* ini perlu diintegrasikan dengan teknologi *Internet of Things (IoT)*. Integrasi IoT memungkinkan data hasil *throughput sortasi* dikirimkan secara nirkabel ke *cloud*, mendukung konsep *Smart Farming* dan pemantauan jarak jauh [9].

Berbagai penelitian sejenis telah membuktikan kelayakan pendekatan *otomasi* ini, di mana studi-studi tersebut fokus pada klasifikasi mutu. Penelitian oleh Kurniadi dkk. (2025) misalnya, mengembangkan sistem penyortiran yang fokus pada kematangan menggunakan Sensor TCS3200 yang terintegrasi IoT [10]. Pendekatan ganda ditunjukkan oleh Rahayuningtyas dkk. (2020) yang menggabungkan Sensor Berat (*Strain Gauge*) dan Pengolahan Citra Warna untuk *sortasi* berdasarkan ukuran dan kematangan [8]. Sementara itu, tren menuju Kecerdasan Buatan (AI) ditunjukkan oleh Maharani dkk. (2022) yang menerapkan metode *Neural Networks* untuk klasifikasi kematangan, yang menuntut daya komputasi tinggi [11], dan oleh Vitasari dkk. (2025) yang menggunakan *Deep Learning* pada *Smart Conveyor* yang terintegrasi IoT untuk deteksi tomat busuk secara *real-time* [5]. Secara keseluruhan, studi literatur menegaskan bahwa otomatisasi *sortasi* telah menjadi fokus utama, namun seringkali menunjukkan tantangan kompleksitas dan biaya implementasi yang tinggi akibat penggunaan AI atau citra.

Meskipun studi literatur menunjukkan tren ke arah AI canggih, terdapat kesenjangan signifikan karena banyak studi mengandalkan algoritma *Machine Learning* atau *Image Processing* yang menuntut daya komputasi tinggi dan biaya implementasi yang mahal [12]. Rancangan sistem saat ini, yaitu "Rancang Bangun Sistem Sortir Buah Tomat Berbasis *Iot*," mengatasi kendala ini dengan fokus pada solusi teknologi yang realistis dan terjangkau [13]. Kelebihannya terletak pada kombinasi komponen *Mekatronika off-the-shelf* yang efisien, di mana keputusan klasifikasi ganda (kematangan dan ukuran) dicapai tanpa komputasi kompleks. Keputusan tersebut dieksekusi oleh mekanisme pemisahan fisik yang efisien [14], yaitu Servo Motor sebagai mekanisme sortir kematangan dan Motor DC sebagai mekanisme sortir ukuran buah, yang keduanya dioperasikan berdasarkan logika pemrograman sederhana. Pendekatan ESP32 yang dikombinasikan dengan sensor warna TCS34725 ini menjadikan sistem ini solusi yang lebih siap diadopsi oleh pelaku usaha tani, terutama UKM, dengan modal terbatas [15].

Oleh karena itu, keberhasilan perancangan sistem ini memiliki arti penting yang krusial. Selain menyediakan prototipe sistem *mekatronika* yang efisien dan objektif, secara substansial penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas *output* tomat, mengurangi *food waste*, dan meningkatkan efisiensi waktu dan biaya operasional [16]. Integrasi *IoT* pada sistem *sortasi* ini juga memungkinkan data hasil *sortasi* dikirimkan secara *real-time* [17], yang sangat vital untuk pengambilan keputusan berbasis data oleh pelaku usaha tani. Pada akhirnya, solusi ini mendukung konsep *Smart Farming* dan analisis pola panen untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi, yang secara luas memperkuat ketahanan pangan nasional

[18]. Melalui penggunaan konveyor sortir otomatis yang terjangkau ini, penelitian ini menekankan pentingnya adopsi teknologi untuk modernisasi budidaya tomat dan meningkatkan daya saing komoditas Indonesia di pasar global.

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang menyoroti perlunya mengatasi kerugian pasca-panen (*post-harvest loss*), bagaimana merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem konveyor sortir tomat otomatis yang terjangkau, menggunakan kombinasi Sensor Warna (TCS34725), Sensor Proximity, serta *aktuator* ganda (Servo dan Motor DC), agar mampu mencapai tingkat akurasi klasifikasi mutu ganda (kematangan dan ukuran) yang optimal sekaligus menguji fungsionalitas transmisi data *real-time* berbasis *IoT* (ESP32) untuk pemantauan hasil *sortasi*?

## 1.3 BATASAN MASALAH

Untuk menghindari pembahasan diluar judul penelitian, maka penulis melakukan pembahasan yang lebih spesifik berdasarkan judul tersebut. Adapun batasan masalahnya mencakup :

1. Penelitian ini terbatas pada perancangan, implementasi, dan pengujian prototipe skala miniatur (*Proof-of-Concept*) sistem *mekatronika*. Sistem kontrol utama menggunakan Mikrokontroler ESP32 dan tidak dirancang untuk meniru kapasitas, kecepatan, atau kondisi operasional industri yang sesungguhnya.

