

Analisis Pengaruh Kecepatan Konveyor dan Pencahayaannya Terhadap Akurasi Klasifikasi Tomat Berbasis IoT

^{1*}Muhamad Fajar Sayuto, ²Danar Putra Pamungkas, ³Made Ayu Dusea
Widyadara

^{1,2,3} Teknik Informatika, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹muhamadfajarsayuto@gmail.com, ²danar@unpkediri.ac.id, ³madedara@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondensi : Muhamad Fajar Sayuto

Abstrak— Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi optimalisasi sistem deteksi serta klasifikasi kematangan buah tomat berbasis Internet of Things (IoT) pada conveyor. Pengujian dilakukan menggunakan analisis multi-variabel yang menggabungkan kecepatan conveyor (80 RPM, 120 RPM, dan 240 RPM) terhadap tiga kondisi pencahayaan (Lampu LED, Cahaya Ruangan, dan Tanpa Cahaya) dengan total 90 sampel uji. Hasil menunjukkan kombinasi parameter paling optimal dicapai pada kecepatan conveyor 80 RPM dengan dukungan Lampu LED, menghasilkan akurasi klasifikasi tomat tertinggi sebesar 90% dan Average Confidence Score 0,815. Sebaliknya, dengan kecepatan conveyor diangka 240 RPM memicu efek motion blur yang membuat akurasi turun hingga 10%, sementara skenario Tanpa Cahaya mengakibatkan kegagalan mutlak dengan akurasi 0% akibat hilangnya kontras objek. Rekomendasi Pengembangan penelitian selanjutnya memerlukan integrasi kotak pelindung cahaya (box enclosure) dan sensor kamera global shutter agar hasil lebih optimal.

Kata Kunci— Computer Vision, Conveyor, Internet of Things, Klasifikasi Tomat

Abstract— This research is aimed at evaluating the optimization of an Internet of Things (IoT)-based tomato ripeness detection and classification system on a conveyor belt. Testing was conducted using multivariate analysis that combined conveyor speed (80 RPM, 120 RPM, and 240 RPM) against three lighting conditions (LED lights, room lighting, and no light) with a total of 90 test samples. The results show that the most optimal parameter combination was achieved at a conveyor speed of 80 RPM with LED lighting support, resulted in the highest tomato classification accuracy of 90% and an Average Confidence Score of 0.815. Conversely, a conveyor speed of 240 RPM triggered a motion blur effect that reduced accuracy by 10%, while the No Light scenario resulted in complete failure with 0% accuracy due to the loss of object contrast. Recommendations for Further Research Further research requires the integration of a light-shielding enclosure (box enclosure) and a global shutter camera sensor to achieve more optimal results.

Keywords— Computer Vision, Conveyor, Internet of Things, Tomato Classification

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Computer Vision terus mengalami perkembangan seiring berjalannya waktu, terutama pada bidang deteksi otomatis menggunakan conveyor [1]. Dengan adanya penggunaan kamera dan pemrosesan citra objek dapat dikenali dan diklasifikasikan secara real-time tanpa perlu adanya kontak fisik. Dalam dunia Internet of Things (IoT), penggunaan ESP32 sering kali diintegrasikan dengan modul kamera untuk menangkap data visual secara langsung dari conveyor, sebelum

akhirnya data tersebut diklasifikasikan oleh algoritma kecerdasan buatan untuk menentukan hasil pemilahan [2].

Meskipun sistem deteksi otomatis menawarkan efisiensi yang tinggi, tingkat keberhasilan pengoperasian alat di lapangan sangat bergantung pada stabilitas kondisi lingkungan dan kestabilan gerakan konveyor. Kecepatan conveyor dan kondisi pencahayaan menjadi faktor penting dalam penentuan hasil deteksi [3]. Dengan conveyor yang berjalan cepat membuat waktu kamera dalam mendeteksi objek semakin singkat, yang sering kali berujung pada penurunan ketajaman objek visual.

