

IMPLEMENTASI MODEL YOLOv8 UNTUK KLASIFIKASI SAMPAH ORGANIK DAN DAUR ULANG MENGGUNAKAN DATASET TERANOTASI MANUAL

Muhammad Faqih Al Firdaus, Reni Rahmadewi

Teknik Elektro, Universitas Singaperbangsa Karawang

JL HS Ronggo Waluyo, Purseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361, Indonesia

2110631160053@student.unsika.ac.id

ABSTRAK

Pengelolaan sampah yang kurang optimal masih menjadi permasalahan serius di berbagai daerah, terutama karena proses pemilahan yang masih dilakukan secara manual dan tidak efisien. Hal ini menyebabkan tingginya pencemaran lingkungan serta rendahnya tingkat daur ulang. Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan menjadi solusi yang menjanjikan dalam mengklasifikasikan sampah secara otomatis dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan model YOLOv8 berbasis deep learning dari Ultralytics guna mendeteksi dan mengklasifikasikan sampah menjadi dua kategori utama, yaitu organik dan daur ulang (recyclable). Dataset yang digunakan terdiri dari 698 gambar beresolusi 640x640 piksel yang diunduh dari sumber terbuka Kaggle dan dilabeli secara manual menggunakan platform Roboflow, dengan pembagian data train, validasi, dan uji masing-masing 70%, 20%, dan 10%. Pelatihan model dilakukan selama 100 epoch menggunakan YOLOv8, yang menghasilkan performa deteksi tinggi dengan rata-rata presisi dan recall sebesar 99,5% pada kedua kelas. Visualisasi confusion matrix dan precision-recall curve memperkuat stabilitas serta akurasi model. Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis YOLOv8 efektif dalam mendukung sistem klasifikasi sampah otomatis sebagai bagian dari solusi smart waste management.

Kata kunci : YOLOv8, Roboflow, Kaggle

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah yang efektif merupakan tantangan besar di Indonesia, terutama dengan meningkatnya jumlah sampah yang dihasilkan setiap tahunnya. Menurut data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), pada tahun 2022, Indonesia menghasilkan sekitar 36 juta ton sampah, namun hanya sekitar 62% yang berhasil dikelola dengan baik [1]. Salah satu kendala utama dalam pengelolaan sampah adalah proses pemilihan yang masih dilakukan secara manual, menyebabkan inefisiensi dan meningkatnya pencemaran lingkungan akibat pembuangan sampah yang tidak terkelola dengan baik [2].

Klasifikasi sampah merupakan langkah awal yang sangat krusial dalam proses pengelolaan limbah. Tanpa klasifikasi yang tepat, sampah organik dan anorganik akan bercampur, sehingga menyulitkan proses daur ulang dan mempercepat pencemaran lingkungan. Sampah organik yang seharusnya dapat dijadikan kompos akan terkontaminasi bahan berbahaya, sementara sampah anorganik seperti plastik yang bernilai daur ulang tinggi akan terbuang sia-sia. Oleh karena itu, klasifikasi sampah secara otomatis menjadi kebutuhan mendesak dalam mendukung pengelolaan sampah yang efisien dan ramah lingkungan.

Sampah secara umum dikategorikan menjadi dua jenis utama, yaitu sampah organik dan sampah anorganik (termasuk sampah yang dapat didaur ulang). Sampah organik berasal dari sisa makhluk hidup seperti tumbuhan dan hewan, sedangkan sampah anorganik mencakup bahan-bahan seperti plastik, logam, dan kaca yang dapat didaur ulang [3].

Pemilihan yang tepat antara kedua jenis sampah ini sangat penting untuk mendukung proses daur ulang dan pengelolaan limbah yang berkelanjutan.

Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dan pembelajaran mendalam (*Deep Learning*) telah digunakan untuk mengatasi permasalahan dalam pengelolaan sampah. Salah satu algoritma yang menunjukkan performa tinggi dalam deteksi objek secara real-time adalah YOLO (*You Only Look Once*). Versi terbaru, YOLOv8, menawarkan peningkatan dalam akurasi dan kecepatan deteksi dibandingkan pendahulunya [4].

