

PERANCANGAN SISTEM KONTROL DAN MONITORING DETEKSI TINGKAT KEMATANGAN BUAH PISANG MENGGUNAKAN ARDUINO UNO

M Fathan Sugih Bagja^{1*}, Tamaji², Mahesa Sangga Bhuwana³

^{1,2,3}Fakultas Teknik, Prodi Teknik Elektro, Universitas Widya Kartika, Indonesia

Keywords:

Klasifikasi, Buah Pisang, Mikrokontroler, Tingkat Kematangan, Sensor, Arduino UNO

Correspondent Email:

kamisutara@narotama.a
c.id

Abstrak. Perancangan ini memiliki tujuan untuk memproses dan memantau klasifikasi tingkat kematangan buah pisang menggunakan mikrokontroler *Arduino UNO*. Buah pisang dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki beberapa tingkat kematangan. Sistem ini dirancang untuk mengklasifikasi tingkat kematangan buah pisang berdasarkan warna kulit pisang. Selain itu buah yang telah terklasifikasi akan dihitung jumlahnya. Sistem kontrol ini menggunakan sensor warna untuk mendeteksi warna pada buah pisang dan sensor inframerah untuk menghitung setiap tingkat klasifikasi kematangan buah pisang. Data dari sensor-sensor tersebut akan dikirimkan ke mikrokontroler *Arduino UNO* dan ditampilkan pada LCD. Dalam prosesnya mini conveyor akan menyalurkan dari awal masuk buah pisang, terklasifikasi oleh sensor warna, diseleksi oleh motor servo, dan dihitung oleh sensor inframerah. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam bidang pertanian utamanya pertanian buah pisang dalam penyeleksi buah hasil panen. Sistem ini dapat memisahkan setiap tingkatan kematangan buah pisang yang telah ditentukan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu para ahli dan pekerja dalam bidang pertanian dalam merancang sistem yang lebih besar dan aktual untuk pengaplikasian di dunia pertanian secara lebih efisien dan efektif



Copyright © [JITET](#) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. *Abstract. This design aims to process and monitor the classification of banana ripeness levels using an Arduino UNO microcontroller. Bananas were chosen as the object of research because they have several levels of ripeness. This system is designed to classify the ripeness level of bananas based on the color of the banana skin. In addition, the number of fruits that have been classified will be counted. This control system uses a color sensor to detect the color of the banana and an infrared sensor to calculate each level of banana ripeness classification. Data from these sensors will be sent to the Arduino UNO microcontroller and displayed on the LCD. In the process, a mini conveyor will channel bananas from the beginning of entry, classified by the color sensor, selected by the servo motor, and calculated by the infrared sensor. This research contributes to the field of agriculture, especially banana farming in selecting harvested fruit. This system can separate each level of ripeness of bananas that have been determined. The results of this research are expected to help experts and workers in the agricultural field in designing larger and actual systems for application in the agricultural world more efficiently and effectively.*

1. PENDAHULUAN

Pisang merupakan salah satu komoditas buah tropis yang paling populer dan banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia. Selain

rasanya yang manis serta kandungan nutrisi yang tinggi, pisang juga memiliki nilai ekonomi penting karena banyak dibudidayakan petani lokal dan dipasarkan ke berbagai daerah.

Namun, tingkat kematangan pisang menjadi faktor krusial yang menentukan kualitas dan harga jualnya. Proses pemilahan pascapanen selama ini masih banyak dilakukan secara manual melalui pengamatan visual, yang bersifat subjektif, memakan waktu, serta berpotensi menimbulkan ketidakakuratan antarpenilai. Kondisi ini menimbulkan kebutuhan akan sistem klasifikasi tingkat kematangan pisang yang lebih akurat, efisien, dan ekonomis[1].