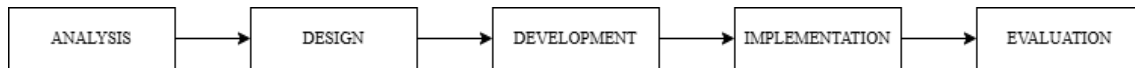
Permasalahan keterbatasan waktu deteksi menjadi semakin kompleks ketika dikombinasikan dengan kondisi pencahayaan yang tidak konsisten, seperti dengan cahaya kondisi ruang, tambahan lampu led pada bagian kamera serta tanpa adanya cahaya yang cukup. Ketika kondisi pencahayaan kurang memadai, kamera akan kesulitan dalam menangkap detail gambar seperti tekstur dan gradasi warna. Hal ini memengaruhi kualitas citra yang dikirimkan ke model untuk diklasifikasi, dengan detail yang kurang kuat memungkinkan model untuk melakukan kesalahan klasifikasi (misclassification) [4].

Beberapa penelitian terdahulu telah melakukan eksplorasi pengolahan citra digital dan klasifikasi objek pada sistem otomasi industri. Seperti penelitian oleh Nugroho dkk. (2026) [5] yang mengimplementasikan Vision System berbasis deep learning (YOLOv5) yang diintegrasikan dengan perangkat IoT dan Programmable Logic Controller (PLC) untuk melakukan pengukuran dimensi objek secara otomatis pada conveyor dengan tingkat akurasi mencapai 98,6%. Selanjutnya, penelitian oleh Vitasari dkk. (2025) [6] merancang bangun prototipe smart conveyor berbasis IoT untuk menyortir tomat busuk secara real-time menggunakan kombinasi model kecerdasan buatan, di mana pengujian difokuskan pada keandalan sistem kontrol aktuator. Penelitian oleh Riesa dkk. (2025) [7] yang merancang bangun prototype mesin konveyor pemilah otomatis menggunakan mikrokontroler nirkabel berbasis Internet of Things (IoT), di mana kendali motor penggerak mekanik diintegrasikan secara langsung untuk pengawasan jarak jauh. Sementara itu pada penelitian Kurniadi dkk. (2025) [8] pada Jurnal Litek yang merancang sistem pemilah tingkat kematangan buah tomat di atas conveyor menggunakan sensor TCS3200 berbasis IoT yang terhubung secara real-time dengan dasbor monitoring. Selain itu, penelitian melalui eksperimen prototipe conveyor berbasis algoritma YOLOv4 oleh Anggraini dkk. (2025) [9] menguji performa pengenalan visual real-time secara khusus terhadap variabel mekanik kecepatan rotasi mesin pada tingkatan 43 RPM dan 59 RPM.

Meskipun demikian, beberapa penelitian sebelumnya hanya berfokus pada performa model tanpa pengujian pada perangkat IoT. Selain itu, pengaruh pencahayaan yang dikombinasikan dengan kecepatan conveyor tidak banyak diuji pada penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengujian beberapa kecepatan conveyor dan kondisi pencahayaan untuk mendukung proses deteksi paling optimal.

II. METODE

Metode Penelitian ini dijalankan secara terstruktur mengikuti metode Research and Development (R&D) dengan mengadopsi siklus model pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Penjelasan teknis mengenai jalannya setiap tahapan diuraikan sebagai berikut:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

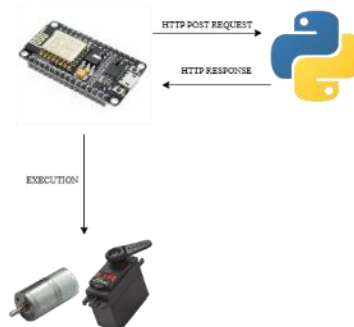
1. Tahap Analisis (Analysis)

