

Smart Conveyor Real-Time Sort Rotten Tomatoes With Deep Learning Method Integrated IoT Control

Junia Vitasari

Politeknik Negeri Jember

Rangga Raditya Nugroho

Politeknik Negeri Jember

Muhammad Andra Kusuma Ramadhan

Politeknik Negeri Jember

Owen Pratama Endramawan

Politeknik Negeri Jember

Mochammad Rifki Ulil Albaab

Politeknik Negeri Jember

Alamat Kampus: Jl. Mastrip, Lingkungan Panji, Tegalgede, Kec. Sumbersari,
Kabupaten Jember, Jawa Timur 68124

Korespondensi penulis: juniavitasari0806@gmail.com

Abstract. *The Indonesian Ministry of Agriculture reported a significant increase in demand for fruits and vegetables in 2024. The share of expenditure on fruits increased by 18.35%, while for vegetables increased by 7.98% in the fourth quarter of 2024. This high demand drives the need for efficiency in the post-harvest process, especially at the sorting stage. Manual processes that rely on labor are time-consuming and risk producing errors in product quality grouping. As a solution, this study developed a smart conveyor system integrated with IoT technology and deep learning to classify tomatoes by grade. This system includes layers of physical devices, connectivity, computing, data processing, and collaboration to optimize performance. The conveyor is driven by a DC motor with a detection accuracy level of 94%. Rotten tomatoes are classified as grade C and directed straight, while red tomatoes (grade A) and green tomatoes (grade B) are directed to certain containers using servos. This innovation leads to manual processes, reduces dependence on labor, and increases efficiency. With this technology, farmers can meet market needs more effectively and ensure accurate and consistent tomato grouping, supporting the transformation of the horticulture sector in Indonesia.*

Keywords: *Automation, Deep Learning, Internet of Things, Object Detection, Tomato.*

Abstrak. Kementerian Pertanian Indonesia melaporkan peningkatan signifikan dalam permintaan buah-buahan dan sayuran pada tahun 2024. Pangsa pengeluaran untuk buah-buahan naik sebesar 18,35%, sedangkan untuk sayuran meningkat hingga 7,98% pada triwulan IV 2024. Permintaan yang tinggi ini mendorong perlunya efisiensi dalam proses pascapanen, terutama pada tahapan sortir. Proses manual yang mengandalkan tenaga kerja membutuhkan waktu lama dan berisiko menghasilkan kesalahan dalam pengelompokan kualitas produk. Sebagai solusi, penelitian ini mengembangkan sistem konveyor pintar yang terintegrasi dengan teknologi IoT dan deep learning untuk mengklasifikasi tomat berdasarkan grade. Sistem ini mencakup lapisan-lapisan perangkat fisik, konektivitas, komputasi, pengolahan data, dan kolaborasi untuk mengoptimalkan kinerja. Konveyor digerakkan oleh motor DC dengan tingkat akurasi pendeteksian mencapai 94%. Tomat busuk diklasifikasikan sebagai grade C dan diarahkan lurus, sementara tomat merah (grade A) dan tomat hijau (grade B) diarahkan ke wadah tertentu menggunakan servo. Inovasi ini menyederhanakan proses sortir manual, mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja, dan meningkatkan efisiensi. Dengan teknologi ini, petani dapat memenuhi kebutuhan pasar lebih efektif serta memastikan pengelompokan tomat yang akurat dan konsisten, mendukung transformasi sektor hortikultura di Indonesia.

Kata kunci: Deteksi Objek, Deep Learning, Internet of Things, Otomatisasi, Tomat.

LATAR BELAKANG

Teknologi berkembang pesat di era globalisasi, memberikan dampak signifikan pada berbagai sektor, termasuk pertanian (Widianti, 2022). Namun, implementasi teknologi modern dalam sektor hortikultura, khususnya pada proses sortasi hasil panen buah dan sayur, masih terbatas (Prabowo dkk., 2022). Hingga saat ini, kegiatan sortasi tomat sering dilakukan secara manual, yaitu dengan memisahkan hasil panen berdasarkan grade seperti tomat merah, hijau, dan busuk. Proses ini memiliki beberapa kelemahan, antara lain sifatnya yang repetitif, rentan terhadap penilaian subjektif, dan membutuhkan waktu serta tenaga kerja yang tidak efisien.

