

Pengembangan Model Deteksi Sampah Berbasis YOLOV8 Dan Evaluasi Performanya Dalam Sistem Monitoring Lingkungan Sungai

M. Ramadholi¹, Nyayu Latifah Husni^{2*}, Muhammad Amri Yahya³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya, Jl Srijaya Negara Bukit Lama, Kec.Ilir Barat I, Kota Palembang, Sumatera Selatan, 30128

Keywords:

Garbage Detection, YOLOv8, Deep Learning, Computer Vision, River Monitoring

Corespondent Email:

nyayu_latifah@polsri.ac.id

Abstrak. Pencemaran sungai akibat sampah merupakan permasalahan lingkungan yang membutuhkan solusi berbasis teknologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model deteksi sampah di permukaan sungai menggunakan algoritma YOLOv8 serta mengevaluasi performanya dalam sistem monitoring lingkungan. Dataset citra sampah dilabeli menggunakan Roboflow dan dilatih menggunakan YOLOv8 di Google Colaboratory. Model diuji dengan parameter pelatihan sebanyak 50 epoch, ukuran citra 320×320 piksel, dan batch size 32. Hasil pelatihan menunjukkan nilai precision sebesar 0.894, recall 0.833, mAP50 sebesar 0.89, dan mAP50-95 sebesar 0.726. Evaluasi lanjutan melalui *confusion matrix* dan pengujian terhadap 20 citra acak menunjukkan model mampu mendeksi objek sampah dengan akurasi dan stabilitas yang baik dalam berbagai kondisi citra. Dengan demikian, model ini dinilai layak untuk diimplementasikan sebagai bagian dari sistem monitoring lingkungan sungai secara otomatis dan real-time.



Copyright © [JPI](#) (Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung).

Abstract. River pollution due to waste is an environmental problem that requires technology-based solutions. This study aims to develop a model for detecting waste on river surfaces using the YOLOv8 algorithm and evaluate its performance in an environmental monitoring system. The waste image dataset was labeled using Roboflow and trained using YOLOv8 on Google Collaboratory. The model was tested with training parameters of 50 epochs, an image size of 320×320 pixels, and a batch size 32. The training results show a precision value of 0.894, recall of 0.833, mAP50 of 0.89, and mAP50-95 of 0.726. Further evaluation through confusion matrix analysis and testing on 20 random images showed that the model was able to detect waste objects with good accuracy and stability under various image conditions. Thus, this model is considered suitable for implementation as part of an automatic and real-time river environmental monitoring system.

1. PENDAHULUAN

Pencemaran sungai akibat pembuangan sampah menjadi permasalahan lingkungan yang berdampak serius terhadap ekosistem dan kesehatan masyarakat. Sampah yang menumpuk di permukaan sungai berpotensi menurunkan kualitas air dan menyebabkan terganggunya keseimbangan lingkungan. Studi oleh Hasan et al. menyebutkan bahwa pencemaran sungai yang disebabkan oleh limbah domestik, termasuk sampah plastik, berkontribusi signifikan terhadap kerusakan lingkungan dan ancaman kesehatan [1]. Kondisi

ini menegaskan pentingnya penerapan sistem monitoring sampah yang efektif sebagai upaya preventif terhadap pencemaran sungai.

Metode pemantauan sampah yang umum digunakan saat ini masih bergantung pada inspeksi manual, yang memiliki banyak keterbatasan terutama dalam cakupan wilayah pemantauan dan efektivitas waktu. Menurut Chowdury et al., metode konvensional seringkali tidak mampu memberikan hasil yang optimal karena keterbatasan tenaga pengawas dan keterbatasan kemampuan pemantauan secara berkelanjutan [2]. Oleh karena itu,

dibutuhkan sistem monitoring otomatis yang dapat bekerja secara real-time untuk mendukung pengelolaan lingkungan perairan secara lebih efektif.

Perkembangan teknologi di bidang computer vision dan deep learning dalam beberapa tahun terakhir memberikan peluang besar bagi otomatisasi sistem monitoring lingkungan. Penggunaan algoritma deteksi objek berbasis deep learning telah banyak diterapkan di berbagai bidang karena kemampuannya dalam memproses citra secara cepat dan akurat. Zhao et al. dalam tinjauannya menyatakan bahwa algoritma deteksi objek berbasis deep learning, termasuk yang menggunakan CNN (Convolutional Neural Network), menunjukkan performa yang tinggi dalam berbagai aplikasi, salah satunya pengolahan citra lingkungan [3].