Untuk menguji performa sistem computer vision di lingkungan operasional yang dinamis, parameter kecepatan conveyor ditetapkan sebagai variabel utama yang dikalibrasi ke dalam tiga tingkatan berbasis Revolutions Per Minute (RPM), yaitu kecepatan rendah pada 80 RPM, kecepatan menengah pada 120 RPM, dan kecepatan tinggi pada 240 RPM [10]. Peningkatan nilai RPM ini dianalisis secara teoretis akan mempersempit durasi eksposur kamera, sehingga pemetaan ketiga tingkatan putaran motor ini krusial untuk mengetahui batas toleransi maksimal sensor dalam menangkap objek bergerak tanpa mengalami blur.

Selain faktor mekanik, analisis dilanjutkan dengan mengklasifikasikan variabel lingkungan ke dalam tiga skenario pencahayaan yang berbeda guna mensimulasikan kondisi nyata di lapangan [11]. Skenario pertama menggunakan Cahaya Ruangan alami untuk mewakili kondisi operasional standar siang hari, skenario kedua menerapkan penambahan Cahaya Lampu LED pada kamera sebagai upaya stabilisasi kontras objek visual, dan skenario ketiga dikondisikan Tanpa Cahaya (kondisi ruangan yang gelap) untuk menguji titik kritis kegagalan ekstraksi fitur model saat kondisi visual yang kurang maksimal. Penggabungan analisis dari variasi nilai RPM dan skenario pencahayaan ini melandasi penyusunan matriks eksperimen untuk memetakan kombinasi variabel fisik yang mampu menghasilkan performa deteksi paling optimal pada sistem IoT.

2. Tahap Desain (Design)

Perancangan pengujian dibuat dengan menerapkan ESP32 sebagai inti sistem yang berfungsi untuk menggerakkan motor DC conveyor serta penggerak servo untuk pemilahan dan melakukan penangkapan gambar melalui kamera webcam yang nantinya akan diklasifikasikan oleh model [12]. Struktur program ini memisahkan sistem menjadi dua komponen utama, yaitu sisi client (ESP32) dan sisi server (Python). Desain aliran data diatur sedemikian rupa agar setiap citra visual yang ditangkap oleh modul kamera yang langsung dibungkus ke dalam protokol HTTP POST untuk dikirim menuju program Python untuk dilakukan klasifikasi kedalam kelas yang telah ditentukan.



Gambar 2. Diagram Blok Aliran Data Sistem Deteksi Objek Berbasis IoT

Gambar 2 merupakan arsitektur integrasi antara model dengan perangkat IoT. ESP32 berperan sebagai otak utama pada perangkat IoT untuk mengendalikan perintah penangkapan citra visual secara berkala menggunakan kamera webcam. Data citra mentah tersebut kemudian dikirimkan melalui protokol HTTP POST Request menuju server berbasis Python untuk diekstraksi fiturnya oleh model klasifikasi kecerdasan buatan.

Setelah proses komputasi selesai dieksekusi oleh server, hasil klasifikasi dikembalikan menuju perangkat IoT melalui jalur HTTP Response. Hasil tersebut kemudian diterjemahkan oleh ESP32 sebagai instruksi logika kontrol (execution signal). Instruksi tersebut diterjemahkan menjadi sinyal digital untuk memicu perputaran motor DC sebagai penggerak utama laju conveyor, serta mengaktifkan pergerakan motor servo secara instan sebagai aktuator hasil akhir pemilahan objek di lapangan.

