

**Sistem Sortir Buah Kopi Petik Merah Menggunakan Sensor TCS3200 dan  
Mikrokontroler**

**(SKRIPSI)**

**Oleh**

**Indah Novita Sari  
2017041031**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2025**

## **ABSTRAK**

### **Sistem Sortir Buah Kopi Petik Merah Menggunakan Sensor TCS3200 dan Mikrokontroler**

**Oleh**

**Indah Novita Sari**

Penyortiran buah kopi berdasarkan tingkat kematangan, khususnya petik merah, sangat penting untuk memastikan kualitas hasil akhir produk. Proses penyortiran yang dilakukan secara manual sering kali memakan waktu dan dapat menghasilkan kesalahan dalam klasifikasi, yang berdampak pada kualitas produk akhir. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem sortir otomatis menggunakan sensor warna TCS3200 dan mikrokontroler, yang dapat mendeteksi dan memisahkan buah kopi petik merah secara efektif. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi proses penyortiran. Pengujian sensor TCS3200 dilakukan pada beberapa jarak, yaitu 1 cm, 3 cm, dan 5 cm, untuk menentukan jarak optimal dalam mendeteksi warna buah kopi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor TCS3200 mendeteksi warna dengan baik pada jarak 1 cm, dengan tingkat kematangan buah kopi dibagi menjadi dua kategori: Mentah dan matang. Pengujian dilakukan terhadap 20 data buah kopi, terdiri dari 5 buah kopi mentah dan 15 buah kopi matang. Pengujian menunjukkan bahwa sistem pada jarak 1 cm akurat dan konsisten, dengan akurasi pengukuran sebesar 91,6% setelah dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali pada masing-masing sampel. Penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam teknologi penyortiran berbasis sensor untuk aplikasi lain di bidang pertanian.

**Kata kunci:** sistem sortir otomatis, kopi petik merah, sensor warna, TCS3200, mikrokontroler.

## ***ABSTRACT***

### ***Sorting System for Ripe Coffee Cherries Using TCS3200 Sensor and Microcontroller***

***By***

**Indah Novita Sari**

*Sorting coffee cherries based on ripeness, particularly ripe cherries, is crucial to ensure the quality of the final product. The manual sorting process often consumes a lot of time and can lead to errors in classification, which impacts the quality of the final product. This research aims to develop an automatic sorting system using the TCS3200 color sensor and a microcontroller, which can effectively detect and separate ripe coffee cherries. The system is designed to enhance the accuracy and efficiency of the sorting process. Testing of the TCS3200 sensor was conducted at various distances, specifically 1 cm, 3 cm, and 5 cm, to determine the optimal distance for detecting the color of coffee cherries. The results showed that the TCS3200 sensor performed well at a distance of 1 cm, with the ripeness of the coffee cherries categorized into two groups: unripe and ripe. Testing was conducted on 20 coffee cherry samples, consisting of 5 unripe cherries and 15 ripe cherries. The tests indicated that the system at a distance of 1 cm was accurate and consistent, achieving a measurement accuracy of 91.65% after three repetitions for each sample. This research also opens up opportunities for further development in sensor-based sorting technology for other applications in the agricultural field.*

***Keywords:*** *automatic sorting system, ripe coffee cherries, color sensor, TCS3200, microcontroller.*

**Sistem Sortir Buah Kopi Petik Merah Menggunakan Sensor TCS3200 dan  
Mikrokontroler**

**Oleh**

**Indah Novita Sari**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA SAINS**

**Pada**

**Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Lampung**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2025**

**Judul Skripsi** : Sistem Sortir Buah Kopi Petik Merah  
Menggunakan Sensor TCS3200 dan  
Mikrokontroler

**Nama Mahasiswa** : Indah Novita Sari

**Nomor Pokok Mahasiswa** : 2017041031

**Jurusan** : Fisika

**Fakultas** : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



1. Komisi Pembimbing

**Arif Surtoto, S.Si., M.Si., M.Eng.**  
NIP. 198010102005011002

**Humairoh Ratu Ayu, S.Pd., M.Si.**  
NIP. 199011252019032018

2. Ketua Jurusan Fisika

**Arif Surtoto, S.Si., M.Si., M.Eng.**  
NIP. 197109092000121001

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua : Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng.**

**Sekretaris : Humairoh Ratu Ayu, S.Pd., M.Si**

**Penguji  
Bukan Pembimbing : Dr. Junaidi S.Si., M.c.**

**2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.**

**NP 197110012005011002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 14 Januari 2025**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepengetahuan saya tidak ada karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila ada pernyataan saya yang tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 20 Januari 2025



*Inda Novita Sari*

**Inda Novita Sari**  
NPM. 2017041031

## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Lengkap Indah Novita Sari dilahirkan pada tanggal 02 Januari 2001 di Lampung. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak-Kanak Nurul iman Gedong Tataan pada tahun 2006, dilanjutkan Sekolah Dasar Negeri (SDN) 03 Bagelen pada tahun 2007-2013, Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 18 Negeri Katon pada tahun 2013-2016, dan Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 1 Gedong Tataan pada tahun 2016-2019. Pada tahun 2020 penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang S1 di jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung melalui Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Elektronika Fisika Dasar II, Pemrograman Komputer, dan Sensor dan Aktuator. Penulis juga aktif bergabung berbagai organisasi kemahasiswaan diantaranya Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMAFI) sebagai anggota kaderisasi tahun 2020-2022, anggota PSDM IKAMM Pesawaran tahun 2020-2022, Staf Ahli Dinas Sosial dan Pengabdian Masyarakat (SPM) 2021-2022, Anggota rohani islam FMIPA Unila bidang Infokom di tahun 2022, dan anggota komisi I DPM FMIPA Unila di tahun 2023. Pada bulan Januari – Februari 2023 penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Dinas Bina Marga Bina Konstruksi, Bandar Lampung dengan judul “Prediksi Tingkat Pemantapan Jalan Menggunakan Metode *Naïve Bayes*”. Kemudian, pada bulan Juni-Agustus 2023 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Baros Kecamatan Kota Agung, Kabupaten Kota Agung, Provinsi Lampung

## MOTTO

*"Bukan tentang siapa yang lebih cepat, tapi tentang siapa yang tetap bertahan hingga akhir."*

*"Jika kamu ingin hidup bahagia, terikatlah pada tujuan, bukan orang atau benda"*

**(Albert Einstein)**

*"Dan bahwasanya seorang manusia tidak memperoleh selain apa yang telah diusahakannya."*

**(QS. An-Najm: 39)**

*"Didunia ini, ada dua orang yang susah sekali dikalahkan, yakni orang yang sabar dan orang yang tidak mudah menyerah"*

*"Saat kita memutuskan memaafkan seseorang, itu bukan persoalan apakah orang itu salah, dan kita benar. Apakah orang itu memang jahat atau aniaya, bukan. Kita memutuskan memaafkan seseorang karena kita berhak atas kedamaian di dalam hati"*

**(Tere liye)**

*"Hidup memang tidak sempurna. Tapi kita bisa membuatnya lengkap dengan selalu berterima kasih"*

## **PERSEMBAHAN**

### **Bismillahirrahmanirrahim**

Dengan mengucapkan Alhamdulillah rabbil'alamini, saya persembahkan karya ini kepada:

### *Kedua Orang Tuaku*

Mamahku **Eka Agustina**

Terima kasih untuk segala doa, dukungan, dan usaha terbaik yang selalu mamah berikan demi kesuksesan dan kelancaran hingga mampu menyelesaikan Pendidikan di tingkat Universitas sebagai sarjana.

### *Ayah Bambang*

Terima kasih telah menjadi penyemangat hidupku dan sumber inspirasi yang tak tergantikan

### *Adiku Putri Ilda Damayanti*

Terima kasih atas segala dukungan, semangat dan kebersamaan yang telah diberikan, baik dalam suka maupun duka.

### *Bapak dan Ibu Dosen*

Terima kasih atas ilmu pengetahuan, nasihat, serta saran yang membangaun yang menjadi bekal berharga selama perjalanan pendidikan ini.

### *Keluarga Besar dan Rekan Seperjuangan Fisika 2020*

Terima kasih atas kerja sama, dukungan dan pertemanannya selama menjalani masa perkuliahan.

### *Almamater Tercinta*

UNIVERSITAS LAMPUNG

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, rahmat dan karunia-Nya Sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Sistem Sortir Buah Kopi Petik Merah Menggunakan Sensor TCS3200 dan Mikrokontroler”**. Tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Prodi Fisika FMIPA Universitas Lampung dan juga melatih mahasiswa untuk berpikir cerdas dan kreatif dalam menulis karya ilmiah.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa penyusun dan penelitian skripsi ini masih terdapat kesalahan dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan untuk memperbaiki skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bukan hanya untuk penulis, tapi juga untuk para pembaca.

Bandar Lampung, 20 Januari 2025  
Penulis

Indah Novita Sari  
NPM. 2017041031

## SANWACANA

Segala puji bagi Allah, yang telah memberikan taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari tidak sedikit hambatan dan kesulitan yang dihadapi, namun berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis mengucapkan terimakasih telah membantu penyusunan skripsi ini kepada:

1. Bapak Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung dan Dosen Pembimbing I yang telah memberikan ilmu, waktu, nasihat serta arahan dalam penelitian dan penulisan skripsi.
2. Ibu Humairoh Ratu Ayu S.Pd., M.Si selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan ilmu, waktu, motivasi serta arahan dalam penelitian dan penulisan skripsi.
3. Bapak Dr. Junaidi, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan saran dan koreksi sehingga penulisan skripsi ini dapat menjadi lebih baik.
4. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
5. Seluruh Dosen Jurusan Fisika atas segala ilmu yang telah diberikan selama penulis menjadi mahasiswa di Universitas Lampung.
6. Para staf dan karyawan Jurusan Fisika yang telah membantu memenuhi administrasi penulis.
7. Orang tua ibu Eka Agustina dan bapak Bambang Riyanto yang selalu memberikan semangat dan kasih sayang serta doa yang selalu dipanjatkan untuk penulis.

8. Adikku Putri Ilda Damayanti terima kasih untuk setiap kata “GAS” yang kau ucapkan.
9. Kepada abangku Wahyu Al-Qadar S.T terima kasih untuk waktu, ajakan, nasihat, semangat, motivasi, ide penelitian ini, dan bantuan serta semua hal yang sudah diberikan kepada penulis. Bagaimanapun kedepannya nanti terima kasih sudah menjadi bagian yang sangat-sangat luar biasa di masa penyusunan skripsi ini.
10. Ika Winarti terima kasih untuk setiap bullyan, motivasi, masukan serta waktu yang diberikan untuk penulis mengeluh.
11. Teman – teman ku terimakasih untuk semangat motivasi kritik dan saran kepada Indah Rahmawati, Ida Rismawati, dan Siti Nurjannah
12. Terima kasih kepada Boy William Alexander, Lolonoa Zoro, Paw, Piw, dan Ido atas semua momen lucu yang kalian ciptakan.
13. Terima kasih BabyMonster, Blackpink, dan playlist sportify lagu-lagu kalian membantu saya tetap rileks. Tunggu saya sampai bisa menonton konser kalian, jadi jangan pensiun dulu

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>vii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>x</b>
<b>SANWACANA.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xviii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Terkait .....	5
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Buah Kopi .....	7
2.2.2 Sensor .....	11
2.2.3 Sensor TCS3200.....	12
2.2.4 Motor Servo.....	18
2.2.5 Arduino.....	21

2.2.8 Warna RGB .....	24
2.2.9 Motor DC .....	24

### **III. METODE PENELITIAN**

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	26
3.2 Alat dan Bahan.....	26
3.3 Prosedur Penelitian .....	27
3.3.1 Perancangan <i>Hardware</i> .....	28
3.3.2 Perancangan Perangkat <i>Hardware</i> .....	29
3.3.3 Rangkaian Sensor TCS3200.....	30
3.3.4 Rangkaian Motor Servo .....	31
3.3.5 Perancangan rangkaian Keseluruhan .....	32
3.6 Pengukuran dan analisis sistem .....	34
3.6.1 Variasi jarak pada sensor warna TCS3200 .....	34
3.6.2 Pengujian Alat .....	35

### **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Realisasi sistem sortir buah kopi dengan sensor TCS3200 .....	36
4.2 Pengujian Sensor TCS3200 .....	38
4.3 Pemograman Arduino Uno .....	41
4.4 Hubungan Antara Jarak dengan keluaran nilai RGB yang dihasilkan....	45
4.5 Pengujian Alat.....	53

