

Implementation of Image Segmentation Using YOLOv8 for Automatic Road Condition Assessment

[Implementasi Segmentasi Citra Menggunakan YOLOv8 untuk Penilaian Kondisi Jalan Otomatis]

Muhammad Zamroni Abdillah⁽¹⁾, Hindarto⁽²⁾,

⁽¹⁾Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

⁽²⁾Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: hindarto@umsida.ac.id

Abstract : Road infrastructure conditions play a crucial role in supporting transportation safety, comfort, and efficiency. However, the process of inspecting road conditions in Indonesia is still largely done manually, which tends to be subjective, time-consuming, and costly. This study implements the YOLOv8 model with a deep learning-based image segmentation approach to detect and assess road damage, particularly potholes. Road image datasets are used as training and testing data, with a segmentation mask-based labeling process. The model was trained using the YOLOv8-seg architecture and evaluated based on performance metrics such as precision, recall, and mean Average Precision (mAP). The developed system not only detects road damage in the form of potholes but also performs pixel segmentation to quantitatively calculate the percentage of damage to the road surface. The research results are expected to produce an objective and efficient automated road condition assessment system, as well as provide support in decision-making by relevant agencies.

Keywords: YOLOv8, image segmentation, road damage, pothole detection, computer vision.

Abstrak : Kondisi infrastruktur jalan memiliki peranan krusial dalam menunjang keselamatan, kenyamanan, dan efisiensi transportasi. Namun, proses inspeksi kondisi jalan di Indonesia hingga saat ini masih banyak dilakukan secara manual sehingga cenderung subjektif, memerlukan waktu lama, dan berbiaya tinggi. Penelitian ini mengimplementasikan model YOLOv8 dengan pendekatan segmentasi citra berbasis deep learning untuk mendeteksi dan menilai kerusakan jalan, khususnya lubang (pothole). Dataset citra jalan digunakan sebagai data latih dan uji, dengan proses pelabelan berbasis mask segmentasi. Model dilatih menggunakan arsitektur YOLOv8-seg dan dievaluasi berdasarkan metrik performa seperti precision, recall, dan mean Average Precision (mAP). Sistem yang dikembangkan tidak hanya mendeteksi kerusakan jalan berupa lubang (pothole), tetapi juga melakukan segmentasi piksel untuk menghitung persentase luas kerusakan terhadap permukaan jalan secara kuantitatif. Hasil penelitian diharapkan mampu menghasilkan sistem penilaian kondisi jalan secara otomatis yang objektif dan efisien, serta memberikan dukungan dalam pengambilan keputusan oleh instansi terkait.

Kata kunci: YOLOv8, segmentasi citra, kerusakan jalan, pothole detection, computer vision.

I. PENDAHULUAN

Infrastruktur jalan merupakan elemen vital sebagai tulang punggung dalam mendukung mobilitas masyarakat, distribusi logistik, pembangunan ekonomi dan stabilitas nasional[1][2][3]. Data statistik menunjukkan bahwa sebagian besar jalan di Indonesia masih berada dalam kondisi rusak hingga rusak berat, sehingga diperlukan upaya pemantauan dan pemeliharaan yang berkelanjutan. Menurut data BPS terakhir yang dirilis dalam publikasi, dari 546.116 km panjang jalan diluar jalan tol, hanya jalan 42,6 persen panjang jalan di Indonesia berada dalam kondisi baik, dan 25,49 persen dalam kondisi sedang. Sedangkan 16,01 persen dalam kondisi rusak, bahkan 15,9 persen dalam kondisi rusak berat. Itu artinya ada sekitar 174.298 km panjang jalan yang rusak[3].

Metode inspeksi jalan konvensional umumnya dilakukan secara visual oleh petugas lapangan. Pendekatan ini memiliki berbagai keterbatasan, antara lain subjektivitas penilaian[4][5]. Seiring berkembangnya teknologi

pengolahan citra dan kecerdasan buatan, berbagai penelitian mengusulkan pendekatan otomatis berbasis computer vision untuk mendeteksi kerusakan jalan. Ada banyak studi yang menerapkan algoritma CNN (*Convolutional Neural Networks*) pada YOLO (*You Only Look Once*) dalam tugas *computer vision*[6][7][8].