Salah satu algoritma deteksi objek yang mendapat perhatian luas adalah You Only Look Once (YOLO). Algoritma ini dikenal karena kemampuannya dalam melakukan deteksi objek secara real-time dengan akurasi yang cukup tinggi. Versi terbaru, YOLOv8, menawarkan peningkatan dari sisi performa deteksi dan efisiensi penggunaan sumber daya. Pengembangan YOLOv8 menggunakan pendekatan anchor-free dan optimalisasi arsitektur model sehingga mampu meningkatkan deteksi objek, khususnya objek kecil dan kompleks, di berbagai kondisi[4].

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa YOLO telah berhasil digunakan untuk mendeksi dan mengklasifikasikan sampah di berbagai konteks lingkungan. Z. Wu et al. menerapkan YOLOv5 dalam sistem klasifikasi sampah di lingkungan perkotaan dan berhasil mencapai tingkat akurasi sebesar 82% [5]. Namun, aplikasi serupa dalam konteks lingkungan perairan, terutama deteksi sampah di permukaan sungai, masih jarang diteliti. Hal ini menjadi alasan penting untuk melakukan pengembangan model deteksi sampah berbasis YOLOv8 guna meningkatkan efektivitas sistem monitoring sungai.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Algoritma You Only Look Once (YOLO) merupakan salah satu pendekatan berbasis deep learning yang digunakan secara luas dalam sistem deteksi objek. YOLO dikenal dengan pendekatannya yang mampu mendeksi dan

mengenali berbagai objek dalam sebuah citra hanya dengan satu kali perhitungan (single forward pass), sehingga memungkinkan deteksi objek secara real-time dengan akurasi yang tinggi [6]. Dalam studi oleh Zhang et al. YOLO terbukti memiliki keunggulan dalam deteksi objek kecil dan penggunaan di sistem berbasis mobile serta embedded system berkat efisiensi komputasinya [7]. Versi terbaru, YOLOv8, memperkenalkan arsitektur anchor-free dan optimalisasi backbone yang semakin meningkatkan performa deteksi, terutama pada aplikasi berbasis lingkungan nyata. YOLO banyak digunakan dalam berbagai sektor, termasuk pemantauan lingkungan, kendaraan otonom, serta sistem pengawasan otomatis [8].

Google Colaboratory (Colab) adalah layanan berbasis cloud yang menyediakan lingkungan komputasi untuk pengembangan dan eksekusi kode Python, terutama dalam bidang machine learning dan deep learning. Platform ini memungkinkan penggunaan GPU dan TPU secara remote, sehingga memudahkan proses pelatihan model tanpa memerlukan infrastruktur komputasi lokal [9]. Studi oleh Hamid et al. menunjukkan bahwa Google Colab efektif digunakan sebagai lingkungan eksperimen machine learning berkat kemudahan akses, integrasi dengan Google Drive, serta dukungan terhadap pustaka AI berbasis Python [10]. Penggunaan Google Colab dalam pengembangan sistem deteksi sampah memungkinkan pelatihan model skala besar secara efisien dan kolaboratif di lingkungan berbasis cloud [11].

Roboflow merupakan platform yang berfokus pada pengelolaan dataset citra, mulai dari pelabelan, augmentasi, hingga konversi dataset ke berbagai format kompatibel dengan algoritma deep learning. Menurut Jain et al. (2022), Roboflow menyediakan pipeline otomatis yang mendukung pengolahan dataset untuk sistem deteksi objek, serta memungkinkan kolaborasi antar pengguna dalam pengelolaan dan pembagian dataset [12]. Penggunaan Roboflow pada proyek pengembangan model deteksi objek terbukti mampu mempercepat proses persiapan data dan meningkatkan kualitas dataset melalui teknik augmentasi data yang terstandarisasi [13]. Dalam pengembangan model deteksi sampah, Roboflow berperan penting sebagai alat bantu

dalam proses labeling dan konversi dataset ke format YOLO.