Kementerian Pertanian Indonesia melaporkan peningkatan signifikan dalam permintaan buah-buahan dan sayuran pada tahun 2024 (Imansyah, 2024). Data menunjukkan bahwa pangsa pengeluaran untuk buah-buahan naik sebesar 18,35%, sementara pengeluaran untuk sayuran mencapai 7,98% pada triwulan IV tahun 2024. Teknologi berbasis sensor warna dan IoT telah menjadi solusi potensial untuk mengatasi keterbatasan tersebut. Sensor warna, misalnya, mampu secara otomatis mendeteksi dan mengklasifikasikan objek berdasarkan parameter warna. Di sisi lain, tomat merupakan salah satu komoditas hortikultura strategis yang terus mengalami peningkatan permintaan (Mardial, t.t.). Selain karena kandungan nutrisinya yang tinggi, seperti vitamin C dan likopen, tomat memiliki nilai ekonomi yang luas, baik sebagai bahan pangan, minuman, hingga kosmetik (Nazara dkk., 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat sortasi tomat berbasis teknologi IoT yang dilengkapi dengan fitur deteksi objek menggunakan deep learning. Inovasi ini menawarkan pendekatan yang efisien, akurat, dan otomatis, sehingga diharapkan mampu meningkatkan produktivitas petani, mengurangi ketergantungan pada metode manual, serta memenuhi kebutuhan pasar yang semakin meningkat.

KAJIAN TEORITIS

Objek Deteksi

Objek deteksi adalah salah satu bidang utama dalam visi komputer yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menentukan lokasi objek-objek tertentu dalam sebuah gambar atau video (Alfarizi dkk., 2023). Teknologi ini tidak hanya mengenali keberadaan

objek tetapi juga memberikan informasi terkait posisi atau koordinatnya dalam bentuk bounding box (Saputra dkk., 2023). Dalam penelitian ini, objek deteksi digunakan untuk mengklasifikasikan tomat berdasarkan kondisinya, seperti merah, hijau, atau busuk, secara real-time.

Deep Learning

Deep learning adalah salah satu cabang kecerdasan buatan yang dirancang untuk meniru cara kerja otak manusia dalam memproses data dan mengenali pola kompleks (Raup dkk., 2022). Metode ini menggunakan arsitektur jaringan saraf tiruan dengan banyak lapisan tersembunyi, memungkinkan pengolahan data yang tidak terstruktur seperti gambar, video, dan teks (Nurhakiki & Yahfizham, t.t.). Dalam konteks penelitian ini, deep learning digunakan untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan tomat secara real-time pada sistem konveyor pintar, mengintegrasikan model SSD MobileNet V2 sebagai algoritma deteksi objek. Metode ini mampu mengidentifikasi karakteristik visual seperti warna dan kondisi tomat (merah, hijau, atau busuk) dengan tingkat akurasi yang tinggi, sehingga meningkatkan efisiensi proses sortasi.

Convolutional Neural Network (CNN)

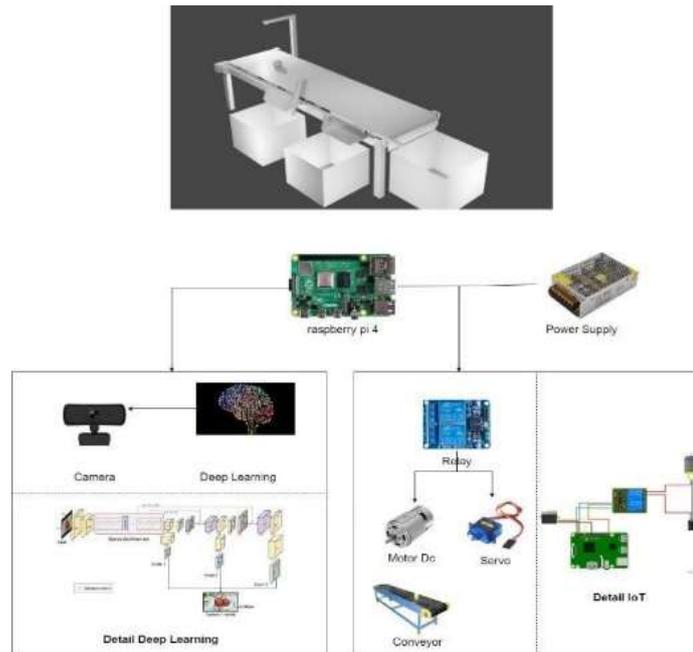
Convolutional Neural Network (CNN) adalah algoritma deep learning yang dirancang khusus untuk memproses data berbentuk gambar, banyak digunakan dalam aplikasi seperti klasifikasi gambar, pengenalan objek, dan segmentasi (Rima Dias Ramadhani dkk., 2021). CNN bekerja melalui tiga tahap utama: input data, di mana gambar dimasukkan ke dalam jaringan. Praproses yang melibatkan lapisan konvolusi untuk mengekstraksi fitur-fitur penting dari gambar dan lapisan pooling untuk mengurangi dimensi data. Serta pelatihan, di mana jaringan dilatih menggunakan algoritma backpropagation untuk memperbarui bobot filter berdasarkan error hingga mencapai akurasi tinggi. Dengan kemampuannya mengenali pola visual kompleks, CNN menjadi alat yang sangat efektif untuk berbagai aplikasi pengolahan gambar (Sucipto dkk., 2024).

Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat fisik untuk saling terhubung melalui internet, sehingga dapat saling

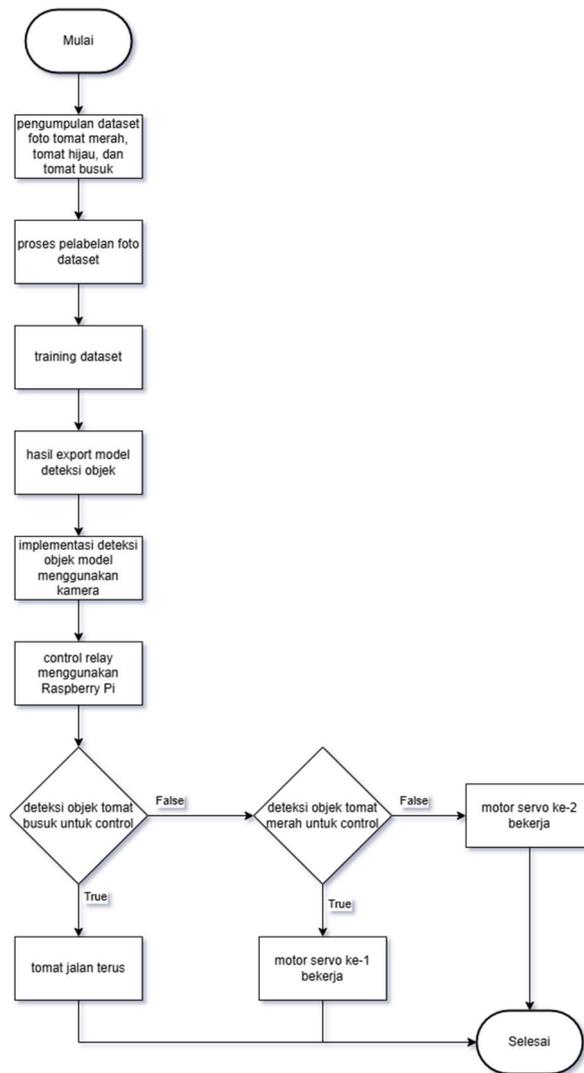
berkomunikasi, bertukar data, dan beroperasi secara otomatis (Baharuddin dkk., 2024). Dalam penelitian ini, IoT diintegrasikan dengan sistem konveyor pintar untuk mengontrol dan memantau proses sortasi tomat secara real-time. Dengan adanya konektivitas IoT, perangkat seperti Raspberry Pi, motor servo, webcam, dan relay dapat berinteraksi secara harmonis, memungkinkan pengumpulan data dan kontrol sistem dari jarak jauh.