Algoritma You Only Look Once (YOLO) merupakan salah satu metode object detection yang banyak digunakan karena kecepatan dan akurasinya. YOLO dikenal karena bobotnya yang ringan, kinerja tinggi, dan hasil yang sukses dalam banyak penelitian[2], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15]. Versi terbaru, YOLOv8, tidak hanya mendukung deteksi objek berbasis bounding box, tetapi juga mendukung tugas segmentasi citra. Kemampuan ini memungkinkan sistem untuk mengukur luas kerusakan jalan secara lebih presisi.

YOLOv8 dipilih menjadi model utama karena memberikan keseimbangan terbaik antara akurasi deteksi, ukuran model, serta kemudahan deployment. Evaluasi komparatif pada beberapa studi menunjukkan, bahwa YOLOv8 lebih unggul dibandingkan YOLOv5 dan YOLOv7 pada deteksi outdoor dan objek kecil. Serta menyediakan varian ringan (nano/small) yang efisien untuk konversi ke format TFLite dan inference real-time di perangkat mobile.[13][14] Selain itu, YOLOv8 menawarkan pipeline pelatihan modern yang stabil sehingga memudahkan tuning dan integrasi ke alur kerja produksi. Berdasarkan temuan empiris pada studi perbandingan. Namun beberapa studi masih terbatas pada klasifikasi objek kerusakan menggunakan bounding box tanpa perhitungan luas kerusakan secara detail Oleh karena itu, peneliti berupaya memperluas cakupan dengan menambahkan kemampuan segmentasi dan pengukuran persentase area kerusakan. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada implementasi YOLOv8-segmentation untuk penilaian kondisi jalan otomatis berbasis video.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan Model Yolo yang akan di *training* menggunakan dataset yang berisikan foto-foto jalan berlubang. Dimana hasil dari training ini nantinya akan di gunakan untuk deteksi cepat pada video yang akan di lakukan proses assessment.

1. Dataset



Gambar 1. Random dataset

Gambar 1 adalah preview yang diambil secara acak pada dataset yang digunakan dalam penelitian ini. Dataset diperoleh dari platform *open source* - Roboflow Universe berjudul "*Pothole_Segmentation_YOLOv8 Computer Vision Dataset*" dengan total 780 citra kondisi jalan berlubang[16].

Dataset seluruh citra seperti pada gambar 1 di lakukan proses preprocessing sebelum training berupa resizing ke ukuran 640×640 piksel, normalisasi, serta beberapa augmentasi data. Untuk anotasi berupa format TXT telah dilakukan dan sudah tersedia pada dataset tersebut dari platform Roboflow berupa format TXT.

2. Proses Pelatihan Model

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

Pada penelitian ini, YOLOv8n di pilih untuk melakukan segmentasi lubang jalan. Pelatihan model dilakukan menggunakan GPU NVIDIA P100 pada platform Kaggle dengan konfigurasi pelatihan meliputi 150 epoch dan resolusi input 640×640 piksel. Evaluasi performa model dilakukan menggunakan metrik IoU, Precision, Recall, dan mAP untuk menilai kemampuan deteksi dan segmentasi.

Tabel 1. Konfigurasi pelatihan model

Konfigurasi Pelatihan Model	Keterangan
Epoch	200
Resolusi Gambar	640 x 640
GPU	Nvidia P100
Versi Yolo	8n-seg , 11n-seg
Platform	Kaggle
Jumlah Gambar Train	780

Pada setiap pelatihan, kinerja model akan di evaluasi oleh menggunakan metrik standar seperti precision, recall, F1-score, dan mean Average Precision (mAP). Precision menunjukkan berapa banyak contoh yang benar-benar positif dideteksi dengan benar oleh model, sementara recall menunjukkan berapa banyak contoh positif yang sebenarnya yang dideteksi. Rumus matematis metrik-metrik tersebut diberikan dalam Persamaan (1) dan (2). TP (True Positive) merujuk pada contoh positif yang dideteksi dengan benar; FP (False Positive) merujuk pada contoh positif palsu; FN (False Negative) merujuk pada positif yang terlewat; TN (True Negative) merujuk pada sampel negatif yang benar-benar dikecualikan[11].

