

## INTISARI

Jalan sebagai salah satu infrastruktur transportasi dapat mengalami kerusakan seiring dengan waktu. Hal ini memunculkan urgensi inspeksi kerusakan jalan secara berkala untuk menjamin keselamatan transportasi. Hingga saat ini metode inspeksi kerusakan jalan telah beralih dari pengukuran secara manual menjadi semi otomatis, di mana masih diperlukan delineasi kerusakan jalan oleh operator. Ortofoto hasil pengolahan foto udara dari wahana udara nir-awak yang dikombinasikan dengan algoritma deteksi objek berbasis *deep learning* menawarkan pendekatan otomatisasi deteksi kerusakan jalan yang lebih cepat dan akurat. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penerapan algoritma *deep learning* YOLOv8-OBB untuk deteksi kerusakan jalan menggunakan ortofoto UAV, yang secara spesifik berfokus pada akurasi dan efektifitas representasi *bounding box* yang berbeda.

Foto udara ruas Jalan Gedongan-Tempel sepanjang 1,2 km diakuisisi menggunakan wahana udara nir-awak. Data foto udara ini dilakukan *image enhancement* menggunakan algoritma CLAHE untuk meningkatkan kontras dan kemudian dilakukan pengolahan ortofoto menggunakan algoritma SfM-MVS. Sebuah dataset yang terdiri dari tiga jenis kerusakan jalan (lubang, retak kulit buaya, dan tambalan) dibuat menggunakan representasi anotasi HBB (*Horizontal Bounding Box*). Dataset ini kemudian dilakukan augmentasi geometrik (rotasi dan skala) untuk mensimulasikan representasi anotasi OBB (*Oriented Bounding Box*). Model YOLOv8s-OBB dilakukan pelatihan terhadap kedua dataset untuk 200 epok (dengan mekanisme *early stopping*) kemudian dilakukan evaluasi menggunakan metrik *precision*, *recall*, *F1-score*, mAP, dan IoU.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model yang dilatih dengan anotasi HBB mengalami kesulitan dalam melokalisasi objek secara akurat ketika dihadapkan dengan kerusakan jalan yang memiliki variasi orientasi. Hal ini ditunjukkan dengan penurunan nilai IoU pada jalan terorientasi (37,6%) jika dibandingkan dengan jalan lurus (58,2%). Lain halnya dengan model yang dilatih dengan anotasi OBB, terdapat peningkatan IoU dari 58,2% pada jalan lurus menjadi 59,2% pada jalan terorientasi. Selain itu, model yang dilatih dengan dataset hasil augmentasi geometrik (simulasi OBB) memiliki peningkatan *precision* dan *F1-score*, masing-masing sebesar 4,1% dan 0,5%. Temuan ini menunjukkan bahwa anotasi HBB yang dikombinasikan dengan augmentasi geometrik untuk mensimulasikan OBB merupakan metode yang efisien dalam pembuatan dataset. Metode ini secara signifikan meningkatkan generalisasi model dan akurasi dalam mendeteksi kerusakan jalan dengan orientasi yang beragam, yang pada akhirnya berkontribusi pada kemajuan sistem inspeksi jalan secara otomatis.

Kata kunci: kerusakan jalan, ortofoto, deteksi objek, *deep learning*, HBB, OBB, augmentasi geometrik

## ABSTRACT

*Roads as one of the transportation infrastructures can deteriorate over time. This has led to the urgent need for regular road damage inspections to ensure transportation safety. Currently, road damage inspection methods have shifted from manual to semi-automated measurements, where operator delineation of road damage is still required. Orthophoto, resulting from the processing of aerial imagery from unmanned aerial vehicles combined with deep learning-based object detection algorithms, offer a faster and more accurate approach to automating road damage detection. This study aims to evaluate the applicability of the deep learning algorithm YOLOv8-OBB for road damage detection using orthophoto, specifically focusing on the accuracy and effectiveness of different bounding box representations.*

*Aerial imageries of the 1.2 km Gedongan-Tempel road section were acquired using an unmanned aerial vehicle. This aerial imagery data was subjected to image enhancement using the CLAHE algorithm to increase contrast and then orthophoto processing using the SfM-MVS algorithm. A dataset consisting of three types of road damages (potholes, alligator cracks, and patches) was created using the HBB (Horizontal Bounding Box) annotation representation. This dataset was then subjected to geometric augmentation (rotation and scale) to simulate the OBB (Oriented Bounding Box) annotation representation. The YOLOv8s-OBB model was trained on both datasets for 200 epochs (with an early stopping mechanism) and then evaluated using precision, recall, F1-score, mAP, and IoU metrics.*

*The results show that models trained with HBB annotations struggle to accurately localize objects when confronted with road damages that exhibit variations in orientation. This is evident in the decrease in IoU value on oriented roads (37.6%) compared to straight roads (58.2%). In contrast to the model trained with OBB annotations, there is an increase in IoU from 58.2% on straight roads to 59.2% on oriented roads. In addition, the model trained with the geometric augmented dataset (simulated OBB) had an increase in precision and F1-score of 4.1% and 0.5%, respectively. These findings suggest that combining HBB annotation with geometric augmentation to simulate OBB is an efficient method for dataset generation. This method significantly improves model generalization and accuracy in detecting road damages with diverse orientations, ultimately contributing to the advancement of automated road inspection systems.*

*Keywords: road damage, orthophoto, object detection, deep learning, HBB, OBB, geometric augmentation*