Visual Studio Code (VS Code) merupakan editor kode sumber yang banyak digunakan dalam pengembangan aplikasi, termasuk proyek-proyek berbasis kecerdasan buatan. Keunggulan VS Code terletak pada fleksibilitasnya dalam mendukung berbagai bahasa pemrograman serta dukungan integrasi ekstensi untuk pengembangan berbasis Python dan Jupyter Notebook [14]. Dalam studi oleh Amaral *et al*, VS Code dinilai efektif sebagai lingkungan pengembangan untuk proyek berbasis machine learning karena mendukung pengelolaan kode, debugging, dan kolaborasi melalui extension Live Share [15]. Dalam pengembangan sistem monitoring berbasis YOLOv8, VS Code berfungsi sebagai platform pengembangan utama untuk penulisan, pengujian, dan dokumentasi kode sistem.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model deteksi sampah berbasis algoritma YOLOv8 dan mengevaluasi performanya dalam konteks sistem monitoring lingkungan sungai. Metode yang digunakan terdiri atas beberapa tahapan, yaitu pengumpulan data, pelabelan dataset, pelatihan model, dan evaluasi performa model.

3.1. Pengumpulan dan Pelabelan Dataset

Pembuatan model deteksi sampah dimulai dengan pengumpulan dan pelabelan dataset menggunakan Roboflow, di mana setiap objek sampah dianotasi dalam format yang kompatibel dengan YOLOv8. Dataset yang telah diproses kemudian digunakan dalam pelatihan model menggunakan algoritma YOLOv8 pada platform Google Colaboratory, yang menyediakan dukungan GPU untuk proses komputasi.

3.2. Pengumpulan dan Pelabelan Dataset

Model dilatih menggunakan algoritma YOLOv8 yang dijalankan di lingkungan Google Colaboratory dengan dukungan GPU. Dataset dibagi menjadi tiga bagian: data latih, data validasi, dan data uji. Parameter pelatihan yang digunakan antara lain:

Tabel 1. Parameter Pelatihan

Epoch	Image size	Batch size
50	320 x 320	32

Selama pelatihan, model dievaluasi menggunakan metrik seperti loss, precision, recall, dan mean Average Precision (mAP) untuk memantau kinerja deteksi. Arsitektur YOLOv8n dipilih karena ringan dan sesuai untuk aplikasi real-time. Setelah pelatihan selesai, model diuji menggunakan dataset uji untuk memperoleh performa aktual sebelum diintegrasikan ke sistem monitoring lingkungan sungai.

Tabel 2. Hasil Model Pelatihan

Precision	Recall	mAP50	mAP50-95
0.894	0.833	0.89	0.726

Hasil pelatihan model deteksi sampah menggunakan YOLOv8 menunjukkan performa yang cukup baik berdasarkan evaluasi terhadap metrik utama. Model mencapai nilai precision sebesar 0.894, yang berarti dari seluruh prediksi deteksi yang dilakukan, sekitar 89,4% di antaranya benar. Nilai recall sebesar 0.833 menunjukkan bahwa model berhasil mendekripsi sekitar 83,3% dari seluruh objek sampah yang sebenarnya ada dalam gambar.

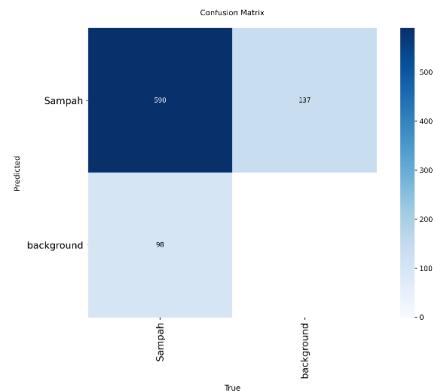
Selain itu, model menghasilkan mAP50 sebesar 0.89, yang menandakan tingkat rata-rata akurasi deteksi ketika threshold Intersection over Union (IoU) diatur sebesar 0.5. Sedangkan mAP50-95 tercatat 0.726, mencerminkan rata-rata performa deteksi pada berbagai skala IoU, yang mengindikasikan kemampuan generalisasi model terhadap variasi ukuran dan posisi objek.

3.3. Evaluasi dan Pengujian Model

Evaluasi performa model dilakukan dengan menganalisis hasil pelatihan dan pengujian menggunakan **confusion matrix** serta uji deteksi terhadap 20 citra sampah yang berbeda. Analisis ini bertujuan untuk melihat stabilitas model dalam mendekripsi objek sampah pada kondisi citra yang bervariasi. Hasil evaluasi digunakan untuk menilai efektivitas model dalam konteks penerapan sistem monitoring sungai secara otomatis.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagai bagian dari evaluasi model, analisis *confusion matrix* dilakukan untuk mengetahui sejauh mana akurasi prediksi model YOLOv8 dalam membedakan antara objek sampah dan latar belakang. *Confusion matrix* memberikan gambaran jumlah prediksi benar dan salah yang dilakukan oleh model terhadap masing-masing kelas.



