

ALAT PEMISAH KUALITAS TELUR BERDASARKAN WARNA KERABANG BERBASIS YOLO DAN ESP32

Mochammad Akbar Nurdiansyah

Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia

e-mail : mochammad.22058@mhs.unesa.ac.id

Ibrohim, Puput Wanarti Rusimamto, Endryansyah

Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia

e-mail : ibrohim@unesa.ac.id, puputwanarti@unesa.ac.id, endryansyah@unesa.ac.id

Abstrak

Perkembangan dalam teknologi pada otomasi telah mendorong penerapannya dalam berbagai sektor industri, termasuk industri pangan. Telur ayam merupakan salah satu komoditas pangan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Proses penyortiran warna kerabang telur pada umumnya masih dilakukan secara manual, yang berpotensi menimbulkan kesalahan dalam klasifikasi dan rendahnya efisiensi dalam operasional. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi warna kerabang telur dengan algoritma YOLOv8n dengan mikrokontroler ESP32. Sistem dirancang untuk mengidentifikasi warna kerabang telur secara real-time dan mengotomatisasi proses pemisahan menggunakan mekanisme konveyor. Hasil pada pengujian menunjukkan bahwa kecepatan sistem mampu mendeteksi kerabang telur secara akurat serta melakukan pemisahan secara otomatis. Selain itu, sistem terintegrasi dengan aplikasi Blynk untuk melakukan pemantauan dan pencatatan jumlah pada telur yang sudah di sortir. Namun demikian, peningkatan kecepatan pada konveyor dapat mempengaruhi kinerja sistem, yang ditunjukkan oleh penurunan pada akurasi deteksi yang menyebabkan kesalahan deteksi dan munculnya telur yang tidak teridentifikasi. Oleh karena itu, diperlukan optimasi pada sinkronisasi kecepatan konveyor dan model deteksi untuk meningkatkan kinerja pada sistem secara keseluruhan.

Kata Kunci: YOLO, Kerabang Telur, ESP32, Konveyor, Alat sortir

Abstract

Developments in automation technology have driven its application in various industrial sectors, including the food industry. Chicken eggs are one of the food commodities that are widely consumed by the public. The process of sorting egg shell color is generally still done manually, which has the potential to cause errors in classification and low efficiency in operations. This study aims to develop an egg shell color detection system with the YOLOv8n algorithm with the ESP32 microcontroller. The system is designed to identify the color of the eggshell in real-time and automate the separation process using a conveyor mechanism. The results of the test showed that the speed of the system was able to accurately detect egg shells and separate them automatically. In addition, the system is integrated with the Blynk application to monitor and record the number of eggs that have been sorted. Nevertheless, an increase in speed on the conveyor can affect the performance of the system, which is indicated by a decrease in detection accuracy that leads to detection errors and the appearance of unidentified eggs. Therefore, optimization of conveyor speed synchronization and detection models is needed to improve performance on the overall system.

Keywords: YOLO, Eggshell, ESP32, Conveyor, Sorting Tool

PENDAHULUAN

Telur merupakan salah satu sumber bahan pangan yang mengandung protein hewani dan sering dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Telur yang berasal dari ayam ras merupakan telur yang paling sering ditemukan di pasaran (Toha, et al., 2024). Kandungan gizi dalam telur ayam juga sangat banyak seperti protein yang sangat diperlukan oleh tubuh manusia dan juga mengandung asam amino esensial (Siwi, et al., 2023). Telur khususnya ayam ras juga

memiliki harga yang relatif terjangkau yang membuat kebutuhan masyarakat terhadap telur

menjadi tinggi.

Telur memiliki 3 bagian utama, yaitu kerabang telur, putih telur, dan juga kuning telur. Salah satu cara untuk melihat kualitas telur ayam adalah melihat dari kebersihan dan keutuhan kerabangnya. Selain itu, bisa juga dilakukan dengan cara memecahkan kerabang telur untuk melihat kuning dan putih telur, tetapi cara ini tidak efisien karena

jika putih dan kuning telur tidak terlindungi akan mengeluarkan aroma tidak sedap. Alternatif lain adalah melakukan pemilihan dengan melihat warna kerabang telur. Bangsa ayam American dan beberapa bangsa lainnya bertelur coklat. Warna coklat dapat berkaitan dengan kekuatan kerabang karena deposisi pigmen porphyrin yang terbentuk dalam uterus ke kerabang yang berperan sebagai bantalan kristal kalsit yang menyusun kerabang. Semakin coklat warna kerabang telur menunjukkan semakin kuat kerabangnya (Hintono, 2022).

Dalam proses pemisahan atau penyortiran telur masih sering dilakukan secara manual dengan melakukan pengamatan secara visual, sehingga memakan banyak waktu dan tenaga dalam proses penyortiran telur. Metode manual dalam melakukan penyortiran telur dapat digantikan oleh sistem otomatis seperti dalam penelitian sebelumnya yang melakukan perancangan alat sortir telur ayam ras berbasis Internet Of Things telah mengembangkan alat dengan konveyor berjalan dengan sortirisasi menggunakan sensor dan mikrokontroler untuk mendeteksi bobot telur ayam dan juga warna kerabangnya (Mehaz & Hendrawati, 2023). Namun, seiring dengan perkembangan zaman kecerdasan buatan dan computer vision dapat menjadi pendekatan baru dalam otomasi. Terdapat penelitian penggunaan CNN untuk mengklasifikasikan kualitas telur berdasarkan warna kerabang. Penelitian tersebut efektif dalam mengklasifikasikan kualitas telur berdasarkan warna kerabangnya (Nurdiansyah, et al., 2024). Dibanding dengan R-CNN, model YOLO (You Only Look Once) dikenal mampu mendeteksi objek secara cepat dan akurat dan juga memiliki pendeteksian dengan performa yang lebih baik serta bisa melakukan klasifikasi secara real-time (Justam, et al., 2024). Terdapat juga penelitian yang melakukan penerapan algoritma YOLO dalam melakukan klasifikasi warna kerabang telur dan menghasilkan akurasi yang tinggi (Ningsih, et al., 2024). Namun, Penelitian tersebut masih belum diintegrasikan dalam sistem otomasi.