Seiring berkembangnya teknologi, sistem otomasi berbasis mikrokontroler menawarkan solusi yang menjanjikan. Arduino Uno, sebagai papan mikrokontroler bersifat open-source, mudah diprogram, dan banyak digunakan dalam proyek elektronika, dapat dikombinasikan dengan berbagai sensor untuk membangun sistem klasifikasi buah secara otomatis. Sensor warna TCS3200, misalnya, mampu mendeteksi nilai RGB dari kulit pisang yang berubah seiring proses pematangan, sedangkan sensor inframerah dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi keberadaan buah pada conveyor[2]. Kombinasi sensor ini, yang dikendalikan melalui Arduino Uno dan dilengkapi motor servo sebagai aktuator sortir, memungkinkan klasifikasi tingkat kematangan pisang dilakukan dengan cepat dan konsisten.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem klasifikasi buah menggunakan sensor warna dan metode berbasis algoritme sederhana, seperti Naïve Bayes. Namun, sebagian besar penelitian masih terbatas pada skala laboratorium, belum sepenuhnya terintegrasi dengan sistem mekanis pemisahan buah, serta kurang memanfaatkan pendekatan berbasis conveyor otomatis. Kesenjangan ini menunjukkan perlunya sistem yang lebih aplikatif dan terintegrasi penuh antara sensor, aktuator, dan sistem kontrol untuk mendukung proses sortasi pada skala yang lebih nyata[3].

Penelitian ini menawarkan kebaruan berupa perancangan prototipe sistem klasifikasi tingkat kematangan pisang berbasis Arduino Uno dengan integrasi mini conveyor, sensor warna TCS3200, sensor inframerah, serta motor servo sebagai mekanisme sortir otomatis. Sistem ini dirancang untuk mengklasifikasikan pisang ke dalam tiga kategori utama—tidak matang, matang, dan busuk—secara lebih cepat, objektif, dan konsisten dibandingkan metode

manual. Dengan demikian, kontribusi utama penelitian ini adalah menghadirkan solusi teknologi tepat guna yang berpotensi diaplikasikan dalam sektor pertanian dan pascapanen, khususnya bagi petani dan pelaku UMKM, guna meningkatkan produktivitas, menjaga kualitas buah, serta mengurangi biaya operasional[3].

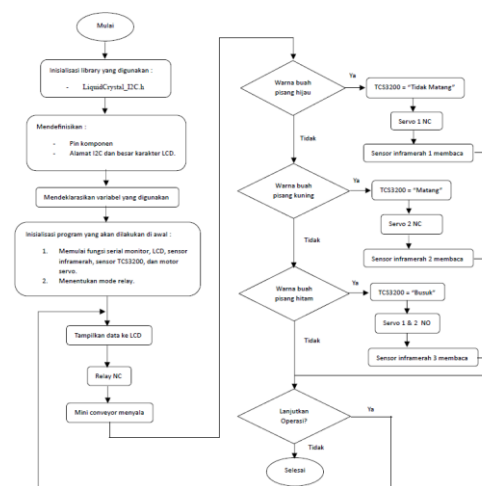
Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan menganalisis sistem klasifikasi otomatis tingkat kematangan pisang berbasis Arduino Uno dengan mekanisme conveyor terintegrasi, sehingga dapat diperoleh proses sortasi pascapanen yang lebih efisien, akurat, dan andal

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu: (1) perancangan sistem, (2) perancangan perangkat keras (hardware design), dan (3) perancangan perangkat lunak (software design). Sistem yang dikembangkan adalah sistem klasifikasi tingkat kematangan buah pisang berbasis Arduino Uno, dengan sensor warna TCS3200 sebagai detektor warna, sensor inframerah sebagai penghitung jumlah, mini conveyor sebagai penggerak, serta servo motor sebagai aktuator sortir.

2.1 Flowchart Sistem Kontrol

Alur kerja sistem kontrol ditunjukkan pada Gambar 3.1. Sistem diawali dengan inisialisasi seluruh komponen, yaitu sensor TCS3200, sensor inframerah, *servo motor*, dan mini conveyor. Ketika sensor inframerah mendeteksi adanya buah pisang pada jalur conveyor, maka conveyor berhenti sejenak, dan sensor TCS3200 melakukan pembacaan nilai RGB permukaan pisang.



Gambar 2.1. Flowchart Sistem Kontrol

Nilai RGB kemudian diproses oleh Arduino Uno untuk menentukan kategori kematangan:

- Hijau → mentah,
- Kuning → matang,
- Cokelat/Hitam → busuk.

