

Detektif Sampah : Klasifikasi Jenis Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Metode YOLOv5 Berbasis Website

Hanif Abdillah¹, Ahmad Naufal Syahbana², Gymnastiar Ishaq Al Husain³, Soffiana Agustin⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Gresik

E-mail: ¹hanifabdillah64@gmail.com, ²naufal.bonsai@gmail.com, ³gymnastiarishaq@gmail.com, ⁴soffiana@umg.ac.id

KEYWORDS:

YOLO, Pre-Processing, Learning, Citra, Classific

ABSTRACT

This research aims to develop a classification system for organic and inorganic waste using the website-based YOLOv5 method, with the aim of making it easier for the community to separate waste to support a more efficient recycling and management process. The method used is the application of the YOLOv5 algorithm on a dataset consisting of 100 organic waste data and 100 inorganic waste data. The test results show that this model has an accuracy rate of 86%, with 89 organic wastes and 98 inorganic wastes correctly classified. The conclusion of this study is that the YOLOv5 method is effective and reliable to support technology-based waste management, as well as increase public awareness of the importance of sustainable waste management.

KATA KUNCI:

YOLO, pre-processing, learning, Citra, klasifikasi

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi sampah organik dan anorganik menggunakan metode YOLOv5 berbasis website, dengan tujuan memudahkan masyarakat dalam memisahkan sampah untuk mendukung proses daur ulang dan pengelolaan yang lebih efisien. Metode yang digunakan adalah penerapan algoritma YOLOv5 pada dataset yang terdiri dari 100 data sampah organik dan 100 data sampah anorganik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model ini memiliki tingkat akurasi 86%, dengan 89 sampah organik dan 98 sampah anorganik terklasifikasi dengan benar. Kesimpulan dari penelitian ini adalah metode YOLOv5 efektif dan dapat diandalkan untuk mendukung pengelolaan sampah berbasis teknologi, sekaligus meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pengelolaan sampah yang berkelanjutan.

PENDAHULUAN

Sampah adalah masalah yang dihadapi oleh setiap negara. Setiap tahun, jumlah dan jenis sampah meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Di Indonesia, pada tahun 1990, sekitar 220 juta penduduk perkotaan menghasilkan sekitar 300.000 ton sampah per hari. Pada tahun 2000, 2,9 miliar penduduk perkotaan menghasilkan 3 juta ton sampah per hari. Pada tahun 2025, diperkirakan jumlah ini akan terus meningkat hingga puluhan juta ton sampah per hari. Indonesia adalah salah satu negara berkembang di Asia yang menjadi penyumbang sampah terbesar kedua di dunia. Berdasarkan laporan, Indonesia adalah negara penyumbang sampah plastik terbesar kedua di dunia setelah Cina. Sebanyak 80% atau 3,21 juta ton sampah plastik yang dibuang oleh masyarakat Indonesia berakhir di laut. [1].

Sampah organik adalah sampah yang berasal dari bahan-bahan alami dan dapat terurai secara hayati, seperti sisa makanan, daun, dan kertas. Sedangkan sampah anorganik adalah sampah yang berasal dari bahan-bahan non-hayati yang sulit terurai, seperti plastik, kaca, dan logam. Memisahkan kedua jenis sampah ini sangat penting untuk mempermudah proses daur ulang dan pengolahan lebih lanjut, sehingga dapat mengurangi beban pada tempat pembuangan akhir (TPA) dan mendukung keberlanjutan lingkungan [2].

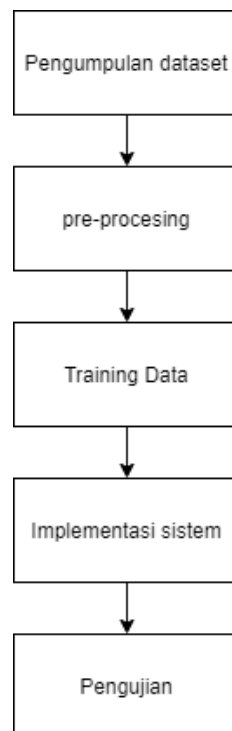
Dalam pembuatan pendeteksi sampah berdasarkan jenisnya, diperlukan metode pengenalan objek yang akurat. Pengenalan objek merupakan komponen penting dalam computer vision, yang bertujuan untuk

mendeteksi objek kelas tertentu dalam gambar. Salah satu algoritma Deep Learning yang digunakan dalam pengolahan citra digital adalah metode *You Only Look Once (YOLO)*, yang memiliki kecepatan dan akurasi tinggi. Metode *YOLO* membagi citra menjadi grid-grid kecil untuk mendeteksi objek, dan setiap grid memberikan prediksi bounding box dan probabilitas terkait objek di dalamnya. Probabilitas ini kemudian digunakan untuk mengklasifikasikan objek [3].