METODE PENELITIAN



Gambar 1 Desain System

Blok diagram sistem di atas menggambarkan alur kerja konveyor pintar yang digunakan untuk menyortir tomat berdasarkan grade secara otomatis. Power supply memberikan daya pada Raspberry Pi, yang mengendalikan semua komponen dalam sistem, termasuk servo, motor DC, dan AI. AI yang digunakan adalah deteksi objek berbasis deep learning secara real-time menggunakan webcam untuk menganalisis tomat dan mengklasifikasikannya (merah, hijau, atau busuk). Hasil deteksi objek ini kemudian mengontrol relay yang akan mengendalikan servo dan motor DC. Servo bertugas memisahkan tomat berdasarkan grade dan mengarahkannya ke wadah yang sesuai, sementara motor DC menggerakkan konveyor untuk mengantarkan tomat ke wadah tersebut. Semua komponen ini bekerja secara terintegrasi dalam sistem konveyor pintar untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses sortasi tomat.



Gambar 2 Flowchart Sistem

Diagram alur (flowchart) di atas menggambarkan alur kerja konveyor pintar dalam proses sortasi tomat secara otomatis. Ketika tomat terdeteksi busuk, sistem akan mengklasifikasikan tomat tersebut sebagai grade C dan langsung mengarahkannya ke konveyor untuk dibuang atau diproses lebih lanjut. Jika tomat terdeteksi berwarna merah, sistem akan membuka servo pertama untuk mengarahkan tomat tersebut ke wadah yang sudah ditentukan untuk grade A. Sementara itu, jika tomat terdeteksi berwarna hijau, sistem akan mengklasifikasikannya sebagai grade B dan membuka servo kedua untuk mengarahkan tomat ke wadah yang sesuai. Dengan demikian, sistem ini memanfaatkan deteksi objek berbasis teknologi deep learning untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses sortasi tomat, mengurangi kesalahan manusia, serta mempercepat proses produksi. Penelitian ini menggunakan model SSD MobileNet V2, arsitektur CNN yang

efisien untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan kualitas tomat. Proses penelitian meliputi lima tahap: pengumpulan data, preprocessing, pelatihan model, deteksi objek, dan evaluasi kinerja sistem, diikuti pengujian untuk menilai efektivitas alat.

Implementasi dalam penelitian ini menggunakan TensorFlow, sebuah pustaka machine learning yang memfasilitasi eksekusi algoritma pembelajaran mesin untuk membedakan objek yang dikenali (Handoyo dkk., t.t.). TensorFlow dapat digunakan dalam klasifikasi data besar menggunakan metode Support Vector Machine (SVM) (Lombu dkk., 2022). Dalam training data y_i vektor R^n , $i = 1, \dots, l$, dengan vektor indikator $y_i \in R^1$ sedemikian rupa sehingga $y_i \in \{-1, 1\}$ untuk menyelesaikan masalah optimasi primal berikut (Rosiana, 2022).

$$\begin{aligned} & \min_{w,b,\xi} \frac{1}{2} \|w\|^2 + \\ & \text{subject to: } y_i (\phi(x_i) + b) \geq 1 - \xi, \\ & \xi \geq 0, i = 1, \dots, l, \end{aligned} \quad (1)$$

$C > 0$ adalah parameter regularisasi dan $\phi(x_i)$ memetakan x_i ke dimensi yang lebih tinggi karena variabel vektor w dapat memiliki dimensi yang lebih tinggi. Anda dapat menyelesaikan masalah ganda berikut:

$$\begin{aligned} & \min_{\alpha} \frac{1}{2} \alpha^T Q \alpha + e^T \alpha \\ & \text{subject to } y^T \alpha = 0 \\ & 0 \leq \alpha_i \leq C, \quad i = 1, \dots, l, \end{aligned} \quad (2)$$

Setelah menyelesaikan masalah (2) menggunakan hubungan primal-dual, w optimal memenuhi kondisi berikut:

$$w = \sum_{i=1}^l y_i \alpha_i \phi(x_i) \quad (3)$$

Fungsi keputusan klasifikasi menjadi

$$f(w^T \phi(x) + b) = \text{sign} \left(\sum_{i=1}^l y_i \alpha_i K(x_i, x) + b \right) \quad (4)$$

SVM dapat digunakan untuk klasifikasi dua kelas dan diadaptasi menjadi metode multiclass dengan menggabungkan pengklasifikasi biner melalui dua pendekatan: "One vs One" (membandingkan pasangan antar kelas) dan "One vs All" (membandingkan satu kelas dengan semua kelas lainnya). Pohon Keputusan, seperti algoritme CART (Classification and Regression Trees), membangun pohon biner dengan partisi rekursif

untuk memprediksi hasil berdasarkan probabilitas dan utilitas. CART mengevaluasi atribut menggunakan Indeks Gini, memilih atribut dengan nilai terendah untuk membangun pohon keputusan.