Beberapa penelitian telah mengimplementasikan YOLOv8 untuk deteksi dan klasifikasi sampah. Misalnya, Prasetyo dan Pratiwi (2025) mengembangkan model YOLOv8 untuk mendeteksi sampah organik dan anorganik, dengan hasil menunjukkan performa yang baik dalam berbagai kondisi pencahayaan dan resolusi gambar [5]. Penelitian lain oleh Ramdan dan Asriyanik (2024) menggunakan YOLOv8 untuk mendeteksi berbagai jenis sampah dan menunjukkan bahwa model ini dapat mencapai akurasi hingga 86,5% [6].

Meskipun telah ada beberapa penelitian terkait, masih terdapat kebutuhan untuk mengembangkan sistem deteksi dan klasifikasi sampah yang lebih efisien dan akurat, khususnya dalam konteks pemilihan sampah organik dan daur ulang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan model YOLOv8 menggunakan dataset teranotasi manual untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan sampah menjadi dua kategori utama: organik dan daur ulang. Diharapkan, hasil

penelitian ini dapat mendukung Pengembangan sistem pemilihan sampah otomatis yang lebih efektif dan efisien.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pencemaran lingkungan akibat peningkatan volume sampah, baik organik maupun non-organik, menjadi salah satu isu lingkungan yang mendesak untuk ditangani. Sampah organik seperti sisa makanan dan daun dapat menimbulkan bau serta menjadi sumber penyakit jika tidak ditangani dengan baik. Di sisi lain, sampah *recyclable* seperti plastik, kertas, dan logam dapat mencemari lingkungan dalam jangka waktu yang lama apabila tidak didaur ulang [7].

Pemisahan dan pengelolaan sampah berdasarkan jenisnya menjadi salah satu Solusi yang penting, namun pelaksanaannya masih menghadapi banyak kendala, terutama dalam proses identifikasi jenis sampah secara otomatis. Oleh karena itu, dibutuhkan teknologi pendukung yang mampu Melakukan deteksi objek secara real-time dengan akurasi tinggi.

Salah satu pendekatan dalam bidang kecerdasan buatan yang telah terbukti efektif dalam mengenali objek adalah *Computer Vision*, khususnya dengan menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) [8]. CNN memungkinkan model untuk memahami pola visual dalam citra dan telah banyak digunakan dalam bidang deteksi wajah, pengenalan kendaraan, serta klasifikasi objek pada sistem otomatisasi [9].

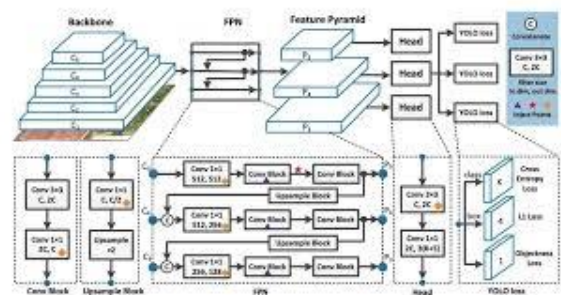
YOLO (*You Only Look Once*) merupakan salah satu algoritma object detection berbasis CNN yang terkenal karena kecepatan dan akurasi dalam mendeteksi berbagai objek dalam satu kali proses input citra. Versi terbarunya, yaitu YOLOv8, menawarkan peningkatan performa dengan menggunakan pendekatan *anchor-free*, memungkinkan prediksi bounding box langsung pada pusat objek [10]. Hal ini menjadikan YOLOv8 lebih efisien dalam mengenali objek dengan variasi bentuk, ukuran, dan posisi.

YOLOv8 juga terbukti unggul dalam kondisi pencahayaan rendah, gambar kabur, serta deteksi objek kecil [11]. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa YOLOv8 dapat digunakan untuk mendeteksi jenis sampah secara spesifik, termasuk sampah organik seperti sisa makanan serta sampah *recyclable* seperti plastik dan botol minuman [12]. Namun demikian, deteksi terhadap sampah berbahan logam atau yang tempelem Sebagian masih menjadi tantangan tersendiri karena keterbatasan visual dan pencahayaan [10].