Hasil klasifikasi menggerakkan *servo motor* untuk membuka jalur sortir sesuai kategori. Sensor inframerah menghitung jumlah pisang yang telah diproses, dan data hasil klasifikasi ditampilkan pada LCD. Conveyor kemudian bergerak kembali untuk memproses pisang berikutnya. Proses ini berulang hingga sistem dimatikan atau jumlah target pisang tercapai.

2.2 Ide Dasar Perancangan Sistem

Konsep utama perancangan adalah membangun sistem kontrol dan monitoring klasifikasi kematangan pisang menggunakan mini conveyor dengan tiga jalur sortir: mentah, matang, dan busuk. Dua *servo motor* digunakan untuk membuka pintu sortir, sedangkan pisang busuk akan terus berjalan lurus mengikuti conveyor[4].

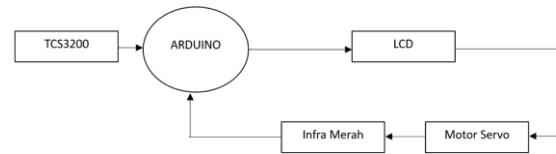
Selain itu, sistem dilengkapi dua buah LCD: LCD pertama menampilkan kategori kematangan, sedangkan LCD kedua menampilkan jumlah pisang yang telah diklasifikasikan berdasarkan kategori.

2.3 Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem ditunjukkan pada Gambar 3.2. Komponen utama yang digunakan adalah:

1. Sensor TCS3200 sebagai input acuan untuk membaca nilai RGB.
2. Arduino Uno sebagai pengendali utama.
3. Servo motor sebagai aktuator mekanis untuk sortir.
4. Mini conveyor sebagai penggerak transportasi buah, dikendalikan oleh *relay*.
5. Sensor inframerah sebagai penghitung jumlah buah.
6. LCD 16x2 I2C sebagai media monitoring hasil klasifikasi dan jumlah.

Sistem bekerja secara *closed-loop*, dengan adanya umpan balik dari sensor inframerah yang ditampilkan pada LCD[5].



Gambar 2.2 Diagram blok sistem kontrol

2.4 Perancangan Hardware

Pemilihan perangkat keras dilakukan berdasarkan kebutuhan sistem. Daftar komponen ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 2.1. Spesifikasi Komponen Sistem

No	Komponen	Spesifikasi Utama	Fungsi
1	Arduino Uno	5V/3.3V supply, 14 pin I/O digital, SDA/SC L, USB	Mikrokontroler utama
2	Relay 2-Channel	5V input, 2 channel, beban maks. 250V/10 A	Pengendali mini conveyor
3	Mini Conveyor	12V DC, kecepatan 20 cm/s, putaran 80 rpm	Media transportasi buah pisang
4	Sensor TCS3200	3–5V, anti gangguan cahaya, deteksi RGB	Deteksi warna pisang
5	Sensor Inframerah	3–5V, jarak deteksi 2–30 cm, IC LM393	Deteksi objek dan penghitung jumlah
6	LCD 16x2 I2C	16 karakter × 2 baris, 5V	Tampilan hasil klasifikasi dan jumlah

Tahapan perakitan perangkat keras meliputi:

1. Integrasi sensor TCS3200 dengan Arduino Uno.

2. Pemasangan sensor inframerah sebagai detektor pisang.
3. Pemasangan LCD dengan modul I2C sebagai penampil data.
4. Integrasi keseluruhan komponen dengan Arduino Uno dan pengujian.

2.5 Perancangan Software

Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa C/C++[6]. Algoritma sistem ditunjukkan pada Gambar 3.1 dan terdiri atas langkah-langkah berikut:

1. Inisialisasi library (LiquidCrystal_I2C.h) dan variabel.
2. Inisialisasi LCD, sensor TCS3200, sensor inframerah, relay, dan servo motor.
3. Membaca data sensor secara berulang (*loop*).
4. Mengolah nilai RGB menjadi kategori kematangan menggunakan ambang batas.
5. Mengaktifkan servo motor untuk sortir sesuai kategori.
6. Menampilkan hasil klasifikasi dan jumlah pisang pada LCD.
7. Mengulang proses untuk buah pisang berikutnya.