Penyortiran telur berdasarkan warna kerabang pada penelitian ini tidak hanya dikaitkan dengan aspek kualitas fisik telur, tetapi juga mempertimbangkan kebutuhan standarisasi produk di pasar. Dalam industri peternakan dan distribusi telur, warna kerabang sering menjadi parameter preferensi konsumen serta keseragaman produk yang memengaruhi nilai jual telur di pasaran. (Lailatulfath Dkk., 2021) menyebutkan bahwa proses penyortiran telur pada industri peternakan masih dilakukan secara manual berdasarkan standar warna kerabang dan subjektivitas manusia. Oleh karena itu, sistem klasifikasi warna kerabang yang dikembangkan pada penelitian ini bertujuan membantu proses sortasi telur secara otomatis agar diperoleh produk dengan tampilan yang lebih seragam sesuai kebutuhan pasar, sekaligus mendukung efisiensi proses penyortiran pada peternakan maupun distribusi telur.

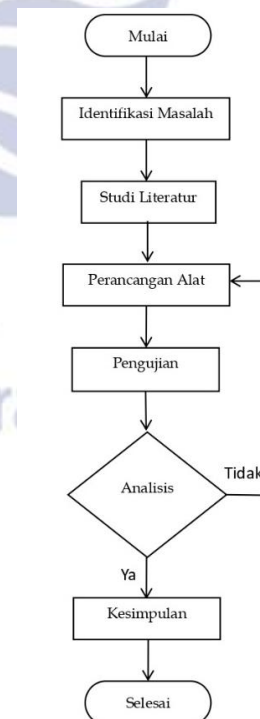
Berdasarkan penjelasan diatas, penelitian ini akan menggunakan YOLO untuk melakukan pendeteksian dan pengklasifikasian kualitas telur berdasarkan warna kerabang. Mikrokontroler ESP32 sebagai sistem

pengendali mekanisme dalam proses pemisahan telur secara otomatis dengan menggerakkan motor servo untuk melakukan pemindahan telur sesuai kategorinya. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi solusi praktis bagi peternak dalam meningkatkan efisiensi dalam produksi. Dengan adanya sistem ini, proses penyortiran telur dapat dilakukan lebih cepat, konsisten dan lebih hemat tenaga. Selain itu, sistem monitoring jarak jauh dan pencatatan jumlah kategori telur secara otomatis dapat membantu dalam pengelolaan stok dan kualitas produk. Penelitian ini juga diharapkan menjadi referensi bagi pengembang teknologi serupa di sektor peternakan lainnya sehingga mampu mendorong modernisasi dalam proses produksi pangan di Indonesia.

METODE

Alur Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan perancangan sistem untuk merancang prototipe alat penyortir objek otomatis dengan konveyor. Desain pada penelitian ini berfokus pada perancangan, implementasi, serta pengujian sistem dengan pendekatan kualitatif dari evaluasi kinerja deteksi dari YOLOv8n yang digunakan untuk mendeteksi warna kerabang telur dengan mengintegrasikan konveyor sebagai penggerak objek dan servo sebagai pemisah. Alur Penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



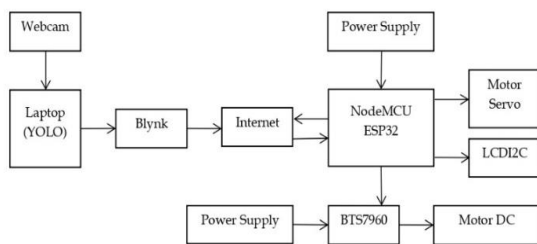
Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Penelitian ini diawali pada proses identifikasi masalah untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada

proses penyortiran telur. Setelah itu akan dilakukan studi literatur dengan mempelajari dari berbagai sumber untuk mengenali yang berkaitan pada penyortiran telur agar penentuan pada komponen dan fitur yang akan digunakan. Informasi yang diperoleh akan digunakan sebagai dasar perancangan alat, yaitu merancang sistem alat pemisah telur yang akan terdiri dari konveyor sebagai pemindah objek, webcam untuk menangkap gambar kerabang telur, servo sebagai pemisah, serta ESP32 sebagai mikrokontroler. Selanjutnya akan dilakukan pengujian untuk mengetahui kinerja alat pemisah telur. Hasil dari pengujian akan dilakukan analisis dan yang terakhir akan dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan analisis yang telah dilakukan.

Perancangan Sistem

Perancangan sistem ini dilakukan agar dapat menjelaskan kebutuhan pada penelitian menjadi rancangan yang jelas dan terstruktur. Tahap ini mencakup aspek perangkat keras dan perangkat lunak dengan rancangan yang terstruktur.



Gambar 2. Blok Diagram

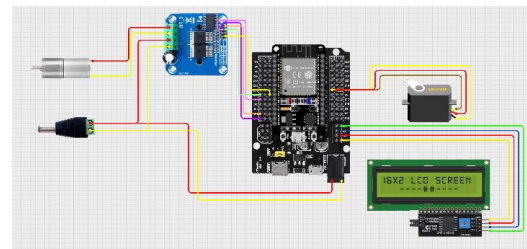
Pada Gambar 2 tahapan perancangan sistem ini melibatkan perancangan perangkat hardware dan perangkat software. Sistem ini menggunakan Node MCU ESP32 sebagai pusat kendali, dengan sistem deteksi objek menggunakan algoritma YOLOv8n, serta motor DC sebagai penggerak konveyor yang bisa diatur kecepatannya menggunakan BTS7960 dan Motor servo sebagai pemisah telur.