Pengguna YOLOv8 dalam sistem deteksi sampah memberikan potensi besar dalam Pengembangan teknologi pengelolaan sampah otomatis, terutama dalam mendukung sistem pemilihan awal, pengawasan lingkungan, serta implementasi pada robot pembersih atau sistem pengawasan berbasis drone [12].

2.1. Arsitektur YOLOv8

YOLOv8 (*You Only Look Once* versi 8) merupakan algoritma deteksi objek terkini yang dikembangkan oleh Ultralytics dan dirilis pada awal tahun 2023. YOLOv8 mengadopsi pendekatan *anchor-free*, yang berarti deteksi tidak lagi mengandalkan *anchor boxes*, melainkan langsung memprediksi titik pusat objek. Ini membuat proses deteksi menjadi lebih ringan dan cepat, serta mengurangi kesalahan prediksi akibat *anchor mismatch* [4].



Gambar 1. Bentuk Arsitektur YOLOv8

Arsitektur YOLOv8 terdiri atas tiga komponen utama, yaitu:

- Backbone:** menggunakan CSPDarknet atau varian EfficientNet yang berfungsi mengekstraksi fitur penting dari citra masukan.
- Neck:** mengintegrasikan Feature Pyramid Network (FPN) dan path Aggregation Network (PAN) untuk menggabungkan informasi dari berbagai skala fitur, memperkuat deteksi terhadap objek kecil hingga besar.
- Head:** Bertugas menghasilkan output akhir berupa prediksi bounding box, kelas objek, dan confidence score dengan cara yang lebih adaptif terhadap variasi ukuran dan bentuk objek.

Keunggulan YOLOv8 juga terletak pada kemampuan adaptasi terhadap lingkungan yang kompleks, seperti citra dengan pencahayaan tidak merata, kabur, atau objek yang tertumpuk. Hal ini menjadikannya ideal untuk tugas-tugas seperti deteksi sampah di perairan maupun klasifikasi jenis sampah *recyclable* dan organik.

2.2. Google Colab

Google Colaboratory atau lebih dikenal Sebagai Google Colab, adalah platform berbasis cloud yang memungkinkan pengguna menulis dan menjalankan kode Python langsung dari browser. Google Colab menyediakan akses gratis ke GPU dan TPU, yang sangat Membantu dalam pelatihan model pembelajaran mesin dan deep learning berukuran besar seperti YOLOv8[7].



Gambar 2. Logo Google Colab

Keunggulan Google Colab mencakup:

- Tidak memerlukan instalasi local: Seluruh proses komputasi dilakukan di server Google.
- Terintegrasi dengan Google Drive: Memudahkan penyimpanan dan pemanggilan data atau model.
- Kompatibel dengan Pustaka populer: Seperti TensorFlow, PyTorch, OpenCV, dan tentu saja Ultralytics YOLO.

Penggunaan Google Colab dalam penelitian ini memungkinkan pelatihan model YOLOv8 dapat dilakukan secara efisien tanpa harus memiliki perangkat keras khusus seperti GPU pribadi.

2.3. Python

Python adalah Bahasa pemrograman Tingkat tinggi yang dikenal karena sintaksnya yang sederhana, fleksibilitasnya, serta komunitas yang sangat aktif. Dalam konteks Pengembangan model AI, python menjadi pilihan utama karena mendukung banyak Pustaka dan framework seperti TensorFlow, PyTorch, Numpy, OpenCV, dan tentu saja YOLO[8].



Gambar 3. Logo Python

Beberapa alasan utama Penggunaan Python dalam proyek deteksi sampah dengan YOLOv8 antara lain:

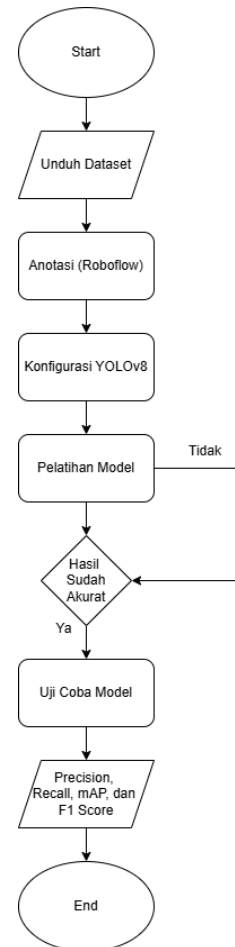
- Dukungan Pustaka Lengkap untuk manipulasi citra, pelatihan model, serta visualisasi hasil.
- Integrasi dengan platform cloud seperti Google Colab.
- Komunitas luas dan dokumentasi Lengkap, sehingga memudahkan debugging dan Pengembangan lebih lanjut.

