

SISTEM PENDETEKSI KEMATANGAN PISANG MENGGUNAKAN YOLOV5 BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

BANANA RITTLENESS DETECTION SYSTEM USING YOLOV5 BASED ON INTERNET OF THINGS (IOT)

Fauzi Rahmat Ramadhan¹, Jerry Anggara², Susilawati³

^{1,2,3} Informatika, Universitas Singaperbangsa Karawang

¹2110631170066@student.unsika.ac.id

²2110631170072@student.unsika.ac.id

ABSTRAK

Pisang merupakan salah satu komoditas unggulan di Indonesia yang kaya akan sumber mineral dan karbohidrat, serta memiliki nilai ekonomi tinggi sebagai komoditas ekspor. Namun, proses klasifikasi kematangan pisang secara manual menghadapi berbagai keterbatasan, seperti inkonsistensi hasil, rendahnya efisiensi, dan tingginya kebutuhan tenaga kerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pendeteksi kematangan pisang berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan metode *object detection* menggunakan YOLOv5. Sistem ini mampu mengklasifikasikan kematangan pisang menjadi dua kategori, yaitu pisang segar dan pisang busuk. Sistem juga dilengkapi dengan ESP32 sebagai perangkat kendali untuk menggerakkan servo dan menyalakan buzzer, serta sistem *Web Based Monitoring* untuk memantau jumlah pisang yang telah diklasifikasikan. Pengujian dilakukan terhadap 10 buah pisang, terdiri atas 5 pisang segar dan 5 pisang busuk. Hasil menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan klasifikasi dengan tingkat akurasi yang sangat baik yaitu 100% dalam mendeteksi kategori pisang segar dan pisang busuk secara benar. Sistem ini diharapkan dapat mendukung proses klasifikasi otomatis pada sektor pertanian dan agribisnis, sehingga meningkatkan efisiensi dan kualitas pengelolaan hasil panen.

Kata Kunci: Internet of Things, ESP32, Object Detection, YOLOv5, Web Based Monitoring.

ABSTRACT

Banana is one of the leading commodities in Indonesia which is rich in mineral and carbohydrate sources, and has high economic value as an export commodity. However, the manual banana ripeness classification process faces various limitations, such as inconsistent results, low efficiency, and high labor requirements. This study aims to develop a banana ripeness detection system based on the Internet of Things (IoT) by utilizing the object detection method using YOLOv5. This system is able to classify banana ripeness into two categories, namely fresh bananas and rotten bananas. The system is also equipped with ESP32 as a control device to drive the servo and turn on the buzzer, as well as a Web Based Monitoring system to monitor the number of bananas that have been classified. Testing was carried out on 10 bananas, consisting of 5 fresh bananas and 5 rotten bananas. The results show that the system is able to classify with a very good level of accuracy, namely 100% in detecting the categories of fresh bananas and rotten bananas correctly. This system is expected to support the automatic classification process in the agricultural and agribusiness sectors, thereby increasing the efficiency and quality of harvest management.

Keywords: Internet of Things, ESP32, Object Detection, YOLOv5, Web Based Monitoring.

1. PENDAHULUAN

Pada era digital saat ini, teknologi telah berkembang pesat. Ketergantungan teknologi diperlukan untuk kebutuhan manusia yang terus meningkat, baik pada bidang perkebunan, pendidikan, ataupun komunikasi. Pisang merupakan buah yang kaya akan sumber vitamin mineral dan karbohidrat. Buah sering dikonsumsi oleh masyarakat kapan saja dan siapa saja dapat

mengkonsumsinya mulai dari usia bayi hingga orang tua.

Indonesia merupakan salah satu negara yang produksi pisangnya meningkat yaitu pada tahun 2021 produksi pisang di Indonesia adalah 8,74 juta ton dan meningkat sebesar 5,77% pada 2022 menjadi 9,24 juta ton. Sehingga negara Indonesia dapat melakukan export sebesar 22,112 ribut ton pisang dan mendapatkan keuntungan yaitu sebesar

US\$ 8,697 juta pada tahun 2022, salah satu nilai export terbesar yaitu kepada negara malaysia yang mencapai US\$ 3,86 juta (13,49 ribu ton) [1].