Dengan pendekatan ini, sistem mampu melakukan klasifikasi kematangan pisang secara otomatis, real-time, dan ditampilkan secara langsung melalui sistem monitoring berbasis LCD[7].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Desain Implementasi

Implementasi sistem dilakukan dengan merakit seluruh komponen, yaitu sensor TCS3200, sensor inframerah, motor servo, LCD 16×2 I2C, mini conveyor, dan mikrokontroler Arduino Uno. Perakitan mengikuti diagram blok dan rangkaian yang telah dijelaskan sebelumnya. Setiap komponen diuji secara individual untuk memastikan fungsi masing-masing, kemudian diintegrasikan dalam sistem keseluruhan[8].

3.2 Kalibrasi Sensor Warna TCS3200

Kalibrasi dilakukan dengan menggunakan 5 buah pisang dalam kondisi berbeda: mentah, matang, dan busuk[9]. Penempatan objek kalibrasi ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Penempatan Buah Pisang saat Kalibrasi

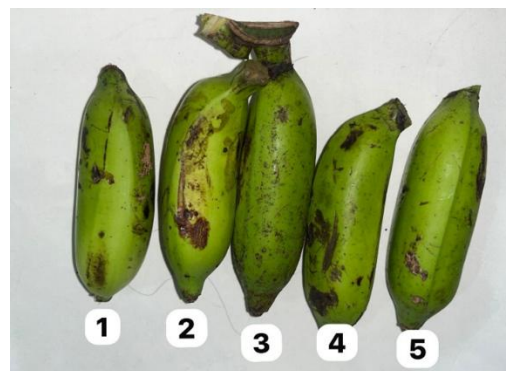
1) Kondisi Mentah

Pisang diuji dalam kondisi kulit hijau. Hasil pembacaan ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 3.1. Hasil Kalibrasi Pisang Mentah

No	Kedaaan Pisang	Red	Green	Blue
1	Pisang 1	175–190	175–190	190–200
2	Pisang 2	130–150	130–150	155–180
3	Pisang 3	130–150	130–150	155–180
4	Pisang 4	130–150	130–150	155–180
5	Pisang 5	130–150	130–150	155–180

Visualisasi data diperlihatkan pada **Gambar 3.2–3.6**. Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa nilai *Red* $\approx$ *Green*, sedangkan nilai *Blue* relatif lebih tinggi. Hal ini menjadi ciri khas pisang dalam kondisi mentah.



Gambar 3.2 Kondisi 5 pisang mentah



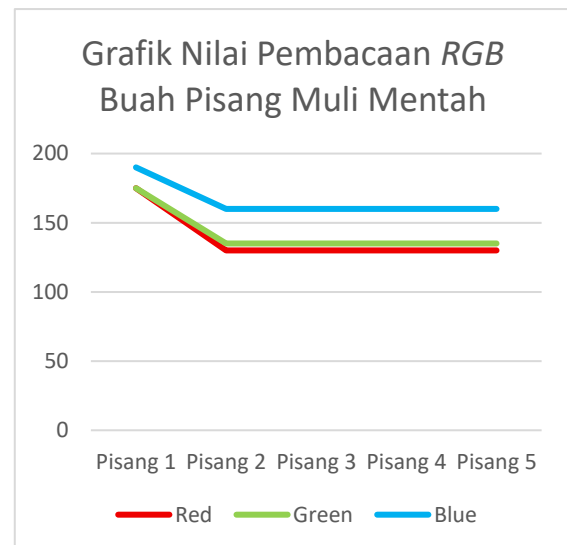
Gambar 3.3 Grafik nilai pembacaan Red buah pisang muli mentah



Gambar 3.5 Grafik nilai pembacaan Blue buah pisang muli mentah



Gambar 3.4 Grafik nilai pembacaan Green buah pisang muli mentah



Gambar 3.6 Grafik nilai pembacaan RGB buah pisang muli mentah

2) Kondisi Matang

Pada pengujian pisang matang, hasil kalibrasi ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Kalibrasi Pisang Matang