$$Gini = 1 - \sum_{i=1}^c (P_i)^2 \quad (5)$$

Keakuratan algoritma pengklasifikasi dievaluasi dengan membagi kumpulan data menjadi dua subset: 70% untuk set pelatihan dan 30% untuk set pengujian. Set pelatihan digunakan untuk membangun model klasifikasi, sementara set pengujian digunakan untuk mengukur kinerja model. Metode ini dikenal sebagai metode holdout. Proses pembelajaran ini diilustrasikan dalam algoritma.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain 3D



Gambar 3 Desain 3D alat

Desain konveyor cerdas ini dibuat menggunakan aplikasi Blender 3D. Aplikasi Blender 3D merupakan perangkat lunak grafis komputer yang dimanfaatkan untuk menghasilkan citra dan animasi berkualitas tinggi dengan memanfaatkan geometri tiga dimensi. Dalam proses perancangan konveyor tersebut, beberapa instrumen yang digunakan mencakup add>cube, circle, cylinder, dan plane. Implementasi s+x wheel diperlukan untuk mengatur dimensi panjang dan pendek. Adapun pembentukan roller dilakukan melalui penggunaan cylinder adder\

Hasil Implementasi



Gambar 4 Hasil implementasi alat

Spesifikasi dimensi pada konveyor cerdas adalah Panjang: 100 cm, Lebar: 20.5 cm, Tinggi: 15 cm dan Panjang servo: 20 cm. Pengujian dilakukan dengan memasang webcam pada konveyor, sementara Unit Pemrosesan dan Perangkat Tambahan ditempatkan pada meja yang berdekatan dengan konveyor. Seluruh perangkat terhubung pada jaringan yang sama. Setelah Unit Pemrosesan terhubung dan memberikan perintah pada servo untuk bergerak, sistem akan mendeteksi keberadaan tomat yang matang dan mentah.

Pengumpulan Data

Type	Amount Data		
	Amount Data Train	Amount Data Test	Dataset
Rotten tomatoes	800	200	1000
Red tomatoes	800	200	1000
Green tomatoes	800	200	1000
Amount Dataset			3000

Gambar 5 Pengumpulan dataset

Penelitian ini menggunakan dataset berisi 3000 citra tomat, terdiri dari 1000 tomat merah, 1000 tomat hijau, dan 1000 tomat busuk, yang dikumpulkan secara manual. Dataset dibagi dengan rasio 80:20, menghasilkan 2400 citra untuk pelatihan dan 600 untuk pengujian. Setiap tingkat kematangan memiliki 800 data pelatihan dan 200 data pengujian. Sistem ini memanfaatkan arsitektur SSD MobileNet yang telah dilatih sebelumnya untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan kualitas tomat.



Tomat merah (Grade A) ditandai dengan warna merah matang, ukuran besar, tekstur keras, kulit halus, dan bebas noda, menunjukkan kesegaran serta kelayakan konsumsi. Tomat hijau (Grade B) memiliki warna hijau dominan dengan sedikit warna kuning pada ujungnya, sebagai indikator ketidakmatangan. Sementara itu, tomat busuk (Grade C) ditandai dengan kulit lunak, berair, aroma tidak sedap, dan bercak kecokelatan yang menurunkan kualitas dan dapat merugikan petani. Penelitian ini mengklasifikasikan ketiga jenis tomat untuk mempermudah proses sortir.

Reprocessing Data

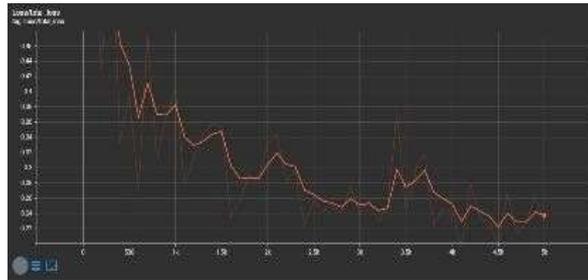
Merupakan fungsi yang menentukan seberapa jauh deviasi nilai prediksi dari nilai aktual dalam data pelatihan (Syefrida Yulina & Hoky Nawa, 2022) . Dataset yang digunakan memiliki dimensi citra sebesar 4000x3000 piksel. Citra dengan dimensi tersebut memerlukan proses reduksi untuk memfasilitasi proses pelatihan. Sebelum memasuki tahap pelatihan data, dilakukan preprocessing data yaitu mengubah dimensi citra fingerprint menjadi 400x300 piksel.