Setiap buah memiliki karakteristik tertentu yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis dan tingkat kematangannya, seperti ukuran, warna, dan tekstur. Pada buah pisang, karakteristik ini sering dijadikan acuan untuk melakukan klasifikasi. Saat ini, klasifikasi jenis dan tingkat kematangan pisang masih dilakukan secara manual oleh petani atau pedagang pisang. Proses manual ini rentan terhadap subjektivitas, kurang efisien, dan memerlukan waktu yang lebih lama [2]. Penyortiran buah pisang merupakan permasalahan pasca panen buah pisang dalam skala industri atau besar. Proses identifikasi tingkat kematangan buah pisang saat ini yaitu berdasarkan warna kulit buah secara visual mata manusia sehingga memiliki kelemahan yaitu membutuhkan jumlah tenaga yang lebih banyak untuk proses pemilahan, dan setiap manusia memiliki persepsi kematangan buah yang berbeda beda dan cenderung tidak selalu konsisten, serta penilaian manusia juga bersifat subjektif. Sehingga kelemahan tersebut dapat mempengaruhi waktu dalam pemilihan dan identifikasi tingkat kematangan buah pisang [3]. Dengan demikian, dibutuhkan sistem yang mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis serta tingkat kematangan buah pisang secara otomatis dan akurat. Salah satu yang dapat digunakan adalah pengembangan sistem berbasis teknologi kecerdasan buatan (AI) dan computer vision menggunakan algoritma YOLO (You Only Look Once). Algoritma ini melakukan deteksi objek dengan memanfaatkan proses ekstraksi ciri dari citra digital. Ciri yang dihasilkan mencakup informasi posisi, ukuran, dan label objek. Data tersebut kemudian diproses untuk menentukan jenis dan tingkat kematangan buah pisang secara efisien, sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada proses klasifikasi manual.

Berdasarkan deskripsi yang telah diuraikan maka dalam penelitian ini akan dilakukan

pengembangan Sistem Pendeteksi Kematangan Pisang Menggunakan YOLOv5 Berbasis Internet of Things (IoT). Bertujuan untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan tingkat kematangan buah pisang secara otomatis dan akurat, yang akan meningkatkan efisiensi dalam penyortiran buah pisang. Selain itu, sistem ini juga bermanfaat dalam mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, meminimalkan kesalahan subjektif dalam penyortiran, serta mendukung pelaku usaha di bidang pertanian dan agribisnis untuk meningkatkan kualitas dan konsistensi hasil panen. Dengan integrasi berbasis IoT, sistem ini juga memungkinkan pemantauan data hasil klasifikasi secara real-time, untuk pengambilan keputusan yang lebih baik.

2. Metodologi Penelitian

A. Pengumpulan Dataset

Dataset yang digunakan pada penelitian ini merupakan dataset sekunder yang berasal dari Roboflow. Pada dataset terdapat 2 class kematangan pisang yaitu matang dan busuk dengan total gambar sebanyak 650 data.



Gambar 1. Dataset.

B. Data processing

Setelah dataset dikumpulkan, dataset dilakukan processing dengan beberapa langkah:

1. Data cleaning

Proses melibatkan menghapus data image yang tidak relevan, mengatur ukuran gambar, menghapus data duplikasi dan data noise.

2. Data anotasi

Melakukan labeling pada dataset, ini bertujuan memberi informasi lokasi objek dengan bounding box. Informasi tersebut akan dikelola sebagai input machine learning. Tools Data anotasi yang digunakan adalah Roboflow.

3. Data balancing

Proses ini dilakukan untuk memastikan jumlah image pada setiap kelas dalam dataset seimbang. Tujuannya adalah untuk mencegah bias model terhadap kelas yang dominan, sehingga model dapat belajar dengan lebih adil dan akurat dalam mengenali semua kelas.

4. Data Splitting

Setelah dataset bersih dan seimbang, dilakukan pembagian dataset menjadi beberapa bagian untuk tujuan pelatihan, validasi, dan pengujian model. Tujuan utamanya adalah memastikan model dilatih dengan data yang representatif, divalidasi selama pelatihan, dan dievaluasi secara objektif pada data yang belum pernah dilihat.

table 1. dataset untuk klasifikasi buah pisang.