Algoritma deteksi objek berbasis deep learning memiliki arsitektur yang kompleks sehingga mutlak membutuhkan sumber daya komputasi yang tinggi untuk pemrosesan (Diwan Dkk., 2022). Lebih lanjut, penelitian (Rey Dkk., 2025) membuktikan bahwa perangkat edge konvensional seperti Raspberry Pi masih memiliki keterbatasan komputasi untuk menjalankan model YOLO secara real-time. Oleh karena itu, arsitektur perangkat keras pada penelitian ini dipisahkan menjadi dua bagian utama Laptop digunakan sebagai pusat pemrosesan citra agar proses ekstraksi fitur YOLO berjalan stabil tanpa frame drop, sedangkan ESP32

didedikasikan sepenuhnya sebagai perangkat kontrol aktuator dan komunikasi IoT. Pemisahan beban kerja ini dilakukan sebagai purwarupa (Proof of Concept) untuk menjamin akurasi sinkronisasi alat pada konveyor kecepatan tinggi.

Perancangan Hardware

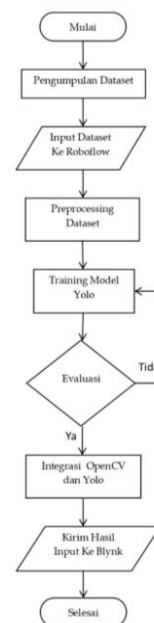
Komponen utama sistem sortir telur pada rangkaian ini terdiri dari ESP32 sebagai mikrokontroler, motor servo sebagai aktuator pemilah, dan LCD12C sebagai penampil status pada sistem. Sedangkan untuk konveyor, ada motor DC sebagai penggerak dan juga BTS7960 sebagai kontrol motor. Seluruh komponen akan disambungkan pada sumber daya yang sesuai agar dapat berjalan dengan stabil. Gambar wiring keseluruhan sistem terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perancangan Hardware

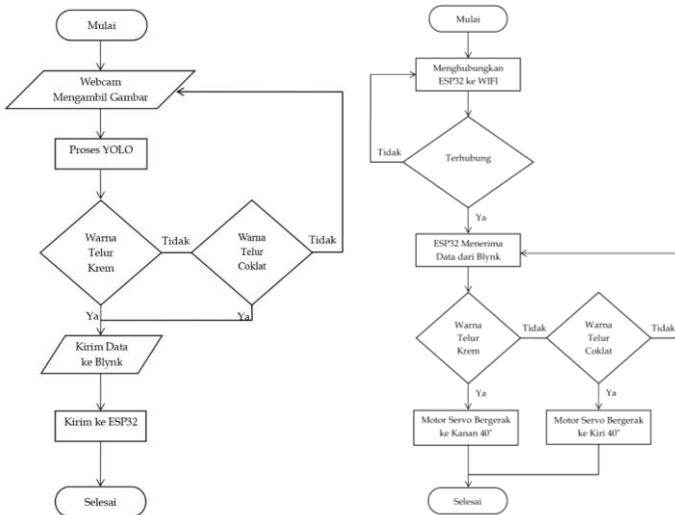
Perancangan Software

Perancangan software bertujuan untuk mengatur gambaran tentang rincian proses deteksi dan pemilihan telur secara otomatis berdasarkan warna kerabang. Model YOLO digunakan sebagai inti sistem dalam proses pendeteksian untuk mengenali warna kerabang. Agar model dapat bekerja dengan baik maka diperlukan tahap perancangan.



Gambar 4. Perancangan Model YOLO

Perancangan pada aplikasi Blynk bertujuan untuk menghubungkan data antara program deteksi YOLO dan mikrokontroler ESP32. Perancangan perangkat lunak pada sisi ESP32 dirancang untuk menerima hasil dari klasifikasi yang sudah dideteksi oleh YOLO dan melakukan perintah untuk penyortiran pada telur.



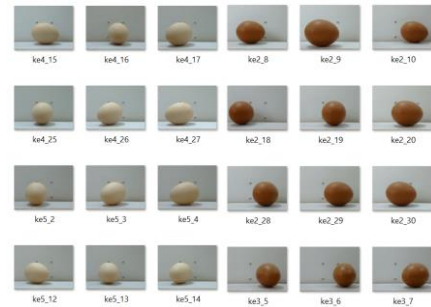
Gambar 5. Perancangan Blynk dan Motor servo

Dapat dilihat pada Gambar 5, aplikasi akan dibuat template dan datastream untuk melakukan penampungan hasil klasifikasi pada YOLO. Bukan hanya sebagai jembatan data antara YOLO dan ESP32, tetapi juga dapat digunakan sehingga setiap kali melakukan deteksi, dapat dilakukan pemantauan secara real-time melalui aplikasi karena nilai virtual pin akan diperbarui secara real-time. Pada penelitian ini menggunakan satu motor servo. Apabila saat pendeteksian warna kerabang telur menunjukkan hasil deteksi berwarna krem, maka motor servo akan bergerak ke kanan 40 derajat. Sedangkan apabila warna yang terdeteksi adalah telur berwarna coklat maka motor servo akan bergerak ke arah kiri 40 derajat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

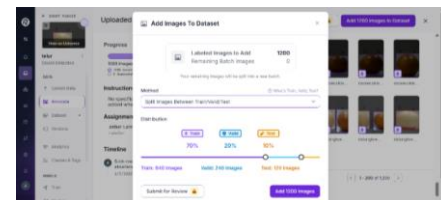
Perancangan dan Pelatihan Model YOLO

Pada penelitian ini pengambilan data dilakukan secara manual menggunakan kamera webcam. Pengambilan gambar dilakukan menggunakan latar belakang putih, seperti pada alat yang akan digunakan dan gambar dikumpulkan dengan kondisi pencahayaan beragam dengan posisi telur berubah-ubah. Dataset yang terkumpul adalah 1200 gambar telur yang, yang terdiri 480 telur krem, 480 telur coklat, dan 240 kombinasi telur krem dan telur coklat. Variasi pada data dilakukan dengan mengubah pencahayaan dan posisi telur pada setiap pengambilan gambar.