### **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	55
5.2 Saran .....	55

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Bagian buah Kopi (Starfarm, 2010) .....	8
2.2 Buah Kopi Mentah (Hendrawan et al., 2022) .....	9
2.3 Buah kopi setengah matang (Hendrawan et al., 2022).....	10
2.4 Buah kopi Matang (Hendrawan et al., 2022) .....	10
2.5 Konfigurasi pin-pin sensor warna TCS3200 (Hakim dan Romiyadi, 2020) .....	12
2.6 Sensitivitas dan linearitas fotodiode terhadap panjang gelombang cahaya (Taos, 2009) .....	14
2.7 Karakteristik perbandingan antara temperatur koefisien .....	14
2.8 Blok diagram fungsional TCS3200 (Baskara, 2013). .....	16
2.9 Tampilan motor servo jenis standar (Sujarwata, 2015).....	20
2.10 Bagian – bagian board arduino (Junaidi dan Prabowo, 2018) .....	21
2.11 Motor dvd mini.....	25
3.1 Skema Tahapan Penelitian .....	27
3.2 Diagram Blok Hardware .....	28
3.3 Desain 3 dimensi prototype alat sortir kopi petik merah menggunakan sensor TCS3200 dan mikrokontroler (a) Tampak atas (b) Tampak samping. ....	29
3.4 Rangkaian sensor TCS3200 .....	31
3.5 Rangkaian Motor Servo dengan Arduino Uno.....	32
3.6 Skema alat sortir kematangan buah kopi .....	33

4.1 Rangkaian alat dalam box (a), Jumper (b), Protoboard (c) Arduino Uno .....	36
4.2 Sistem sortir buah kopi (a) tampak samping (b) tampak atas .....	37
4.3 Grafik pengujian sensor TCS3200 .....	39
4.4 Grafik pengukuran sensor TCS3200 pada jarak 1 cm .....	46
4.5 Grafik pengukuran sensor TCS3200 pada jarak 3 cm .....	48
4.6 Grafik pengukuran sensor TCS3200 pada jarak 5 cm .....	50

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Fungsi pin sensor warna TCS3200 .....	13
2.2 Konfigurasi Pin S2 dan S3 pada Sensor TCS3200 .....	16
2.3 Nilai logika pada pin S0 dan S1 (Baskara, 2013). .....	18
3.1 Pengalamatan Sensor TCS3200 dan Arduino Uno .....	31
3.2 Pengukuran Sensor Warna dengan variasi jarak .....	34
3.3 Data Hasil Pengujian pada Alat.....	35
4.1 Data nilai RGB maksimum dan minimum buah kopi.....	40
4.2 Pengukuran nilai RGB pada jarak 1 cm.....	45
4.3 Pengukuran nilai RGB pada jarak 3 cm.....	47
4.4 Pengukuran nilai RGB pada jarak 5 cm.....	49
4.5 Data hasil pengujian alat .....	53

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Buah kopi merupakan salah satu hasil komoditas pertanian yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi di Indonesia. Jenis kopi yang banyak dihasilkan di Indonesia pada tahun 2013-2022 adalah jenis kopi robusta dengan produksi sebesar 508 ribu ton sementara sisanya sebanyak 187 ribu ton adalah kopi jenis arabika (Darmawan, 2022). Indonesia dikenal sebagai produsen dan eksportir kopi di dunia. Produksi kopi Indonesia terbesar keempat setelah Brazil, Vietnam, dan Kolombia. Berdasarkan data *Food and Agriculture Organization* (FAO), rata-rata produksi kopi Indonesia dari tahun 2016-2020 sebesar 725 ribu ton per tahun, dan rata-rata ekspor sebesar 368 ribu ton per tahun. Menurut Direktorat Jenderal Perkebunan (2022), produksi kopi Indonesia tahun 2021 adalah 774 ribu ton, meningkat sebesar 1,61% dibandingkan tahun sebelumnya. Sedangkan produksi kopi tahun 2022 adalah 793 ribu ton. Berdasarkan wilayahnya, Lampung menjadi penghasil kopi terbesar kedua setelah Sumatera Selatan dengan produksi rata-rata 21,28% atau sebesar 117 ribu ton.

Produksi kopi yang tinggi harus diikuti dengan kualitas dan yang baik. Sehingga harga jual yang diperoleh petani atau perusahaan menjadi lebih tinggi (Ramanda *et al.*, 2016). Peningkatan kualitas kopi sangat ditentukan oleh proses pengolahan yang dilakukan oleh petani. Kualitas yang baik membuat kopi Indonesia dapat bersaing di pasar internasional (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2013). Proses panen buah kopi adalah tahap kritis dalam produksi kopi, karena kualitas dan hasil akhir kopi sangat dipengaruhi oleh teknik panen yang digunakan (Yunna dan Ade, 2019).

Pada saat melakukan panen buah kopi terdapat beberapa teknik pemetikan yang dilakukan oleh petani, diantaranya pemetikan pendahuluan, petik merah (panen raya) dan pemetikan rampasan (Najiyati, 2007). Saat ini, proses sortir buah kopi umumnya masih dilakukan secara manual oleh petani atau pekerja pengolahan kopi. Proses manual ini rentan terhadap kesalahan dan memakan waktu yang cukup lama, serta kurang efisien dalam menyeleksi buah kopi berwarna merah dan hijau (Henny *et al.*, 2018).

Beberapa metode telah dikembangkan oleh peneliti mengenai sortir buah kopi sesuai tingkat kematangan diantaranya menggunakan teknik pengolahan citra (Irfai *et al.*, 2021), *K- Nearest Neighbor* (KNN) (Raysyah *et al.*, 2021), *Learning Quantization* (LVQ) (Pulungan *et al.*, 2019), histogram dan momen warna (Syahputra *et al.*, 2019). Namun metode-metode tersebut masih memiliki kelemahan. Pada metode pengolahan citra, KNN, LVQ, dan histogram dan momen warna jika menggunakan sampel buah kopi yang banyak maka diperlukan waktu pelatihan yang lebih lama dan memakan memori yang lebih besar. Pada penelitian yang memanfaatkan citra RGB untuk menyortir biji jagung ke dalam 4 tipe kualitas yaitu biji busuk, biji normal, biji berjamur, dan biji rusak menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dengan nilai akurasi mencapai 100% untuk proses pelatihan dan 73,7% untuk proses pengujian (Bustomi dan Dzulfikar, 2014). Selain itu, dalam penelitian aplikasi pendeteksi kematangan buah pepaya menggunakan aplikasi microsoft *visual basic* 6.0 dan menggunakan teknik segmentasi warna menghasilkan *error* rata-rata sebesar 12,1% dengan nilai kematangan tertinggi 87% dan nilai kematangan terendah 13% (Herwanto *et al.*, 2010).

Selanjutnya penelitian pada *prototype* alat pendeteksi kematangan buah menggunakan sensor TCS3200 (Radityo *et al.*, 2012). Kemudian Sinaga (2021) membuat sistem rancang bangun penyortiran buah kopi berbasis *Internet of Things* (IoT). IoT merupakan suatu sistem yang dapat melakukan *monitoring*

melalui aplikasi di *smartphone* (Salamah *et al.*, 2022). Hasil penelitian Salamah *et al* (2022) masih belum optimal karena untuk mengirimkan data ke *smartphone* masih melalui koneksi *bluetooth*, dimana jarak radius jangkauan efektif *bluetooth* adalah sebesar 10 meter apabila lebih dari jangkauan tersebut maka arduino tidak bisa memberikan notifikasi ke *smartphone*. Dalam menghadapi permasalahan ini perlu pengembangan teknologi yang dapat meningkatkan akurasi dan mempercepat proses sortir buah kopi berdasarkan tingkat kematangan (Ahyuna dan Herlinda, 2020).

Dalam menghadapi permasalahan ini, perlu dilakukan pengembangan teknologi yang dapat meningkatkan akurasi dan mempercepat proses sortir buah kopi berdasarkan tingkat kematangan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem sortir buah kopi menggunakan sensor TCS3200 yang terintegrasi dengan mikrokontroler. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efisien dan efektif bagi petani dalam menyortir buah kopi, serta meningkatkan kualitas dan nilai jual kopi Indonesia di pasar internasional.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menggunakan sensor TCS3200 sebagai sensor warna untuk mendeteksi warna buah kopi?
2. Apa pengaruh variasi jarak sensor TCS3200 terhadap nilai RGB yang dihasilkan pada buah kopi?
3. Bagaimana kinerja sistem sortir buah kopi petik merah berbasis sensor TCS3200 dan mikrokontroler dalam mengidentifikasi dan mengklasifikasi tingkat kematangan buah kopi?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan sensor TCS3200 sebagai sensor warna untuk mendeteksi warna buah kopi
2. Menganalisis hubungan antara variasi jarak sensor TCS3200 dengan nilai RGB yang dihasilkan pada buah kopi.
3. Membuat alat sortir buah kopi petik merah berbasis sensor TCS3200 dan mikrokontroler.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai langkah inovatif bagi petani agar dapat mengurangi kesalahan manusia dalam sortir buah kopi dan meningkatkan efisiensi produksi. Ini dapat mengurangi waktu dan tenaga kerja yang diperlukan untuk proses sortir, sehingga menghemat biaya produksi.
2. Sistem ini berpotensi menjadi sumber rujukan untuk penelitian lanjutan di ranah teknologi pertanian.

### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah dilakukan agar penelitian lebih terarah dan memudahkan dalam pembahasan, sehingga tujuan dari penelitian dapat tercapai. Batasan masalah dalam pengembangan sistem ini yaitu:

1. Menggunakan buah kopi yang baru dipetik.
2. Menggunakan sensor TCS3200 sebagai pendeteksi warna pada buah kopi.
3. Menggunakan mikrokontroler sebagai pusat kendali.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terkait

Beberapa penelitian terkait mengenai alat sortir buah kopi telah banyak dilakukan dengan kelebihan dan kekurangan yang dimiliki oleh masing-masing penelitian. Penelitian yang dilakukan Ahyuna dan Herlinda (2020) mengenai pembuatan alat sortir buah kopi dengan menggunakan sensor warna TCS3200 untuk menghemat waktu petani dalam menjaga mutu kualitas terbaik dari buah kopi. Terdapat beberapa alat dan bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu buah kopi sebagai sampel, motor servo pertama, sensor warna, arduino uno, motor servo kedua, pin Vin, dan Ground (GND). Pada penelitian ini dilakukan pengujian sampel dari buah kopi yaitu pada buah kopi berwarna hijau dan merah. Diketahui untuk buah kopi berwarna hijau nilai persentase tertinggi pada output G dengan nilai sebesar 96% dan pada kopi berwarna merah persentase tertinggi pada *output* G dengan nilai tertinggi sebesar 107. Dapat diketahui pada penelitian ini bahwa warna kopi dapat dibedakan dengan mengamati rentang warna dari kedua buah kopi. Penelitian tersebut memiliki kekurangan yaitu butuh suatu sistem yang dapat melakukan monitoring secara manual melalui *smartphone*.

Penelitian lain dilakukan oleh Raysyah *et al* (2021) memanfaatkan fitur warna RGB dan *hue, saturation, value* (HSV) menggunakan metode KNN dalam mengklasifikasi tingkat kematangan dari buah kopi. Klasifikasi tersebut memanfaatkan perangkat lunak MATLAB dalam pengolahan citra dari buah kopi. Pembuatan sistem klasifikasi dibuat menjadi 3 kelas yaitu mentah, cukup matang, dan matang. Dalam penelitian ini menggunakan data yang didapat dari dataset publik dengan mengunduh (*download*) gambar terkait dari *google image* yaitu berupa gambar citra buah kopi yang ada pada variabel penelitian ini.

Data yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 135 dataset yang dibagi menjadi 90 data latih dan 45 data uji. Data tersebut diklasifikasikan menggunakan metode KNN dengan mengukur jarak tetangga terdekat dengan nilai  $K=3$ . Dari penelitian ini didapatkan hasil akurasi sebesar 97,77% dengan hasil klasifikasi data uji sebanyak 44 data mendapat hasil klasifikasi akurat dan 1 data mendapat hasil klasifikasi tidak akurat. Kekurangan dari penelitian ini adalah masih terdapatnya data yang kurang akurat.

Hendrian dan Muhammad (2022) merancang alat sortir warna yang berbasis IoT dengan menggunakan notifikasi telegram. Komponen elektronik yang terlibat dalam perancangan alat ini antara lain mikrokontroler wemos, sensor TCS3200, motor DC, servo, *belt conveyor*, catu daya. Alat ini dirancang untuk dapat mendeteksi benda berbentuk kubus yang terbagi menjadi 3 warna yaitu merah, hijau dan biru. Ketika benda dengan warna tersebut terdeteksi, maka motor servo akan mengarahkan benda ke penampungan sesuai warnanya. Dari pengujian sensor warna TCS3200 dapat diketahui bahwa sensor bekerja dengan efektif. Hal ini dapat dilihat dari pembacaan warna terhadap karton warna berbentuk kubus yang melintas di depan sensor dan tampilan notifikasi di telegram. Kekurangan dari penelitian ini adalah kurang bervariasinya warna yang dapat dideteksi serta diharapkan pada pengembangan selanjutnya dapat dikembangkan dengan bentuk dan ukuran yang lebih besar.