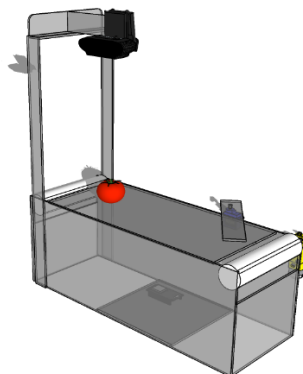
3. Tahap Pengembangan (Development)

Pada tahap pengembangan, mikrokontroler ESP32 diprogram untuk mengendalikan komponen elektronik, menangani komunikasi nirkabel antara client dan server, serta mengatur kecepatan motor DC menggunakan sinyal PWM melalui driver motor. Sinyal PWM tersebut dikalibrasi secara presisi ke dalam tiga tingkat variasi kecepatan conveyor, yaitu pada tingkatan rendah sebesar 80 RPM, tingkatan menengah sebesar 120 RPM, dan tingkatan tinggi sebesar 240 RPM. Selain itu, logika program pada ESP32 dikembangkan untuk mengontrol proses penangkapan gambar oleh webcam agar dapat menangkap objek secara otomatis di jalur conveyor.

Melalui arsitektur API, server Python menyediakan endpoint khusus untuk menangani permintaan HTTP POST request dari ESP32, di mana fungsi penerima dikonfigurasi untuk mengekstrak gambar mentah menjadi matriks piksel secara instan tanpa membebani memori perangkat ESP32. Di dalam lingkungan Python inilah model deteksi objek diintegrasikan untuk mengevaluasi fitur citra di bawah tiga kondisi pencahayaan yang diuji (Cahaya Ruangan, Lampu LED, dan Tanpa Cahaya). Modul pencatatan (logging) otomatis berbasis Python juga dibangun untuk merekap status keberhasilan pembacaan kelas objek secara real-time, sebelum akhirnya dikembalikan sebagai respon API menuju ESP32 untuk menggerakkan aktuator motor servo pemilah [13].

4. Tahap Implementasi (Implementation)

Pada tahap implementasi, perencanaan struktur mekanik conveyor melalui penyusunan komponen rangka utama bersama dengan dudukan kamera yang diposisikan secara vertikal tegak lurus menghadap lintasan objek. Pengujian fungsional seluruh sistem dilakukan secara eksperimental dengan melewati objek tomat secara berulang di atas conveyor, di mana kecepatan motor DC diatur secara bertahap bersamaan dengan beberapa kondisi pencahayaan [14].



Gambar 3. Desain Rancangan Conveyor

Pada gambar 3 menunjukkan sensor kamera webcam diposisikan secara vertikal pada tiang penyangga atas dengan sudut tegak lurus mengarah ke area deteksi conveyor untuk

menangkap citra tomat secara optimal. Pengaturan jarak spasial ini disesuaikan secara konsisten guna mengeliminasi munculnya perubahan perspektif maupun variasi skala objek selama proses akuisisi citra berlangsung. Melalui penempatan yang terukur ini, objek yang bergerak melintasi conveyor dapat dikenali secara konsisten pada setiap variasi putaran motor dan kondisi pencahayaan yang diuji, sebelum akhirnya diarahkan menuju aktuator untuk dieksekusi oleh motor servo berdasarkan hasil klasifikasi.

5. Tahap Evaluasi (Evaluation)

Pada tahap evaluasi, analisis performa akhir dari sistem deteksi objek dilakukan dengan mengumpulkan dan menghitung total persentase keberhasilan pembacaan kelas pada setiap skenario eksperimen yang telah dijalankan. Seluruh data kuantitatif yang diperoleh dari hasil pengujian Web API direkapitulasi secara komparatif ke dalam sebuah tabel matriks multi-variabel. Matriks ini disusun secara terstruktur untuk memetakan hasil akurasi deteksi dari kombinasi variasi kecepatan putaran motor konveyor dan variasi kondisi pencahayaan.

