
Kustanto¹⁾, Endriawan²⁾
**EFEK SINERGIS IMAGE RECOGNITION PADA MODULAR PRODUCTION SYSTEM UNTUK
MENDETEKSI KEMASAN RUSAK**
Jurnal *Qua Teknik*, (2026), 16 (1): 158-164

**EFEK SINERGIS IMAGE RECOGNITION PADA MODULAR PRODUCTION SYSTEM UNTUK
MENDETEKSI KEMASAN RUSAK**

Kustanto¹⁾, Endriawan²⁾

^{1,2} Jurusan Teknik Elektron, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Islam Balitar
E-mail: kustantoukas@unisbablitar.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi cacat kemasan minuman secara otomatis menggunakan algoritma *You Only Look Once version 8 (YOLOv8)*. Sistem ini dibangun menggunakan kamera *webcam* untuk akuisisi citra, *Raspberry Pi* atau *laptop* sebagai pusat pemrosesan, serta *Arduino* untuk mengendalikan proses penyortiran kemasan berdasarkan hasil deteksi. *Dataset* citra kemasan diperoleh melalui pengambilan gambar langsung di jalur *conveyor*, kemudian diberi label menggunakan perangkat lunak *Label Studio*. Model *YOLOv8* dilatih untuk mengenali dua kategori objek, yaitu kemasan baik (*good*) dan rusak (*damage*). Proses deteksi dilakukan secara *real-time* dan hasil klasifikasi dikirim ke *Arduino* dalam bentuk sinyal logika untuk mengaktifkan *micro servo* dalam proses sortir. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan deteksi dan penyortiran secara otomatis dengan tingkat akurasi sebesar 80% pada *Raspberry Pi* dan meningkat hingga $\pm 95\%$ saat dijalankan menggunakan *laptop*. Sistem dinilai layak sebagai prototipe edukatif dan memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut dalam implementasi industri berskala kecil hingga menengah.

Kata kunci: *YOLOv8, image recognition, Raspberry Pi, Arduino, deteksi cacat, kemasan*

ABSTRACT

This study aims to design and implement an automatic defect detection system for beverage packaging using the You Only Look Once version 8 (YOLOv8) algorithm. The system integrates a webcam for image acquisition, a Raspberry Pi or laptop as the processing unit, and an Arduino microcontroller to control the sorting mechanism based on detection results. The dataset was collected directly from a conveyor line and annotated using Label Studio. The YOLOv8 model was trained to classify packaging into two categories: good and defective. Real-time detection is performed, and the classification results are transmitted to the Arduino as logic signals to actuate a micro servo for sorting. Experimental results indicate that the system achieves an accuracy of approximately 80% when deployed on a Raspberry Pi and up to 95% when executed on a laptop. These findings demonstrate that the proposed system is suitable as an educational prototype and shows potential for further development in small- to medium-scale industrial applications.

Keywords: *YOLOv8, Image Recognition, Raspberry Pi, Arduino, defect detection, packaging.*

1. PENDAHULUAN

Kualitas produk menjadi faktor penentu utama dalam keberhasilan suatu industri di era modern. Kualitas yang terjaga tidak hanya meningkatkan daya saing produk, tetapi juga memperkuat kepercayaan konsumen terhadap produsen. Oleh karena itu, sistem pengendalian kualitas (*quality control*) menjadi elemen vital yang harus diimplementasikan secara efektif, terutama dalam industri yang berkaitan langsung dengan konsumsi masyarakat seperti minuman kemasan [1].

Sistem *quality control* secara manual memiliki sejumlah keterbatasan. Keterbatasan tersebut meliputi ketergantungan pada ketelitian manusia, potensi kelelahan kerja, serta meningkatnya risiko kesalahan deteksi akibat faktor subjektivitas operator [2]. Keadaan ini memunculkan kebutuhan akan sistem otomatis yang mampu melakukan inspeksi kualitas produk secara konsisten, objektif, dan *real-time*.