Gambar 1. Confusion matrix

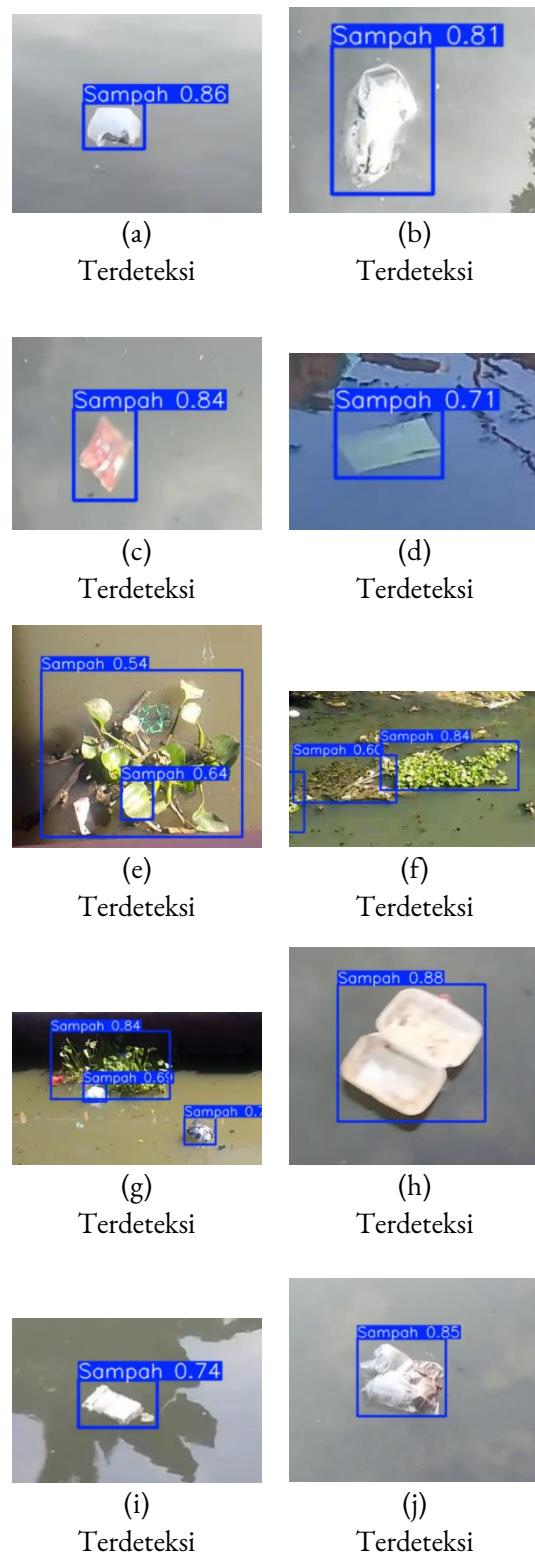
Berdasarkan *confusion matrix*, model berhasil mendekripsi objek sampah dengan benar sebanyak 590 kali (true positive), sedangkan sebanyak 137 kali model salah memprediksi background sebagai sampah (false positive). Untuk prediksi latar belakang, model berhasil mengidentifikasi background dengan benar sebanyak - (data tidak ada) dan salah memprediksi sampah sebagai background sebanyak 98 kali (false negative).