Python juga bersifat open-source sehingga dapat digunakan secara bebas oleh peneliti maupun praktisi di seluruh dunia.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Alur Penelitian

Alur penelitian dirancang sistematis mulai dari tahap persiapan dataset hingga evaluasi model, yang dapat digambarkan dalam diagram alur pada gambar berikut:



Gambar 4. Flowchart Alur Penelitian

3.2. Dataset

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari Kaggle, yang berisi gambar-gambar sampah yang kemudian dianotasi secara manual menggunakan Roboflow. Total data berjumlah 698 gambar dengan resolusi 640x640 piksel.

Gambar yang telah diberi label ke dalam dua kategori:

- Organic (kulit buah, cangkang telur)
- Recyclable (Botol plastik, kertas, logam).

Tabel 1. Jumlah Gambar Dataset Sampah Organic dan recyclable

Jenis Data	Jumlah Gambar	Persentase
Data Latih (Train)	489	70%
Data Validasi (Validation)	140	20%
Data Uji (Test)	69	10%
Total	698	100%

3.3. Proses Anotasi

Anotasi dilakukan secara manual melalui platform Roboflow, dengan menetapkan bounding box di sekitar objek sampah dan memberikan label kategori sesuai jenisnya. Setelah proses anotasi selesai, citra diekspor dalam format kompatibel dengan YOLOv8

3.4. Konfigurasi Model

Model deteksi yang digunakan adalah YOLOv8m, yang dilatih menggunakan platform Google Colab dengan pemanfaatan GPU dari runtime. Parameter pelatihan model disesuaikan seperti tabel 2 berikut:

Tabel 2. Parameter Pelatihan Model

Parameter	Nilai
Epoch	100
Batch Size	16
Image Size	640 x 640
Learning Rate	0.001
Optimizer	SGD (Stochastic Gradient Descent)
Confidence thresh	0.25

3.5. Evaluasi Model dan Rumus

Evaluasi dilakukan dengan metrik umum dalam deteksi objek:

- Precision (Presisi)
Mengukur ketepatan model dalam mendeteksi objek yang benar

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

- Recall
Mengukur seberapa banyak objek relevan berhasil dikenali model.

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

- Mean Average Precision (mAP)
Rata-rata akurasi dari seluruh kelas objek berdasarkan threshold IoU

$$mAP@0.5 = \frac{\sum_{i=1}^n AP_i}{n}$$

- F1 Score
Harmonis rata-rata antara precision dan recall.

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

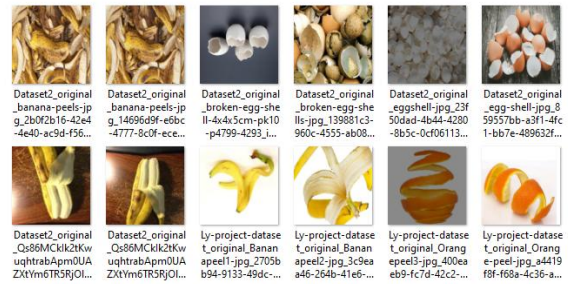
- Confusion Matrix

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Unduh Dataset

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari platform Kaggle, dengan kata kunci pencarian *garbage classification* atau *waste dataset*. Dataset ini terdiri dari berbagai gambar sampah rumah tangga yang belum terklasifikasi secara otomatis. Setelah dilakukan kurasi, sebanyak 698 gambar beresolusi 640x640 piksel dipilih untuk keperluan penelitian.