2. Deteksi tingkat kematangan buah tomat dilakukan secara eksklusif menggunakan Sensor Warna TCS34725. Klasifikasi hanya mengandalkan logika *threshold* (ambang batas) nilai warna yang telah dikalibrasi, dan tidak melibatkan metode komputasi canggih seperti *Image Processing* atau *Machine Learning*.
3. Deteksi posisi dan keberadaan tomat pada stasiun sortasi hanya menggunakan Sensor Proximity sebagai pemicu sistem. Sistem tidak menggunakan sensor berat (load cell) untuk menentukan ukuran atau kualitas buah.
4. Mekanisme pemilahan (*sortasi*) hanya menggunakan Servo Motor untuk mengarahkan buah berdasarkan kematangan dan Motor DC untuk *sortasi* ukuran. Sistem ini tidak menggunakan *aktuator* yang lebih kompleks dan mahal seperti sistem *pneumatik* atau *hidrolik*.
5. Pengujian kinerja sistem dibatasi pada pengukuran akurasi klasifikasi ganda (persentase keberhasilan *sortasi* yang benar) dan efisiensi kecepatan *sortasi* (jumlah buah per satuan waktu). Pengujian dilakukan hanya dalam lingkungan laboratorium yang terkontrol.
6. Sistem yang dibuat hanya menghitung jumlah total buah tomat yang berhasil disortir per kategori (*class*). Sistem tidak dirancang untuk menghitung detail dimensi atau parameter lain dari setiap buah yang disortir..

## **1.4 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

### **1.4.1 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini mencakup beberapa sisi antara lain :

1. Merancang dan mengimplementasikan prototipe sistem *mekatronika* konveyor sortir otomatis, termasuk mengintegrasikan kombinasi sensor warna (untuk klasifikasi kematangan) dan sensor jarak (untuk klasifikasi ukuran) dengan *aktuator* servo yang dikendalikan *mikrokontroler*, sehingga sistem mampu melakukan klasifikasi ganda buah tomat secara objektif dan fungsional.
2. Mengukur dan menganalisis tingkat akurasi persentase klasifikasi ganda (kematangan dan ukuran) yang dihasilkan oleh sistem, serta menguji dan menganalisis kinerja fungsionalitas transmisi data *real-time* berbasis *IoT* (*monitoring* hasil *sortasi*) sebagai bukti efektivitas dan implementasi teknologi.

### **1.4.2 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini mencakup beberapa sisi antara lain :

1. Penelitian ini menyediakan solusi teknologi alternatif yang terjangkau dan mudah dioperasikan untuk modernisasi proses pasca-panen. Hasil rancang bangun ini diharapkan dapat menjadi dasar untuk pembuatan alat sortir yang efisien, mampu mengurangi *post-harvest loss* dengan menghilangkan *subjektivitas* manual, meningkatkan konsistensi mutu tomat, serta memberikan data operasional *real-time* melalui integrasi *IoT* yang

mendukung pengambilan keputusan berbasis data dan meningkatkan daya saing produk.

2. Penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam upaya pengembangan dan penerapan sistem *otomasi* berbasis sensor dengan integrasi *IoT* sederhana menggunakan komponen *off-the-shelf* yang realistis dan berkelanjutan secara ekonomi. Hal ini mendorong inovasi dalam ekosistem pertanian cerdas (*Smart Agriculture*) di Indonesia dengan fokus pada penyediaan alat yang fungsional untuk *monitoring* dan efisiensi penanganan pasca-panen.
3. Laporan ini berfungsi sebagai panduan praktis (*end-to-end*) dan studi kasus yang komprehensif di bidang *Mekatronika* dan Instrumentasi Pertanian. Mahasiswa dan peneliti dapat memanfaatkan desain perangkat keras, logika kontrol berbasis *thresholding*, skrip *mikrokontroler*, dan implementasi konektivitas *cloud IoT* sebagai *template* proyek untuk pengembangan sistem kontrol berbasis sensor yang terintegrasi.

## **1.5 SISTEMATIKA PENULISAN**

Dalam penulisan penelitian ini, sistematika penulisan terbagi menjadi enam bagian utama yang masing-masing dijelaskan seperti berikut:

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Merupakan bab yang bersisikan mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

**BAB II : LANDASAN TEORI**

Bab ini merupakan bab yang berisi tentang uraian konsep-konsep teoritis yang mendasari pembahasan laporan secara khusus digunakan sebagai landasan untuk menjawab masalah penelitian.

**BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisikan tentang kerangka kerja serta metode-metode yang dilakukan selama penelitian berlangsung.

**BAB IV : ANALISA DAN PERANCANGAN ALAT**

Bab ini berisikan tentang analisa rangkaian, perancangan rangkaian, dan perancangan program.

**BAB V : IMPLEMENTASI PENGUJIAN**

Bab ini menguraikan hasil rancangan dan pengujian alat.

**BAB VI : PENUTUP**

Bab ini yang berisikan tentang kesimpulan-kesimpulan yang diambil dari hasil perancangan serta saran-saran yang mencakup keseluruhan dari hasil penelitian.