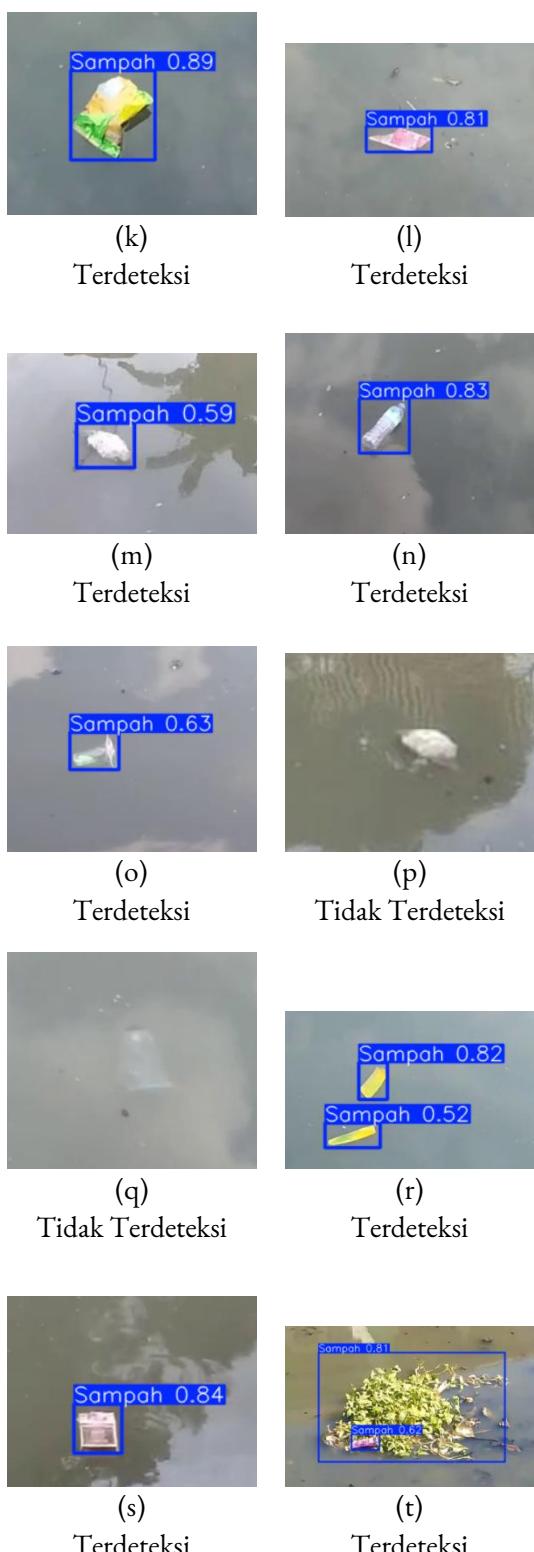
Hasil ini menunjukkan bahwa model lebih dominan menghasilkan prediksi benar untuk kelas sampah, namun masih terdapat kesalahan deteksi baik dalam bentuk false positive maupun false negative. Evaluasi ini penting sebagai dasar perbaikan model atau penyempurnaan dataset agar akurasi deteksi lebih optimal.

Setelah proses pelatihan selesai, model deteksi sampah berbasis YOLOv8 yang telah dikembangkan kemudian diuji untuk mengetahui kemampuannya dalam mendekripsi objek sampah di lingkungan sungai. Pengujian dilakukan sebanyak 20 kali dengan menggunakan data uji yang bervariasi pada setiap percobaan guna memastikan konsistensi kinerja model.

Setiap pengujian bertujuan untuk mengamati kestabilan performa deteksi model terhadap berbagai kondisi citra yang berbeda.

Dengan dilakukannya pengujian berulang, diharapkan dapat diperoleh gambaran sejauh mana model mampu bekerja secara optimal sebelum diterapkan dalam sistem monitoring lingkungan secara nyata.





Tabel 3. Pengujian Model YOLOV8

Berdasarkan hasil pengujian model YOLOv8 terhadap 20 citra sampah yang ditampilkan pada gambar, dapat disimpulkan

bahwa model menunjukkan kemampuan deteksi yang cukup baik terhadap objek sampah yang berada di permukaan sungai. Setiap gambar menunjukkan bounding box berwarna biru dengan label "Sampah" beserta nilai confidence score yang menunjukkan tingkat keyakinan model terhadap hasil deteksinya.

Secara umum, nilai confidence pada deteksi berada dalam rentang 0.52 hingga 0.89, yang menunjukkan bahwa model mampu mengidentifikasi objek sampah dengan tingkat keyakinan yang cukup tinggi dalam berbagai kondisi pencahayaan dan latar belakang. Beberapa gambar seperti (a), (b), (c), (k), (h), dan (s) menunjukkan confidence di atas 0.80, yang mengindikasikan bahwa objek-objek tersebut berhasil dideteksi dengan tingkat akurasi yang sangat baik.

Namun, terdapat pula beberapa kasus dengan nilai confidence di bawah 0.65 seperti pada gambar (e), (f), (m), dan (r), yang menunjukkan bahwa model mengalami sedikit kesulitan dalam mengidentifikasi objek dalam kondisi tertentu, seperti pencahayaan yang buruk, bayangan, atau keberadaan vegetasi air yang mengganggu. Meski demikian, objek sampah masih tetap terdeteksi, yang menunjukkan bahwa model memiliki generalisasi yang cukup terhadap variasi data.

