

ABSTRAK

Pendeteksian kerusakan jalan, khususnya jalan berlubang, merupakan aspek krusial dalam menjaga keselamatan transportasi. Namun, proses ini seringkali masih dilakukan secara manual yang bersifat subjektif dan memakan waktu. Tantangan utama dalam deteksi otomatis adalah karakteristik objek bergeometri tidak beraturan (*Irregular Shapes*) dan kondisi lingkungan yang kompleks. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja dan ketangguhan arsitektur *Transformer* RF-DETR dalam mendeteksi jalan berlubang. Model dilatih menggunakan penggabungan *dataset* yang terdiri dari 1.629 citra dan 2.996 anotasi dari berbagai perspektif, seperti *ground*, *dashcam*, dan *drone*,. Proses pelatihan dilakukan dengan penyesuaian *hyperparameter* dan augmentasi data untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa RF-DETR memiliki kinerja yang baik dengan nilai *Precision* sebesar 85,66%, *Recall* 69,44%, *F1-score* 76,70%, dan mAP@50 mencapai 67,13% pada data uji. Dalam pengujian ketangguhan (*robustness*) menggunakan *Metamorphic Testing*, model menunjukkan tingkat ketahanan yang bervariasi terhadap degradasi citra,. Transformasi *Image Compression* memiliki tingkat ketahanan terbaik dengan nilai sensitivitas (*slope*) terendah sebesar 0,2477, sementara transformasi *Defocus Blur* merupakan gangguan yang paling memengaruhi performa model dengan nilai *slope* tertinggi sebesar 1,5094,. Penelitian ini menyimpulkan bahwa RF-DETR efektif untuk mendeteksi objek dengan geometri kompleks, namun performanya sangat dipengaruhi oleh karakteristik degradasi visual pada citra.

Kata Kunci: *Object Detection*, RF-DETR, Jalan Berlubang, Geometri Tidak Beraturan, *Robustness*, *Transformer*.

ABSTRACT

Road damage detection, particularly potholes, is a crucial aspect of maintaining transportation safety. However, this process is still frequently conducted manually, making it subjective and time-consuming. The primary challenge in automated detection lies in the characteristics of irregularly shaped objects and complex environmental conditions. This study aims to analyze the performance and robustness of the RF-DETR Transformer architecture in detecting potholes. The model was trained using a merged dataset consisting of 1,629 images and 2,996 annotations captured from various perspectives, including ground, dashcam, and drone. The training process involved hyperparameter tuning and data augmentation to enhance the model's generalization capabilities. Evaluation results demonstrate that RF-DETR achieves strong performance with a Precision of 85.66%, Recall of 69.44%, F1-score of 76.70%, and an mAP@50 of 67.13% on the test data. In robustness testing using Metamorphic Testing, the model exhibited varying levels of resistance to image degradation. The Image Compression transformation showed the highest resistance, recording the lowest sensitivity (slope) value of 0.2477. Conversely, the Defocus Blur transformation was the most disruptive to the model's performance, yielding the highest slope value of 1.5094. This study concludes that while RF-DETR is effective for detecting objects with complex geometries, its performance is significantly influenced by specific visual degradation characteristics within the images.

Keywords: Object Detection, RF-DETR, Pothole, Irregular Geometry, Robustness, Transformer.