Kementerian Perindustrian bahwa Industri Kecil dan Menengah (IKM) merupakan tulang punggung perekonomian nasional. Berdasarkan data terbaru, kontribusi IKM terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) mencapai lebih dari 60% dan menyerap sekitar 97% tenaga kerja nasional [3]. Akan tetapi, sebagian besar pelaku IKM belum mampu menerapkan teknologi modern, khususnya dalam hal otomatisasi proses produksi dan inspeksi produk. Hal ini berdampak pada tingginya angka produk gagal dan rendahnya efisiensi operasional.

Kustanto¹⁾, Endriawan²⁾
**EFEK SINERGIS *IMAGE RECOGNITION* PADA *MODULAR PRODUCTION SYSTEM* UNTUK
MENDETEKSI KEMASAN RUSAK**
Jurnal *Qua Teknika*, (2026), 16 (1): 158-164

Pendekatan teknologi dalam proses otomasi industri, salah satunya melalui penerapan sistem pengolahan citra digital (*image processing*) untuk mendeteksi kecacatan produk. Teknologi ini memungkinkan sistem untuk mengenali dan mengklasifikasi objek berdasarkan data visual yang diambil dari kamera atau sensor pencitraan [4]. Dalam konteks produksi minuman kemasan, citra botol yang rusak dapat dideteksi berdasarkan bentuk, warna, atau deformasi permukaan menggunakan algoritma pengenalan objek.

Algoritma *You Only Look Once* (YOLO) merupakan salah satu pendekatan deteksi objek yang paling efisien dan akurat. YOLO bekerja dengan membagi citra menjadi grid dan secara langsung memprediksi *bounding box* serta label kelas dalam satu tahap, sehingga memungkinkan pengolahan *real-time* [5]. Versi terbarunya, yakni YOLOv8, telah disempurnakan dengan arsitektur ringan dan performa deteksi lebih tinggi, sehingga sesuai untuk diaplikasikan pada perangkat dengan sumber daya terbatas seperti Raspberry Pi [6].

Sinergitas antara perangkat Raspberry Pi, kamera webcam, serta pengendali *aktuator* seperti Arduino dan *micro servo* dapat membentuk sistem inspeksi kualitas yang sederhana, terjangkau, namun tetap andal [7]. Kombinasi tersebut semakin kuat apabila diimplementasikan dalam kerangka *Modular Production System* (MPS), yang mengedepankan struktur sistem fleksibel dan terpisah dalam modul-modul yang dapat dikembangkan secara mandiri.

Rancangan sistem dalam penelitian ini dapat fokus pada integrasi *image recognition* berbasis *Modular Production System* guna mendeteksi cacat produk pada minuman kemasan dan evaluasi sistem yang dikembangkan. Sistem ini diharapkan mampu menggantikan proses inspeksi manual yang selama ini dilakukan secara visual oleh manusia. Dengan adanya sistem otomatis ini, proses *quality control* dapat berjalan lebih konsisten, cepat, dan mendukung peningkatan efisiensi produksi, khususnya pada sektor IKM di Indonesia.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk ke dalam jenis penelitian eksperimen, yaitu penelitian yang dilakukan dengan memberikan perlakuan tertentu terhadap suatu objek untuk mengamati dampaknya secara sistematis. Pendekatan eksperimen dipilih karena penelitian ini melibatkan pengujian langsung terhadap perangkat keras dan perangkat lunak yang dikembangkan, serta mengevaluasi hubungan sebab-akibat antara input sistem (citra kemasan) dan output sistem (hasil deteksi dan penyortiran) [8].

Selain itu, pendekatan yang digunakan adalah pendekatan *Research and Development* (R&D). Pendekatan ini dipilih karena penelitian tidak hanya berfokus pada analisis atau pengamatan, melainkan juga mencakup proses pengembangan produk secara nyata, baik dalam bentuk perangkat keras maupun perangkat lunak. Pendekatan R&D memungkinkan dilakukannya desain sistem, pembuatan *dataset*, pelatihan model deteksi, pengujian, dan evaluasi performa secara menyeluruh.