Dataset	Train	Valid	Test	Jumlah gambar
Matang	259	34	32	325
Busuk	259	34	32	325
Total	518	68	64	650

C. Pelatihan Model

Model yang digunakan untuk deteksi tingkat kematangan pisang adalah YOLO (You Only Look Once), sebuah algoritma deteksi objek yang dikenal akurat dan efisien. YOLO memiliki keunggulan dalam kecepatan deteksi, menjadikannya sangat cocok untuk aplikasi yang membutuhkan deteksi objek secara real-time. Pada penelitian ini, digunakan varian YOLOv5n, yang merupakan versi ringan dari YOLOv5. Meskipun ukurannya lebih kecil, YOLOv5n tetap menawarkan efisiensi komputasi yang tinggi tanpa mengorbankan akurasi, sehingga sangat sesuai untuk perangkat dengan keterbatasan sumber daya. Model ini mampu mendeteksi objek dengan presisi yang baik, memastikan tingkat kematangan pisang dapat

diidentifikasi secara optimal dalam berbagai kondisi.

D. Evaluasi Model

Evaluasi model dilakukan untuk melihat seberapa baik model dalam prediksi objek. Terdapat beberapa matric-metrik yang sering digunakan untuk melihat kinerja model:

1. Precision, Recall, dan F1-Score

Precision mengukur proporsi deteksi yang benar-benar relevan (benar positif) dibandingkan dengan semua deteksi yang dilakukan oleh model.

Precision

$$= \frac{\text{True Positif (TP)}}{\text{True Positif (TP)} + \text{False Positif (FP)}}$$

Recall Mengukur proporsi objek yang berhasil dideteksi dibandingkan dengan semua objek yang sebenarnya ada.

Recall

$$= \frac{\text{True Positif (TP)}}{\text{True Positif (TP)} + \text{False Negatif (FN)}}$$

Kombinasi harmonis dari precision dan recall, memberikan gambaran keseimbangan antara keduanya.

$$F1\ Score = 2 \times \frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}}$$

2. Mean Average Precision (mAP)

Merupakan metrik utama untuk mengevaluasi model YOLO. mAP menggabungkan precision dan recall pada berbagai threshold Intersection over Union (IoU).

IoU (Intersection over Union): Mengukur tingkat kesesuaian antara bounding box prediksi dan ground truth.

3. Confusion Matrix

Confusion Matrix adalah tabel yang digunakan untuk mengevaluasi performa model deteksi objek dengan membandingkan prediksi dengan label sebenarnya. Matriks ini terdiri dari empat elemen utama: **True Positive (TP)** untuk objek yang benar terdeteksi, **False Positive (FP)** untuk prediksi salah (deteksi objek yang tidak ada), **False Negative (FN)** untuk objek yang tidak terdeteksi, dan **True Negative (TN)** untuk

area yang benar tidak terdeteksi sebagai objek.

Confusion matrix membantu memberikan gambaran menyeluruh tentang akurasi, sensitivitas, dan keseimbangan model dalam mendeteksi objek.

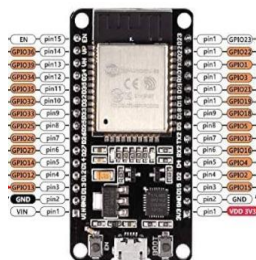
Table 1.1
Confusion Matrix

		Actual Values	
		Positive (1)	Negative (0)
Predicted Values	Positive (1)	TP	FP
	Negative (0)	FN	TN

E. Perancangan IoT

- ESP32 Wroom

ESP32-WROOM-32 adalah modul MCU yang menggabungkan Wi-Fi, Bluetooth, dan Bluetooth LE dengan berbagai aplikasi seperti jaringan sensor berdaya rendah hingga pemrosesan tugas berat seperti encoding suara dan streaming musik. Di dalamnya terdapat chip ESP32-D0WDQ6 dengan dua core CPU yang dapat dikontrol secara independen, dengan frekuensi hingga 240 MHz. Chip ini juga dilengkapi prosesor pendamping untuk operasi daya rendah [4].