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (1)$$

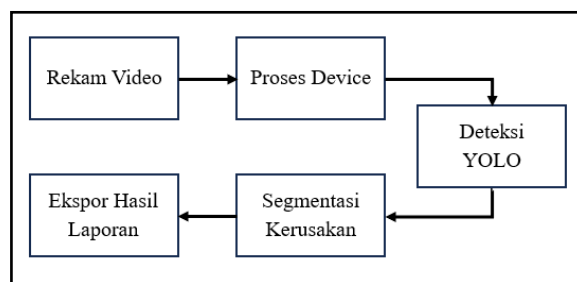
$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2)$$

mAP (mean Average Precision) adalah metrik agregat utama untuk mendeteksi objek yang merangkum kinerja keseluruhan model di berbagai kelas dan ambang batas. Untuk menghitung mAP, kita harus menghitung Average Precision (AP) untuk setiap kelas terlebih dahulu. Melibatkan pembuatan Precision-Recall Curve (Kurva P-R). Kurva ini memplot nilai Presisi (sumbu Y) terhadap nilai Recall (sumbu X) pada berbagai tingkat kepercayaan diri (confidence thresholds). AP adalah area di bawah kurva P-R tersebut. Rumus perhitungan ada di persamaan (3)

$$mAP = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N AP_i \quad (3)$$

3. Arsitektur Sistem

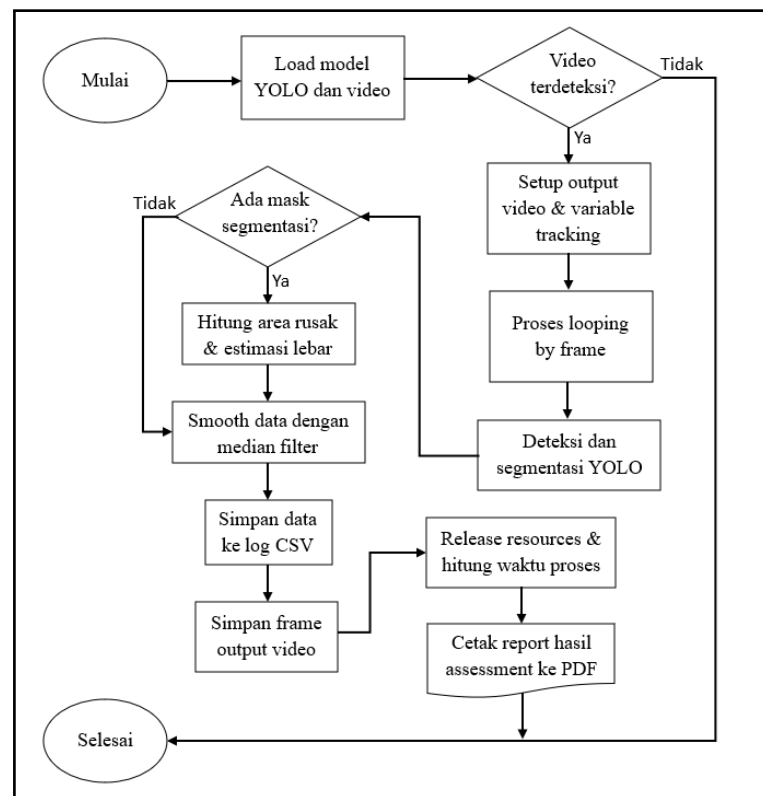
Sistem yang dikembangkan pada penelitian ini menerima masukan berupa video rekaman kondisi jalan yang direkam menggunakan kamera ponsel, dibantu dengan gimbal stabilizer yang terpasang pada bagian depan motor. Guna untuk mempermudah mobilisasi assessment ke jalan kecil dan terpencil. Alur kerja sistem ini sebagaimana berikut :