No	Keadaan Pisang	Red	Green	Blue
1	Pisang 1	85–100	105–119	120–130
2	Pisang 2	69–80	90–105	110–130

3	Pisang 3	95– 110	130– 140	141– 160
4	Pisang 4	64– 80	89– 100	105– 120
5	Pisang 5	65– 80	85– 100	105– 120

Grafik hasil kalibrasi ditunjukkan pada Gambar 4.7–4.11. Pola nilai menunjukkan bahwa *Red* < *Green*, dan *Blue* lebih tinggi dibanding keduanya, sehingga dapat dijadikan parameter klasifikasi pisang matang.



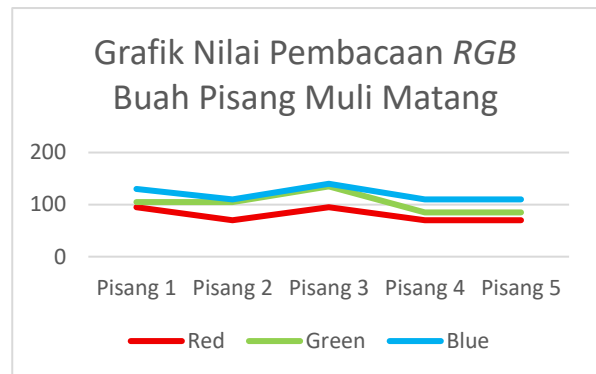
Gambar 4.7 Kondisi 5 pisang matang



Gambar 3.8 Grafik nilai pembacaan Red buah pisang muli matang



Gambar 3.9 Grafik nilai pembacaan Green buah pisang muli matang



Gambar 3.10 Grafik nilai pembacaan RGB buah pisang muli matang



Gambar 3.11 Grafik nilai pembacaan RGB buah pisang muli matang

3) Kondisi Busuk

Hasil kalibrasi pisang busuk ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Hasil Kalibrasi Pisang Busuk

No	Keadaan Pisang	Red	Green	Blue
1	Pisang 1	330– 345	320– 340	250– 270

2	Pisang 2	330– 340	320– 340	250– 270
3	Pisang 3	310– 330	300– 320	240– 250
4	Pisang 4	260– 280	260– 280	210– 220
5	Pisang 5	330– 340	320– 340	250– 265

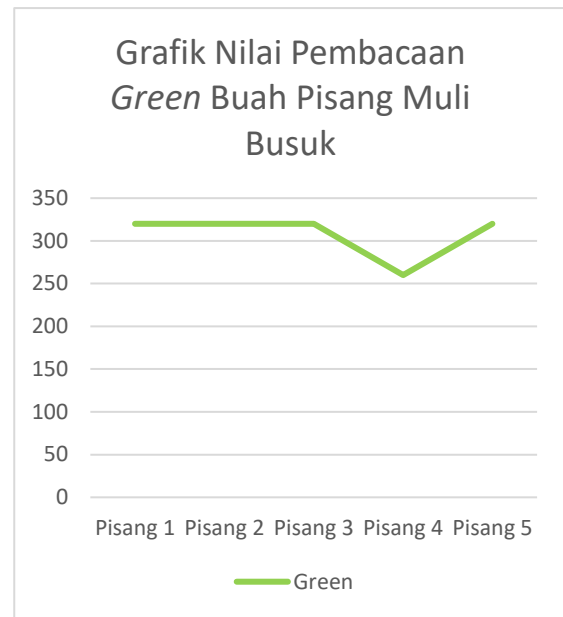
Hasil visualisasi grafik pada Gambar 3.12–3.16 menunjukkan nilai *Red* jauh lebih tinggi dibanding *Green*, sedangkan *Blue* memiliki nilai terendah. Pola ini konsisten pada pisang busuk



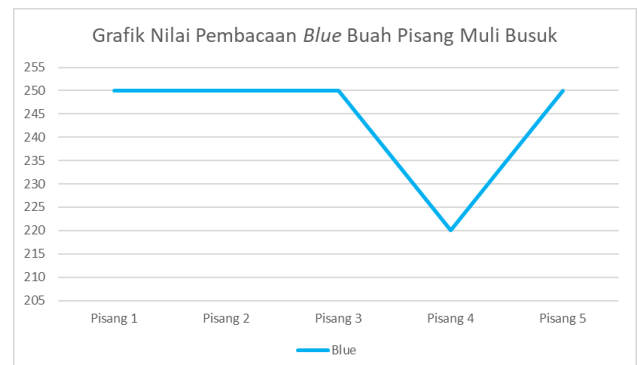
Gambar 3.12 Kondisi 5 pisang busuk.