Gambar 2.1 ESP32 wroom.

- Buzzer aktif

Buzzer aktif adalah perangkat elektronik yang dirancang untuk menghasilkan suara saat diberi tegangan listrik. Tidak seperti buzzer pasif, buzzer aktif memiliki osilator internal yang memungkinkan perangkat ini menghasilkan suara dengan frekuensi tertentu secara mandiri tanpa memerlukan sirkuit tambahan. Cukup dengan memberikan daya, buzzer aktif akan bekerja [5].



Gambar 2.2 buzzer aktif.

- Servo SG90

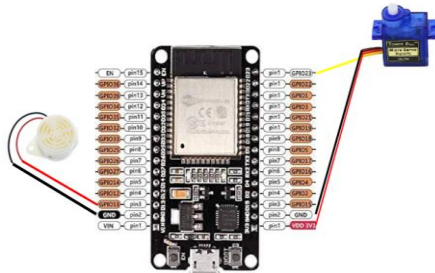
Servo SG90 adalah motor servo mikro yang sering digunakan dalam aplikasi robotika dan elektronik karena ukurannya yang kecil, bobot ringan, dan kemampuan kontrol posisi yang presisi. Motor ini mampu berputar sekitar 180 derajat, yaitu 90 derajat ke setiap arah dari posisi tengah. ref: "SG90 Servo Motor Datasheet." [6].



gambar 2.3 servo sg90.

- Desain Wiring

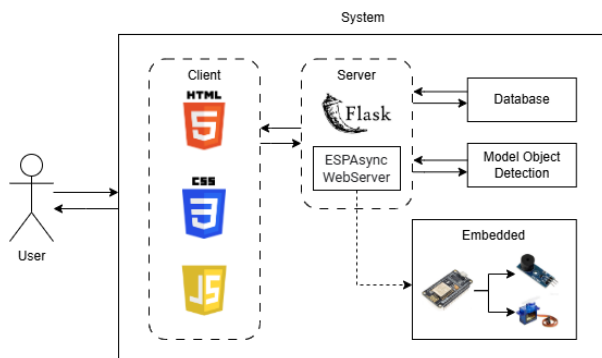
Dibawah ini adalah wiring diagram komponen yang akan digunakan untuk sistem pendeteksi kematangan buah pisang



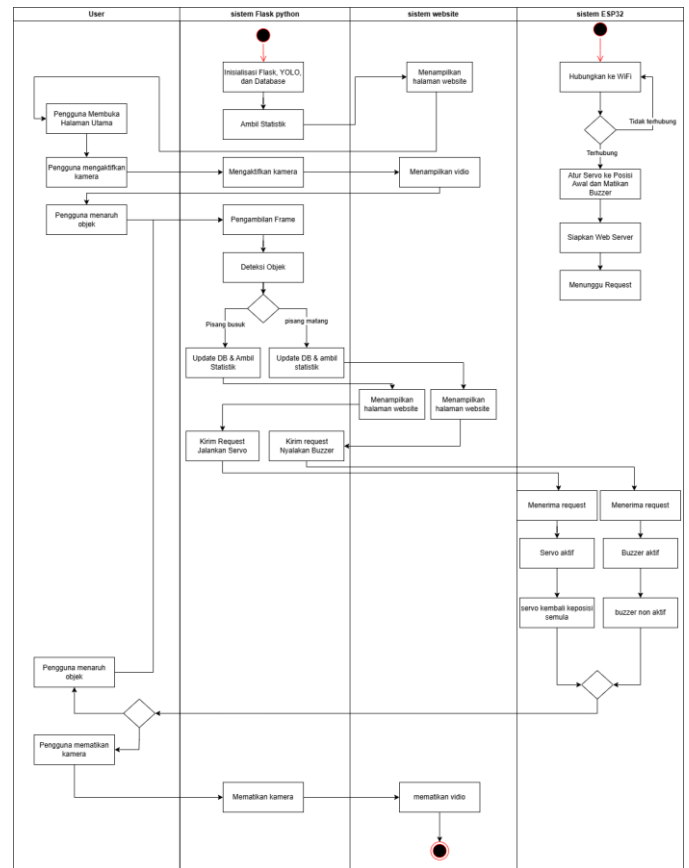
gambar 2.4 diagram wiring.