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah YOLOv5 (*You Only Look Once* versi 5), sebuah pendekatan terbaru dalam sistem deteksi objek. YOLO melakukan deteksi dan pengenalan menggunakan jaringan saraf tunggal, yang memprediksi kotak pembatas dan probabilitas kelas secara langsung dalam satu evaluasi. [4]. YOLOv5 akan diimplementasikan dalam sebuah platform berbasis website yang memungkinkan pengguna untuk mengunggah foto sampah mereka dan mendapatkan hasil klasifikasi secara real-time. Proses pengembangan sistem meliputi pengumpulan dataset citra sampah, pelatihan model YOLOv5, dan integrasi model dengan antarmuka website [5].

Harapan dari penelitian ini adalah dapat memberikan solusi praktis dan efektif dalam mendukung upaya pengelolaan sampah yang berkelanjutan. Dengan adanya sistem klasifikasi sampah berbasis website ini, masyarakat diharapkan lebih mudah dalam memisahkan sampah organik dan anorganik, sehingga proses daur ulang dan pengolahan sampah dapat berjalan lebih optimal. Selain itu, sistem ini juga diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pengelolaan sampah yang baik untuk menjaga kelestarian lingkungan .

METODE PENELITIAN



Gambar 1. Tahapan klasifikasi Sampah organik dan anorganik

a. Pengumpulan dataset

Dataset gambar sampah diperoleh dari Roboflow Universe. Gambar-gambar ini mencakup berbagai jenis sampah organik dan anorganik, seperti sisa makanan, daun, kertas, plastik, kaca,

dan logam. Dataset tersebut kemudian dianotasi dengan menggunakan alat Label Img untuk membuat bounding boxes yang mengelilingi objek sampah dan memberi label apakah objek tersebut organik atau anorganik [6].

b. Pre-procesing

Setiap gambar diubah ukurannya menjadi 320x320 piksel dari ukuran aslinya 640x640 piksel. Proses ini juga melibatkan fix-rasio gambar untuk memastikan konsistensi orientasi. Anotasi data dilakukan dengan membuat bounding boxes menggunakan Roboflow Workspace [7].

c. Training data

Model YOLOv5 dilatih menggunakan framework Roboflow versi 3.0 untuk deteksi objek sampah organik dan anorganik. Langkah-langkah dalam pelatihan dataset adalah persiapan dataset, pelabelan dan training model [8].

d. Implementasi sistem

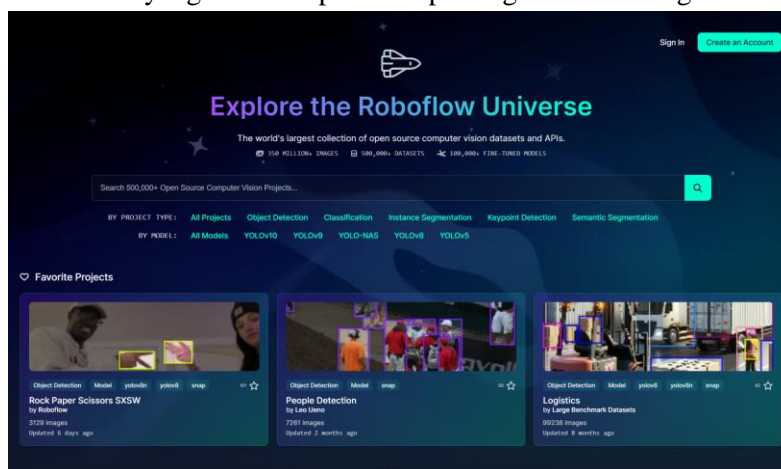
YOLOv5 diimplementasikan dalam platform berbasis website yang memungkinkan pengguna untuk mengunggah foto sampah mereka dan mendapatkan hasil klasifikasi secara real-time. Model YOLOv5 diintegrasikan dengan antarmuka website untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan sampah secara langsung saat gambar diunggah [9].

e. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja model menggunakan dataset validasi yang telah dipisahkan dari dataset pelatihan. Metrics yang dihitung termasuk precision, recall, F1-score, dan confusion matrix. Hasil pengujian ini digunakan untuk menilai kinerja model dalam kondisi praktis dan menentukan kekuatan serta kelemahannya [10].