Selain itu, pada beberapa gambar seperti (f) dan (r), model juga mampu mendeteksi lebih dari satu objek sampah dalam satu frame, yang menandakan kemampuannya dalam menghadapi skenario multipel objek. Hal ini menjadi indikator bahwa model memiliki potensi untuk diterapkan pada sistem pemantauan lingkungan secara real-time.

5. KESIMPULAN

- Penelitian ini berhasil mengembangkan model deteksi sampah berbasis YOLOv8 yang mampu mendeteksi objek sampah di permukaan sungai dengan performa yang baik. Model mencapai nilai precision sebesar 0.894, recall sebesar 0.833, serta mAP50 sebesar 0.89 dan mAP50-95 sebesar 0.726. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model memiliki tingkat akurasi dan generalisasi yang cukup tinggi.
- Pengujian sebanyak 20 kali menunjukkan bahwa model mampu mendeteksi sampah dalam berbagai kondisi pencahayaan dan latar belakang dengan confidence score

yang relatif stabil. Oleh karena itu, model ini memiliki potensi untuk diimplementasikan dalam sistem monitoring lingkungan sungai secara otomatis dan real-time.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Md. K. Hasan, A. Shahriar, and K. U. Jim, “Water pollution in Bangladesh and its impact on public health,” *Heliyon*, vol. 5, no. 8, p. e02145, Aug. 2019, doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e02145.
- [2] M. S. U. Chowdury et al., “IoT based real-time river water quality monitoring system,” in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2019, pp. 161–168. doi: 10.1016/j.procs.2019.08.025.
- [3] Z.-Q. Zhao, P. Zheng, S.-T. Xu, and X. Wu, “Object Detection With Deep Learning: A Review,” *IEEE Trans Neural Netw Learn Syst*, vol. 30, no. 11, pp. 3212–3232, 2019, doi: 10.1109/TNNLS.2018.2876865.
- [4] J. Terven and D. Cordova-Esparza, “A Comprehensive Review of YOLO Architectures in Computer Vision: From YOLOv1 to YOLOv8 and YOLO-NAS,” Feb. 2024, doi: 10.3390/make5040083.
- [5] Z. Wu et al., “Using YOLOv5 for garbage classification,” in 2021 4th International Conference on Pattern Recognition and Artificial Intelligence, PRAI 2021, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Aug. 2021, pp. 35–38. doi: 10.1109/PRAI53619.2021.9550790.
- [6] J. Redmon and A. Farhadi, “YOLOv3: An incremental improvement,” *arXiv preprint arXiv:1804.02767*, 2018.
- [7] H. Zhang, H. Yu, and G. Wang, “YOLO-based Object Detection for Real-time Industrial Applications,” *IEEE Access*, vol. 10, pp. 56353–56364, 2022.
- [8] W. Liu, Y. Lu, and X. Sun, “An Enhanced YOLO-Based Algorithm for Real-Time Object Detection,” *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, vol. 44, no. 1, pp. 1079–1089, 2023.
- [9] C. Hamid, T. Wulandari, and R. Tjandrakirana, “Cloud-based Machine Learning Platform: A Case Study on Google Colab,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2021, p. 22066.
- [10] M. H. Hamid, F. Rahmatillah, and A. Kurniawan, “Optimization of Machine Learning Training Using Google Colab,” in *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, p. 12005.
- [11] F. S. Uche, “Dataset Reusability Technique for Building YOLO AI Models Dataset Reusability Technique for Building YOLO Models.” [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/351100077>
- [12] R. Jain, M. Varshney, and R. Kumar, “Roboflow: A Comprehensive Platform for Data Management in Object Detection Tasks,” *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, vol. 11, no. 5, pp. 89–93, 2022.
- [13] R. Jain, “An Efficient Workflow for Object Detection Tasks using Roboflow,” *IJITEE*, vol. 11, pp. 89–93, 2022.
- [14] A. Amaral, L. Pires, and R. Gonçalves, “Visual Studio Code in Collaborative Software Development: An Empirical Study,” *Journal of Software Engineering and Applications*, vol. 15, no. 1, pp. 1–16, 2022.
- [15] A. Amaral and others, “Effectiveness of Visual Studio Code as a Development Environment in Machine Learning Projects,” *Journal of Systems and Software Engineering*, vol. 11, no. 3, pp. 201–212, 2022.