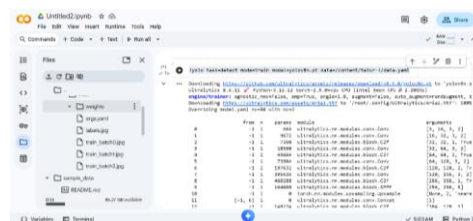
Gambar 6. Hasil Pengambilan data gambar telur

Dapat dilihat pada Gambar 6 yang berisi beberapa gambar telur krem dan telur coklat dari hasil pengambilan data. Dataset yang sudah dikumpulkan akan di pindah ke roboflow untuk proses anotasi yang merupakan proses pemberian bounding box dan label berdasarkan pembagian kelas.



Gambar 7. Proses Pembagian Dataset

Seperti pada Gambar 7, dapat dilihat bahwa setelah dilakukan anotasi, Dataset akan dibagi menjadi 3 bagian untuk dilakukan proses latih di google collabatory dengan perbandingan 70% untuk train, 20% untuk valid dan yang terakhir 10% untuk test. Proses pelatihan menggunakan arsitektur YOLOv8n dapat dilihat pada Gambar 8 bahwa model dilatih selama epoch 100.



Gambar 8. Hasil Proses Pelatihan YOLO

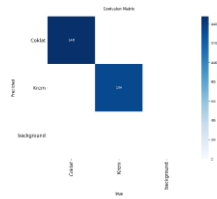
Evaluasi Kinerja Deteksi

Evaluasi kinerja deteksi dilakukan untuk mengetahui kemampuan pendeteksian objek dari arsitektur YOLO yang telah melakukan training. Evaluasi ini menggunakan beberapa parameter dari hasil pengujian model YOLO.

1. Confusion Matrix

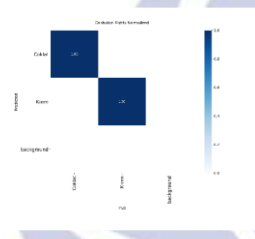
Confusion matrix adalah sebuah tabel yang digunakan untuk mengukur kinerja dari model klasifikasi dalam machine learning (Ningsih, et al., 2024). Matix ini menunjukkan jumlah kelas yang benar dan yang salah dalam melakukan pendeteksian objek yang dilatih. Dari matrix ini dapat dilihat seberapa benar model melakukan

pengklasifikasian setiap kelas.



Gambar 9. Confusion Matrix

Dapat dilihat pada Gambar 9 bawah yang menunjukkan bahwa data uji gambar telur coklat dan telur krem berhasil di klasifikasikan dengan benar tanpa adanya kesalahan. Hal ini menunjukkan bahwa model dapat membedakan dua kelas secara baik.

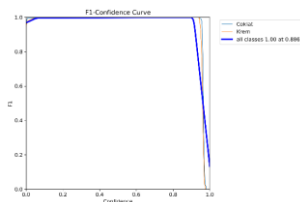


Gambar 10. Confusion Matrix Normalized

Dapat dilihat pada gambar 10 menunjukkan hasil 1.00 untuk masing masing kelas objek deteksi. Hasil ini menunjukkan bahwa model dapat melakukan deteksi secara konsisten yang memperkuat hasil evaluasi sebelumnya menandakan model dapat melakukan klasifikasi antar kelas dengan baik.

2. F1-Score

Berdasarkan hasil evaluasi dari pengujian model YOLO nilai yang didapatkan sangat tinggi yang menunjukkan nilai confidence dan keseimbangan precision recall sangat optimal yang dapat dilihat pada gambar 4.6 yang menunjukkan nilai maksimum 1.0 dengan threshold 0.886.

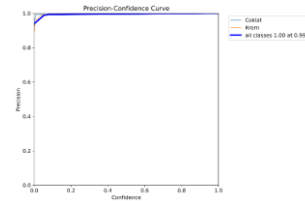


Gambar 11. F1-Confidence Curve

3. Precision Recall

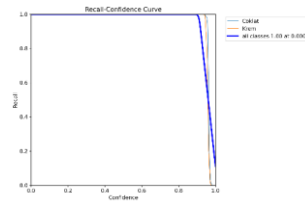
Pada hasil pengujian, Model YOLO dapat menghasilkan nilai precision yang sangat tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa model yang dilatih dapat melakukan ketepatan model secara optimal dalam melakukan prediksi objek. Dapat dilihat pada Gambar 12. yang menunjukkan

nilai 1.00 pada confidence threshold 0.991.



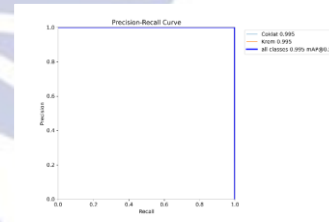
Gambar 12. Precision Confidence Curve

Pada hasil pengujian latihan model nilai dari recall yang diperoleh sangat tinggi, yang berarti model yang dilatih dapat mendeteksi keseluruhan objek yang dideteksi. Dapat dilihat pada Gambar 13. yang menunjukkan angka 1.00.



Gambar 13. Recall Confidence Curve

Berdasarkan precision recall yang didapati pada saat pelatihan model deteksi, Terlihat bahwa model dapat mempertahankan nilai dari precision dan recall yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa model dapat melakukan pendeteksian dengan performa yang stabil dan tidak terlalu sensitif dalam perubahan objek.



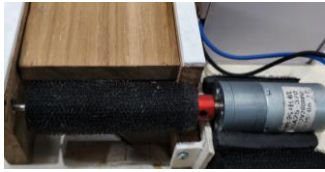
Gambar 14. Precision Recall Curve

Dapat dilihat pada Gambar 14 model dapat mempertahankan nilai precision dan recall sangat tinggi dan menunjukkan nilai 0.995. Secara keseluruhan hasil dari evaluasi yang didapati saat melatih model YOLO seperti Precision, Recall dan F1 Score menunjukkan bahwa model dapat melakukan pendeteksian secara baik dan layak dalam performa yang akan dibutuhkan sebagai pengambil keputusan dalam pemilihan telur.

C. Pengujian Deteksi pada Variasi Kecepatan

Setelah melakukan evaluasi terhadap pengujian deteksi pada model yang akan digunakan, langkah selanjutnya adalah pengujian deteksi pada variasi kecepatan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan

kecepatan motor terhadap model deteksi yang akan digunakan.