HASIL DAN PEMBAHASAN

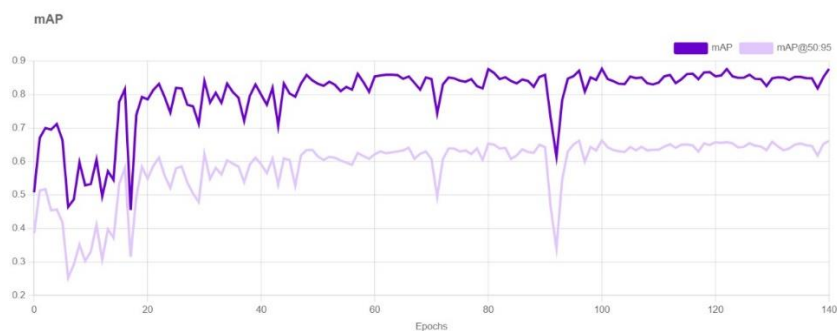
Pengklasifikasian jenis sampah organik seperti sayur-sayuran, buah-buahan yang dibuang dan jenis sampah anorganik seperti botol plastik, kertas dan sejenisnya dengan ini penelitian kami menggunakan metode YOLOv5 untuk membedakan 2 sampah yaitu sampah organik dan anorganik. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 3.000 gambar yang mencakup sampah organik dan anorganik. Dataset ini diperoleh dari Roboflow Universe, sebuah platform yang menyediakan berbagai jenis dataset untuk keperluan pengembangan model machine learning. Roboflow Universe merupakan sumber data yang komprehensif, memungkinkan peneliti untuk mengakses berbagai dataset dengan anotasi yang telah terstandarisasi, termasuk dataset yang berfokus pada sampah organik dan anorganik.



Gambar 2. Website Roboflow Universe

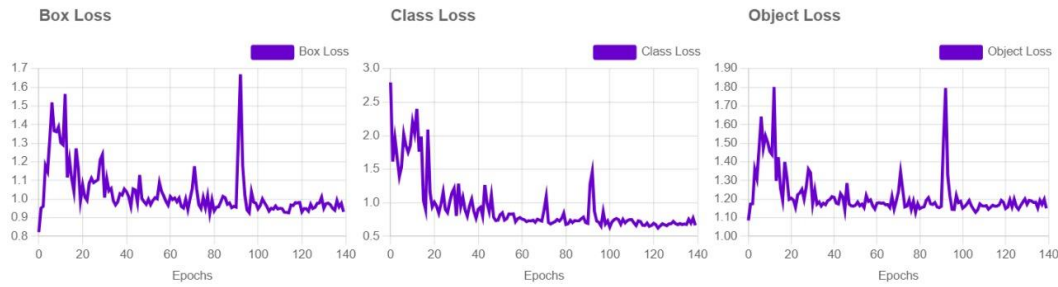
Kemudian pada pre-processing data adalah langkah penting yang dilakukan sebelum melatih model YOLOv5 untuk memastikan bahwa data gambar berada dalam kondisi optimal, Anotasi data dilakukan dengan membuat bounding boxes menggunakan Roboflow Workspace. Langkah pertama setiap gambar diubah ukurannya dari resolusi asli menjadi 320x320 piksel. Proses ini bertujuan untuk menstandarisasi ukuran gambar, sehingga model dapat memprosesnya dengan lebih efisien. Hasil perubahan ukuran menunjukkan bahwa gambar tetap jelas dan objek sampah masih mudah diidentifikasi meskipun telah diubah ukurannya. Selanjutnya, gambar-gambar dinormalisasi untuk memastikan nilai piksel berada dalam rentang yang sesuai dengan input yang diharapkan oleh model YOLOv5. Normalisasi ini membantu dalam mempercepat konvergensi selama pelatihan dan meningkatkan stabilitas model. Hasil normalisasi menunjukkan distribusi nilai piksel yang seragam, yang membantu menjaga konsistensi data selama proses pelatihan. Tahapan pre-processing data yang dilakukan memberikan hasil yang positif dan signifikan dalam mempersiapkan dataset untuk pelatihan model YOLOv5. Proses perubahan ukuran dan fix-rasio membantu dalam menstandarisasi data, yang penting untuk memastikan bahwa model dapat memproses setiap gambar dengan cara yang sama.