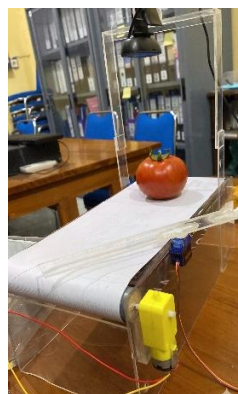
Melalui tabulasi data komparatif tersebut, proses evaluasi difokuskan untuk menganalisis pola penurunan atau peningkatan akurasi model computer vision akibat pengaruh interaksi dua arah dari kedua variabel fisik tersebut [15]. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pada titik RPM dan tingkat pencahayaan mana sistem mengalami kegagalan ekstraksi fitur. Hasil dari analisis evaluasi ini digunakan sebagai landasan ilmiah untuk menarik kesimpulan mengenai kombinasi parameter lingkungan dan mekanik yang paling optimal, sehingga sistem pemilah otomatis yang dibangun siap untuk diimplementasikan pada kondisi nyata di sektor industri pertanian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini difokuskan pada implementasi rancangan prototipe conveyor dan pengujian sistem deteksi objek berbasis IoT untuk menganalisis pengaruh kecepatan conveyor yang dikombinasikan dengan kondisi pencahayaan dalam memengaruhi hasil akurasi.

1. Realisasi Prototipe Sistem

Tahap pengujian diawali dengan perancangan prototipe conveyor sebagai perangkat IoT untuk melakukan proses pengujian. Struktur alat yang dibangun mengintegrasikan conveyor bertenaga motor DC, mikrokontroler ESP32, kamera webcam, serta mekanisme aktuator pemilah menggunakan motor servo.



Gambar 4. Prototipe Conveyor

Pada gambar 4 merupakan prototipe conveyor yang dibangun menggunakan material akrilik transparan, sabuk conveyor menggunakan banner dengan warna putih polos yang digerakan oleh motor DC. poros roda hilir, di mana laju rotasinya dikendalikan melalui modulasi pulsa digital. Pada bagian atas lintasan, bagian atas conveyor terdapat kamera webcam yang dipasang pada tiang penyangga akrilik vertikal untuk menangkap citra visual buah tomat secara tegak lurus dari atas (top-down view). Selanjutnya, diujung conveyor terdapat sebuah motor servo yang diintegrasikan sebagai aktuator pemilah yang menggerakkan palang akrilik horizontal. Palang ini berfungsi sebagai lengan pembagi mekanis untuk mengarahkan objek tomat menuju wadah penampungan yang telah ditentukan berdasarkan hasil klasifikasi.

2. Hasil Pengujian

Pengujian eksperimental dilaksanakan secara terstruktur dengan 10 sampel objek tomat untuk setiap skenario pengujian. Dengan total data tersebut terdapat 90 kali pengujian dengan beberapa kondisi. Untuk tabulasi data pengujian terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Nilai RPM dan Kondisi Pencahayaan Terhadap Akurasi

Kecepatan (RPM)	Kondisi Pencahayaan	Total Pengujian	Benar	Salah	Tidak Terdeteksi	Akurasi (%)	AVG Confidence
80	Cahaya Ruangan	10	9	1	0	90	0,755
80	Lampu Led	10	9	0	1	90	0,815
80	Tanpa Cahaya	10	0	0	10	0	0,000
120	Cahaya Ruangan	10	7	0	2	70	0,543
120	Lampu Led	10	5	0	4	50	0,477
120	Tanpa Cahaya	10	0	0	10	0	0,000
240	Cahaya Ruangan	10	1	0	8	10	0,103
240	Lampu Led	10	1	0	9	10	0,062
240	Tanpa Cahaya	10	0	0	10	0	0,000

Berdasarkan data pengujian pada Tabel 1, efisiensi kinerja tertinggi sistem tercapai pada kecepatan 80 RPM dengan tingkat akurasi mencapai 90%, di mana bantuan Lampu LED menghasilkan nilai Average Confidence tertinggi sebesar 0,815. Namun, kemampuan sistem mengalami penurunan saat kecepatan conveyor ditingkatkan ke 120 RPM dengan akurasi 70%, dan akurasi sangat buruk pada kecepatan 240 RPM yang hanya pada angka 10%. Penurunan drastis ini didominasi oleh lonjakan status objek yang tidak terdeteksi (8 hingga 9 objek pada 240 RPM) akibat conveyor yang berjalan terlalu cepat sehingga memicu efek motion blur pada hasil citra yang dapat merusak detail gambar.