Dataset kemudian diunduh dalam format .zip dan diekstrak ke dalam folder yang sesuai sebelum proses anotasi dilakukan. Gambar-gambar tersebut mencakup dua jenis utama sampah, yaitu organik (kulit buah, daun, cangkang telur) dan recyclable (botol plastik, kaleng, kertas).

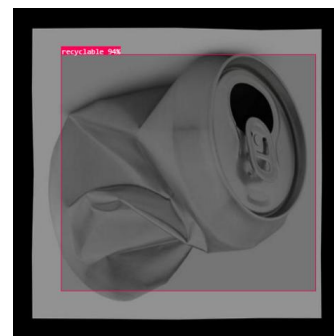


Gambar 5. Dataset

4.2. Anotasi Data (Roboflow)

Setelah proses pengunduhan, data kemudian dianotasi secara manual menggunakan platform Roboflow. Setiap gambar diberikan bounding box dan label sesuai dengan kategori sampah: *organik* dan *recyclable*. Proses anotasi bertujuan agar model dapat belajar mengenali area objek yang relevan dalam gambar.

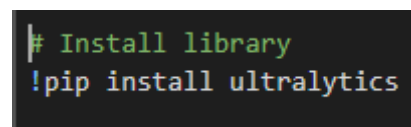
Setelah anotasi selesai, dataset diekspor dalam format YOLOv8-compatible, yang secara otomatis menghasilkan file .txt untuk setiap gambar dengan informasi posisi dan label objek. Anotasi ini kemudian dibagi ke dalam tiga subset: train (70%), validation (20%), dan test (10%).



Gambar 6. Proses Anotasi

4.3. Instalasi dan Konfigurasi Model

Penelitian ini dimulai dengan proses instalasi Pustaka pendukung Ultralytics melalui platform Google Colab menggunakan perintah `!pip install ultralytics`. Pustaka ini berperan penting dalam mengakses dan menjalankan framework YOLOv8, yang merupakan versi terkini dari algoritma object detection yang dikembangkan oleh Ultralytics. Setelah itu, Pustaka diimpor menggunakan sintaks `from ultralytics import YOLO` Yang memungkinkan pemanggilan dan konfigurasi model dengan mudah.





Gambar 12. Contoh deteksi sampah Recyclable

Contoh lain ditunjukkan pada gambar kulit pisang yang diklasifikasikan Sebagai sampah organik dengan confidence sebesar 0.80. Deteksi ini memperkuat fakta bahwa model dapat mengklasifikasikan sisa makanan dan limbah organik lainnya dengan baik Meskipun tekstur dan warnanya kompleks.



Gambar 13. Contoh deteksi sampah Organic

Dari keseluruhan hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa implementasi YOLOv8 dalam klasifikasi sampah memberikan hasil yang sangat baik, baik dalam aspek ketepatan prediksi maupun kecepatan proses. Nilai precision dan recall yang tinggi memperlihatkan bahwa model ini siap diintegrasikan dalam sistem smart waste management Sebagai alat bantu untuk memilih sampah secara otomatis. Keunggulan YOLOv8 yang berbasis anchor-free terbukti efektif dalam menangani berbagai bentuk dan ukuran objek serta kondisi gambar yang berbeda.

Meskipun demikian, masih terdapat tantangan seperti prediksi salah satu objek dengan tampilan visual yang ambigu atau berada dalam kondisi tumpang tindih. Untuk penelitian lanjutan, direkomendasikan Penggunaan augmentasi data lebih variative serta evaluasi pada lingkungan nyata seperti