Penelitian lain dilakukan oleh Salamah (2022). Pada penelitian ini dihasilkan alat yang berfungsi untuk memisahkan buah kopi berdasarkan tingkat kematangan yaitu dalam kategori matang, setengah matang, dan mentah. Cara kerja alat ini adalah buah kopi yang masih belum terpisah antara yang matang, setengah matang dan mentah, diletakkan di atas *conveyor*, maka sensor warna TCS3200 akan mendeteksi buah kopi sesuai warnanya. Buah kopi yang sudah melewati sensor TCS3200 akan secara otomatis masuk ke wadah yang telah disediakan yang dikendalikan oleh motor servo yang telah diprogram arduino sebelumnya. Setelah data dari pemisah buah kopi sudah terbaca oleh sensor, maka arduino akan mengirimkan data tersebut

ke android melalui koneksi *bluetooth*. Selanjutnya buah kopi berwarna merah atau buah kopi dalam kategori matang akan dilanjutkan ke tahap pengupasan. Pada tahapan pengupasan, buah kopi matang akan dikupas pada mesin pengupas yang dikendalikan oleh motor servo. Kekurangan dari penelitian ini adalah *smartphone* harus berada didekat alat karena karena untuk mengirimkan data ke *smartphone* masih melalui koneksi *bluetooth*, dimana jarak radius jangkauan efektif *bluetooth* adalah sebesar 10 meter apabila lebih dari jangkauan tersebut maka arduino tidak bisa memberikan notifikasi ke *smartphone*.

Penelitian yang dilakukan oleh Rusman dan Pasae (2023) mengenai *prototype* untuk menyortir buah kopi berdasarkan kematangannya. Dengan menggunakan kamera yang digunakan untuk mengambil citra buah kopi kemudian citra buah kopi akan dipisahkan dengan *background* dengan metode segmentasi warna HSV. Selanjutnya citra buah kopi diekstraksi untuk mendapatkan nilai setiap warna dengan parameter *Red, Green, Blue* (RGB) dan HSV guna membentuk model klasifikasi metode *support vector machine* (SVM). Meskipun pada proses prediksi perangkat lunak terdapat kesalahan prediksi namun perangkat keras telah bekerja dengan baik ditandai dengan servo berhasil memutar ke sudut yang telah ditentukan sesuai dengan masukan perintah.

## **2.2 Landasan Teori**

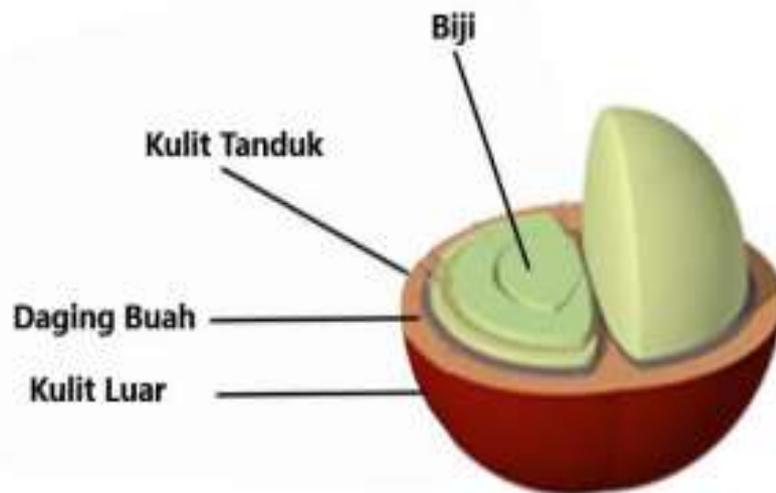
### **2.2.1 Buah Kopi**

Tanaman kopi merupakan tanaman semak belukar yang berkeping dua (dikotil), sehingga memiliki perakaran tunggang. kopi merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang sudah lama dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi (Nisa, 2020). Jenis kopi yang banyak dibudidayakan yakni kopi arabika (*coffea arabica*) dan robusta (*coffea canephora*). Sementara itu, ada juga jenis *coffea liberica* dan *coffea congensis* yang merupakan perkembangan dari jenis robusta (Panggabean., 2011).

Tanaman kopi termasuk dalam genus *coffea* dengan famili *Rubiaceae*, Genus *coffea* mencakup hampir 70 spesies. Berikut adalah sistem taksonomi kopi

*Kingdom* ; *Plantae* (Tumbuhan)  
*Subkingdom* ; *Tracheobionta* (Tumbuhan berpembuluh)  
Super Divisi ; *Spermatophyta* (Tumbuhan penghasil biji)  
Divisi ; *Magnoliophyta* (Tumbuhan Berbunga)  
Kelas ; *Magnoliopsida* (Tumbuhan berkeping dua/dikotil)  
Sub Kelas ; *Asteridae*  
*Ordo* ; *Rubiales*  
*Famili* ; *Rubiaceae* (suku kopi-kopian)  
*Genus* ; *Coffea*  
*Spesies* ; *Coffea* sp.

Buah kopi memiliki karakteristik secara umum, yaitu bijinya yang agak lonjong, dan garis tengah pada biji kopi berbentuk huruf S, buah kopi terdiri atas 4 bagian yaitu lapisan kulit luar (*exocarp*), lapisan daging (*mesocarp*), lapisan kulit tanduk (*parchment*) dan biji (*endosperm*). Adapun penjelasan dari bagian buah kopi dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.



**Gambar 2.1** Bagian buah Kopi (Starfarm, 2010)

### 2.2.1.1 Tingkat Kematangan Buah Kopi

Menurut Hendrawan (2022) secara umum tingkat kematangan buah kopi dapat dibedakan menjadi 3 kategori berdasarkan warna pada buah kopi yaitu:

#### 1. Buah kopi mentah

Buah kopi mentah ditandai oleh warna kulit buah yang masih berwarna hijau tua atau juga berwarna hijau muda, biji kopi juga berwarna pucat keputihan serta aroma yang dihasilkan masih lemah. Nilai RGB untuk buah kopi yang berwarna hijau atau mentah akan memiliki nilai tinggi pada hijau (G), dan nilai-nilai yang lebih rendah pada nilai merah (R) dan biru (B). Rentangnya berkisar antara (0, 225, 0) atau bahkan lebih tinggi tergantung pada seberapa hijaunya (Hendrawan *et al.*, 2022).

**Gambar 2.2** menunjukkan buah kopi yang masih mentah.



**Gambar 2.2** Buah Kopi Mentah (Hendrawan *et al.*, 2022)

#### 2. Buah kopi setengah matang

Buah kopi setengah matang biasanya berwarna kuning setengah kemerahan, biji berwarna sedikit keabuan dan dari aromanya mulai terasa kuat dibandingkan buah kopi mentah. Untuk nilai RGB warna kuning lebih sulit untuk diidentifikasi secara khusus dalam konteks nilai-nilai RGB, karena warna kuning sering kali merupakan campuran antara merah dan hijau dalam proporsi yang berbeda. Nilai-nilai RGB untuk warna kuning pada buah kopi berada di antara nilai-nilai untuk merah dan

hijau sekitar (180, 160, 50) (Hendrawan *et al.*, 2022). Untuk gambar dari buah kopi setengah matang dapat dilihat pada **Gambar 2.3**.



**Gambar 2.3** Buah kopi setengah matang (Hendrawan *et al.*, 2022)

### 3. Buah kopi matang

Buah kopi matang ditandai dengan warna kulit merah dan biasanya sampai merah kehitam-hitaman, aroma dari buah matang ini juga sangat kuat serta biji dalamnya berwarna sedikit kecoklatan. Biasanya, nilai-nilai RGB untuk warna merah pada buah kopi yang matang memiliki nilai yang tinggi pada merah (R), sedangkan nilai-nilai pada hijau (G) dan biru (B) lebih rendah. Misalnya sekitar (200, 50, 50) dan maksimal (255, 50, 50) (Hendrawan *et al.*, 2022). Untuk gambar dari buah kopi matang dapat dilihat pada **Gambar 2.4**



**Gambar 2.4** Buah kopi Matang (Hendrawan *et al.*, 2022)

### **2.2.1.2 Waktu Pemanenan Buah Kopi**

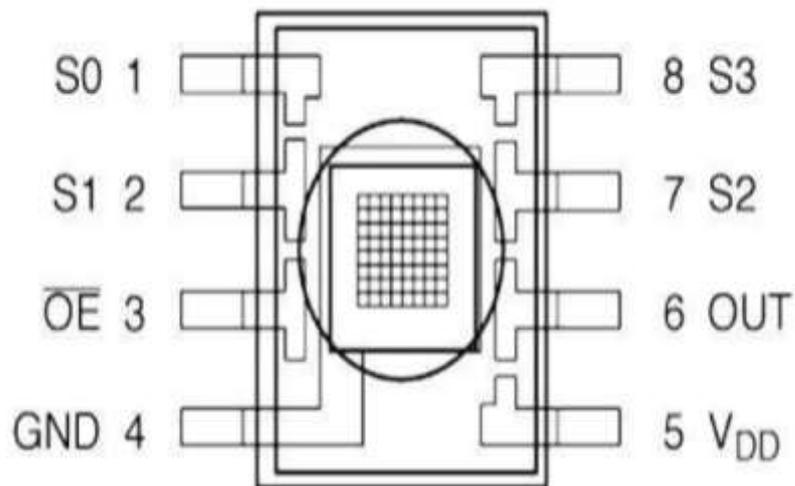
Pemanenan buah kopi yang umum dilakukan dengan cara memetik buah yang telah masak pada tanaman kopi berusia mulai sekitar 2,5 - 3 tahun. Buah matang ditandai oleh perubahan warna kulit buah. Kulit buah berwarna hijau tua adalah buah masih muda, sedangkan berwarna kuning adalah setengah masak dan jika berwarna merah maka buah kopi sudah masak penuh dan menjadi kehitam-hitaman setelah masak penuh terlampaui (*over ripe*). Untuk mendapatkan hasil yang bermutu tinggi, buah kopi harus dipetik dalam keadaan masak penuh (Ridwansyah, 2003). Proses selanjutnya setelah kopi dipanen yaitu pengolahan, salah satu pengolahan yang digunakan adalah sortir kopi hal ini dimaksudkan untuk memisahkan buah berdasarkan kematangannya agar menghasilkan kelompok buah yang seragam dan menghasilkan kopi yang berkualitas tinggi (Heriyanti *et al.*, 2021).

### **2.2.2 Sensor**

Peran utama sensor sangatlah penting dalam berbagai perangkat elektronik. Selain itu sensor juga berfungsi sebagai alat untuk mengukur keluaran sinyal. Istilah “Transduser” berasal dari kata latin “*traducere*” yang artinya berubah bentuk. Kemampuan untuk mengubah satu bentuk energi ke bentuk energi lainnya merupakan konsep dari cara kerja sensor. Sensor sendiri digunakan untuk mengubah energi menjadi bentuk yang dapat digunakan oleh sebuah perangkat elektronik. Sensor sering digunakan dalam fase deteksi pada proses pengukuran. Sensor suhu, sensor cahaya, dan sensor tekanan semuanya termasuk dalam jenis sensor yang umum pada rangkaian listrik. Jadi, sensor adalah komponen yang dapat digunakan untuk mengkonversikan suatu besaran tertentu menjadi satuan analog sehingga dapat dibaca oleh suatu rangkaian elektronik. Sensor merupakan komponen utama dari suatu transduser, sedangkan transduser merupakan sistem yang melengkapi agar sensor tersebut mempunyai keluaran sesuai yang kita inginkan dan dapat langsung dibaca pada keluarannya (Monika, 2017).