Di sisi lain, parameter pencahayaan menunjukkan dampak krusial pada skenario, Tanpa Cahaya di seluruh tingkatan kecepatan (80, 120, dan 240 RPM) sistem mengalami kegagalan mutlak dengan akurasi 0% dan nilai Average Confidence sebesar 0,000. Status 100% Tidak

Terdeteksi pada skenario menunjukkan gambar yang diterima sistem tidak memiliki kontras warna ataupun detail kontur (gelap total).

3. Analisis Hasil Komparasi

Penurunan akurasi yang terjadi dari 90% menjadi 10% seiring meningkatnya nilai RPM membuktikan adanya pengaruh besar dari variabel kecepatan conveyor terhadap kapabilitas penangkapan gambar oleh webcam. Secara teoritis, ketika motor DC berputar pada kecepatan tinggi (240 RPM), waktu tinggal (dwell time) objek tomat di dalam bidang deteksi menjadi sangat singkat, sehingga kamera webcam tidak mampu mengimbangi kecepatan gerak objek. Akibatnya, informasi piksel pada tepi objek mengalami pergeseran spasial antarbingkai yang memicu efek motion blur. Hal ini menjelaskan mengapa nilai Average Confidence merosot tajam hingga di bawah 0,103, sebab fitur-fitur penting seperti kebulatan dan tekstur halus permukaan tomat bergeser menjadi gradasi warna yang kabur sehingga gagal dikenali oleh model.

Sementara itu, turunnya akurasi hingga menyentuh angka 0% secara mutlak pada skenario Tanpa Cahaya menegaskan bahwa model memiliki ketergantungan penuh terhadap suplai pencahayaan, berbeda dengan ultrasonik atau inframerah yang tetap dapat mendeteksi keberadaan benda dalam gelap, pemrosesan citra digital membutuhkan pencahayaan untuk membedakan nilai intensitas antarpiksel. Ketika pengujian dikondisikan Tanpa Cahaya, nilai matriks citra yang dikirim via API mendekati angka nol pada seluruh saluran warna (RGB). Ketiadaan kontras antara objek (foreground) dan background membuat fungsi ekstraksi kontur tidak menemukan batas tepi objek.

Berdasarkan analisis komparatif dari seluruh skenario yang diuji, kondisi paling optimal dan direkomendasikan untuk implementasi sistem di lapangan adalah pengoperasian conveyor pada kecepatan rendah sebesar 80 RPM dengan penambahan pencahayaan Lampu LED pada area deteksi. Kombinasi ini terbukti memberikan kestabilan performa tertinggi, dengan mencatatkan tingkat akurasi sebesar 90% serta nilai Average Confidence mencapai 0,815 tanpa adanya kesalahan klasifikasi (false positive).

4. Batasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa batasan yang membatasi optimalisasi kinerja sistem. Keterbatasan penelitian ini terletak pada tidak adanya kotak pelindung cahaya (box enclosure) yang berada di sekitar area deteksi, sehingga akurasi sistem pada skenario Tanpa Cahaya Ruangan masih sangat rentan dipengaruhi oleh fluktuasi cahaya ruangan tersebut yang tidak konsisten. Selain itu, meskipun sensor kamera webcam yang digunakan telah mendukung fitur fokus otomatis (auto focus), sensor tersebut masih mengandalkan mekanisme rolling shutter standar yang memerlukan waktu eksposur lebih lama, sehingga tetap memicu timbulnya efek motion blur dan melonjaknya status objek tidak terdeteksi hingga 90% ketika berada pada kecepatan 240 RPM. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya sangat disarankan untuk membangun kotak pelindung cahaya pada area deteksi dan mengintegrasikan lampu LED tambahan pada area deteksi kamera, serta meningkatkan jenis sensor ke kamera global shutter guna memastikan stabilitas ketajaman citra.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini, operasional paling optimal untuk implementasi sistem pemilah otomatis di lapangan adalah pada kecepatan 80 RPM dengan pencahayaan Lampu LED, yang