Gambar 15. Sambungan Motor ke Pulley Conveyor

Dapat dilihat pada Gambar 15 Poros motor memiliki diameter 3.5 mm terhubung dengan flexible shaft coupling dengan batang AS 3 mm yang terhubung dengan pulley pipa berdiameter 2 cm sebagai pemutar belt conveyor. Pengujian ini menggunakan motor DC 12 V dengan berkecepatan nominal 280 RPM yang akan digunakan sebagai penggerak konveyor. Kecepatan motor akan dikendalikan menggunakan PWM untuk menghasilkan beberapa variasi kecepatan.

Tabel 1. Hasil Pengujian pada Kecepatan 25%

Kecepatan 25%				
No	Warna Telur	Terdeteksi	Keterangan	Confidence
1	Krem	Krem	Benar	0.95
2	Krem	Krem	Benar	0.95
3	Krem	Krem	Benar	0.96
4	Krem	Krem	Benar	0.96
5	Krem	Krem	Benar	0.96
6	Krem	Krem	Benar	0.96
7	Krem	Krem	Benar	0.95
8	Krem	Krem	Benar	0.95
9	Krem	Krem	Benar	0.96
10	Krem	Krem	Benar	0.96
11	Krem	Krem	Benar	0.96
12	Krem	Krem	Benar	0.96
13	Krem	Krem	Benar	0.96
14	Krem	Krem	Benar	0.97
15	Krem	Krem	Benar	0.97
16	Krem	Krem	Benar	0.96
17	Krem	Krem	Benar	0.96
18	Krem	Krem	Benar	0.96
19	Krem	Krem	Benar	0.96
20	Krem	Krem	Benar	0.97
21	Coklat	Coklat	Benar	0.96
22	Coklat	Coklat	Benar	0.95
23	Coklat	Coklat	Benar	0.97
24	Coklat	Coklat	Benar	0.96
25	Coklat	Coklat	Benar	0.96
26	Coklat	Coklat	Benar	0.96
27	Coklat	Coklat	Benar	0.95
28	Coklat	Coklat	Benar	0.95
29	Coklat	Coklat	Benar	0.95
30	Coklat	Coklat	Benar	0.95
31	Coklat	Coklat	Benar	0.96
32	Coklat	Coklat	Benar	0.95
33	Coklat	Coklat	Benar	0.95
34	Coklat	Coklat	Benar	0.95

Kecepatan 25%				
No	Warna Telur	Terdeteksi	Keterangan	Confidence
35	Coklat	Coklat	Benar	0.96
36	Coklat	Coklat	Benar	0.95
37	Coklat	Coklat	Benar	0.96
38	Coklat	Coklat	Benar	0.95
39	Coklat	Coklat	Benar	0.96
40	Coklat	Coklat	Benar	0.95

Berdasarkan hasil pengujian 25% yang dapat dilihat pada Tabel 1 Sistem mampu mengklasifikasikan seluruh objek berwarna krem dan coklat dengan benar tanpa adanya kesalahan dalam melakukan klasifikasi. Rata-rata Nilai confidence yang dihasilkan adalah 0.95 dengan akurasi 100%.

Tabel 2. Hasil Pengujian pada Kecepatan 50%

Kecepatan 50%				
No	Warna Telur	Terdeteksi	Keterangan	Confidence
1	Krem	Krem	Benar	0.94
2	Krem	Krem	Benar	0.94
3	Krem	Krem	Benar	0.92
4	Krem	Krem	Benar	0.94
5	Krem	Krem	Benar	0.95
6	Krem	Krem	Benar	0.95
7	Krem	Krem	Benar	0.94
8	Krem	Krem	Benar	0.94
9	Krem	Krem	Benar	0.95
10	Krem	Krem	Benar	0.94
11	Krem	Krem	Benar	0.95
12	Krem	Krem	Benar	0.93
13	Krem	Krem	Benar	0.95
14	Krem	Krem	Benar	0.94
15	Krem	Krem	Benar	0.96
16	Krem	Krem	Benar	0.94
17	Krem	Krem	Benar	0.95
18	Krem	Krem	Benar	0.95
19	Krem	Krem	Benar	0.93
20	Krem	Krem	Benar	0.92
21	Coklat	Coklat	Benar	0.94
22	Coklat	Coklat	Benar	0.91
23	Coklat	Coklat	Benar	0.94
24	Coklat	Coklat	Benar	0.94
25	Coklat	Coklat	Benar	0.95
26	Coklat	Coklat	Benar	0.94
27	Coklat	Coklat	Benar	0.94
28	Coklat	Coklat	Benar	0.96
29	Coklat	Coklat	Benar	0.95
30	Coklat	Coklat	Benar	0.93
31	Coklat	Coklat	Benar	0.88
32	Coklat	Coklat	Benar	0.94
33	Coklat	Krem	Salah	-
34	Coklat	Coklat	Benar	0.94
35	Coklat	Coklat	Benar	0.96
36	Coklat	Coklat	Benar	0.91
37	Coklat	Coklat	Benar	0.92
38	Coklat	Coklat	Benar	0.94
39	Coklat	Coklat	Benar	0.93
40	Coklat	Coklat	Benar	0.91

Pada hasil pengujian 50% yang dapat dilihat pada Tabel 2 yang dimana sistem mampu mengklasifikasikan seluruh objek berwarna krem dengan benar tanpa adanya kesalahan dalam melakukan klasifikasi. Namun, pada objek yang berwarna coklat masih terdapat 1 data yang terklasifikasikan sebagai telur berwarna krem. Rata-rata nilai confidencenya adalah 0.94 dengan akurasi 97%.