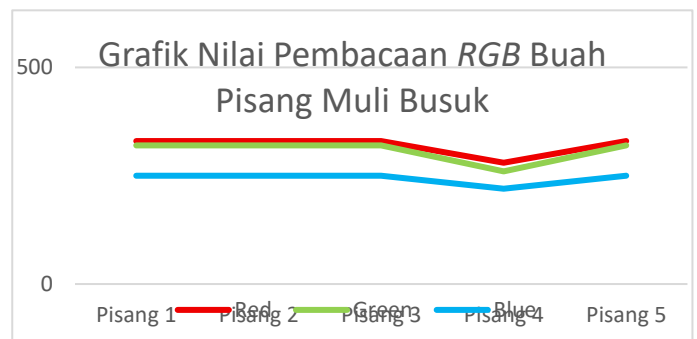
Gambar 3.13 Grafik nilai pembacaan *Red* buah pisang muli busuk



Gambar 3.14 Grafik nilai pembacaan *Green* buah pisang muli busuk



Gambar 3.15 Grafik nilai pembacaan *Blue* buah pisang muli busuk



Gambar 3.16 Grafik nilai pembacaan *RGB* buah pisang muli busuk

3.3 Kalibrasi Sensor Inframerah

Pengujian sensor inframerah dilakukan untuk menentukan jarak optimal deteksi serta menghindari *double count*. Hasil kalibrasi ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 3.4. Hasil Kalibrasi Sensor Inframerah

No	Ukuran Pisang	Jarak Sensor (cm)	Deteksi	Waktu Terdeteksi (ms)	Validasi
1	Kecil	2	Ya	300	Valid
2	Sedang	3	Ya	320	Valid
3	Besar	4	Ya	350	Valid
4	Sedang	5	Tidak	–	Tidak
5	Kecil	1	Ya	280	Valid

Jarak optimal deteksi adalah 3 cm dengan waktu respon rata-rata 300–350 ms.

3.4 Kalibrasi Motor Servo

Kalibrasi servo dilakukan untuk menentukan sudut pemisahan buah. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 3.5. Hasil Kalibrasi Motor Servo

No	Kategori Buah	Sudut Servo (°)	Akurasi Sortir	Catatan
1	Mentah	30	Ya	Buah jatuh ke kiri
2	Matang	90	Ya	Buah jatuh ke tengah
3	Busuk	150	Ya	Buah jatuh ke kanan
4	Matang	100	Tidak	Terlalu ke kanan
5	Mentah	25	Tidak	Masih di jalur utama

Posisi terbaik ditetapkan pada 30°, 90°, dan 150° untuk masing-masing kategori.

3.5 Pengujian LCD I2C

LCD diuji untuk memastikan tampilan hasil klasifikasi dan jumlah objek. Gambar 4.17 menunjukkan hasil monitoring



Gambar 3.17. Tampilan Hasil Monitoring pada LCD I2C

LCD pertama menampilkan status kematangan buah secara real-time, sedangkan LCD kedua menampilkan jumlah buah berdasarkan kategori.

3.6 Proses Kerja Sistem

Sistem bekerja secara berurutan:

1. Sensor inframerah mendeteksi buah masuk conveyor.
2. Sensor TCS3200 membaca nilai RGB kulit pisang.
3. Arduino Uno mengklasifikasikan kondisi pisang (mentah/matang/busuk).
4. Motor servo mengarahkan buah ke jalur sortir sesuai kategori.
5. Sensor inframerah mencatat jumlah pisang terklasifikasi.
6. Hasil ditampilkan pada LCD.