tempat sampah umum, area perkotaan, atau tempat pembuangan akhir agar diperoleh data pengujian yang lebih representative terhadap implementasi dunia nyata.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai implementasi model YOLOv8 untuk klasifikasi sampah organik dan daur ulang menggunakan dataset teranotasi manual, dapat disimpulkan bahwa pendekatan ini memberikan performa yang sangat baik dalam deteksi otomatis dua kategori utama sampah. Model menunjukkan nilai precision dan recall yang tinggi (99,5%) serta mAP mendekati 0.995. Evaluasi melalui confusion matrix dan uji lapangan memperlihatkan bahwa model mampu membedakan objek secara akurat dalam berbagai kondisi visual. YOLOv8 terbukti layak diintegrasikan dalam sistem smart waste management untuk membantu proses pemilahan otomatis. Sebagai saran, penelitian selanjutnya dapat memperluas variasi dataset, menerapkan data augmentation, dan melakukan uji coba di lingkungan nyata guna meningkatkan akurasi dan kemampuan generalisasi model dalam konteks implementasi di dunia nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setiacesie, "Peningkatan efisiensi pengelolaan bank sampah bersinar melalui deteksi dan prediksi harga sampah," *Nautical : Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2024, doi: https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/pustaka/files/214636/jurnal_eproc/peningkatan-efisiensi-pengelolaan-bank-sampah-bersinar-melalui-deteksi-dan-prediksi-harga-sampah-capstone.pdf
- [2] Prasetyo and N. Pratiwi, "Deteksi sampah organik dan anorganik menggunakan model YOLOv8," *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, vol. 10, no. 1, pp. 494–506, 2025, doi: <https://jurnal.stkipggritlungagung.ac.id/index.php/jupi/article/view/5965>
- [3] R. Theofilus and R. Kurniawan, "Deteksi sampah di permukaan sungai menggunakan convolutional neural network dengan algoritma YOLOv8," *Prosiding Seminar Nasional Statistik*, pp. 537–541, 2024, doi: <https://prosiding.stis.ac.id/index.php/semnasoffstat/article/download/2099/613/>
- [4] R. Ramdan and A. Asriyanik, "Implementasi deteksi objek real-time sebagai media edukasi dengan YOLOv8," *Jurnal Saintekom*, vol. 14, no. 2, pp. 142–153, 2024, doi: <https://www.ojs.stmikplk.ac.id/index.php/sainte-kom/article/download/638/205/4208>
- [5] N. Hidayat and R. H. Arifin, "Sistem klasifikasi jenis sampah menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) untuk

- mendukung smart waste management,” *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak (JATIKA)*, vol. 5, no. 2, pp. 127–135, 2022, doi: <https://doi.org/10.35870/jatika.v5i2.794>
- [6] R. Rinaldi and A. Fahriza, “Implementasi YOLOv5 untuk deteksi jenis sampah anorganik,” *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JATISI)*, vol. 9, no. 1, pp. 45–52, 2023, doi: <https://doi.org/10.35969/jatarsi.v9i1.183>
- [7] A. Ryza Aqilla, A. Razak, E. Barlian, N. Syah, dan S. Diliarosta, “Pengaruh Sampah Plastik Dalam Pencemaran Air,” *Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu*, vol. 1, no. 6, 2023. <https://doi.org/10.59435/gjmi.v1i6.203>
- [8] T. A. Dompeipen, S. R.U.A. Sompie, dan M. E.I. Najoan, “Computer Vision Implementation for Detection and Counting the Number of Humans,” *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 16, no. 1, 2021. <https://doi.org/10.35793/jti.16.1.2021.31471>
- [9] D. N. Alfarizi, R. A. Pangestu, D. Aditya, M. A. Setiawan, dan P. Rosyani, “Penggunaan Metode YOLO Pada Deteksi Objek: Sebuah Tinjauan Literatur Sistematis,” *AI dan SPK: Jurnal Artificial Intelligent dan Sistem Penunjang Keputusan*, vol. 1, no. 1, 2023. <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/aidanspk/article/view/144>
- [10] Y. Yanto, F. Aziz, dan I. Irmawati, “YOLO-V8: Peningkatan Algoritma untuk Deteksi Pemakaian Masker Wajah,” *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 3, 2023. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i3.7047>
- [11] M. Sohan, T. S. Ram, dan V. Rami, “A Review on YOLOv8 and Its Advancements,” *ResearchGate*, 2024. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.10039>
- [12] B. Tjandra, N. Made, dan H. Nyoo S.C., “Deteksi Sampah di Permukaan dan Dalam Perairan pada Objek Video dengan Metode Robust and Efficient Post-Processing,” *arXiv preprint*, 2023. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.10039>