berhasil mencatatkan akurasi tertinggi sebesar 90% dan nilai Average Confidence 0,815. Sebaliknya, kegagalan model disebabkan oleh peningkatan kecepatan conveyor diangka 240 RPM yang memicu efek motion blur sehingga membuat akurasi mengalami penurunan drastis diangka 10%, serta manipulasi skenario Tanpa Cahaya yang mengakibatkan kegagalan mutlak 0% akibat hilangnya kontras matriks piksel secara total. Guna mengatasi batasan tersebut pada penelitian selanjutnya, direkomendasikan untuk menambahkan box enclosure pada area deteksi serta meningkatkan spesifikasi sensor visual menggunakan jenis kamera global shutter untuk menjaga ketajaman citra pada kecepatan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. M. Suradi, T. T. F. Manguma, S. Alam, and A. N. N. Afifah, "Deteksi dan Peringatan Jarak Wajah Otomatis Menggunakan MediaPipe dan Computer Vision untuk Kesehatan Pengguna Komputer," *JUKI : Jurnal Komputer dan Informatika*, vol. 7, no. 2, pp. 127–135, Oct. 2025, doi: [10.53842/juki.v7i2.1267](https://doi.org/10.53842/juki.v7i2.1267).
- [2] A. Ridho'i, G. D. Prenata, and A. B. Prasetyo, "Sistem Monitoring Alat Perkakas Pada Kendaraan Truk Towing Menggunakan ESP32," *Jurnal Penelitian Multidisiplin Bangsa*, vol. 2, no. 10, pp. 1673–1686, Mar. 2026, doi: [10.59837/jpnmb.v2i10.793](https://doi.org/10.59837/jpnmb.v2i10.793).
- [3] S. C. Putra, "PENGARUH VARIASI KECEPATAN KONVEYOR TERHADAP WAKTU OPERASIONAL DAN PEMILAH LOGAM DAN NON LOGAM," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 3S1, Oct. 2025, doi: [10.23960/jitet.v13i3S1.7503](https://doi.org/10.23960/jitet.v13i3S1.7503).
- [4] Q. Salsabila Ainal Wasilah, M. Martanto, A. Rinaldi Dikananda, and D. Rohman, "IMPLEMENTASI CNN RESNET50 UNTUK MENDETEKSI KUALITAS BUAH DAN SAYURAN DI PASAR TRADISIONAL," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 9, no. 3, pp. 3675–3682, May 2025, doi: [10.36040/jati.v9i3.13349](https://doi.org/10.36040/jati.v9i3.13349).
- [5] W. Nugroho, Afianto, and Agus Ponco, "Design and Implementation of an IoT-Enabled Deep Learning Vision System for Automated Dimensional Measurement in Smart Manufacturing," *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, vol. 9, no. 2, pp. 537–554, Jan. 2026, doi: [10.37339/e-komtek.v9i2.2855](https://doi.org/10.37339/e-komtek.v9i2.2855).
- [6] J. Vitasari, R. R. Nugroho, Muhammad Andra Kusuma Ramadhan, Owen Pratama Endramawan, and Mochammad Rifki Ulil Albaab, "Smart Conveyor Real-Time Sort Rotten Tomatoes With Deep Learning Method Integrated IoT Control," *JURNAL ILMIAH RESEARCH AND DEVELOPMENT STUDENT*, vol. 3, no. 1, pp. 242–255, Jan. 2025, doi: [10.59024/jis.v3i1.1135](https://doi.org/10.59024/jis.v3i1.1135).
- [7] Riesa Syariful Akbar, Tri Nur Arifin, Erfiana Wahyuningsih, Syahdan Awaldi, and Dodi Rahmawan, "Prototype Mesin Conveyor Pemilah Otomatis Berbasis IoT (Internet of Things)," *Switch : Jurnal Sains dan Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 1, pp. 196–205, Jan. 2025, doi: [10.62951/switch.v3i1.360](https://doi.org/10.62951/switch.v3i1.360).
- [8] A. R. Kurniadi, A. P. Supriyadi, A. P. Pambudi, M. R. Fazryansah, and R. Hidayat, "Rancang Bangun Sistem Penyortiran Kematangan Buah Tomat berdasarkan Warna menggunakan TCS3200 Berbasis IoT," *Jurnal Litek : Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, vol. 22, no. 1, pp. 1–6, Mar. 2025, doi: [10.30811/litek.v22i1.57](https://doi.org/10.30811/litek.v22i1.57).
- [9] S. N. Anggraini and K. H. Hanif, "Prototype Conveyor Sederhana untuk Deteksi Objek Secara Real-time dengan Algoritma YOLOv4," *Jurnal Borneo Informatika dan Teknik Komputer*, vol. 5, no. 1, pp. 40–53, Sep. 2025, doi: [10.35334/jbit.v5i1.6820](https://doi.org/10.35334/jbit.v5i1.6820).