Dalam konteks penelitian ini, metode *Research and Development* diterapkan untuk membangun sistem inspeksi kualitas kemasan minuman berbasis *image recognition*, dengan algoritma deteksi objek YOLOv8 sebagai inti pemrosesan [9]. Sistem dikembangkan dan diimplementasikan secara langsung menggunakan perangkat Raspberry Pi dan Arduino, serta diuji dalam kondisi menyerupai lingkungan produksi nyata [10].

Metode R&D yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada tahapan sederhana. Permasalahan diidentifikasi melalui analisis terhadap kebutuhan sistem inspeksi kemasan otomatis yang efisien dan akurat pada industri skala kecil dan menengah. Sistem dirancang mulai dari perangkat keras (kamera, sensor, servo, Raspberry Pi, Arduino) hingga perangkat lunak deteksi objek [11][12]. Gambar kemasan minuman diambil dan dianotasi menggunakan *Label Studio* untuk membuat *dataset* pelatihan. Model YOLOv8 dilatih menggunakan *dataset* tersebut dan diintegrasikan dengan sistem mikrokontroler serta aktuator. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem mampu mendeteksi dan menyortir kemasan cacat secara otomatis. Evaluasi terhadap hasil pengujian digunakan untuk menyempurnakan sistem agar sesuai dengan tujuan penelitian.

Melalui pendekatan ini, penelitian tidak hanya menghasilkan kajian teoritis, tetapi juga menghasilkan prototipe sistem yang dapat dioperasikan secara nyata. Dengan demikian, pendekatan R&D yang digunakan diharapkan mampu menghasilkan sistem deteksi cacat kemasan yang akurat, efisien, dan dapat diterapkan pada lingkungan industri skala kecil hingga menengah seperti sektor IKM (Industri Kecil dan Menengah) [13].

2.1 DIAGRAM BLOK RANGKAIAN SISTEM

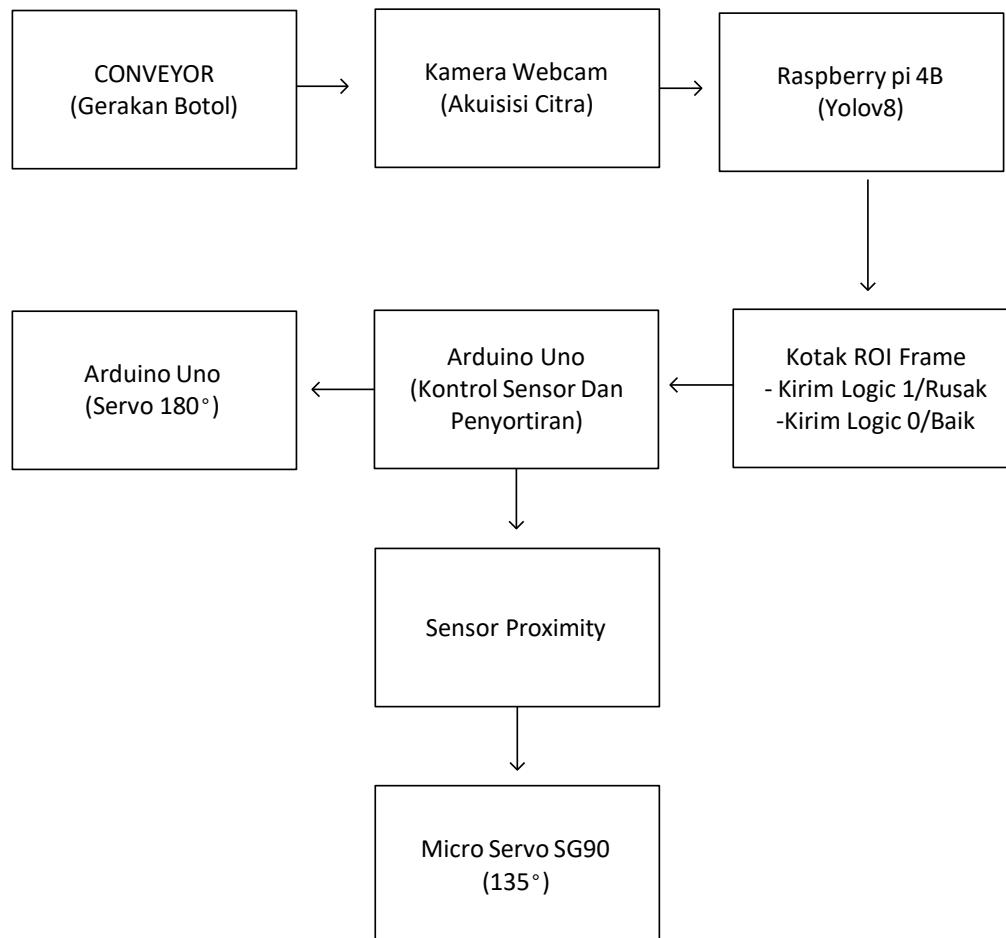
Menggambarkan keterkaitan antar komponen yang digunakan dalam sistem, disusunlah sebuah diagram blok sistem. Diagram ini memberikan representasi visual dari alur kerja sistem inspeksi kualitas kemasan minuman