Pada bagian Buzzer Aktif, Kabel Merah (VCC): Terhubung ke pin VIN atau sumber daya 3.3V pada ESP32. Kabel Hitam (GND): Terhubung ke pin GND pada ESP32. Buzzer ini akan bekerja ketika diberi daya, menghasilkan suara secara otomatis karena memiliki osilator internal. selanjutnya Servo Motor SG90 Kabel Merah (VCC): Terhubung ke pin VDD 3.3V pada ESP32 untuk memberikan daya. Kabel Hitam (GND): Terhubung ke GND pada ESP32. Kabel Kuning (Sinyal): Terhubung ke pin GPIO23 pada ESP32. Pin ini digunakan untuk mengirimkan sinyal PWM (Pulse Width Modulation) yang mengontrol posisi servo.

- F. Perancangan Website Monitoring
- Desain Arsitektur/Sistem (Jerry)

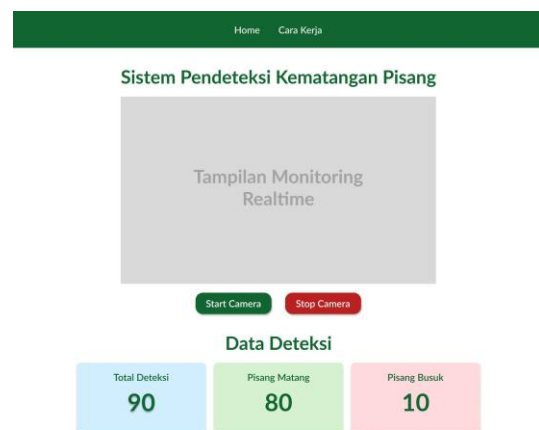


Gambar 2.5 arsitektur sistem.



Gambar 2.6 activity diagram.

DESAIN INTERFACE (JERRY)



Gambar 2.7 website halaman home.

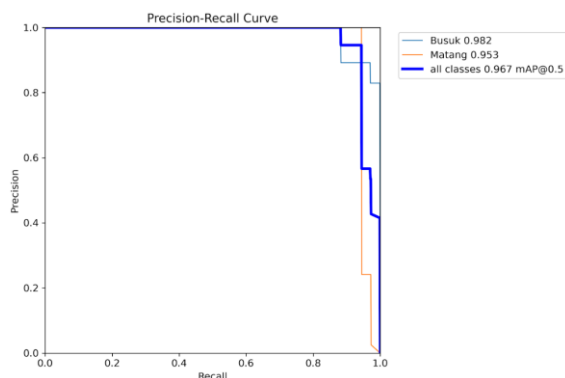


Gambar 2.8 website halaman cara kerja.

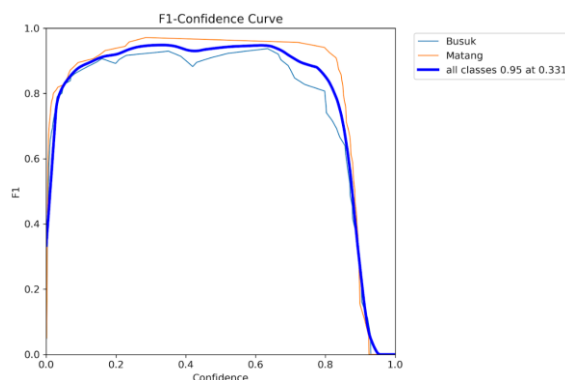
3. Hasil Penelitian

- Akurasi Model

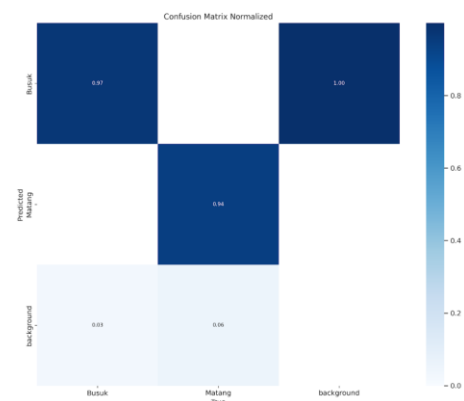
Model yang dilatih memiliki tingkat akurasi yang sangat baik dan kecepatan untuk mendeteksi sangat baik sehingga model dapat digunakan untuk sistem realtime. Adapun akurasi model dapat dilihat dari metric berikut:



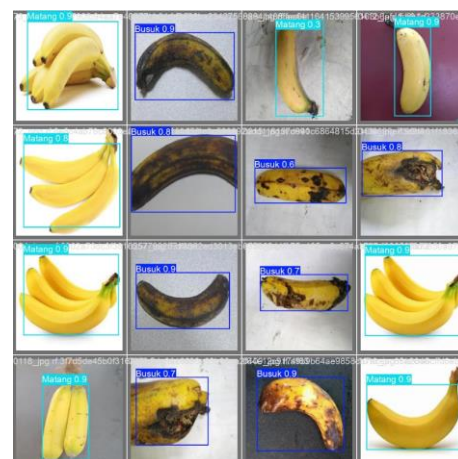
Gambar 3 Precision-Recall Curve.



Gambar 3.1 F1 Score.



Gambar 3.2 Confusion Matrix.



Gambar 3.3 Testing model.

Berdasarkan Metric-metric tersebut akurasi model yang didapatkan mencapai 96% untuk mendeteksi kematangan pisang.

- Testing Sistem

Pengujian sistem dibagi menjadi beberapa tahap, yang masing-masing diuji berdasarkan fitur spesifik seperti kemampuan mendeteksi buah segar atau busuk, pengaktifan buzzer, gerakan servo, serta operasi kamera. Berikut adalah penjelasan berdasarkan tabel pengujian :

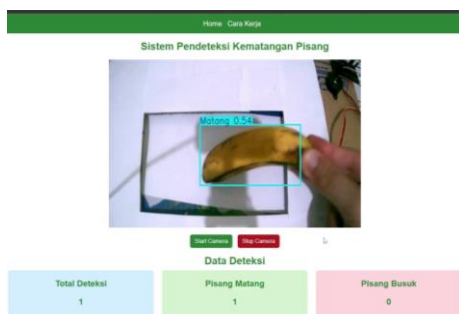
Table 3
pengujian fitur.

No	Fitur yang Diuji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status (Pass/Fail)
1	Menampilkan Website	Website terbuka dan menampilkan informasi.	✓	
2	Menampilkan Jumlah Buah Busuk	Jumlah buah busuk ditampilkan pada website.	✓	
3	Menampilkan Jumlah Buah Segar	Jumlah buah segar ditampilkan pada website.	✓	
4	Menampilkan Total Jumlah Buah	Total jumlah buah busuk dan segar ditampilkan pada website.	✓	
5	Menyalakan Kamera	Kamera aktif dan mulai mendeteksi buah.	✓	
6	Mematikan Kamera	Kamera mati dan tidak lagi mendeteksi buah.	✓	
7	Buzzer Menyala Saat Mendeteksi Buah Matang	Buzzer aktif (mengeluarkan bunyi).	✓	
8	Servo Bergerak Saat Mendeteksi Buah Busuk	Servo bergerak untuk mengeluarkan buah busuk.	✓	

Berdasarkan pengujian sistem dapat bekerja secara handal dan efisien dalam mendeteksi dan mengelola data buah segar dan busuk.

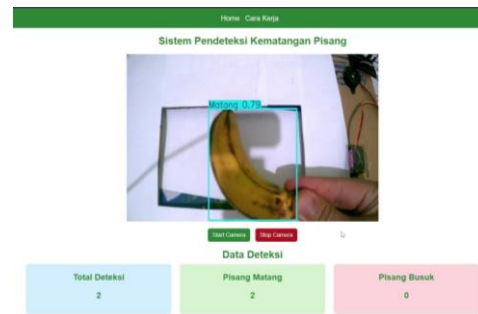
- Testing Model

Testing model dilakukan dengan 10 buah pisang sebagai sampel dimana pisang busuk sebanyak 5 buah dan pisang matang sebanyak 5 buah berikut hasilnya :



Gambar 3.4 percobaan pertama.