- [10] M. S. Muttaqin and Puguh Elmiawan, “Perancangan Sistem Kontrol Sinkronisasi Kecepatan Conveyor Feeding Dengan Kecepatan Calender Berbasis Inverter di Mesin Calender Plant R,” *Journal of Computer, Electronic, and Telecommunication*, vol. 1, no. 1, Aug. 2021, doi: [10.52435/complete.v1i1.96](https://doi.org/10.52435/complete.v1i1.96).
- [11] N. LILANSA, F. SURYATINI, and D. MOCH. D. WAHIDIN, “Implementation of HSV Algorithm for Speed Synchronization of Robot Arm and Conveyor,” *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 13, no. 2, p. 170, Apr. 2025, doi: [10.26760/elkomika.v13i2.170](https://doi.org/10.26760/elkomika.v13i2.170).
- [12] Ade Chairany, Relita Buaton, and Ratih Puspadini, “Penerapan Internet of Things pada Mekanik Prototipe Robot Pengaduk Gabah,” *Repeater : Publikasi Teknik Informatika dan Jaringan*, vol. 3, no. 3, pp. 89–101, Sep. 2025, doi: [10.62951/repeater.v3i3.617](https://doi.org/10.62951/repeater.v3i3.617).
- [13] H. Sammir and K. Hamdi, “Implementasi Protokol Redis Pub/Sub Menggunakan Python untuk Sistem Monitoring Suhu IoT Secara Real-Time,” *Jurnal Sistem Informasi Dan Informatika*, vol. 4, no. 1, pp. 39–43, 2026, doi: <https://doi.org/10.47233/jiska.v4i1.2486>.
- [14] Ermaliza, Dedek Juliani Ritonga, Siti Dian Fachroza Ritonga, and Supiyandi, “Rancang Bangun Sistem Jendela Otomatis Berbasis Mikrokontroler,” *Jurnal Ilmu Komputer dan Teknik Informatika*, vol. 2, no. 1, pp. 63–72, Jan. 2026, doi: [10.64803/juikti.v2i1.106](https://doi.org/10.64803/juikti.v2i1.106).
- [15] R. A. Saemani, D. Manongga, and H. Hendry, “Pendekatan Multi-Hirarki untuk Grading Sarang Burung Walet Berdasarkan Deteksi Bentuk dan Klasifikasi Warna: Multi-Hierarchical Machine Learning Approach for Edible Bird’s Nest Grading Based on Shape Detection and Color Classification,” *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 6, no. 2, pp. 462–474, 2026, doi: [10.57152/malcom.v6i2.2594](https://doi.org/10.57152/malcom.v6i2.2594).