Tabel 3. Hasil Pengujian pada Kecepatan 75%

Kecepatan 75%				
No	Warna Telur	Terdeteksi	Keterangan	Confidence
1	Krem	Krem	Benar	0.94
2	Krem	Krem	Benar	0.88
3	Krem	Krem	Benar	0.94
4	Krem	Krem	Benar	0.74
5	Krem	Krem	Benar	0.94
6	Krem	Krem	Benar	0.92
7	Krem	Krem	Benar	0.71
8	Krem	Krem	Benar	0.94
9	Krem	Krem	Benar	0.86
10	Krem	Krem	Benar	0.92
11	Krem	Krem	Benar	0.93
12	Krem	Krem	Benar	0.90
13	Krem	Krem	Benar	0.91
14	Krem	Krem	Benar	0.92
15	Krem	Krem	Benar	0.95
16	Krem	Krem	Benar	0.84
17	Krem	Krem	Benar	0.92
18	Krem	Krem	Benar	0.95
19	Krem	Krem	Benar	0.93
20	Krem	Krem	Benar	0.93
21	Coklat	Coklat	Benar	0.90
22	Coklat	Coklat	Benar	0.93
23	Coklat	Coklat	Benar	0.94
24	Coklat	Krem	Salah	-
25	Coklat	Krem	Salah	-
26	Coklat	Krem	Salah	-
27	Coklat	Coklat	Benar	0.85
28	Coklat	Coklat	Benar	0.89
29	Coklat	Coklat	Benar	0.93
30	Coklat	Coklat	Benar	0.93
31	Coklat	Coklat	Benar	0.91
32	Coklat	Coklat	Benar	0.84
33	Coklat	Coklat	Benar	0.88
34	Coklat	Coklat	Benar	0.94
35	Coklat	Coklat	Benar	0.75
36	Coklat	Coklat	Benar	0.60
37	Coklat	Coklat	Benar	0.95
38	Coklat	Coklat	Benar	0.93
39	Coklat	Coklat	Benar	0.96
40	Coklat	Coklat	Benar	0.94

Berdasarkan pada Tabel 3 diatas, saat konveyor bergerak dengan kecepatan 75%, Seluruh telur berwarna krem berhasil terdeteksi sesuai dengan warna aslinya, namun kesalahan deteksi ditemukan pada telur berwarna coklat banyak tiga kali. Rata-rata nilai confidence adalah 0.89 dengan akurasi 92%.

Tabel 4. Hasil Pengujian pada Kecepatan 100%

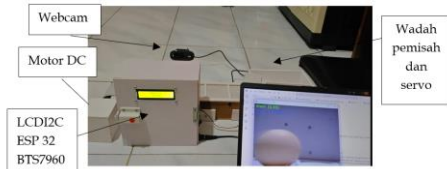
Kecepatan 75%				
No	Warna Telur	Terdeteksi	Keterangan	Confidence
1	Krem	Krem	Benar	0.73
2	Krem	Krem	Benar	0.94
3	Krem	Krem	Benar	0.65
4	Krem	Krem	Benar	0.58
5	Krem	Tidak terdeteksi	Salah	-
6	Krem	Krem	Benar	0.90
7	Krem	Krem	Benar	0.92
8	Krem	Krem	Benar	0.86
9	Krem	Krem	Benar	0.93
10	Krem	Krem	Benar	0.91
11	Krem	Krem	Benar	0.88
12	Krem	Krem	Benar	0.94
13	Krem	Krem	Benar	0.87
14	Krem	Krem	Benar	0.95
15	Krem	Krem	Benar	0.92
16	Krem	Krem	Benar	0.94
17	Krem	Krem	Benar	0.87
18	Krem	Krem	Benar	0.95
19	Krem	Krem	Benar	0.92
20	Krem	Krem	Benar	0.94
21	Coklat	Tidak terdeteksi	Salah	-
22	Coklat	Coklat	Benar	0.69
23	Coklat	Coklat	Benar	0.81
24	Coklat	Coklat	Benar	0.93
25	Coklat	Coklat	Benar	0.92
26	Coklat	Krem	Salah	-
27	Coklat	Krem	Salah	-
28	Coklat	Coklat	Benar	0.92
29	Coklat	Krem	Salah	-
30	Coklat	Krem	Salah	-
31	Coklat	Krem	Salah	-
32	Coklat	Tidak terdeteksi	Salah	-
33	Coklat	Tidak terdeteksi	Salah	-
34	Coklat	Coklat	Benar	0.38
35	Coklat	Krem	Salah	-
36	Coklat	Coklat	Benar	0.94
37	Coklat	Coklat	Benar	0.94
38	Coklat	Coklat	Benar	0.58
39	Coklat	Coklat	Benar	0.60
40	Coklat	Coklat	Benar	0.91

Berdasarkan pada Tabel 4 diatas, saat konveyor bergerak dengan kecepatan 100%, Seluruh telur berwarna krem berhasil terdeteksi sesuai dengan warna aslinya, namun kesalahan deteksi ditemukan pada telur berwarna coklat banyak 6 kali. Rata-rata nilai confidence adalah 0.84 dengan akurasi 75%.

Penurunan akurasi pada kecepatan konveyor yang lebih tinggi disebabkan oleh adanya getaran yang membuat

perubahan pada telur dan mengakibatkan terjadinya motion blur pada gambar yang diperoleh. (Zheng dkk., 2021) menunjukkan bahwa kondisi motion blur pada gambar dapat menurunkan performa deteksi karena objek menjadi kurang jelas. Untuk mengatasi hal tersebut, dapat dilakukan perbaikan dengan pemasangan egg holder agar telur yang berjalan dapat lebih stabil dalam pergerakannya serta menggunakan konveyor yang lebih rigid untuk meminimalkan getaran.

D. Pengujian Keseluruhan Sistem



Gambar 16. Implementasi Keseluruhan Sistem

Pengujian menggunakan konveyor sebagai media pergerakan dari objek menuju area penyortiran. Kecepatan akan diatur sebesar 25% dari Motor DC 280 RPM untuk memastikan objek dapat terdeteksi dengan baik oleh YOLO, Karena berdasarkan hasil pengujian variasi kecepatan yang telah dilakukan, kondisi tersebut memberikan performa terbaik dengan tingkat akurasi klasifikasi mencapai 100%.. Webcam akan menangkap gambar objek saat berada pada area deteksi yang sudah ditentukan, kemudian gambar akan di proses menggunakan YOLOv8n untuk menentukan klasifikasi warna telur.

