

ABSTRAK

Penelitian ini mengimplementasikan model YOLOv9-c untuk deteksi dan klasifikasi empat jenis kerusakan jalan—lubang, retak buaya, retak melintang, dan retak memanjang—menggunakan pendekatan pembelajaran mendalam. Model dilatih menggunakan subset terpilih dari Road Damage Dataset (RDD) 2022 yang terdiri dari 4.494 citra, dengan tahapan prapemrosesan meliputi konversi anotasi dari format Pascal VOC ke YOLO, pembagian data dengan rasio 80:10:10, serta augmentasi data untuk mengatasi ketidakseimbangan kelas terutama pada kategori lubang. Pelatihan dilakukan selama 60 epoch menggunakan GPU NVIDIA RTX 4090, dengan memanfaatkan arsitektur YOLOv9 yang mengintegrasikan Programmable Gradient Information (PGI) dan Generalized Efficient Layer Aggregation Network (GELAN).

Hasil evaluasi menunjukkan performa model yang sangat baik dengan nilai mAP50 sebesar 84,5% pada data validasi dan meningkat menjadi 87,2% pada data pengujian, serta mAP50-95 sebesar 57,3%. Analisis per kelas menunjukkan retak melintang mencapai performa terbaik dengan mAP50 89,5%, diikuti lubang (87,1%), retak memanjang (86,5%), dan retak buaya (85,7%). Model juga mencapai nilai presisi 79,9% dan recall 82,2% secara keseluruhan, mengindikasikan keseimbangan yang baik antara akurasi deteksi dan kemampuan mendeteksi seluruh kerusakan yang ada.

Penelitian ini memberikan tolok ukur kinerja yang komprehensif untuk implementasi YOLOv9 dalam konteks deteksi kerusakan jalan. Pengujian menggunakan data primer dari kondisi lapangan menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang baik, meskipun masih terdapat tantangan dalam menangani variasi kondisi pencahayaan. Hasil penelitian mengonfirmasi bahwa YOLOv9 merupakan arsitektur yang efektif untuk tugas deteksi kerusakan jalan dengan performa yang konsisten di berbagai jenis kerusakan.

Kata kunci: deteksi kerusakan jalan, YOLOv9, pembelajaran mendalam, deteksi objek, RDD2022

ABSTRACT

This research implements the YOLOv9-c model for detection and classification of four types of road damage—potholes, alligator cracks, transverse cracks, and longitudinal cracks—using a deep learning approach. The model was trained using a selected subset from the Road Damage Dataset (RDD) 2022 consisting of 4,494 images, with preprocessing stages including annotation conversion from Pascal VOC to YOLO format, data splitting with an 80:10:10 ratio, and data augmentation to address class imbalance particularly in the pothole category. Training was conducted for 60 epochs using an NVIDIA RTX 4090 GPU, leveraging the YOLOv9 architecture that integrates Programmable Gradient Information (PGI) and Generalized Efficient Layer Aggregation Network (GELAN).

Evaluation results demonstrate excellent model performance with mAP50 values of 84.5% on validation data increasing to 87.2% on testing data, and mAP50-95 of 57.3%. Per-class analysis shows transverse cracks achieving the best performance with mAP50 of 89.5%, followed by potholes (87.1%), longitudinal cracks (86.5%), and alligator cracks (85.7%). The model also achieved overall precision of 79.9% and recall of 82.2%, indicating a good balance between detection accuracy and the ability to detect all existing damage.

This research provides a comprehensive performance benchmark for YOLOv9 implementation in the context of road damage detection. Testing using primary data from field conditions shows that the model has good generalization capability, although challenges remain in handling lighting condition variations. The research results confirm that YOLOv9 is an effective architecture for road damage detection tasks with consistent performance across various damage types.

Keywords: road damage detection, YOLOv9, deep learning, object detection, RDD2022