### 2.2.3 Sensor TCS3200

Sensor TCS 3200 adalah sensor terprogram yang terdiri dari 64 buah fotodiode sebagai pendeteksi intensitas cahaya pada warna obyek serta filter frekuensi sebagai transduser yang berfungsi untuk mengubah arus menjadi frekuensi. Sensor tersebut memiliki lensa fokus yang berguna untuk mempertajam pendeteksian fotodiode terhadap intensitas cahaya dengan jarak pembacaan 2 mm dari lensa IC (*Latifah et al.*, 2019). Sensor TCS3200 dapat membaca 4 mode warna yaitu, *Red*, *Green*, *Blue* dan *clear* melalui 64 buah fotodiode yang terbagi menjadi 4 bagian yaitu, 16 fotodiode untuk warna merah, 16 fotodiode untuk warna hijau, 16 fotodiode untuk warna biru dan 16 fotodiode lainnya untuk pembacaan warna *clear*, (*Afrillia et al.*, 2019). Sensor warna juga memiliki konfigurasi pin dan masing masing pin memiliki fungsi yang berbeda. Berikut ini adalah susunan dan fungsi dari pin sensor TCS3200 dapat dilihat pada **Gambar 2.5**



**Gambar 2.5** Konfigurasi pin-pin sensor warna TCS3200 (Hakim dan Romiyadi, 2020)

Berdasarkan **Gambar 2.5** dapat diketahui konfigurasi dari pin yang berada pada sensor warna TCS3200 dan untuk fungsi dari pin tersebut dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

**Tabel 2.1** Fungsi pin sensor warna TCS3200

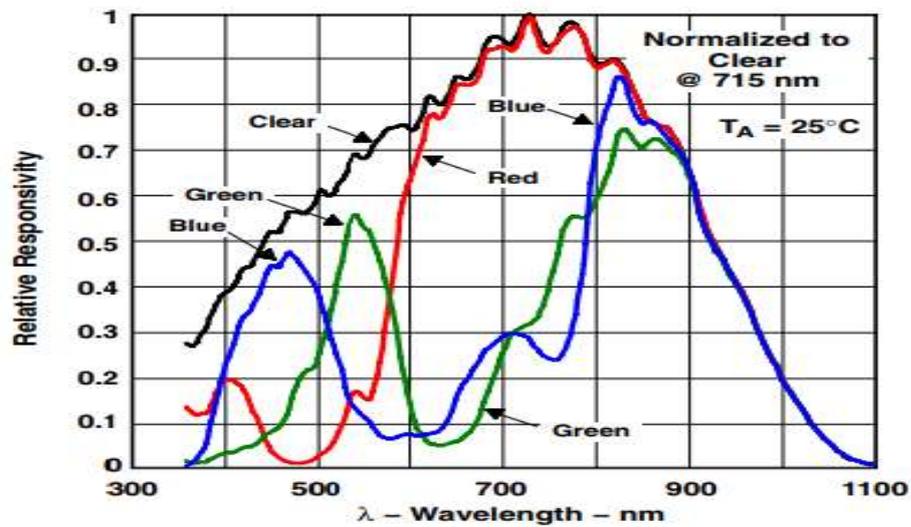
Nama	No kaki IC	I/O	Fungsi Pin
GND	4	-	Sebagai Ground pada power <i>supply</i>
OE	3	I	Output <i>enable</i> , sebagai input untuk frekuensi output skala rendah
OUT	6	O	Sebagai output frekuensi
S0, S1	1, 2	I	Sebagai saklar pemilih pada frekuensi output skala tinggi
S2, S3	7, 8	I	Sebagai saklar pemilih 4 kelompok <i>diode</i>
VCC	5	-	Supply tegangan

### 2.2.3.1 Karakteristik Sensor TCS3200

IC TCS3200 dapat dioperasikan dengan *supply* tegangan pada Vdd berkisar antara 2,7 volt sampai 5,5 volt, dalam pengoperasiannya sensor tersebut dapat dilakukan dengan dua cara:

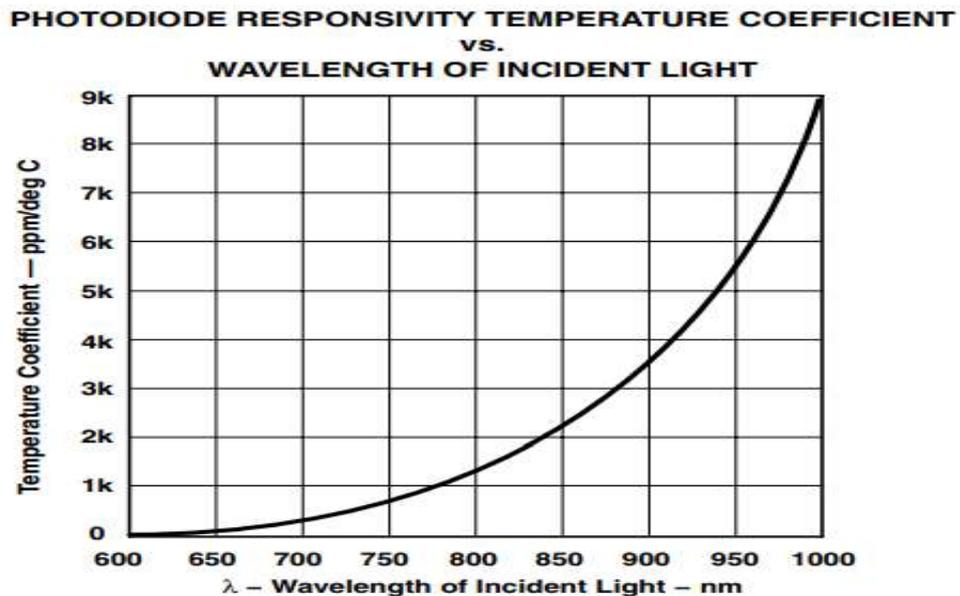
1. Mode *supply* tegangan maksimum, yaitu dengan menyuplai tegangan berkisar antara 2,7 volt sampai 5,5 volt pada sensor TCS3200
2. Mode *supply* tegangan minimum, yaitu dengan menyuplai tegangan sebesar 0 sampai 0,8 volt.

Sensor TCS3200 terdiri dari 4 kelompok fotodioda, masing-masing kelompok memiliki sensitivitas yang berbeda satu dengan yang lainnya pada respon fotodioda terhadap panjang gelombang cahaya yang dibaca. Fotodioda yang mendeteksi warna merah dan *clear* memiliki nilai sensitivitas yang tinggi ketika mendeteksi intensitas cahaya dengan panjang gelombang 715 nm. Sedangkan pada panjang gelombang 1100 nm fotodioda tersebut memiliki nilai sensitivitas yang paling rendah. Hal ini menunjukkan bahwa sensor TCS3200 tidak bersifat linearitas dan memiliki sensitivitas berubah terhadap panjang gelombang cahaya yang diukur (Taos, 2009). Sensitivitas fotodioda terhadap panjang gelombang cahaya ditunjukkan pada **Gambar 2.6**



**Gambar 2.6** Sensitivitas dan linearitas fotodiode terhadap panjang gelombang cahaya (Taos, 2009)

Semakin besar temperatur koefisien yang diperoleh dari fotodiode, maka semakin jauh panjang gelombang yang dihasilkan oleh sensor, dimana besar atau kecil temperatur koefisien tersebut dipengaruhi oleh keadaan panjang gelombang atau pencahayaan, hal ini menunjukkan bahwa sensor TCS230 memiliki karakteristik panjang gelombang yang linear.



**Gambar 2.7** Karakteristik perbandingan antara temperatur koefisien terhadap panjang gelombang (Taos, 2009).

Berdasarkan **Gambar 2.7** menggambarkan hubungan antara koefisien suhu fotodiode dan panjang gelombang cahaya yang masuk. Grafik ini menunjukkan bahwa semakin besar panjang gelombang cahaya yang diterima, maka semakin tinggi nilai koefisien suhu (*temperature coefficient*) yang dihasilkan. Pada panjang gelombang pendek, yaitu sekitar 600–700 nm, peningkatan nilai koefisien suhu relatif kecil. Namun, ketika panjang gelombang meningkat hingga mendekati 1000 nm, grafik menunjukkan peningkatan koefisien suhu yang signifikan secara eksponensial. Hal ini mengindikasikan bahwa fotodiode memiliki sensitivitas suhu yang lebih tinggi pada panjang gelombang yang lebih besar.

Karakteristik ini menunjukkan bahwa respons fotodiode terhadap panjang gelombang cahaya bersifat hampir linier pada sebagian besar rentang yang diukur. Dengan kata lain, sensor TCS230 memiliki karakteristik linearitas panjang gelombang yang baik, sehingga mampu beradaptasi dengan variasi spektrum cahaya yang luas. Fenomena ini menunjukkan bahwa perubahan suhu pada fotodiode sangat dipengaruhi oleh panjang gelombang cahaya yang masuk, di mana semakin panjang gelombangnya, semakin besar efek suhu terhadap respons fotodiode. Hubungan ini relevan dalam memastikan kinerja sensor TCS230 dalam berbagai aplikasi, terutama yang melibatkan pengukuran warna atau deteksi cahaya. Dengan mempertimbangkan efek panjang gelombang dan suhu, sensor ini mampu memberikan hasil yang akurat dan konsisten. Oleh karena itu, karakteristik ini menjadi salah satu keunggulan utama sensor TCS230, terutama dalam aplikasi yang memerlukan sensitivitas tinggi terhadap perubahan spektrum cahaya atau intensitas pencahayaan.

### **2.2.3.2 Prinsip Kerja Sensor TCS3200**

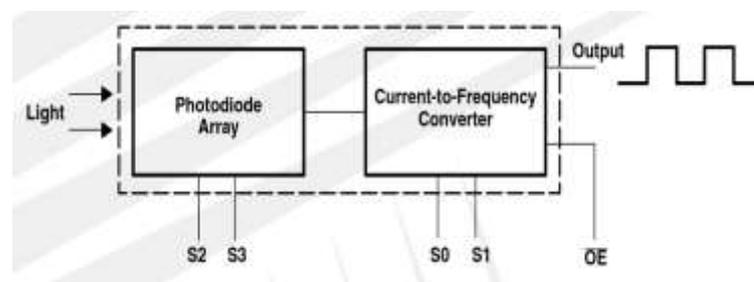
Sensor warna TCS230 bekerja dengan cara membaca nilai intensitas cahaya yang dipancarkan oleh *Light Emitting Diode* (LED) super *bright* terhadap objek. Pembacaan nilai intensitas cahaya tersebut dilakukan melalui matrix 8x8 fotodiode, dimana 64 fotodiode tersebut dibagi menjadi 4 kelompok pembaca warna. Setiap

warna yang disinari LED akan memantulkan sinar LED menuju fotodiode, pantulan sinar tersebut memiliki panjang gelombang yang berbeda-beda tergantung pada warna objek yang terdeteksi, hal ini yang membuat sensor warna TCS230 dapat membaca beberapa macam warna (Baskara, 2013). Pada sensor warna saklar terprogram akan memilih dengan sendirinya jika salah satu kelompok fotodiode membaca intensitas cahaya terhadap objek yang disensor. Panjang gelombang dan sinar LED yang dipantulkan objek berwarna berfungsi mengaktifkan salah satu kelompok fotodiode pada sensor warna tersebut, sehingga ketika kelompok fotodiode yang digunakan telah aktif. Pin S2 dan S3 akan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler untuk menginformasikan warna yang terdeteksi

**Tabel 2.2** Konfigurasi Pin S2 dan S3 pada Sensor TCS3200

Pin	Status	Filter Warna yang Dipilih
S2	<i>LOW</i>	Merah ( <i>Red</i> )
S2	<i>HIGH</i>	Biru ( <i>Blue</i> )
S3	<i>LOW</i>	Hijau ( <i>Green</i> )
S3	<i>HIGH</i>	Tidak Ada ( <i>Clear/ No Filter</i> )

Selanjutnya mikrokontroler akan mulai menginisialisasi sensor TCS3200, nilai yang dibaca oleh sensor selanjutnya diubah menjadi frekuensi melalui bagian pengubah arus ke frekuensi, dimana pada bagian ini terdapat osilator yang dibangkitkan oleh saklar S0 dan S1 sebagai mode tegangan maksimum dan output *enable* sebagai pembangkit osilator pada mode tegangan minimum (*power down*) (Baskara, 2013). Blok diagram fungsional sensor TCS3200 ditunjukkan pada **Gambar 2.8**



**Gambar 2.8** Blok diagram fungsional TCS3200 (Baskara, 2013).

Terlihat pada diagram blok bahwa sensor ini memiliki pengkonversi arus ke frekuensi yang akan mengubah hasil pembacaan fotodiode menjadi bentuk pulsa di mana frekuensinya proporsional dengan intensitas cahaya dari warna yang dipilih. Ada beberapa persamaan matematis yang dapat digunakan untuk mengkonversi data yang diterima dari sensor menjadi nilai-nilai yang dapat diinterpretasikan sebagai warna. Persamaan yang umum digunakan adalah konversi frekuensi pulsa ke intensitas warna. Frekuensi pulsa yang dihasilkan oleh sensor TCS3200 dapat dikonversi menjadi intensitas warna dengan menggunakan persamaan berikut:

$$I = \frac{F_{out}}{T_{int}} \quad (2.1)$$

Dengan  $I$  adalah intensitas warna

$F_{out}$  adalah frekuensi pulsa keluaran dari sensor

$T_{int}$  adalah periode integrasi, yaitu waktu yang diperlukan sensor untuk mengukur intensitas cahaya.

Setelah mendapatkan intensitas warna, nilai-nilai tersebut kemudian bisa diubah menjadi nilai-nilai RGB (*Red, Green, Blue*) yang lebih umum digunakan dalam pemrosesan warna. Persamaan umum untuk melakukan konversi ini adalah

$$\begin{aligned} R &= \frac{I_{red}}{I_{red} + I_{green} + I_{blue}} \\ G &= \frac{I_{green}}{I_{red} + I_{green} + I_{blue}} \\ B &= \frac{I_{blue}}{I_{red} + I_{green} + I_{blue}} \end{aligned} \quad (2.2)$$

Dengan R, G, dan B adalah nilai-nilai intensitas merah, hijau, dan biru (dalam skala 0-1 atau 0-255 tergantung pada representasi yang digunakan).