Gambar 2. Alur proses assessment

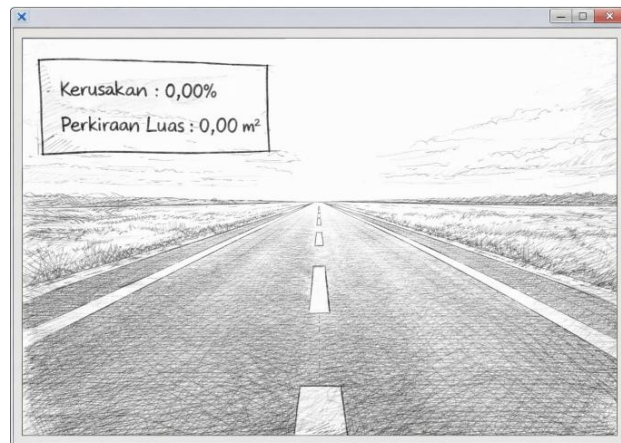
Diagram gambar 2 menjelaskan sistem ini mulai dari tahap awal sampai akhir. Berikut penjelasan yang detail dari tiap tahapan :

- Input** : Kamera ponsel (POCO M3) yang dibantu dengan gimbal stabilizer (Brica B-Steady) yang terpasang pada bagian depan sepeda motor. Kamera handphone memegang peran utama untuk menangkap citra jalan yang akan dilakukan assessment.
- Proses** : Memindahkan sampel video yang akan di lakukan assessment ke perangkat komputer/laptop (Lenovo Ideapad Slim3) untuk menjalankan program Python 3.10 dengan menggunakan model YOLO (yang sudah dilatih) untuk mendeteksi kondisi jalan yang rusak.
- Output** : Program menampilkan jendela proses assessment dilayar, lalu mendeteksi dan masking lubang. Hasil deteksi ditampilkan pada overlay video bagian kiri atas. Setelah proses deteksi selesai, sistem akan menyimpan log dalam bentuk CSV, video proses assessment untuk bisa di putar berulang kali, serta laporan hasil deteksi dalam bentuk PDF.



Gambar 3. Flowchart sistem RoDAS

Flowchart sistem ini tergambar jelas pada gambar 3. Pada tahap pertama, sistem akan membuka model Yolo dan milih sampel video. Selanjutnya sistem masuk ke proses utama frame per frame. Setiap frame video dibaca, kemudian diproses oleh model YOLO untuk melakukan segmentasi kerusakan jalan. Jika mask hasil segmentasi tersedia, sistem menghitung luas area kerusakan dalam piksel, mengonversinya menjadi persentase kerusakan dan estimasi luas dalam meter persegi (m^2). Lalu menampilkannya pada overlay selama sistem berjalan, sebagaimana pada gambar 4.



Gambar 4. Ilustasi interface sistem

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pelatihan model dihentikan otomatis sebelum mencapai epoch 200 setelah mendapatkan model terbaik dan mencapai titik optimal. Tabel 2 memberikan rangkuman dari hasil pelatihan yang dilakukan

Tabel 2. Hasil pelatihan model

Metrik (Box)	YOLOv8n-seg	Metrik (Mask)	YOLOv8n-seg
Precision	0.679	Precision	0,684
Recall	0,721	Recall	0,726
mAP50	0,708	mAP50	0,723
mAP50-95	0,417	mAP50-95	0,398
F1-Score	0.70	F1-Score	0.70
Epoch Optimal	45	Epoch Optimal	45

Hasil pelatihan menunjukkan bahwa model YOLOv8n mampu mendeteksi dan mensegmentasi area lubang jalan dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi. Segmentasi piksel memungkinkan perhitungan persentase kerusakan secara lebih presisi dibandingkan pendekatan bounding box. Selain itu, kecepatan inferensi YOLOv8n masih memenuhi kebutuhan pemrosesan video yang mendekati real-time.