Kustanto¹⁾, Endriawan²⁾
**EFEK SINERGIS *IMAGE RECOGNITION* PADA *MODULAR PRODUCTION SYSTEM* UNTUK
MENDETEKSI KEMASAN RUSAK**
Jurnal *Qua Teknika*, (2026), 16 (1): 158-164

berbasis *image recognition*, mulai dari tahap akuisisi gambar hingga eksekusi penyortiran kemasan cacat [14].

Diagram blok ini mencakup integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak, di mana proses pengambilan gambar dilakukan secara *real-time* oleh kamera, kemudian dianalisis oleh Raspberry Pi menggunakan algoritma YOLOv8, dan diteruskan ke Arduino Uno sebagai pengendali aktuatur sortir berdasarkan hasil deteksi [15][16][17][18].

Berikut merupakan diagram blok rangkaian sistem yang digunakan dalam penelitian ini:



Gambar 2.1 Diagram Blok Sistem *Quality Control* Kemasan Minuman

sistem secara keseluruhan. Setiap pengujian dilakukan berdasarkan skenario nyata penggunaan sistem di lingkungan laboratorium simulasi produksi.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi performa sistem deteksi cacat kemasan minuman menggunakan algoritma YOLOv8, yang dijalankan pada dua platform berbeda: Raspberry Pi dan laptop. Fokus pengujian adalah kemampuan sistem dalam mengklasifikasikan botol kemasan menjadi dua kategori, yaitu baik (*good*) dan rusak (*damage*), serta mengaktifkan proses penyortiran otomatis berdasarkan hasil deteksi.

Total objek yang diuji adalah 34 botol, terdiri atas: 17 botol baik dan 17 botol rusak, Sistem mendeteksi setiap botol secara *real-time* dan memberikan logika sortir (logic 1 untuk rusak, logic 0 untuk baik) kepada Arduino untuk menggerakkan micro servo.

Kustanto¹⁾, Endriawan²⁾
**EFEK SINERGIS IMAGE RECOGNITION PADA MODULAR PRODUCTION SYSTEM UNTUK
MENDETEKSI KEMASAN RUSAK**
Jurnal *Qua Teknika*, (2026), 16 (1): 158-164

Hasil deteksi sistem berdasarkan jumlah kesalahan pada masing- masing platform, menunjukkan bahwa tingkat akurasi pemakaian sistem oprasi dengan PC memperlihatkan hasil yang sangat baik. Rekapitulasi ini mencerminkan bahwa daya yang tinggi serta kapasitas memori sebuah personal komputer masih lebih unggul dibanding personal sistem Raspberry Pi dan arduino uno.

Tabel 3.1 Rekapitulasi Hasil Deteksi

Platform	Jumlah Botol	Deteksi Benar	Deteksi Salah	Tingkat Akurasi
Raspberry Pi	34	29	5	85.3%
Laptop	34	32	2	94.1%

Terdeteksi 8 kesalahan yang terjadi, penyebab utamanya dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Keterlambatan Deteksi akibat FPS rendah
Pada Raspberry Pi, deteksi berjalan lambat (<1 FPS), sehingga beberapa botol yang lewat dengan cepat tidak terdeteksi tepat waktu.
2. Botol Tidak Masuk ROI Secara Tepat
Sistem hanya memberikan logic jika botol berada di dalam *Region of Interest (ROI)*. Jika posisi botol meleset, maka deteksi gagal dilakukan atau salah klasifikasi.
3. Pencahayaann Tidak Konsisten
Cahaya yang terlalu terang, pantulan, atau bayangan dapat menyebabkan model YOLOv8 gagal mengenali bentuk cacat secara akurat.
4. Model Belum Sempurna
Model yang digunakan adalah hasil pelatihan dengan dataset terbatas. Hal ini mungkin belum cukup untuk mengenali semua variasi cacat dengan akurasi tinggi.