$I_{red}$ ,  $I_{green}$ , dan  $I_{blue}$  adalah intensitas cahaya yang diukur untuk warna merah, hijau, dan biru.

Persamaan ini dapat digunakan untuk mengubah data warna menjadi nilai RGB yang dapat dibaca oleh mikrokontroler. Pin S0 dan S1 digunakan untuk *scaling* frekuensi output. Nilai *scaling* yang dapat dipilih adalah 2%, 20%, dan 100%. *Scaling* frekuensi output sangat berguna untuk optimasi pembacaan sensor. Pada mikrokontroler umumnya digunakan *scaling* frekuensi 20%. Dengan memilih filter yang berbeda, kita dapat mendeteksi intensitas setiap warna. Pemilihan filter dilakukan dengan memberikan nilai logika *LOW* dan *HIGH* ke pin *control* S0 dan S1 (Baskara, 2013). Nilai logika yang dapat diberikan ke pin S0 dan S1 terkait *scaling* ini ditunjukkan pada **Tabel 2.2**

**Tabel 2.3.** Nilai logika pada pin S0 dan S1 (Baskara, 2013).

No	Output Frekuensi <i>Scaling</i>	S0	S1
1	<i>Power Down</i>	<i>LOW</i>	<i>LOW</i>
2	2%	<i>LOW</i>	<i>HIGH</i>
3	20%	<i>HIGH</i>	<i>LOW</i>
4	100%	<i>HIGH</i>	<i>HIGH</i>

#### 2.2.4 Motor Servo

Sebuah motor servo adalah alat yang dapat mengendalikan posisi, dapat membelokkan, dan menjaga suatu posisi berdasarkan penerimaan pada suatu sinyal elektronik. Karena motor DC servo merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, maka magnet permanen motor DC servo yang mengubah energi listrik ke dalam energi mekanik melalui interaksi dari dua medan magnet. Motor servo menggunakan sistem umpan balik tertutup, di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol (Sujarwata, 2015). Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Motor DC servo merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik,

maka magnet permanen motor DC servo lah yang mengubah energi listrik ke dalam energi mekanik melalui interaksi dari dua medan magnet. Salah satu medan dihasilkan oleh magnet permanen dan yang satunya dihasilkan oleh arus yang mengalir dalam kumparan motor. Resultan dari dua medan magnet tersebut menghasilkan torsi yang membangkitkan putaran motor tersebut. Saat motor berputar, arus pada kumparan motor menghasilkan torsi yang nilainya konstan (Yagusandri, 2021). Secara umum terdapat 2 jenis motor servo, yaitu motor servo standar dan motor servo *Continuous*. Servo motor tipe standar hanya mampu berputar  $180^\circ$ . Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah, yaitu *clockwise* dan *counter clockwise* dengan defleksi sudut masing-masing mencapai  $90^\circ$  sehingga total defleksi sudut dari kanan-tengah-kiri mencapai  $180^\circ$ . Jadi motor ini hanya bergerak ke kanan balik ke tengah dan kekiri saja, tidak bisa mencapai 1 putaran penuh. Sedangkan servo motor *continuous* dapat berputar sebesar  $360^\circ$ . Motor servo jenis ini mampu bergerak dua arah, sama halnya dengan motor servo standar tetapi yang membedakan adalah defleksi sudut putarannya yang tanpa batasan dan dapat berputar secara kontinu (Maulana dan Kharisma, 2014).

Pada penelitian ini motor servo yang digunakan adalah motor servo jenis standar dengan kemampuannya untuk berputar sebesar  $180^\circ$ . Sebuah motor servo standar adalah alat yang dapat mengendalikan posisi, dapat membelokkan dan menjaga suatu posisi berdasar penerimaan pada suatu *signal* elektronik itu. Karena motor DC servo merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, maka magnet permanen motor DC servo yang mengubah energi listrik ke dalam energi mekanik melalui interaksi dari dua medan magnet. Untuk tampilan dari motor servo dapat dilihat pada **Gambar 2.9**



**Gambar 2.9** Tampilan motor servo jenis standar (Sujarwata, 2015)

Bagian - bagian dari sebuah motor servo standar adalah sebagai berikut:

a) *Konektor*

Berfungsi untuk menghubungkan motor servo dengan Vcc, Ground dan *signal* input yang dihubungkan ke *Basic Stamp*.

b) Kabel

Digunakan menghubungkan Vcc, Ground dan *signal* input dari *konektor* ke motor servo.

c) Tuas

menjadi bagian dari motor servo yang kelihatan seperti suatu bintang *fourpointed*. Ketika motor servo berputar, tuas motor servo akan bergerak ke bagian yang dikendalikan sesuai dengan program.

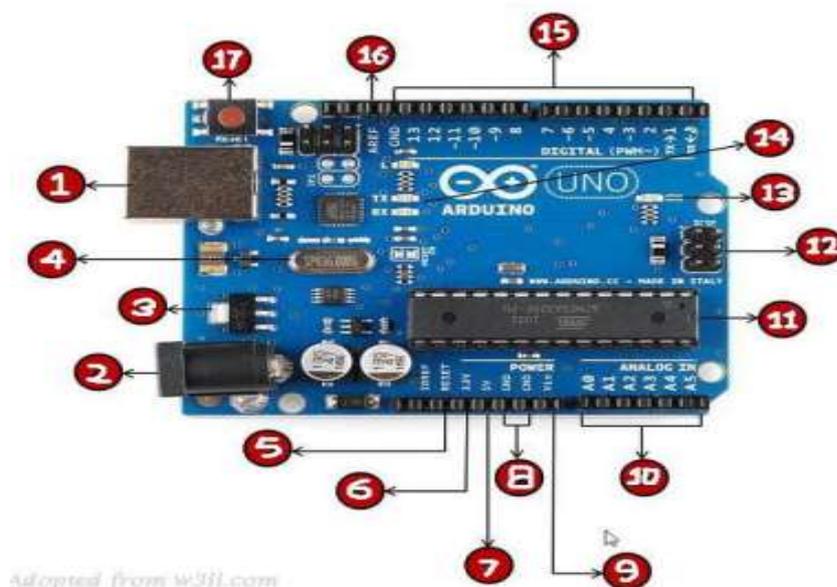
d) *Cassing*

Terdiri dari bagian untuk mengendalikan kerja motor servo yang pada dasarnya berupa motor DC dan gear. Bagian ini bekerja untuk menerima instruksi dari *basic stamp* dan mengkonversi ke dalam sebuah pulsa untuk menentukan arah / posisi servo (Sujarwata, 2015).

### 2.2.5 Arduino

Arduino adalah perangkat keras berbasis mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali utama dalam rangkaian elektronik. Sebagai platform *open-source*, Arduino dirancang untuk memudahkan pengguna dalam mempelajari pemrograman dan mengaplikasikannya di berbagai bidang. Platform ini menggunakan mikrokontroler dari keluarga Atmel *At and Vegard's RISC processor* (AVR) sebagai prosesornya dan mengandalkan *Arduino Integrated Development Environment* (IDE) untuk kebutuhan pemrogramannya (Sitorus dan Tahyudin, 2018).

Arduino Uno adalah salah satu jenis Arduino yang paling umum digunakan, mudah diakses, dan harganya relatif terjangkau. Model ini dilengkapi dengan modul dan mikrokontroler ATMEGA328P versi R3, yang merupakan versi terbaru untuk mendukung kinerja mikrokontroler. Gambar di bawah ini menunjukkan mikrokontroler ATMEGA328P yang telah terintegrasi dalam modul Arduino Uno (Junaidi dan Prabowo, 2018). Adapun bagian-bagiannya dari papan Arduino tipe *Universal Serial Bus* (USB) dengan seri UNO ini secara garis besar dapat dijelaskan secara umum dan sederhana pada **Gambar 2.10**



**Gambar 2.10** Bagian – bagian board arduino (Junaidi dan Prabowo, 2018)

Berdasarkan pada **Gambar 2. 10** bagian-bagian dari board Arduino beserta fungsi-fungsinya yaitu sebagai berikut:

1. *Power USB*

Power USB digunakan untuk memberikan catu daya ke board Arduino menggunakan kabel USB dari komputer.

2. *Power (Barrel Jack)*

Papan Arduino dapat juga diberi catu daya secara langsung dari sumber daya AC.

3. *Voltage Regulator*

Fungsi dari *voltage* regulator adalah untuk mengontrol atau menurunkan tegangan yang diberikan ke papan Arduino dan menstabilkan tegangan DC yang digunakan oleh prosesor dan bagian – bagian lain.

4. *Crystal Oscillator*

*Crystal Oscillator* adalah komponen terpenting dari Arduino, karena komponen ini menghasilkan *signal* yang dikirim kepada mikrokontroler agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detak-nya.

5. *Arduino Reset (5 dan 17)*

Terdapat dua cara untuk mereset Arduino Uno. Pertama, dengan menggunakan *reset button* (17) pada papan arduino. Kedua, dengan menambahkan *reset eksternal* ke pin Arduino yang berlabel *RESET* (5).

6. *Supply 3.3 output volt*

7. *Supply 5 volt*

Komponen yang digunakan papan Arduino bekerja dengan baik pada tegangan 3.3 volt dan 5 volt.

8. *Ground*

Ada beberapa pin GND pada Arduino, salah satunya dapat digunakan untuk menghubungkan ground rangkaian.

9. *Tegangan Input*

Pin ini juga dapat digunakan untuk memberi daya ke papan Arduino dari sumber daya eksternal, seperti sumber daya AC.

#### 10. *Analog* pins

Board Arduino Uno memiliki enam pin *input analog* A0 sampai A5. Pin - pin ini dapat membaca tegangan dan sinyal yang dihasilkan oleh sensor *analog* seperti sensor kelembaban atau temperatur dan mengubahnya menjadi nilai digital yang dapat dibaca oleh mikroprosesor.

#### 11. Main microkontroller

Setiap papan Arduino memiliki Mikrokontroler (11). Kita dapat menganggapnya sebagai otak dari papan Arduino.

#### 12. *In-Circuit Serial Programming* (ICSP) pin

Kebanyakan, ICSP (12) adalah AVR, suatu programming *header* kecil untuk Arduino yang berisi *Master Out Slave In* (MOSI), *Master In Slave Out* (MISO), *Serial Clock* (SCK), *RESET*, *VCC*, dan *GND*.

#### 13. Power LED indikator

LED ini harus menyala jika menghubungkan Arduino ke sumber daya. Jika LED tidak menyala, maka terdapat sesuatu yang salah dengan sambungannya.

#### 14. *Transmit* (TX) dan *Receive* (RX) LED

Pada papan Arduino, kita akan menemukan label: TX (*transmit*) dan RX (*receive*). TX dan RX muncul di dua tempat pada papan Arduino Uno. Pertama, di pin digital 0 dan 1, Untuk menunjukkan pin yang bertanggung jawab untuk komunikasi serial. Kedua, TX dan RX LED (13). TX LED akan berkedip dengan kecepatan yang berbeda saat mengirim data serial.

#### 15. Digital I/O

Papan Arduino Uno memiliki 14 pin I/O digital, 6 pin output menyediakan PWM (*Pulse Width Modulation*). Pin-pin ini dapat dikonfigurasi sebagai pin digital input untuk membaca nilai logika (0 atau 1) atau sebagai pin digital output untuk mengendalikan modul-modul seperti LED, relay, dan lain-lain (Junaidi & Prabowo, 2018)

### 2.2.8 Warna RGB

Warna adalah hasil persepsi manusia terhadap cahaya tampak atau *visible light*. Cahaya sendiri adalah gelombang elektromagnetik yang memiliki dualisme, yakni sebagai gelombang dan juga sebagai partikel. Sebagai gelombang, cahaya merambat pada ruang hampa dengan kecepatan cahaya  $3 \times 10^8$  m/s (Fitriyah dan Wihandika, 2021). Cahaya tampak berada pada gelombang elektromagnetik dari Panjang gelombang ( $\lambda$ ) dengan batas bawah antara 360-400 nm hingga batas atas antara 770-830 nm (Fitriyah dan Wihandika, 2021).

Setiap warna terbentuk dari tiga warna utama, yang dikenal dengan istilah RGB. RGB adalah ruang warna aditif, yang berarti bahwa seluruh warna dimulai dengan warna hitam dan dibentuk dengan menambahkan warna hijau, merah, dan biru. Melalui gabungan warna merah, hijau dan biru akan terbentuk warna warna baru (Sanusi, 2019). Model warna RGB terdapat tiga komponen yaitu R sebagai *Red* atau merah, G sebagai *Green* atau hijau, dan B sebagai *Blue* atau biru yang merepresentasikan persentase dari sebuah nilai RGB seperti pada **persamaan 2.3**

$$r = \frac{R}{R+G+B}, g = \frac{G}{R+G+B}, b = \frac{B}{R+G+B} \quad (2.3)$$

dengan r adalah nilai merah, g adalah nilai hijau, b adalah nilai biru, R adalah intensitas warna merah, G adalah intensitas warna hijau, dan B adalah intensitas warna biru. Tujuan mencari nilai r, g, dan b untuk menormalisasi RGB (Pandiangan, 2020).