File Name	Width	Height	Class	Xmin	Ymin
IMG_2021102			Tomat_Grade		
5_135412.jpg	4640	3472	A	1490	1408
IMG_2021102			Tomat_Grade		
5_135447.jpg	4640	3472	A	1396	1200
IMG_2021102			Tomat_Grade		
5_135502.jpg	4640	3472	A	1290	863
IMG_2021102			Tomat_Grade		
5_135519.jpg	4640	3472	A	1091	1335
IMG_2021102			Tomat_Grade		
6_140718.jpg	3472	4640	B	1522	1997
IMG_2021102			Tomat_Grade		
6_140802.jpg	4640	3472	B	624	1102
IMG_2021102			Tomat_Grade		
6_140821.jpg	4640	3472	B	993	759
IMG_2021102			Tomat_Grade		
6_140850.jpg	4640	3472	B	877	429
dIMG202201			Tomat_Grade		
07181349.jpg	4000	3000	C	1478	1249
dIMG202201			Tomat_Grade		
07181507.jpg	4000	3000	C	1369	1291
dIMG202201			Tomat_Grade		
07181648.jpg	4000	3000	C	1725	1519
dIMG202201			Tomat_Grade		
07181844.jpg	4000	3000	C	1859	836

Gambar 9 Reprocessing dataset

Training Data

Training Steps adalah visualisasi dari proses pelatihan algoritma menggunakan data training, sementara data testing digunakan untuk mengukur performa algoritma terhadap data baru. Proses ini disebut generalisasi, dan hasilnya adalah model yang terlatih. Untuk melatih 3000 dataset, dilakukan 60.000 training steps atau 60 epoch, dimana satu epoch berarti keseluruhan dataset telah melalui proses pelatihan dalam Neural Network hingga kembali ke tahap awal.



Gambar 10 Training dataset

Hasil Deteksi

Images	Average Accuracy	Status	Description	Detected Tomatoes
	100%	True Positive	TomatGrade A is Red Tomato	1
	99%	True Positive	TomatGrade B is green Tomato	1
	97%	True Positive	TomatGrade C is Rotten Tomato	1
	99%	True Positive	TomatGrade B and TomatGrade A	2
	96%	True Positive	TomatGrade A and TomatGrade C	2
	93%	True Positive	TomatGrade B	2

Gambar 11 Hasil deteksi sistem

Proses ini menghasilkan tampilan citra tomat yang telah dimasukkan sebagai input, serta menunjukkan hasil deteksi yang dilakukan oleh sistem yang dikembangkan.

Pengujian Sistem

Metode ini memanfaatkan empat istilah untuk menunjukkan hasil klasifikasi, yaitu TP (true positive) yang merupakan jumlah data positif yang terklasifikasi benar oleh sistem, TN (true negative) yang menunjukkan jumlah data negatif yang terklasifikasi benar, FP (false positive) yang mengindikasikan jumlah data positif yang terklasifikasi salah, dan FN (false negative) yang mencerminkan jumlah data negatif yang terklasifikasi salah oleh sistem. Perhitungan akurasi dalam metode ini didasarkan pada jumlah nilai diagonal Confusion Matrix dibagi dengan total nilai prediksi (Aras dkk., 2024).

1. Accuracy

Accuracy mengukur seberapa akurat model dapat mengklasifikasikan data dengan benar. Ini merupakan rasio prediksi benar (positif dan negatif) terhadap keseluruhan data (Firmansyah dkk., 2024). Dengan kata lain, *accuracy* mencerminkan tingkat kesesuaian nilai prediksi dengan nilai aktual.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

2. Precision (Positive Predictive Value)

Precision menggambarkan tingkat keakuratan antara data yang diminta dengan hasil prediksi yang diberikan oleh model (Rusdy Prasetyo dkk., 2023). *Precision* adalah rasio prediksi benar positif terhadap keseluruhan hasil yang diprediksi positif.