Hasil pengujian juga menunjukkan perbedaan performa antara platform Raspberry Pi dan laptop:

Tabel 3.2 Perbandingan Performansi Platform

Aspek	Raspberry Pi	Laptop (PC)
FPS Deteksi YOLOv8	<1 FPS	±12 FPS
Respon Sistem	Lambat	Cepat (nyaris real-time)
Jumlah Salah Deteksi	Lebih tinggi	Lebih rendah (±2 botol)
Kecepatan Conveyor	Sangat pelan	Normal / menengah
Jarak Antar Botol Aman	±20 cm	±5–8 cm

Platform sistem oprasi komputer memperlihatkan, jumlah deteksi salah dapat ditekan hingga hanya ±2 botol dari 34, menunjukkan bahwa kecepatan deteksi sangat berpengaruh terhadap akurasi dan keandalan sistem secara keseluruhan [19]. Dokumentasi implementasi sistem bertujuan untuk memberikan gambaran nyata terkait proses kerja sistem yang telah dikembangkan. Dokumentasi ini mencakup foto, tangkapan layar, dan visualisasi rangkaian sistem selama proses pengujian berlangsung. Dengan dokumentasi ini, pembaca dapat memahami bagaimana sistem bekerja secara fisik dan logis, tidak hanya berdasarkan uraian teknis semata.

Kustanto¹⁾, Endriawan²⁾
**EFEK SINERGIS *IMAGE RECOGNITION* PADA *MODULAR PRODUCTION SYSTEM* UNTUK
MENDETEKSI KEMASAN RUSAK**
Jurnal *Qua Teknika*, (2026), 16 (1): 158-164

3.2 FOTO SISTEM DAN RANGKAIAN ALAT

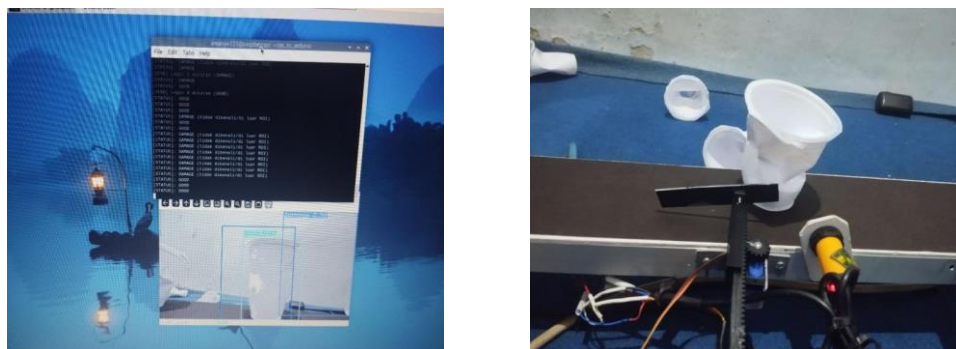


Gambar 3.1 Gambar alat sistem deteksi

Sistem yang dikembangkan terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu conveyor sebagai jalur pergerakan kemasan, kamera webcam sebagai alat akuisisi gambar, Raspberry Pi dan/atau laptop sebagai pusat pemrosesan deteksi objek, serta Arduino sebagai pengendali aktuatur. Berikut adalah dokumentasi visual dari implementasi system. Posisi kamera diarahkan secara horizontal agar objek masuk ke dalam frame dengan jelas. Sensor proximity ditempatkan di area sortir, sedangkan servo dipasang di tepi conveyor untuk mengarahkan botol rusak keluar jalur.