### 2.2.9 Motor DC

#### 2.2.9.1 Pengertian Motor DC

Motor DC adalah suatu motor yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik arus searah menjadi tenaga gerak atau tenaga mekanik. Motor DC digunakan pada penerapan tertentu yang membutuhkan penyalaan torsi yang tinggi atau percepatan

yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas. Torsi adalah putaran dari suatu gaya terhadap suatu poros. Suatu motor listrik disebut sebagai motor DC jika membutuhkan pasokan tegangan searah pada kumparan jangkar dan kumparan medannya untuk dikonversi menjadi energi mekanik (Hartanto, 2022).

#### 2.2.9.2 Motor Dinamo Mini

Motor dinamo mini adalah salah satu jenis motor DC berukuran kecil yang sering digunakan dalam perangkat elektronik seperti pemutar DVD, alat getar, dan sistem mekanik mikro lainnya. Menurut penelitian terbaru oleh Wang & Li (2023), motor dinamo mini memiliki desain kompak dengan efisiensi tinggi dan konsumsi daya rendah, menjadikannya ideal untuk aplikasi portable. Dinamo mini biasanya bekerja pada tegangan rendah, mulai dari 3V hingga 9V, dengan kecepatan putaran bervariasi antara 3.000 hingga 10.000 RPM tergantung pada tegangan yang diberikan. Penggunaan motor dinamo mini pada perangkat DVD, misalnya, sangat bergantung pada kecepatan tinggi untuk memutar cakram dengan stabil. Di lain pihak, motor ini juga dapat dimodifikasi untuk menghasilkan getaran pada perangkat komunikasi portabel seperti ponsel (Rashid, 2022). Kehandalan dan fleksibilitas motor ini telah mendorong penggunaannya pada berbagai sektor, termasuk mainan elektronik dan perangkat sensorik. Pada penelitian ini digunakan motor DC jenis dvd atau motor dvd dinamo mini untuk tampilannya dapat dilihat pada **Gambar 2. 11**.



**Gambar 2.11** Motor dvd mini

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April – November 2024. Perancangan alat dilakukan di ruang workshop FMIPA UNILA, dan pengujian alat dilakukan di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Lampung.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

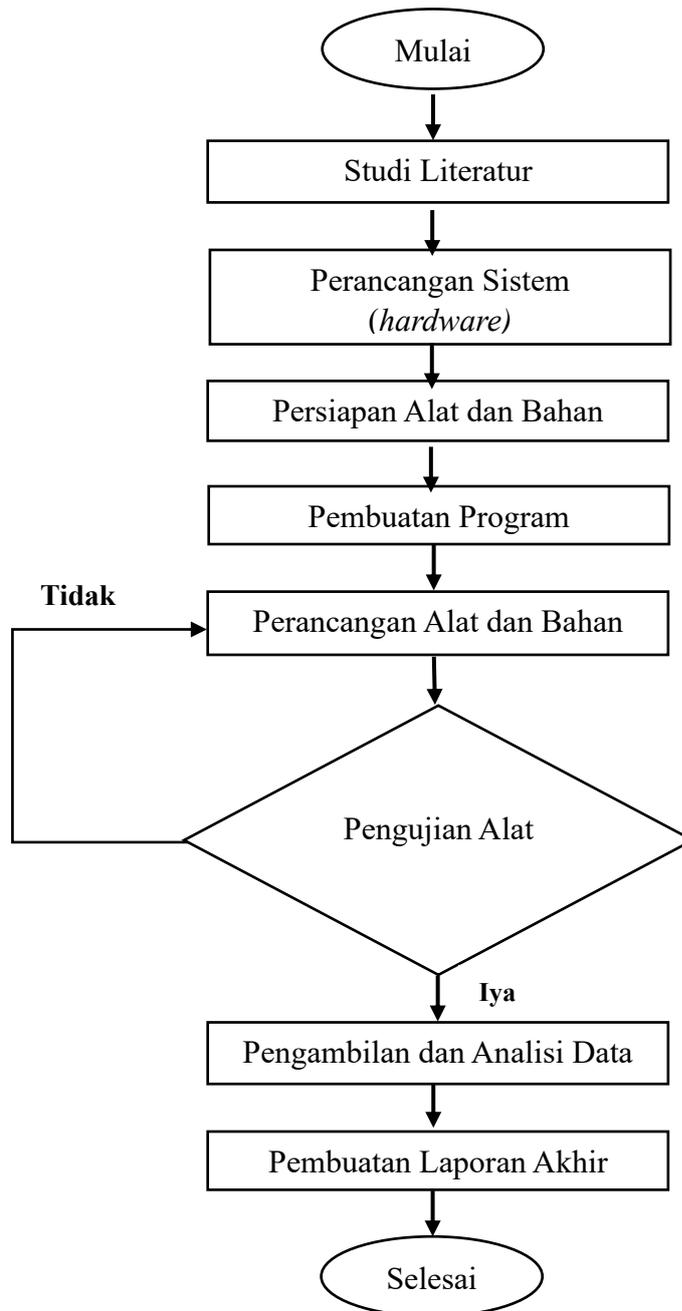
1. Laptop berfungsi untuk merancang mendesain, dan menyusun *source code* program
2. Mikrokontroler Arduino uno berfungsi sebagai kendali dalam sistem kontrol alat ini.
3. *Power supply* untuk sumber tegangan alat
4. Software Arduino IDE digunakan untuk membuat mengedit, memverifikasi, dan mengunggah program ke mikrokontroler
5. Motor getar sebagai penggerak buah kopi
6. Motor servo digunakan untuk membuka tutup jebakan
7. Fritzing digunakan untuk membuat desain skema dan layout rangkaian
8. Jumper sebagai penghubung

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Buah kopi sebagai bahan uji eksperimen
2. Lem lilin untuk menempelkan komponen

### 3.3 Prosedur Penelitian

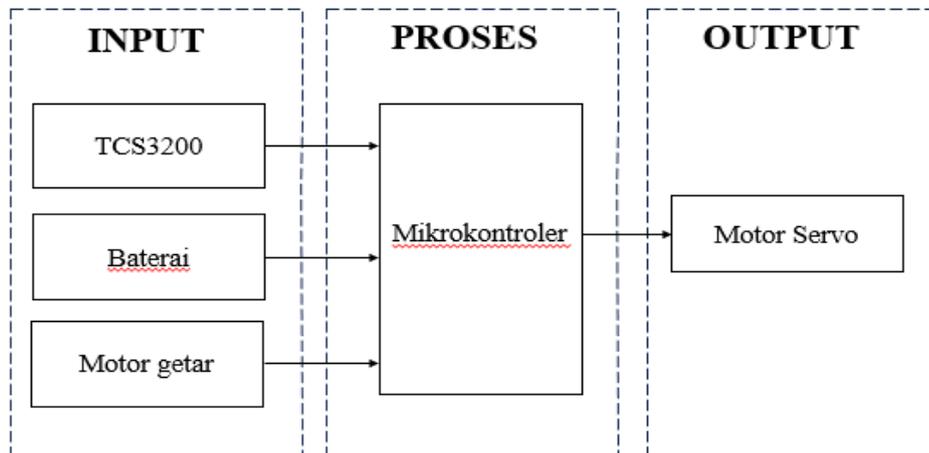
Pembuatan perangkat ini melibatkan beberapa tahap, yakni tahap perancangan sistem, pengujian kinerja alat, serta pengumpulan data pengukuran. Rincian langkah-langkah dalam proses pembuatan perangkat diperlihatkan pada **Gambar 3.1**.



**Gambar 3.1** Skema Tahapan Penelitian

### 3.3.1 Perancangan *Hardware*

Perancangan sistem ini dapat dilihat secara menyeluruh pada diagram blok yang ditunjukkan pada **Gambar 3.2**.



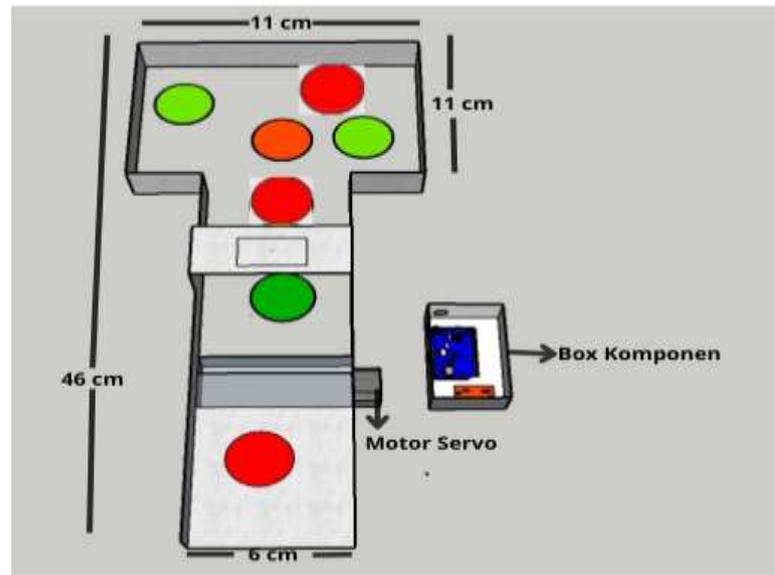
**Gambar 3.2** Diagram Blok *Hardware*

Berdasarkan diagram blok diatas terdapat beberapa komponen yang cara kerjanya adalah sebagai berikut:

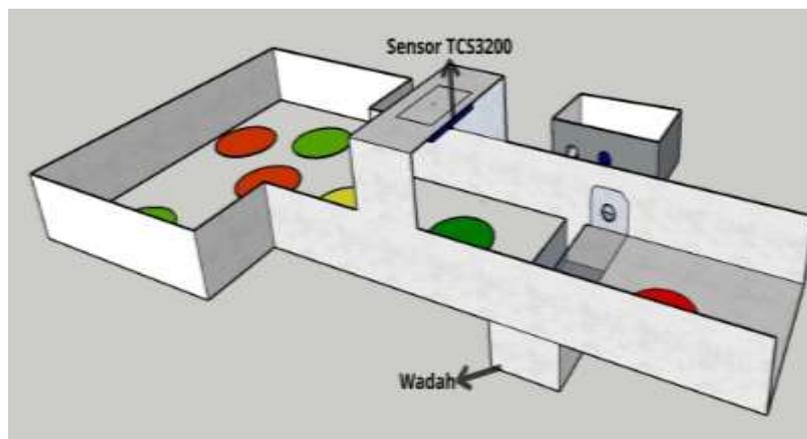
1. Baterai berfungsi sebagai pemberi tegangan serta arus listrik agar perangkat atau komponen-komponen lainnya dapat berfungsi sebagaimana mestinya.
2. Motor getar yang berfungsi untuk menghasilkan getaran yang akan membuat buah kopi bergerak.
3. Sensor TCS3200 untuk mendeteksi kematangan buah kopi berdasarkan warna. Sensor warna mengambil warna dari buah kopi dan mengirim data warna ke mikrokontroler untuk di proses.
4. Mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengontrol atau pengendali rangkaian elektronika dan pada umumnya dapat menyimpan program yang telah dibuat.
5. Motor servo berfungsi sebagai pembuka tutup pintu wadah yang disediakan. Ketika sensor TCS3200 mendeteksi buah berwarna hijau lewat maka motor servo akan merespon dan pintu akan secara otomatis terbuka selama beberapa detik dan akan menutup otomatis sampai sensor warna mendeteksi lagi buah kopi berwarna hijau.

### 3.3.2 Perancangan Perangkat *Hardware*

Tahap ini dilakukan perancangan alat sortir buah kopi dengan menggunakan sensor TCS3200 dengan pengendali Arduino Uno untuk desain *prototype* dari rancangan alat dapat dilihat pada **Gambar 3.3**



(a)



(b)

**Gambar 3.3** Desain 3 dimensi *prototype* alat sortir kopi petik merah menggunakan sensor TCS3200 dan mikrokontroler (a) Tampak atas (b) Tampak samping.