Untuk pengujian sistem ini, dilakukan uji pada sebuah jalan dengan titik A dan B dengan berbagai macam kondisi (waktu). Sampel A untuk video dari titik A→B sedangkan sampel B untuk video B→A. metode ini di pilih untuk menguji kalibrasi sistem sebelum diterapkan ke sampel yang lebih banyak dan lebih besar.



Gambar 5. Hasil deteksi

Gambar 5 memberikan citra pendeteksian pada lubang yang sama dan sisi yang berbeda serta dengan berbagai kondisi waktu. Bisa di lihat perbedaan kondisi baik itu cerah, mendung, setelah hujan, bahkan malam memberikan hasil yang berbeda. Karena itu nantinya akan dibuat standar kondisi pengujian agar memberikan hasil maksimal. Berikut untuk rangkuman hasil pendeteksian

Tabel 3. Hasil uji pendeteksian sampel video

No.	Sampel	Waktu	Rata-rata kerusakan (%)	Total estimasi kerusakan (m ²)
1	A	Siang	0,07	138,210
2	B	Siang	0,07	151,320
3	A	Mendung	0,03	47,890
4	B	Mendung	0,03	59,500
5	A	Setelah hujan	0,05	101,070
6	B	Setelah hujan	0,08	163,510
7	A	Malam	0,24	567,250
8	B	Malam	0,16	352,190

Dari data yang di paparkan pada tabel 3, bisa di simpulkan bahwa hasil terbaik yang adalah pengambilan gambar waktu siang. Pengambilan gambar sekitar jam 8 pagi – jam 3 sore. Karena pada jam tersebut mendapatkan pencahayaan yang maksimal. Untuk pengambilan citra, kecepatan efektif yang di sarankan berkisar 20-40 km/h. Hal ini sehubungan dengan ketajaman gambar yang akan di deteksi oleh sistem ini.

Dari 4 macam kondisi pada sampel B, rata-rata memberikan masking kerusakan yang lebih besar. Hal terebut dikarenakan perbedaan posisi lajur motor. Pada sampel B, lajur kiri lebih banyak lubang halus. Membuat kendaraan bergetar terus dan merusak fokus kamera dan menjadi blur. Sehingga terjadi over segmentasi.

Untuk kondisi malam, kedua sangat tidak valid, karena rata-rata kerusakan dan total estimasi kerusakan sangat berbeda hasilnya. Banyak lubang yang tidak terdeteksi karena minimnya cahaya penerangan jalan dan lemahnya sensor kamera menangkap citra.

IV. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem penilaian kondisi jalan otomatis berbasis YOLOv8n dengan pendekatan segmentasi citra. Sistem tidak hanya mendeteksi kerusakan jalan, tetapi juga mampu menghitung persentase luas kerusakan secara kuantitatif dan menghasilkan laporan otomatis berupa PDF dan menyimpan riwayat assessment berupa log CSV. Hasil penelitian menunjukkan bahwa YOLOv8n merupakan model yang efektif untuk tugas ini dengan keseimbangan yang baik antara akurasi dan kecepatan.

Meskipun berjalan dengan baik, tentunya masih banyak kekurangan. Diantaranya jumlah dan kualitas dataset, kekuatan sensor kamera yang digunakan sehingga gambar kurang stabil dan sering blur pada saat terkena getaran sehingga menyebabkan over segmentasi, kondisi lingkungan, serta perangkat komputasi yang membuat proses assessment berjalan kurang cepat.

Kedepannya, peneliti menyarankan menggunakan lebih banyak variasi gambar pada dataset dan pelatihan model, khususnya pada versi model yang terbaru. Lalu menggunakan kamera yang memiliki sensor lebih stabil lagi agar mendapatkan hasil deteksi lebih akurat. Untuk pendeteksian pada malam hari kurang disarankan, karena masih banyak jalan yang memiliki pencahayaan kurang. Perangkat yang memiliki dukungan kartu grafis tinggi sangat di rekomendasikan untuk memungkinkan proses assessment yang lebih cepat, bahkan melakukan pendeteksian secara real-time.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan kemudahan yang diberikan sehingga artikel ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing serta rekan sejawat dalam memberikan masukan serta arahan selama proses penulisan. Tak lupa ucapan terima kasih turut disampaikan kepada keluarga dan teman-teman atas dukungan moral yang sangat berarti dalam menyelesaikan artikel ini.