Pada percobaan pertama sistem berhasil mendeteksi buah pisang matang, pisang matang yang sudah terdeteksi sebanyak 1 buah, dan buzzer menyala sebagai respon.



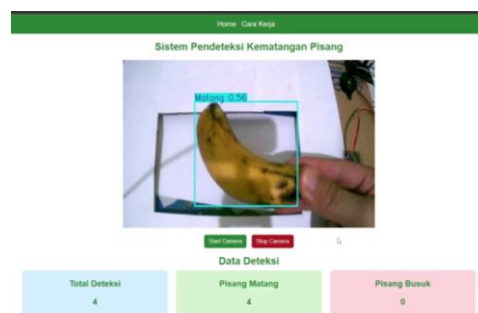
Gambar 3.5 percobaan ke-2.

Pada percobaan ke-2 deteksi buah pisang matang berhasil, pisang matang yang sudah terdeteksi sebanyak 2 buah, dan buzzer menyala.



Gambar 3.6 percobaan ke-3.

Pada percobaan ke-3 deteksi buah pisang matang berhasil, pisang matang yang sudah terdeteksi sebanyak 3 buah, dan buzzer menyala.



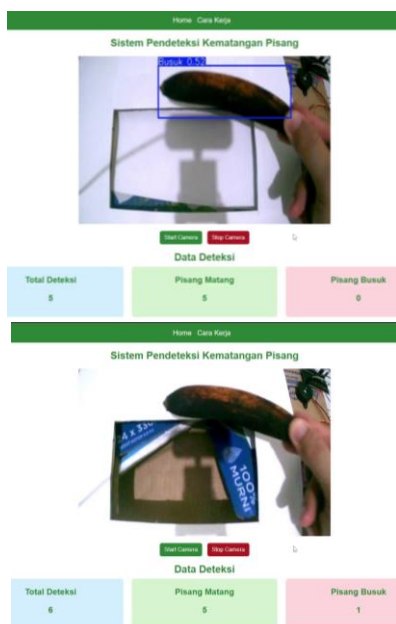
Gambar 3.7 percobaan ke-4.

Pada percobaan ke-4 deteksi buah pisang matang berhasil, pisang matang yang sudah terdeteksi sebanyak 4 buah, dan buzzer menyala.



Gambar 3.8 percobaan ke-5.

Pada percobaan ke-5 deteksi buah pisang matang berhasil, pisang matang yang sudah terdeteksi sebanyak 5 buah, dan buzzer menyala.



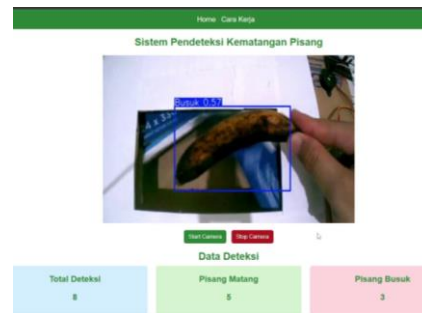
Gambar 3.9 percobaan ke-6.

Pada percobaan ke-6 deteksi buah pisang busuk berhasil, pisang busuk yang sudah terdeteksi sebanyak 1, yang matang sebanyak 5 total 6 buah pisang. servo bergerak



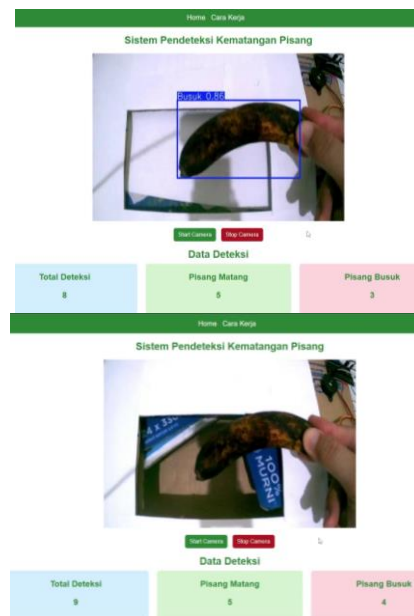
Gambar 3.10 percobaan ke-7.