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

3. Recall (True Positive Rate)

Recall menggambarkan keberhasilan model dalam menemukan kembali informasi tertentu. *Recall* adalah rasio prediksi benar positif terhadap keseluruhan data yang benar positif.

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

4. F-1 Score

F-1 Score menggambarkan perbandingan rata-rata antara *precision* dan *recall* yang dibobotkan (Primatua, 2022). Ketika *dataset* memiliki jumlah data false

negatif dan false positif yang mendekati, *F1 Score* menjadi metrik yang lebih sesuai dibandingkan dengan *accuracy*.

$$F - 1 \text{ Score} = 2 \times \frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} = \frac{2TP}{2TP + FP + FN}$$

Langkah-langkah berikut digunakan untuk menemukan keseimbangan antara Presisi dan Recall dalam satu ukuran menggunakan persamaan berikut:

Accuracy measures	Medium mAP	Large mAP	Total mAP
Accuracy	96%	100%	98%
Precision	80,25%	91,25%	84.65%
Recall	93%	98,50%	90%
F1 Score	92,11%	96,05%	94%

Gambar 12 Tingkat Akurasi Sistem

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian menunjukkan bahwa alat sortasi tomat berbasis konveyor pintar berhasil meningkatkan efisiensi dan akurasi hingga 94% dalam memisahkan tomat berdasarkan grade: grade A (tomat merah, siap konsumsi), grade B (tomat hijau, belum matang sempurna), dan grade C (tomat busuk, tidak layak konsumsi). Sistem ini menggunakan motor DC untuk menggerakkan konveyor, menggantikan metode manual yang kurang efisien. Meski efektif, penelitian ini memiliki keterbatasan terkait variasi ukuran dan tekstur tomat yang diuji. Penelitian lanjutan disarankan untuk menguji lebih banyak varian tomat dan meningkatkan akurasi serta kemampuan klasifikasi guna memastikan penerapan teknologi yang lebih luas dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Jember atas dukungan pendanaan, data, dan informasi yang berkontribusi signifikan terhadap kelancaran penelitian ini. Penelitian ini bertujuan meningkatkan efisiensi pascapanen hortikultura, khususnya sortasi tomat, melalui teknologi modern. Apresiasi juga diberikan kepada semua pihak yang mendukung selama penelitian hingga penyusunan naskah. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi sektor pertanian, mendukung inovasi teknologi, dan meningkatkan produktivitas serta kualitas hasil pertanian di Indonesia.