Selanjutnya untuk training data proses pelatihan model YOLOv5 menggunakan dataset gambar sampah organik dan anorganik menghasilkan model yang mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan pada objek. Selama pelatihan, model YOLOv5 dilatih menggunakan framework Roboflow versi 3.0. Langkah-langkah dalam pelatihan meliputi persiapan dataset, pelabelan, dan training model.



Gambar 3. Grafik mAP

mAP (mean Average Precision) biru tua adalah metrik utama yang mengukur kemampuan model dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan objek, seperti sampah organik dan anorganik. Semakin tinggi nilai mAP, semakin baik kinerjanya. Sementara itu, mAP 50:95 ungu muda adalah variasi dari mAP yang mempertimbangkan tingkat kepercayaan model terhadap prediksinya. Kombinasi kedua kurva mAP menunjukkan adanya peningkatan cepat pada awal pelatihan, yang kemudian stabil sekitar epoch 20-40. Nilai mAP tetap konsisten di sekitar 0.8 sepanjang pelatihan, menandakan kekuatan dan konsistensi model. mAP 50:95, meskipun lebih rendah dari mAP standar, juga menunjukkan stabilitas yang menandakan kepercayaan model terhadap prediksinya.

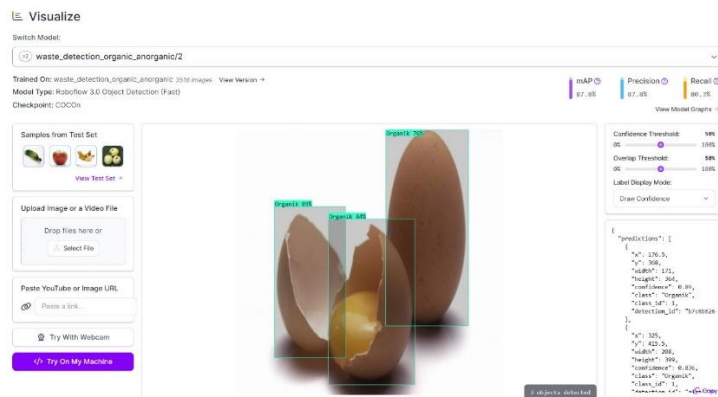


Gambar 4. Grafik box Loss, Class Loss Dan Object Loss

Grafik-grafik ini mewakili berbagai jenis kesalahan (loss) yang terjadi selama pelatihan:

1. Box Loss: Mengukur seberapa akurat model memprediksi lokasi kotak pembatas di sekitar objek sampah.
2. Class Loss: Mengukur seberapa baik model mengklasifikasikan objek sebagai organik atau anorganik.
3. Object Loss: Mengukur seberapa baik model mendeteksi keberadaan objek sampah.

Semua jenis loss menurun dengan cepat pada awal pelatihan dan kemudian berfluktuasi pada tingkat yang rendah. Fluktuasi ini normal dan menunjukkan bahwa model terus belajar dan menyempurnakan prediksinya. Secara keseluruhan, kinerja model dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan sampah organik dan anorganik sangat baik. Nilai mAP yang tinggi dan loss yang rendah menunjukkan performa yang kuat dan konsisten.



Gambar 5. Hasil Training Data

Dari hasil pelatihan data, terbukti bahwa model YOLOv5 memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam mengenali dan mengklasifikasikan objek. Pada gambar diatas salah satu yang diuji model berhasil mendeteksi objek pertama, yaitu cangkang telur sebagai sampah organik, dengan persentase keberhasilan 76%. Deteksi berikutnya adalah objek kedua, yaitu bagian dalam telur sebagai sampah organik, dengan persentase keberhasilan 89%. Deteksi terakhir adalah objek ketiga, yaitu kuning telur, juga sebagai sampah organik, dengan persentase keberhasilan 84%. Model ini siap untuk diuji lebih lanjut pada data baru dan berpotensi digunakan dalam aplikasi dunia nyata.

Selanjutnya, dalam implementasi sistem ini, kami menggunakan kombinasi bahasa pemrograman HTML, CSS, dan Python. HTML digunakan untuk membangun struktur dasar halaman web, sementara CSS

digunakan untuk mendesain tampilan visual yang menarik dan responsif. Python berfungsi sebagai bahasa pemrograman utama untuk logika bisnis dan pemrosesan data, termasuk integrasi model YOLOv5 untuk deteksi dan klasifikasi sampah organik dan anorganik. Kombinasi ketiga bahasa ini memungkinkan sistem memiliki antarmuka pengguna yang interaktif dan mudah digunakan, serta backend yang kuat dan efisien. Dengan menggunakan HTML dan CSS, antarmuka pengguna menjadi intuitif dan menarik, sementara Python memberikan fleksibilitas dan kekuatan dalam pemrosesan data dan eksekusi algoritma.