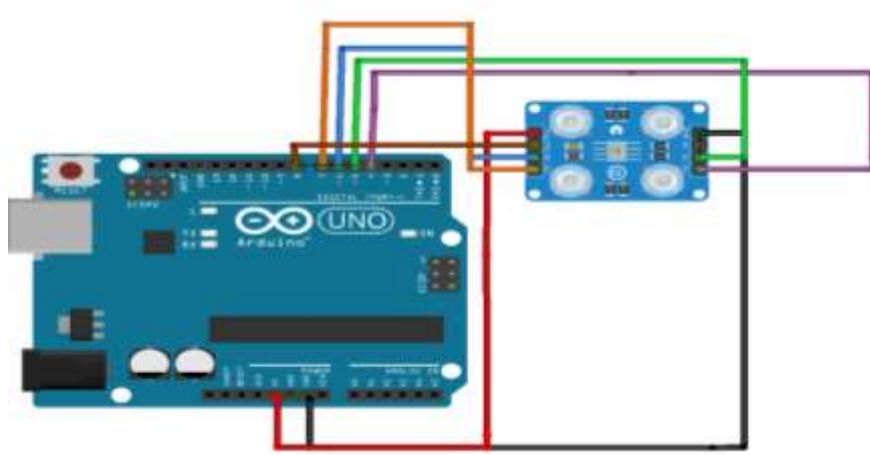
**Gambar 3.3** adalah desain *prototype* alat yang dibuat dengan ukuran panjang keseluruhan 46 cm dan lebar 11 cm untuk bagian atas, 6 cm lebar bawah dan lebar bagian dalam 2 cm. Terdapat sebuah motor servo yang digunakan untuk membuka tutup penghalang yang terdapat diatas wadah dan fungsi wadah untuk menampung buah kopi yang masih berwarna hijau. Terdapat juga box komponen elektronik yang berisi Arduino Uno dan protoboard. Pada box komponen terdapat lubang yang digunakan untuk menghubungkan komponen lain seperti sensor TCS3200 dan motor servo.

### 3.3.3 Rangkaian Sensor TCS3200

Sensor TCS3200 berfungsi untuk mendeteksi warna berdasarkan intensitas cahaya yang dipantulkan oleh suatu objek. Sensor ini bekerja dengan menggunakan fotodiode dan filter warna RGB (Merah, Hijau, Biru) untuk mengkonversi warna menjadi frekuensi yang dapat dibaca oleh mikrokontroler. Dalam penelitian ini, sensor TCS3200 digunakan dengan Arduino Uno, yang berfungsi sebagai mikrokontroler utama untuk memproses data warna.

Koneksi antara sensor TCS3200 dan Arduino Uno dilakukan melalui beberapa pin digital. Pada **Gambar 3.4** menjelaskan koneksi yang diperlukan untuk mengakses sensor TCS3200 Arduino Uno. Pin VCC pada TCS3200 dihubungkan ke 5V Arduino Uno, sementara pin GND dihubungkan ke GND Arduino Uno untuk memberikan daya. Untuk memilih skala sensitivitas frekuensi sensor, digunakan pin S0 dan S1, sedangkan pin S2 dan S3 digunakan untuk memilih filter warna yang akan dibaca (Merah, Hijau, Biru, atau *Clear*). Sinyal keluaran dari sensor dikirim melalui pin *OUT*, yang kemudian dihubungkan ke salah satu pin digital Arduino Uno untuk membaca nilai frekuensi warna yang dihasilkan. Dalam proses pembacaan warna, Arduino Uno mengatur nilai S2 dan S3 untuk memilih filter warna, lalu membaca frekuensi keluaran dari sensor. Data yang diperoleh kemudian dikonversi menjadi nilai RGB untuk menentukan warna objek yang terdeteksi. Setelah sensor dan Arduino Uno terhubung, program dikembangkan untuk

membaca nilai warna yang terdeteksi dan menampilkannya pada serial monitor atau perangkat output lainnya.



**Gambar 3.4** Rangkaian sensor TCS3200

Pada rangkaian sensor TCS3200 membutuhkan pin-pin yang akan menghubungkan sensor dengan mikrokontroler yang akan digunakan. Berikut ini adalah pengalamatan pin sensor TCS3200 ke kaki Arduino Uno dalam pembuatan rangkaian sensor TCS3200 yang ditunjukkan pada **Tabel 3.1**

**Tabel 3.1** Pengalamatan Sensor TCS3200 dan Arduino Uno

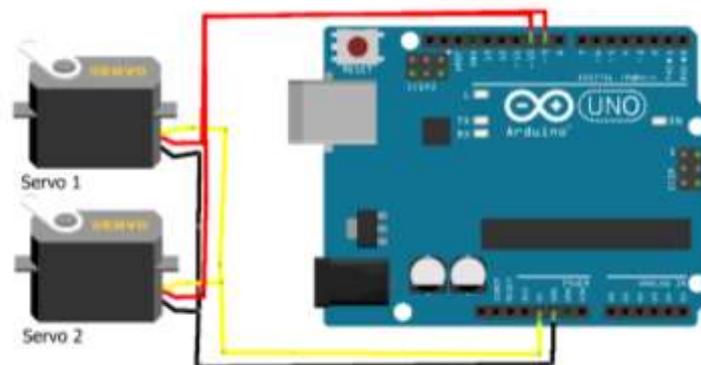
No	Pin Sensor TCS3200	Arduino Uno
1	Ground	GND
2	VCC	5V
3	S0	SDA/D4
4	S1	SDA/D5
5	S2	SDA/D6
6	S3	SDA/D7
7	Out	SDA/D8

### 3.3.4 Rangkaian Motor Servo

Rangkaian motor servo merupakan sebuah output yang akan diproses oleh Arduino Uno, yang berfungsi untuk mengontrol sistem sortir buah kopi petik merah. Motor

servo digunakan untuk menggerakkan mekanisme pemilah, sehingga buah kopi yang memenuhi kriteria dapat dipisahkan secara otomatis.

Pada rangkaian ini, beberapa pin digital pada Arduino Uno digunakan untuk mengontrol pergerakan motor servo. Port D9 pada Arduino Uno dihubungkan ke pin sinyal (*SIGNAL*) pada motor servo 1, yang berfungsi untuk menggerakkan lengan sortir ke arah buah kopi. Sementara itu, port D10 pada Arduino Uno dihubungkan ke pin sinyal (*SIGNAL*) pada motor servo 2, yang berfungsi untuk mengarahkan buah kopi ke jalur sortir yang sesuai. Motor servo memerlukan tegangan 5V untuk beroperasi, sehingga pin VCC pada motor servo dihubungkan ke 5V Arduino Uno, dan pin GND pada motor servo dihubungkan ke GND Arduino Uno. Mekanisme sortir ini bekerja berdasarkan data dari sensor warna TCS3200, yang mendeteksi warna buah kopi. Jika warna yang terdeteksi adalah merah, motor servo akan bergerak untuk mengarahkan buah kopi ke jalur sortir yang sesuai. Setelah semua komponen dihubungkan, program dikembangkan untuk membaca nilai warna dari sensor dan mengontrol pergerakan torsi servo sesuai dengan hasil deteksi. Gambar rangkaian motor servo dapat dilihat pada **Gambar 3.5**



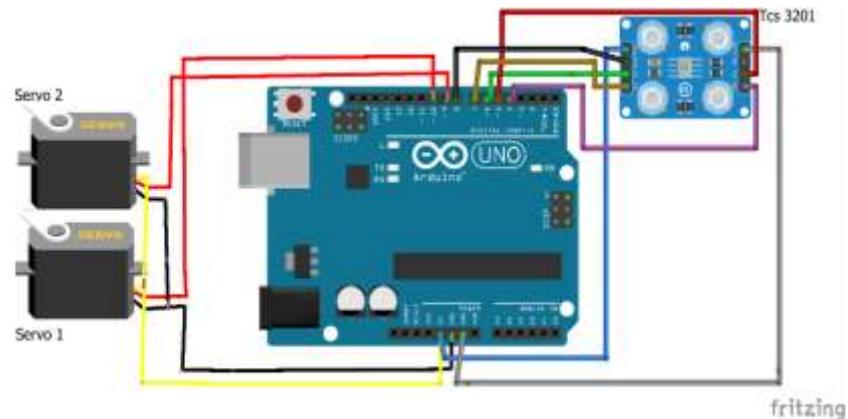
**Gambar 3.5** Rangkaian Motor Servo dengan Arduino Uno

### 3.3.5 Perancangan rangkaian Keseluruhan

Tahap ini dilakukan perancangan alat untuk mengendalikan sistem sortir buah kopi menggunakan sensor warna TCS3200, mikrokontroler Arduino Uno, dan servo.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengukuran tingkat kematangan buah kopi berdasarkan warna yang terdeteksi oleh sensor TCS3200 dan mengotomatiskan proses sortir menggunakan mekanisme servo.

Sistem sortir buah kopi ini terdiri dari sensor warna TCS3200, mikrokontroler Arduino Uno, dan aktuator servo. Arduino Uno berfungsi sebagai mikrokontroler utama yang mengendalikan sistem berdasarkan data yang diperoleh dari sensor. Sensor warna TCS3200 digunakan untuk mendeteksi warna buah kopi dan menentukan tingkat kematangannya. Jika buah kopi termasuk kategori matang, sistem akan menggerakkan servo untuk memisahkan buah berdasarkan kategori yang telah ditentukan.



**Gambar 3.6** Skema alat sortir kematangan buah kopi

Berdasarkan **Gambar 3.6** rangkaian tersebut dilengkapi dengan motor getar, baterai, motor servo, dan sensor warna TCS3200, dan Arduino Uno. Arduino Uno berfungsi sebagai mikrokontroler yang digunakan sebagai pusat kendali. Sensor warna TCS3200 berfungsi untuk mendeteksi kematangan buah kopi berdasarkan warna, dengan cara sensor warna mengambil warna dari buah kopi dan mengirim data warna ke mikrokontroler untuk di proses. Pada rangkain juga terdapat motor getar yang berfungsi untuk menggerakkan buah kopi dengan sumber tegangan dari baterai, dan terdapat sebuah motor servo yang berfungsi untuk membuka tutup pintu jebakan sesuai dengan pembacaan sensor TCS3200 pada saat membaca warna hijau atau *Green*.

### 3.6 Pengukuran dan analisis sistem

#### 3.6.1 Variasi jarak pada sensor warna TCS3200

Penelitian ini menggunakan variasi jarak Untuk mengetahui jarak optimal dalam pembacaan sensor, maka diperlukan pengujian alat dengan variasi jarak. Pengujian ini mencakup pengukuran jarak pada 1 cm, 3 cm, dan 5 cm. Bertujuan untuk menentukan jarak optimal dalam pembacaan warna buah kopi berdasarkan nilai RGB yang dihasilkan pada setiap variasi jarak yang digunakan.

**Tabel 3.2** Pengukuran Sensor Warna dengan variasi jarak

Sampel	Pengukuran RGB ke-									Rata – rata G/R	Presisi (100%)	Akurasi (100%)
	1			2			3					
	R	G	B	R	G	B	R	G	B			
1												
3												
5												
Rata- Rata												

Berdasarkan **Tabel 3.2** menunjukkan hasil pengukuran nilai RGB dari buah kopi pada berbagai jarak menggunakan sensor TCS3200. Dapat diamati bahwa terdapat variasi nilai RGB dengan perubahan jarak antara sensor dan buah kopi. Analisis terhadap data tersebut dapat digunakan untuk menentukan jarak optimal di mana sensor memberikan pembacaan warna yang paling akurat dan konsisten. Data hasil pengukuran yang telah didapat kemudian akan digunakan untuk menghitung nilai presentasi presisi dengan menggunakan persamaan dibawah ini

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.1)$$

$$\text{Kesalahan Relatif} = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\% \quad (3.2)$$

$$\text{Presisi} = 100\% - \text{Kesalahan Relatif} \quad (3.3)$$

Pada persamaan 3.1 diketahui  $x_i$ : Nilai individu dari parameter yang diukur,  $\bar{x}$ : Nilai rata-rata dari seluruh data, dan  $n$ : Jumlah data. Pada persamaan 3.2 dengan  $s$ : Standar deviasi, dan  $\bar{x}$ : Nilai rata-rata data (Pandiangan & Arkundato, 2018).

### 3.6.2 Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui apakah alat yang telah terealisasi bekerja dengan baik dan akurat. Proses pengambilan data dilakukan dengan menggunakan 20 sampel buah kopi dengan tingkat kematangan yang berbeda. Data yang akan diukur pada pengujian alat adalah kesesuaian buah kopi dengan pembacaan sensor pada rancang bangun.

**Tabel 3.3** Data Hasil Pengujian pada Alat

No	Sample	Pengujian Ke-			Rata – rata
		1	2	3	
1	Hijau				
2	Hijau				
3	Hijau				
4	Hijau				
5	Hijau				
6	Merah				
7	Merah				
8	Merah				
9	Merah				
10	Merah				
11	Merah				
12	Merah				
13	Merah				
14	Merah				
15	Merah				
16	Merah				
17	Merah				
18	Merah				
19	Merah				
20	Merah				
Total Rata- Rata					

$$\text{Akurasi (\%)} = \left(1 - \frac{|S_m - S_b|}{S_b}\right) \times 100\% \quad (3.4)$$

Pada persamaan 3.4 dengan  $S_b$ : Nilai standar referensi atau nilai rujukan,  $S_m$  adalah nilai hasil pengukuran (Samudra *et al.*, 2021).