3.7 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan terhadap tiga kategori pisang. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 3.6. Hasil Pengujian Sistem Klasifikasi

No	Warna Kulit	Klasifikasi Sistem
1	Hijau	Mentah
2	Kuning	Matang
3	Hitam	Busuk

Sistem berhasil melakukan klasifikasi dengan akurasi 100% pada tiga sampel uji.

3.8 Analisis Hasil

Hasil implementasi menunjukkan bahwa:

- Sensor warna TCS3200 mampu membedakan tingkat kematangan

dengan akurasi tinggi dalam kondisi pencahayaan stabil.

- Motor servo efektif dalam mengarahkan buah ke jalur sortir.
- Sensor inframerah cukup akurat, namun perlu pengaturan jarak agar tidak terjadi *false detection*.
- LCD memberikan kemudahan monitoring secara real-time.

Meski akurasi awal mencapai 100%, pengujian lebih lanjut diperlukan pada jumlah sampel lebih banyak dan kondisi pencahayaan yang bervariasi. Untuk pengembangan selanjutnya, sistem dapat ditingkatkan dengan integrasi IoT, pencahayaan tetap, atau penerapan *machine learning* guna meningkatkan ketahanan terhadap variasi warna alami pisang[10].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari proses perancangan, implementasi, dan pengujian sistem, maka dapat disimpulkan:

1. Sistem kontrol dan monitoring klasifikasi tingkat kematangan buah pisang berbasis Arduino UNO telah berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan menggunakan sensor TCS3200, sensor inframerah, LCD, motor servo, dan mini conveyor.
2. Sistem mampu melakukan klasifikasi tingkat kematangan (matang, tidak matang, dan busuk) secara otomatis dan menampilkan hasil klasifikasi serta jumlah buah di masing-masing kategori secara real-time.
3. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja secara efektif dan efisien dalam membantu proses pemilahan buah pisang pascapanen di bidang pertanian.
4. Sistem ini layak digunakan untuk klasifikasi buah berbasis warna dalam skala kecil hingga menengah, dengan potensi pengembangan lanjutan

- [2] M. H. Rahman, M. S. Islam, and M. S. Rahman, "Automated Fruit Classification Using Image Processing and Arduino Based System," *International Journal of Computer Applications*, vol. 182, no. 40, pp. 25–30, 2019.
- [3] N. D. Susanto and I. G. R. H. Yudhana, "Implementasi Sensor Warna TCS3200 untuk Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, vol. 10, no. 1, pp. 15–22, 2021.
- [4] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, 4th ed. New York, USA: Pearson, 2018.
- [5] S. Y. Lee, H. J. Kim, and J. H. Park, "Development of Automated Fruit Sorting System Using Arduino and Conveyor Mechanism," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, vol. 11, no. 6, pp. 112–118, 2020.
- [6] H. K. Prasetyo, "Sistem Pendeteksi Objek Berbasis Sensor Inframerah dan Arduino untuk Aplikasi Otomasi," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 12, no. 1, pp. 55–63, 2021.
- [7] P. S. R. Dey and S. Acharjee, "IoT Based Smart Agriculture Monitoring and Automatic Irrigation System," in *Proc. 2021 Int. Conf. on IoT and Smart City (ICISC)*, Dhaka, Bangladesh, pp. 77–82, 2021.
- [8] Datasheet TCS3200 – Programmable Color Light-to-Frequency Converter, Texas Advanced Optoelectronic Solutions Inc., 2018. [Online]. Available: <https://www.mouser.com>
- [9] Arduino, "Arduino Uno Rev3," Arduino Official Documentation, 2023. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc>
- [10] FA. I. Khan and M. Al-Amin, "Smart Fruit Ripeness Detection and Classification Using Sensor Technology," *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, vol. 10, no. 3, pp. 2345–2352, 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Putra, R. A. Prasetya, and D. H. Widyantoro, "Rancang Bangun Sistem Sortasi Buah Menggunakan Sensor Warna TCS3200 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer (JTEK)*, vol. 9, no. 2, pp. 45–52, 2022.