Gambar 6. Interface Halaman Detektif sampah

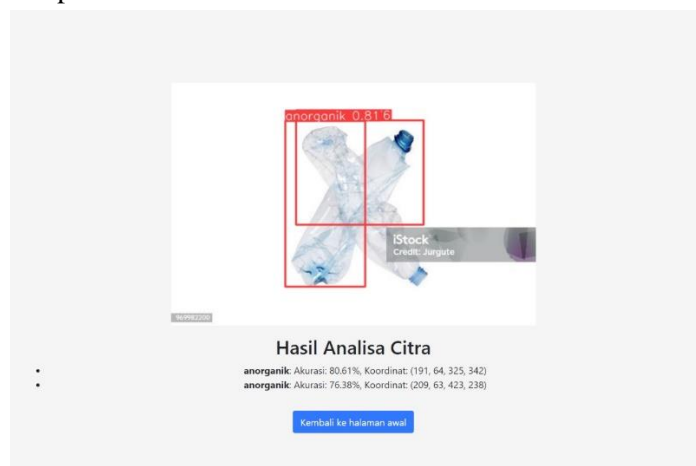
Gambar di atas menunjukkan antarmuka pengguna untuk aplikasi website bernama “Detektif Sampah”. Aplikasi ini dirancang untuk memungkinkan pengguna mengunggah gambar sampah yang kemudian akan dianalisis untuk mengidentifikasi jenis sampah, baik organik maupun anorganik, menggunakan metode deteksi berbasis machine learning. Pada bagian atas halaman, terdapat logo dan nama aplikasi, “Detektif Sampah”, yang memberikan identitas visual yang jelas dan menarik. Di bawah logo, terdapat teks “Upload Gambar Sampah Kamu” yang mengarahkan pengguna untuk mengunggah gambar sampah mereka. Di bawah teks tersebut, terdapat tombol “Choose File” yang memungkinkan pengguna memilih file gambar dari perangkat mereka, dan tombol “Upload” berwarna hijau yang digunakan untuk mengunggah gambar yang dipilih ke server.

Tahap terakhir adalah melakukan pengujian terhadap dataset sampah organik dan sampah anorganik. Untuk melakukan pengujian pada dataset, langkah pertama adalah mengunggah gambar menggunakan tombol “Choose File”.



Gambar 7. Hasil Dari Unggah Gambar

Setelah gambar dipilih, sistem akan membaca dan menampilkan nama file yang telah diunggah seperti yang ditunjukkan pada gambar 7. Proses ini memastikan bahwa file yang diunggah telah diterima oleh sistem dan siap untuk diproses lebih lanjut. Selanjutnya, sistem akan melakukan analisis pada gambar tersebut untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis sampah, baik organik maupun anorganik. Dengan menampilkan nama file yang diunggah, pengguna dapat memverifikasi bahwa file yang tepat telah dipilih sebelum melanjutkan ke tahap klasifikasi.



Gambar 8. Hasil Analisa Citra

Pada pengujian deteksi sampah yang dilakukan pada gambar 8, sistem berhasil mengidentifikasi dua item sampah anorganik, yaitu botol plastik yang terdeteksi dengan tingkat akurasi yang bervariasi. Botol plastik pertama terdeteksi dengan akurasi sebesar 80.61%. Sedangkan botol plastik kedua memiliki akurasi deteksi sebesar 76.38%. Kedua item ini masuk dalam kategori sampah anorganik, yang umumnya terdiri dari bahan-bahan yang tidak mudah terurai secara alami, seperti plastik dan logam.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sampah Organik Dan Anorganik

Jenis Data	Jumlah Data	Benar	Salah	Akurasi
Sampah Organik	100	89	11	86.40%
Sampah Anorganik	100	98	2	85%
Jumlah	200	187	13	171,81%
Rata-Rata	100	93.5	6.5	86%