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil sortir buah kopi menggunakan sensor TCS3200 dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Warna buah kopi dapat dideteksi menggunakan sensor TCS3200 yang berfungsi sebagai sensor warna. Sensor TCS3200 mampu mengidentifikasi tingkat kematangan buah kopi berdasarkan perbedaan nilai RGB yang dihasilkan.
2. Variasi jarak antara sensor TCS3200 dan buah kopi mempengaruhi nilai RGB yang dihasilkan. Jarak optimal untuk pembacaan nilai RGB pada rancang bangun yang konsisten dan akurat adalah 1 cm.
3. Alat sortir buah kopi petik merah dapat dibuat menggunakan sensor TCS3200 dan mikrokontroler. Pada penelitian ini didapatkan nilai akurasi alat sebesar 91,6%

### **5.2 Saran**

Saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini sensor warna sangat berpengaruh pada cahaya di sekitarnya, sehingga pembacaan sensor akan berpengaruh terhadap nilai RGB yang keluar.
2. Penelitian ini hanya mengukur kematangan berdasarkan warna saja tidak pada bentuk, sehingga bisa dikembangkan lagi untuk pengenalan bentuk pada objek agar bisa lebih akurat apakah objek tersebut merupakan kopi atau bukan

## DAFTAR PUSTAKA

- Afrillia, Y., Rizky, P., Fhonna, M., Juliansyah, M. R., & Johan, T. M. 2017. Alat Pemisah Warna Objek Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknologi Terapan and Sains*. 1(2),169-182.
- Ahyuna., & Herlinda. 2020. Pembuatan Alat Pemisah Buah Kopi Otomatis Berdasarkan Warna Menggunakan Sensor Warna Tcs230 Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Ilmiah Matrik*, 22(2), 139-146.
- Athifa., S., F. & Rachmat., H.,H. 2019. Evaluasi Karakteristik Deteksi Warna RGB Sensor TCS3200 Berdasarkan Jarak dan Dimensi Objek. *Journal of Engineering, Technology, and Research Innovations*. 16(2), 105-120.
- Baskara. 2013. Sensor Warna TCS3200 and TCS3210. <https://baskarapunya.blogspot.com/2013/05/sensor-warnatcs3200-and-tcs3210.html?m=1>. Diakses pada tanggal 28 Januari 2024 , pukul 11 WIB.
- Bustomi, M. A., dan Dzulfika, A. Z. 2014. Analisis Distribusi Intensitas RGB Citra Digital Untuk Klasifikasi Kualitas Biji Jagung Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. 10(3), 127-32.
- Darmawan, R. 2022. *Outlook Komoditas Perkebunan Kopi*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2013. *Statistik Perkebunan Indonesia: Kopi 2012-2014*. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2022. *Statistik Perkebunan Indonesia: Kopi 2020-2023*. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Fitriyah, N., & Wihandika, R. C. 2021. *Dasar-Dasar Pengolahan Citra Digital*. UB Press. Malang.
- Gunawan, L. N., Anjarwirawan, J., dan Handojo, A. 2018 Aplikasi Bot Telegram

- Untuk Media Informasi Perkuliahan Program Studi Informatika-Sistem Informasi Bisnis Universitas Kristen Petra. *Jurnal Infra Petra*, 6(1), 921–921.
- Hakim, A. R., & Romiyadi, R. 2020. Studi Literatur : Pemanfaatan Sensor Tcs 230 Untuk Membedakan Warna Suatu Obyek. *Jurnal Sains Terapan Teknologi Informasi*, 12(1), 21-33.
- Handoko, P. 2021. Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitik Berbasis Arduino Uno R3. *Prosiding Seminar Nasional dan Teknologi*, 3(9) 1-11.
- Hanik., U. 2022. Deteksi Tingkat Kematangan Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens*) Menggunakan Sensor Warna Tcs3200 Berbasis Arduino Uno. *Skripsi*. Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Hartanto, S. 2022. Tegangan Motor Dc Terhadap Berat Barang Pada Ban Berjalan. *Jurnal Elektro* 10(2). 174-181.
- Hendrawan, D. Sulardi. Dan Tharmizi, H. 2022. *Buku Agribisnis Budidaya Kopi*. PT Dewangga Energi Internasional. Medan.
- Hendrian, Y. dan Muhammad, A, S, A. 2022. Perancangan Alat Sortir Warna Dengan Notifikasi Telegram Menggunakan Wemos dan TCS3200. *jurnal Teknik Komputer AMIK BSI* .8(2),115-120.
- Henny,S. Anggit,P, A. & Helmi, P, A. 2018. *Penanganan Pascapanen Secara Baik dan Benar*. Pusat Kementerian pertanian. Jakarta Selatan.
- Heriyanti., Samsidar. Iful, A. Jesi, P. Rustan. Linda, H. Mardian, P. Desi, A. &ak Sutrisno. 2021. Study Awal Karakterisasi Sensor Warna Tc3200 Untuk Menentukan Kadar Kafein Pada Kopi. *Journal of Physics*, 7(1), 52–57.
- Herwanto, H. W., Widiyaningtyas, T., dan Rosyidin, A. 2010. Aplikasi Pendeteksi Kematangan Buah Pepaya Menggunakan Teknik Segmentasi Warna. *Jurnal Teknologi*. 14(4) ,61-71.
- Irfai, M, R. Bagus, F. dan Ika, S. 2021. Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Kopi Menggunakan Algoritma Fuzzy C – Means. *Journal of Electrical Engineering, Computer, and Information Technology*. 2(1). 25-34.
- Lailatulfath, N., Maila, R., Willi, S., dan Vebi, N. 2021. Prototipe Alat Penyortir Telur Berdasarkan Warna dan Ukuran. *Jurnal Otomasi, Kontrol & Instrumentasi*. 13(2), 93-100.

- Latifah, H. N., Rasyad, S., Putra, M. S., Hasan, Y., Al Rasyid. 2019. Pengaplikasian Sensor Warna Pada Navigasi Line Tracking Robot Sampah Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Ampere*, 4(2). 40-54.
- Junaidi, dan Prabowo, Y. D. 2018. *Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino*. In CV Anugrah Utama Raharja.
- Maulana, I., & Kharisma, N. H. (2014). *Motor Servo DC*. Jakarta: Agromedia.
- Mahendra, D. dan Dzulkifli. (2021). Uji sensitivitas sensor tcs230 berbasis arduino uno sebagai alat pendeteksi warna bagi penderita buta warna. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*. 10(01), 43-51.
- Monika, R. 2017. Rancang Bangun Alat Ukur Intensitas Cahaya Dengan Menggunakan Sensor Bh1750 Berbasis Arduino. *Skripsi*. Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Mulyanto, A. D. 2020. Pemanfaatan Bot Telegram Untuk Media Informasi Penelitian. *Journal of Mathematics, Informatics, and Computer Science*, 12(1), 49-57.
- Nalendra, A. K., & Mujiono, M. 2020. Perancangan iot (*internet of things*) Pada Sistem Irigasi Tanaman Cabai. *Generation Journal*,4(2), 61-68.
- Najiyati, S. 2007. *Budidaya dan Penanganan Pascapanen*. Edisi Revisi. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nisa. C. 2020. Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika (*Coffea Arabica L.*) Bermikoriza Pada Komposisi Media Tanam Yang Berbeda. *Skripsi*. Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan. Politeknik Pertanian Negeri Pangke.
- Nobari, A. D., Reshadatmand, N., dan Neshati, M. 2017. Analysis Of Telegram, An Instant Messaging Service. *International Conference on Information and Knowledge Management, Proceedings*,13(18), 2035–2038.
- Oliveira, J. C. de, Santos, D. H., & Neto, M. P. 2016. Chatting with Arduino platform through Telegram Bot. *Proceedings of the International Symposium on Consumer Electronics, ISCE*, 131–132.
- Pandiangan, H. S. M. 2020. Segmentasi Citra untuk Pencarian Kode Warna Cat Menggunakan Metode Threshold HSV. *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 1(3), 134–143.

- Panggabean, E. 2011. *Buku Pintar Kopi*. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.
- Pulungan, W, A. Yessi, M. Wahyu, E, S. 2019. Identifikasi Kematangan Buah Kopi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization. *Skripsi*. Universitas Lampung, Bandar Lampung
- Radityo, D, R. Fadillah, M, R. Igwahyudi, Q. dan Dewanto, S. 2012. Alat penyortir dan pengecekan kematangan buah Menggunakan sensor warna. *Jurnal Teknik Komputer*, 20(2), 88-92.
- Ramanda E, Hasyim AI, Lestari DAH. 2016. Analisis daya saing dan mutu kopi di Kec. Sumberjaya Kabupaten Lampung Barat. *Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis*. 4(3), 253-261.
- Rashid, M. 2022. Miniature Motors in Communication Devices: A Review. *Journal of Microelectronics and Applications*, 9(1), 33-42.
- Raysyah, S., Arinal, V., & Mulyana, D. I. 2021. Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Kopi Berdasarkan Deteksi Warna Menggunakan Metode Knn Dan Pca. *Jurnal Sistem Informasi* ,8(2), 88–95.
- Ridwansyah, 2003. *Pengolahan Kopi*. Fakultas pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Rusman, J., & Pasae, N. 2023. Prototype Sistem Penyortir Buah Kopi Arabika Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Metode Support Vector Machine. *Jurnal Teknika*, 12(1), 65–72.
- Salamah, I., Muliawati, M., & Fadhli, M. 2022. Rancang Bangun Alat Pemisah Buah Kopi Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Sensor TCS3200 Berbasis Android. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 4(2), 507–515.
- Sanusi, H. Suryadi, H,S. dan Diana, T,S. 2019. Pembuatan Aplikasi Klasifikasi Citra Daun Menggunakan Ruang Warna RGB dan HSV. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*. 24(3),180-190.
- Samudra, B. Ira, A., & Misdiyanto. 2021. Rancang Bangun Alat Pemisah Buah Tomat Berdasarkan Warna Menggunakan Sensor Cahaya. *Tesla*. 23(1), 11-23.
- Santoso, Y. 2020. Sistem Pendeteksi Warna Berbasis TCS3200 pada Buah Kopi. *Jurnal Rekayasa Elektro*, 12(1), 25-31.

- Sinaga, T, M. 2021. Rancang bangun sistem penyortir buah kopi Berdasarkan tingkat kematangan menggunakan sensor tcs3200 berbasis iot. *Skripsi*. Sumatera Utara, Medan.
- Sitorus, B., & Tahyudin, A. 2018. Rancang Bangun Alat Memberi Pakan Ikan Lele Otomatis Berbasis Arduino UNO. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik*, 14(1), 1–12.
- Starfarm. 2010. Pengolahan Pasca Panen Kopi. <http://www.starfarmagris.co.cc/2009/06/pengolahanpasca-panen-kopi>. Diakses pada 10 Oktober 2023, pukul 20.14 WIB.
- Sujarwata. 2015. Pengendali Motor Servo Berbasis Mikrokontroler Basic Stamp 2sx Untuk Mengembangkan Sistem Robotika. *Angkasa*. 5(1). 47-54.
- Syahputra, H., Arnia, F., & Munadi, K. 2019. Karakterisasi Kematangan Buah Kopi Berdasarkan Warna Kulit Kopi Menggunakan Histogram dan Momen Warna. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 8(1), 42-50.
- Taali., Khairat., W., Habibullah., & Sardi., J. 2023. Pengaruh Jarak Terhadap Sensitivitas Sensor Warna TCS3200. *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*. 491). 67-74.
- Taos. 2009. *TCS3200 TCS3210 Programmable Color Light to Frequency Converter TAOS009*. United States.
- Wang, H., & Li, S. 2023. Performance Characteristics of Mini DC Motors for Low Voltage Applications. *Energy Conversion and Management*, 48(2), 102-113.
- Wiradinata, R., Hamaedi, F. A., Martiningsih, W., & Gunawan, A. 2018. Perancangan sistem penyortir botol dengan menggunakan sensor warna RGB TCS3200. *Seminar Nasional Teknik Elektro*. 163-167.
- Yagusandri, A. 2011. Rancang Bangun Prototipe Sistem Aktuator Sirip Roket Menggunakan Motor Servo. *Skripsi*. Universitas Indonesia. Depok.
- Yahwe, C. P., Isnawaty, dan Aksara, L. F. 2016. Rancang Bangun Prototype System Monitoring Kelembaban Tanah Melalui Sms Berdasarkan Hasil Penyiraman Tanaman Studi Kasus Tanaman Cabai Dan Tomat. *Journal semantik*, 2(1), 97–110.
- Yunna, E, A, Y. dan Ade, W. 2019. Pengelolaan Panen dan Pascapanen Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) di Kebun Kalisat Jampit, Bondowoso, Jawa Timur. *Buletin Agrohorti*, 7(3), 343-350.