3.3 LAYAR DETEKSI YOLOV8

Program deteksi objek yang dijalankan menggunakan model YOLOv8 memberikan tampilan *real-time* pada layar, termasuk bounding box, label objek, confidence score, serta status logic sortir. Tangkapan layar berikut diambil saat pengujian sistem berlangsung:



Gambar 3.2 (a) Gambar deteksi botol baik (Good) (b) Gambar deteksi botol rusak (Damage)

Tampilan program, objek yang berada di dalam *Region of Interest (ROI)* akan menghasilkan output logic: Logic 0 jika botol diklasifikasikan sebagai baik, Logic 1 jika botol diklasifikasikan sebagai rusak. Proses Penyortiran oleh Servo (gambar 3.2 a dan b) berdasarkan logika system memperlihatkan mesin belajar dengan baik untuk memilah kemasan.

Kustanto¹⁾, Endriawan²⁾
**EFEK SINERGIS *IMAGE RECOGNITION* PADA *MODULAR PRODUCTION SYSTEM* UNTUK
MENDETEKSI KEMASAN RUSAK**
Jurnal *Qua Teknika*, (2026), 16 (1): 158-164



Gambar 3.3 (a) Gambar botol setelah memasuki ROI (b) Gambar servo bergerak mendorong botol rusak (Damage)

Sistem mampu memberikan aksi sortir secara otomatis berdasarkan hasil deteksi YOLOv8. Proses sortir dilakukan dengan cepat setelah sensor proximity aktif dan Arduino menerima sinyal dari Raspberry Pi dan sistem operasi. Sistem mampu melakukan deteksi dan penyortiran kemasan secara otomatis dengan akurasi yang cukup tinggi. Raspberry Pi dapat digunakan sebagai prototipe, namun tidak layak untuk implementasi nyata karena keterbatasan pemrosesan yang menyebabkan delay. Sistem operasi komputer menunjukkan performa yang jauh lebih responsif dan akurat, serta cocok untuk pengembangan lebih lanjut di lingkungan produksi skala kecil hingga menengah. Sistem dinilai layak sebagai media pembelajaran atau uji coba awal dalam bidang *computer vision* dan otomasi industri berbasis citra.

Sistem menunjukkan performa yang cukup baik, dengan tingkat akurasi mencapai 85,3% pada pengujian menggunakan Raspberry Pi dan lebih tinggi pada laptop (94,1%). Hal ini menunjukkan bahwa secara fungsional, sistem telah mampu mendeteksi objek (botol) menggunakan YOLOv8, membedakan kemasan rusak dan baik dengan cukup akurat, mengirimkan output logika sortir ke Arduino dan menjalankan aksi penyortiran otomatis melalui servo.

Meskipun demikian, fondasi sistem ini yaitu deteksi objek dengan *image recognition* dan sortir berbasis logika digital—sudah mencerminkan konsep dasar yang diterapkan di industri nyata. Oleh karena itu, sistem ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut dan disesuaikan dengan kebutuhan spesifik pengguna industri kecil dan menengah (IKM). Dengan demikian, penelitian ini telah menghasilkan sebuah sistem yang layak sebagai prototipe dan juga sebagai titik awal untuk pengembangan lebih lanjut dalam bidang otomasi inspeksi kualitas berbasis pengolahan citra digital.

4. KESIMPULAN

Perancangan sistem deteksi cacat kemasan berbasis YOLOv8 telah berhasil dilakukan, dengan menggunakan kamera webcam untuk akuisisi citra, Raspberry Pi atau laptop sebagai pusat komputasi. Dataset citra kemasan dilabeli menggunakan Label Studio dan dilatih untuk mengenali dua kategori utama, yaitu kemasan baik (*good*) dan rusak (*damage*). Sistem mampu melakukan penyortiran kemasan secara otomatis berdasarkan hasil deteksi, di mana Raspberry Pi atau laptop mengirimkan sinyal logika (logic 1 untuk rusak, logic 0 untuk baik) ke Arduino. Arduino kemudian mengendalikan pergerakan micro servo untuk menyortir botol keluar jalur conveyor jika terdeteksi rusak, atau membiarkannya lewat jika botol dalam kondisi baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki akurasi sebesar 85,3% saat dijalankan pada Raspberry Pi, dan meningkat hingga 94,1% saat dijalankan pada laptop. Perbedaan ini menunjukkan bahwa kinerja sistem sangat dipengaruhi oleh kecepatan komputasi perangkat. Raspberry Pi cocok digunakan untuk prototipe edukatif, sedangkan laptop atau perangkat