Pada tabel hasil pengujian sampah organik dan anorganik menunjukkan hasil pengujian klasifikasi jenis sampah organik dan anorganik menggunakan metode YOLOv5. Data dalam tabel ini mencakup jumlah sampah yang diuji, jumlah prediksi yang benar, jumlah prediksi yang salah, serta persentase akurasi untuk masing-masing jenis sampah. Secara keseluruhan, terdapat 100 data sampah organik dan 100 data sampah anorganik yang diuji. Untuk sampah organik, dari 100 data yang diuji, model berhasil mengklasifikasikan 89 data dengan benar dan 11 data salah, menghasilkan akurasi sebesar 86.40%. Sedangkan untuk sampah anorganik, dari 100 data yang diuji, model berhasil mengklasifikasikan 98 data dengan benar dan 2 data salah, dengan akurasi 85%. Total keseluruhan dari kedua jenis sampah yang diuji adalah 200 data, dengan jumlah klasifikasi yang benar sebanyak 187 data dan salah sebanyak 13 data, sehingga rata-rata akurasi keseluruhan adalah 86%. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa model YOLOv5 memiliki kinerja yang cukup baik dalam mengklasifikasikan jenis sampah organik dan anorganik dengan rata-rata akurasi yang mencapai 86%. Hal ini mengindikasikan bahwa metode YOLOv5 dapat diandalkan untuk digunakan dalam sistem deteksi dan klasifikasi sampah berbasis website yang memungkinkan masyarakat untuk lebih mudah dalam memisahkan sampah organik dan anorganik.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah metode YOLOv5 efektif dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan sampah organik dan anorganik dengan rata-rata akurasi 86%. Sistem klasifikasi berbasis website yang dikembangkan memudahkan masyarakat dalam memisahkan sampah, mendukung proses daur ulang, dan meningkatkan kesadaran akan pentingnya pengelolaan sampah untuk menjaga kelestarian lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. A. Priana, A. and N. E. Karyawati, "Sistem Pendeteksi Sampah Secara Realtime," *Jurnal Nasional Teknologi Informasi dan Aplikasinya*, vol. II, pp. 31-36, 2023.
- [2] A. Taufiq and M. F. Maulana, "SOSIALISASI SAMPAH ORGANIK DAN NON ORGANIK SERTA PELATIHAN KREASI SAMPAH," *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan*, vol. IV, pp. 68-73, 2015.
- [3] H. Hassadiqin and F. Utaminigrum, "Sistem Pengklasifikasi Jenis Sampah Plastik berdasarkan Resin Identification Code menggunakan Metode YOLOv5s berbasis Raspberry Pi," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 7, pp. 3305-3311, 2023.
- [4] S. and C. Lubis, "Deteksi Penggunaan Masker dan Klasifikasi Secara Real Time Melalui Video Webcam Dengan Metode YOLO," *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*.
- [5] D. H. Saputra, B. Imran and J. , "OBJECT DETECTION UNTUK MENDETEKSI CITRA BUAH BUAHAN MENGGUNAKAN METODE YOLO," *Jurnal Kecerdasan Buatan dan Teknologi Informasi*, vol. 2, pp. 70-80, 2023.
- [6] F. Kamil, "Pengolahan Citra Digital Menggunakan Metode Yolo Untuk Mendeteksi Kualitas Dari Biji Kopi Berbasis Android," *Jurnal AI dan SPK : Jurnal Artificial Intelligent dan Sistem*, vol. 1, pp. 120-125, 2023.
- [7] J. Adiwibowo, K. Gunadi and E. Setyati, "Deteksi Alat Pelindung Diri Menggunakan Metode YOLO dan Faster R-CNN".
- [8] M. I. Hermawan, I. I. Tritasmoro and N. Ibrahim, "PENGATURAN LAMPU LALU LINTAS BERDASARKAN KEPADATAN KENDARAAN MENGGUNAKAN METODE YOLO," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 8, pp. 198-205, 2021.
- [9] M. Jonathan, M. T. Hafidz, N. A. Apriyanti, Z. Husaini and P. Rosyani, "MENDETEKSI PLAT NOMOR KENDARAAN DENGAN METODE YOLO (You Only Look Once) DAN SINGLE SHOT DETECTOR (SSD).," *Jurnal AI dan SPK : Jurnal Artificial Intelligent dan Sistem*, vol. 1, pp. 105-111, 2023.
- [10] V. Marcellino, V. C. Mawardi and N. J. Pradana, "PENDETEKSIAN JUMLAH PENUMPANG YANG MASUK BERDASARKAN CCTV PADA PINTU BUS DENGAN METODE YOLO," *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*, pp. 1-4.