REFERENSI

- [1] S. Liao, "Road damage detection algorithm based on optimised You only Look Once version 8," *2024 5th Int. Conf. Comput. Eng. Appl. ICCEA 2024*, pp. 1381–1384, 2024, doi: 10.1109/ICCEA62105.2024.10603714.
- [2] Z. Sun, L. Zhu, S. Qin, Y. Yu, R. Ju, and Q. Li, "Road Surface Defect Detection Algorithm Based on YOLOv8," *Electron.*, vol. 13, no. 12, pp. 1–17, 2024, doi: 10.3390/electronics13122413.
- [3] B. P. statistik (BPS), "Statsitik Transportasi Darat," p. 75, 2021, doi: 06100.2264.
- [4] Y. Jiang, "Road damage detection and classification using deep neural networks," *Discov. Appl. Sci.*, no. July, 2024, doi: 10.1007/s42452-024-06129-0.
- [5] K. Zeng, R. Fan, and X. Tang, "Efficient and accurate road crack detection technology based on YOLOv8-ES," *Auton. Intell. Syst.*, vol. 5, no. 1, 2025, doi: 10.1007/s43684-025-00091-3.
- [6] C. Shorten and T. M. Khoshgoftaar, "A survey on Image Data Augmentation for Deep Learning," *J. Big Data*, 2019, doi: 10.1186/s40537-019-0197-0.
- [7] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection".
- [8] B. Sasmito, B. H. Setiadi, and R. Isnanto, "Deteksi Kerusakan Jalan Menggunakan Pengolahan Citra Deep Learning di Kota Semarang," vol. 44, no. 1, pp. 7–14, 2023, doi: 10.14710/teknik.v44i1.51908.
- [9] E. Royhan *et al.*, "PENGEMBANGAN SISTEM DETEKSI LUBANG PADA JALAN MENGGUNAKAN ALGORITMA YOLO BERBASIS ESP32-CAM," vol. 9, no. 4, pp. 1–12, 2025.
- [10] Y. Zanevych, V. Yovbak, O. Basystiuk, N. Shakhovska, and S. Fedushko, "Evaluation of Pothole Detection Performance Using Deep Learning Models Under Low-Light Conditions," 2024.
- [11] M. Yurdakul and Ş. Taşdemir, "An Enhanced YOLOv8 Model for Real-Time and Accurate Pothole Detection and Measurement".
- [12] Saeeda Varawalla, "Enhancing Road Safety: Real-Time Surface Anomaly Detection Using YOLOv8," *J. Inf. Syst. Eng. Manag.*, vol. 10, no. 20s, pp. 543–551, 2025, doi: 10.52783/jisem.v10i20s.3177.
- [13] R. S. Wijaya, A. Wibisana, and E. R. Jamzuri, "Comparative Study of YOLOv5 , YOLOv7 and YOLOv8 for Robust Outdoor Detection," 2024.
- [14] A. U. Amri and G. P. Kusuma, "Comparative study of pothole detection using deep learning on smartphone," vol. 37, no. 2, pp. 995–1004, 2025, doi: 10.11591/ijeecs.v37.i2.pp995-1004.
- [15] Z. Demirel, S. T. Nasraldeen, Ö. Pehlivan, S. Shoman, and M. Albairi, "Comparative Evaluation of YOLO and Gemini AI Models for Road Damage Detection and Mapping," pp. 1–26, 2025.
- [16] Farzad, "Pothole Segmentation YOLOv8." Accessed: Dec. 21, 2025. [Online]. Available: https://universe.roboflow.com/farzad/pothole_segmentation_yolov8/dataset/1

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.