Hasil dari klasifikasi tersebut akan digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan untuk menggerakkan servo yang akan menjadi aktuator pemisah objek. Apabila objek terdeteksi berwarna krem, maka servo akan bergerak ke kanan, sedangkan jika terdeteksi warna coklat, maka servo akan bergerak ke kiri.

Tabel 4. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Kecepatan 25%				
No	Warna Telur	Terdeteksi	Servo	Keterangan
1	Coklat	Coklat	Kiri	Sesuai
2	Coklat	Coklat	Kiri	Sesuai
3	Coklat	Coklat	Kiri	Sesuai
4	Krem	Krem	Kanan	Sesuai
5	Krem	Krem	Kanan	Sesuai
6	Coklat	Coklat	Kiri	Sesuai
7	Coklat	Coklat	Kiri	Sesuai
8	Coklat	Coklat	Kiri	Sesuai
9	Krem	Krem	Kanan	Sesuai
10	Krem	Krem	Kanan	Sesuai
11	Coklat	Coklat	Kiri	Sesuai
12	Coklat	Coklat	Kiri	Sesuai
13	Coklat	Coklat	Kiri	Sesuai
14	Coklat	Coklat	Kiri	Sesuai
15	Krem	Krem	Kanan	Sesuai

Kecepatan 25%				
No	Warna Telur	Terdeteksi	Servo	Keterangan
16	Coklat	Coklat	Kiri	Sesuai
17	Krem	Krem	Kanan	Sesuai
18	Coklat	Coklat	Kiri	Sesuai
19	Krem	Krem	Kanan	Sesuai
20	Coklat	Coklat	Kiri	Sesuai
21	Krem	Krem	Kanan	Sesuai
22	Coklat	Coklat	Kiri	Sesuai
23	Krem	Krem	Kanan	Sesuai
24	Krem	Krem	Kanan	Sesuai
25	Coklat	Coklat	Kiri	Sesuai
26	Krem	Krem	Kanan	Sesuai
27	Coklat	Coklat	Kiri	Sesuai
28	Krem	Krem	Kanan	Sesuai
29	Coklat	Coklat	Kiri	Sesuai
30	Coklat	Coklat	Kiri	Sesuai
31	Coklat	Coklat	Kiri	Sesuai
32	Coklat	Coklat	Kiri	Sesuai
33	Krem	Krem	Kanan	Sesuai
34	Krem	Krem	Kanan	Sesuai
35	Krem	Krem	Kanan	Sesuai
36	Krem	Krem	Kanan	Sesuai
37	Krem	Krem	Kanan	Sesuai
38	Krem	Krem	Kanan	Sesuai
39	Krem	Krem	Kanan	Sesuai
40	Krem	Krem	Kanan	Sesuai

Berdasarkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 5 sistem dapat bekerja secara konsisten. Telur yang bergerak pada konveyor dapat terdeteksi dengan baik oleh sistem, Servo juga berfungsi dengan baik yang memberikan respon sesuai berdasarkan hasil klasifikasi telur.



Gambar 17. Penampilan pada Aplikasi Blynk

Pada Gambar 17 dapat dilihat bahwa aplikasi blynk menunjukkan kesesuaian dalam penghitungan klasifikasi telur yang dideteksi. Data jumlah telur berwarna coklat dan krem yang telah terdeteksi oleh YOLOv8n ditampilkan secara real time pada Blynk sehingga. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah bekerja sesuai dengan perancangan dan mampu mengintegrasikan proses deteksi YOLOv8n dengan mekanisme pemisahan telur dengan baik.

PENUTUP

Simpulan

Hasil dari evaluasi training menggunakan 1200 gambar dengan 100 epoch menunjukkan bawah model deteksi memiliki performa yang baik dengan F1-Score menunjukkan nilai maksimum 1.0 dengan threshold 0.886 dan nilai mean Average Precision 0.955. Confusion matrix juga menunjukkan bawah tidak adanya kesalahan dalam melakukan klasifikasi antar kelas selama pelatihan.

Motor DC yang digunakan pada koveyor memiliki kecepatan maksimum sebesar 280 rpm. Berdasarkan hasil pengujian pada kecepatan 25% tidak ditemukan kesalahan dalam proses deteksi. Pada kecepatan 50% ditemukan satu kesalahan dalam proses deteksi. Peningkatan kecepatan konveyor menjadi 75%, jumlah kesalahan meningkat menjadi tiga kesalahan dalam proses deteksi. Selanjutnya pada kecepatan 100% kinerja sistem deteksi menurun dengan ditemukannya 4 objek yang tidak terdeteksi dan 6 objek yang salah deteksi. Hasil ini menunjukkan bahwa pada kecepatan tinggi menyebabkan objek tidak tertangkap pada setiap frame, sehingga meningkatkan kesalahan dalam pendeteksian kerabang telur.

Hasil pengujian menunjukkan bawah sistem deteksi dan otomasi pemisahan kualitas telur berdasarkan warna kerabang dapat dirancang dan diimplementasikan dengan mengintegrasikan webcam sebagai penangkap gambar, model deteksi YOLOv8n, Servo sebagai pemisah telur, konveyor sebagai pemindah objek, aplikasi blynk sebagai media pemantauan data penghitungan.

Saran

Dari hasil pengujian pada penelitian ini, terdapat beberapa hal yang akan disarankan untuk penelitian selanjutnya adalah menggunakan jumlah telur fisik yang lebih banyak dengan variasi bentuk, ukuran dan tingkat kebersihan pada permukaan agar sistem lebih kompleks. Disarankan menggunakan Jetson sebagai perangkat pemrosesan untuk meningkatkan efisiensi dalam sistem. Serta dapat Menggunakan mekanisme pemisahan yang lebih presisi dan cepat untuk meningkatkan kecepatan dan keakuratan dalam proses penyortiran.