DAFTAR REFERENSI

- Alfarizi, D. N., Pangestu, R. A., Aditya, D., Setiawan, M. A., & Rosyani, P. (2023). *Penggunaan Metode YOLO Pada Deteksi Objek: Sebuah Tinjauan Literatur Sistematis*. 1(1).
- Aras, S., Tanra, P., & Bazhar, M. (2024). Deteksi Tingkat Kematangan Buah Tomat Menggunakan YOLOv5: Detection of Tomato Fruit Ripeness Level Using YOLOv5. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4(2), 623–628. <https://doi.org/10.57152/malcom.v4i2.1270>
- Baharuddin, B., Sitopu, J. W., Safarudin, M. S., Adam, Muh. W. S., & Safar, Muh. (2024). Mengenal Internet of Things (IoT): Penerapan Konsep dan Manfaatnya dalam Kehidupan Sehari-hari. *Journal Of Human And Education (JAHE)*, 4(4), 827–835. <https://doi.org/10.31004/jh.v4i4.1348>
- Firmansyah, Y., Kurniawan, R., & Wijaya, Y. A. (2024). *Analisis Data Sentimen Pemain Game Role-Playing Game (RPG) Honkai Star Rail dengan Algoritma Naive Bayes*. 6(1).
- Handoyo, E., Soetrisno, Y. A. A., Sinuraya, E. W., & Irsyad, H. M. (t.t.). *Designing a Machine Learning Model Using Tensorflow in the Cato Application to Recognize Human Body Members*.
- Imansyah, F. (2024). INOVASI ATMOSFER TERKENDALI: PEMELIHARAAN KESEGERAN BUAH PISANG UNTUK PENINGKATAN KETERSEDIAAN DAN KUALITAS KONSUMSI. *Jurnal Abdi Insani*, 11(3), 2295–2307. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v11i3.1678>
- Lombu, A. S., Hidayat, S., & Hidayatullah, A. F. (2022). Pemodelan Klasifikasi Gaji Menggunakan Support Vector Machine. *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 3(4), 363–370. <https://doi.org/10.47065/josyc.v3i4.2137>
- Mardial, A. (t.t.). *ANALISIS PENENTUAN KOMODITI BASIS SUBSEKTOR HORTIKULTURA DI DAERAH KABUPATEN POSO*.
- Nazara, R. V., Hanum, C., Hasanah, Y., Telaumbanua, P. H., Telaumbanua, B. V., & Laoli, D. (2023). Analisis Karakteristik Fisiologis terhadap Konsentrasi AB Mix pada Tanaman Tomat Cherry. *Journal of Agricultural Sciences*.
- Nurhakiki, J., & Yahfizham, Y. (t.t.). *Studi Kepustakaan: Pengenalan 4 Algoritma Pada Pembelajaran Deep Learning Beserta Implikasinya*.
- Prabowo, R. U., Azizah, L. N., Agadinansyah, P. R., Zahrosa, D. B., Kurniawan, D., & Sari, S. (2022). AMPLIFIKASI SISTEM AGRIBISNIS KOMODITAS SAWI KABUPATEN MALANG (Studi Kasus Di Desa Pujon Kidul Kabupaten Malang). *AGRIBIOS*, 20(2), 202. <https://doi.org/10.36841/agribios.v20i2.2361>
- Primatua, S. (2022). Identifikasi Penyakit Tanaman Padi Melalui Citra Daun Menggunakan DenseNet 201. *JOMLAI: Journal of Machine Learning and Artificial Intelligence*, 1, 143. <https://doi.org/10.55123/jomlai.v1i2.889>
- Raup, A., Ridwan, W., Khoeriyah, Y., Supiana, S., & Zaqiah, Q. Y. (2022). Deep Learning dan Penerapannya dalam Pembelajaran. *JiIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 5(9), 3258–3267. <https://doi.org/10.54371/jiip.v5i9.805>
- Rima Dias Ramadhani, Nur Aziz Thohari, A., Kartiko, C., Junaidi, A., Ginanjar Laksana, T., & Alim Setya Nugraha, N. (2021). Optimasi Akurasi Metode Convolutional Neural Network untuk Identifikasi Jenis Sampah. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem*

- dan Teknologi Informasi*), 5(2), 312–318.
<https://doi.org/10.29207/resti.v5i2.2754>
- Rosiana, L. (2022). *Analisis Kemungkinan Keterlambatan Pembayaran SPP Menggunakan Algoritma Support Vector Machine (Studi Kasus: Smp Perintis 2 Bandar Lampung)*. 2.
- Rusdy Prasetyo, A., Sussi, & Aditya, B. (2023). ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM) DAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) UNTUK SISTEM DETEKSI KATARAK. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro dan Komputer*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.51903/juritek.v3i1.604>
- Saputra, D. H., Imran, B., & Juhartini. (2023). OBJECT DETECTION UNTUK MENDETEKSI CITRA BUAH-BUAHAN MENGGUNAKAN METODE YOLO. *Jurnal Kecerdasan Buatan dan Teknologi Informasi*, 2(2), 70–80. <https://doi.org/10.69916/jkbt.v2i2.18>
- Sucipto, A., Nuraji, D., Ramadany, M. E. L., Vitasari, J., & Widarso, R. A. (2024). *Implementasi Sistem Deteksi Otomatis pada Tanaman Cabai Rawit Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) Berbasis TensorFlow untuk Optimasi Pertanian Modern*.
- Syefrida Yulina & Hoky Nawa. (2022). Dataset Gambar Wajah untuk Analisis Personal Identification. *Journal of Applied Computer Science and Technology*, 3(2), 193–198. <https://doi.org/10.52158/jacost.v3i2.427>
- Widianti, F. D. (2022). DAMPAK GLOBALISASI DI NEGARA INDONESIA. *JISP (Jurnal Inovasi Sektor Publik)*, 2(1), 73–95. <https://doi.org/10.38156/jisp.v2i1.122>