Kustanto¹⁾, Endriawan²⁾
**EFEK SINERGIS IMAGE RECOGNITION PADA MODULAR PRODUCTION SYSTEM UNTUK
MENDETEKSI KEMASAN RUSAK**
Jurnal *Qua Teknika*, (2026), 16 (1): 158-164

edge AI seperti NVIDIA Jetson lebih sesuai untuk skala industri karena mampu menjalankan proses deteksi secara real-time.

REFERENSI

- [1] J. Ekonomi, K. Indonesia, R. Prayuda, and S. Hadi, "IMPLEMENTASI PENGENDALIAN KUALITAS PADA UKM :," vol. 2, no. 3, pp. 178–194, 2024.
- [2] P. Constante, O. Chang, E. Pruna, and I. Escobar, "Artificial Vision Techniques for Strawberry ' s Industrial Classification," vol. 14, no. 6, pp. 2576–2581, 2016.
- [3] P. Standardisasi, "IKM KUAT dengan PENERAPAN STANDARDISASI".
- [4] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, 4e.
- [5] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, "You Only Look Once : Unified , Real-Time Object Detection," 2016, doi: 10.1109/CVPR.2016.91.
- [6] "6. Raspberry_Pi_The_Complete_Manual_8th_Ed_2016.pdf."
- [7] B. Rampai, *METODOLOGI PENELITIAN Akuntansi Dan Manajemen Pendekatan Kuantitatif*.
- [8] Arduino, "Arduino Uno Board Overview," 2022. <https://www.arduino.cc>.
- [9] B. G. Bradski, "The OpenCV Library," no. 11.
- [10] R. Ruelas, "Vision System Prototype for Inspection and Monitoring with a Smart Camera," vol. 18, no. 9, pp. 1614–1622, 2020.
- [11] "Proximity Sensor / Switch," pp. 1–5.
- [12] J. Miguel, P. Mendonça, A. Quelhas, and M. L. P. Caldeira, "Using Computer Vision to Collect Information on Cycling and Hiking Trails Users," 2024.
- [13] L. S. Martinez-rau, Y. Zhang, and G. S. Member, "On-device Anomaly Detection in Conveyor Belt Operations," pp. 1–14, 2025.
- [14] C. Pan, Q. Tao, H. Pei, B. Wang, and W. Liu, "Belt conveyor idler fault detection algorithm based on improved," pp. 1–13, 2025.
- [15] J. Informatika, D. A. N. Teknik, E. Terapan, J. Informatika, D. A. N. Teknik, and E. Terapan, *Jurnal informatika dan teknik elektro terapan*, vol. 12. 2024.
- [16] I. Fatahna, P. Desi, K. Sari, A. N. Kamilah, and R. Wulanningrum, "Implementasi Computer Vision Terhadap Jenis Kualitas Pisang Susu Menggunakan Metode YOLOv8n Berbasis WebApps".
- [17] P. D. Sugiyono, *METODE PENELITIAN KUANTITATIF KUALIFIKATIF DAN R&D*.
- [18] T. Vu, D. Pham, and T. Chang, "ScienceDirect ScienceDirect A YOLO-based Real-time Packaging Defect Detection System," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 217, no. 2022, pp. 886–894, 2023, doi: 10.1016/j.procs.2022.12.285.
- [19] M. S. R. Muhammad Noorazlan Shah Zainudin, Muhammad Idzdiyar Idris, Soh Jun Kang, Tan Ann Chee, Teoh Yu Xian, Jamil Abedalrahman Jamil Alsayaydeh, Sufri Muhammad, "Analysis Detection of Real-Time Metallic Surface Defect using MobileNetv2 and YOLOv3 on Raspberry Pi."