DAFTAR PUSTAKA

Anggraini, R., Antony, F. & Praditya, N. W. P. Y., 2024. Perancangan Sistem Pendeteksi Kualitas Telur Ayam Berbasis Iot (Internet Ofthings) Menggunakan Mikrokontroler Esp32. *Journal of Intelligent Networks and IoT Global*, 2(2), pp. 50-59.

Anggraini, S. N. & Hanif, K. H., 2025. Prototype Conveyor Sederhana untuk Deteksi Objek Secara Real-time dengan Algoritma YOLOv4. *Jurnal Borneo Informatika & Teknik komputer*, 5(1), pp. 50-53.

Astuti, R., Rismawan, T. & Suhery, C., 2025. Rancang Bangun Pemilah Telur Fertil dan Infertil Pada Telur Bebek. *Coding : Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 13(1), pp. 13-24.

Diwan, T., Anirudh, G. and Tembhurne, J.V., 2023. Object detection using YOLO: challenges, architectural successors, datasets and applications. *Multimedia Tools and Applications*, 82(6), pp.9243–9275. doi:10.1007/s11042-022-13644-y.

Fatayati, I. et al., 2023. Gambaran Cemarannya Mikrobakterhadap Masa Simpan Dan Kebersihan Penyimpanan Telur Ayam Ras. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 2(5), pp. 1674-1683.

Harjanto, S. A., Nurhaliza, M. & Sagala, J. H. T., 2024. Optimalisasi Deteksi Anomali Untuk Pemfilteran Log dan Integrasi Dengan. *Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(7), pp. 266-275.

Hintono, A., 2022. Ilmu Pengetahuan Telur. 0 ed. Semarang: UNDIP Press Semarang.

Justam, et al., 2024. Perbandingan Kinerja YOLO vs Faster R-CNN untuk Deteksi & Estimasi Berat Ikan. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi dan Teknik Informatika (JISTI)*, 7(2), pp. 67-76.

Lestari, A. & Candra, O., 2021. Sistem Otomasi Pensortiran Barang berbasis Arduino Uno. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro)*, 7(1), pp. 27-36.

Lailatulfath, N., Rahmah, M., Sutanto, W. and Nadhira, V., 2021. Prototipe alat penyortir telur berdasarkan warna dan ukuran. *Jurnal Otomasi, Kontrol dan Instrumentasi*, 13(2). ISSN 2085-2517.

Maulida, N., 2022. KLASIFIKASI Penurunan Kualitas Telur Ayam Ras, Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Mehaz, A. Z. & Hendrawati, T. D., 2023. Perancangan Alat Sortir Telur Ayam Ras. *SEMNASITERA (Seminar Nasional Teknologi dan Riset Terapan)*, 5(), pp. 387-395.

Moktar, M. H., Mohamed, H., Hajjaj, S. S. h. & Baharuddin, M. Z., 2025. Medical waste sorting machine. *Journal of Engineering and Applied Science*, 71(1), p. 86.

Ningsih, S. A., Sutiani, R. A., Ulandari, N. M. S. & Saputra, R. A., 2024. Penerapan Algoritma Yolo Untuk Mendeteksi Kualitas Telur Ayam Berdasarkan Warna Cangkang. *METHODIKA: Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 10(2), pp. 35-39.

- Nurdiansyah, F., Kadir, S. F., Ismail, A. & Ursaputra, L., 2024. Penerapan Convolutional Neural Network Untuk Deteksi Kualitas Telur Ayam Ras Berdasarkan Warna Cangkang. *Jurnal Mnemonic*, 7(1), pp. 40-47.
- Rey, L., Bernardos, A.M., Dobrzycki, A.D., Carramiñana, D., Bergesio, L., Besada, J.A. and Casar, J.R., 2025. A Performance Analysis of You Only Look Once Models for Deployment on Constrained Computational Edge Devices in Drone Applications. *Electronics*, 14(3), p.638. doi:10.3390/electronics14030638.
- Robbani, M. A., 2023. *Analisa Perancangan Dan Pembuatan Conveyor*, Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Rokhayati, U. A., 2023. Pengaruh Lama Simpan Terhadap Berat Telur dan Kerabang Telur Ayam Ras. *Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian*, 20(2), pp. 163-168.
- Roman, A., 2024. *Rancang Bangun Sistem Pemilah Sampah Secara, s.l.: (Doctoral dissertation, Universitas Dinamika)*.
- Rusimamto, P. W. et al., 2021. Implementation of arduino pro mini and ESP32 cam for temperature monitoring on automatic thermogun IoT-based. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 23(3), pp. 1366-1375.
- Saepudin, Sujana, N., Mutoffar, M. M. & Haryanto, A. A., 2024. Analisis Kinerja Yolov8 Optimalisasi Roboflow Untuk Deteksi Ekspresi Wajah Emosional Dengan Machine Learning. *Naratif : Jurnal Ilmiah Nasional Riset Aplikasi dan Teknik Informatika*, Volume 6, pp. 115-124.
- Siwi, D. R., Pratiwi, R. H. & Shafa, N., 2023. Analisa Kandungan Bakteri Salmonella sp. pada Telur Ayam dari Pasar Tradisional di Jakarta Selatan. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(2), pp. 17-22.
- Toha, L. R. W. et al., 2024. Penyuluhan Kesehatan Masyarakat Veteriner Tentang Bahaya Kontaminan Telur. *Jurnal Media Tropika*, 4(1), pp. 17-21.
- Virgiawan, D. A., 2024. *Pengenalan Bahasa Isyarat Menggunakan Deteksi Objek Deep Learning, S.L.: Universitas Muhammadiyah Makassar*.
- Yuliani, F., 2022. *Analisis Dan Implementasi Object Tracking Pada, S.L.: Universitas Islam Indonesia*.
- Zheng, S., Wu, Y., Jiang, S., Lu, C. and Gupta, G., 2021. Deblur-YOLO: Real-Time Object Detection with Efficient Blind Motion Deblurring. In: 2021 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN). IEEE, pp. 1–8.