Pada percobaan ke-7 deteksi buah pisang busuk berhasil, pisang busuk yang sudah terdeteksi sebanyak 2, yang matang sebanyak 5 total 7 buah pisang. servo bergerak



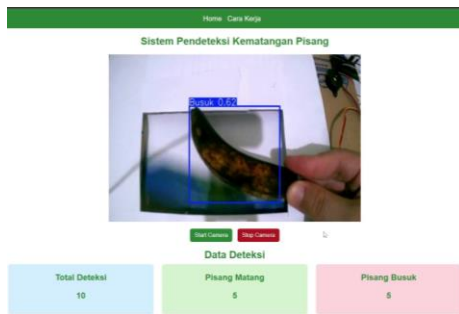
Gambar 3.11 percobaan ke-8.

Pada percobaan ke-8 deteksi buah pisang busuk berhasil, pisang busuk yang sudah terdeteksi sebanyak 3, yang matang sebanyak 5 total 8 buah pisang. servo bergerak



Gambar 3.11 percobaan ke-9.

Pada percobaan ke-9 deteksi buah pisang busuk berhasil, pisang busuk yang sudah terdeteksi sebanyak 4, yang matang sebanyak 5 total 9 buah pisang. servo bergerak



Gambar 3.12 percobaan ke-10.

Pada percobaan ke-10 deteksi buah pisang busuk berhasil, pisang busuk yang sudah terdeteksi sebanyak 5, yang matang sebanyak 5 total 10 buah pisang. servo bergerak.

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dilakukan testing sistem dimana seluruh fitur yang diuji mendapatkan hasil yang diharapkan dan percobaan dengan 10 buah pisang, 5 pisang busuk dan 5 pisang matang dimana sistem pendeteksi kematangan pisang dapat membedakan 10 pisang tersebut dengan benar semua menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kedua kategori pisang (matang dan busuk) dengan akurasi 100%. hasil ini menunjukkan bahwa sistem kematangan pisang dapat melakukan objek deteksi dengan hasil yang baik. untuk penelitian selanjutnya kedepannya diharapkan dapat menggunakan metode yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] CNBC Indonesia, "Tak diduga, RI nol impor komoditas ini malah ekspor besar," *CNBC Indonesia*, Juni 14, 2023. [Daring]. Tersedia: [https://www.cnbcindonesia.com/research/20230614110743-128-445776/tak-diduga-ri-nol-](https://www.cnbcindonesia.com/research/20230614110743-128-445776/tak-diduga-ri-nol-impor-komoditas-ini-malah-ekspor-besar)

[impor-komoditas-ini-malah-ekspor-besar](#).

[Diakses: Nov. 23, 2024].

- [2] Chaniago, D., Hidayat, B., & Wibowo, S. A. (2011). Klasifikasi Buah Pisang Berdasarkan Jenis dan Kematangan Berbasis Pengolahan Citra dengan Camera Digital. Tugas Akhir, Bandung: Institut Teknologi Telkom..

- [3] D. Chaniago, B. Hidayat, dan S. A. Wibowo, "Klasifikasi buah pisang berdasarkan jenis dan kematangan berbasis pengolahan citra dengan kamera digital," *ULTIMATICS*, Vol. X, No. 2, pp. 98-102, 2011.

- [4] Espressif Systems, ESP32-WROOM-32 Datasheet (Version 3.4), 2023. [Daring]. Tersedia:

https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf.

- [5] Kim. (2019). Apa perbedaan antara buzzer aktif dan buzzer pasif?. [Artikel Elektronik]. Diakses dari <https://www.electronicsource.com/buzzer-differences>. Waktu Publikasi: 16-07-2019.

- [6] Tower Pro, SG90 Servo Motor Datasheet, [Daring]. Tersedia: https://components101.com/sites/default/files/component_datasheet/SG90%20Servo%20Motor%20Datasheet.pdf. [Diakses: 23-Nov-2024].

- [7] Y. Guo, D. Liu, and X. Wang, "Real-Time Monitoring Method of Strawberry Fruit Growth State Based on YOLO Improved Model," *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, vol. 16, no. 1, pp. 76–85, 2023.