



Intisari

Data jalan memiliki peran penting dalam mendukung sistem transportasi modern, seperti perencanaan rute, manajemen lalu lintas, dan pengambilan keputusan berbasis spasial sehingga perlu diperbarui secara berkala. Proses pembaruan data jalan secara manual melalui digitasi menghasilkan data yang akurat, tetapi membutuhkan waktu yang lama dan bergantung pada kemampuan operator. Diperlukan metode otomatis yang mampu mengekstraksi objek jalan secara cepat dan konsisten. Salah satu pendekatan yang berkembang pesat untuk ekstraksi objek dalam citra adalah metode *deep learning*. Algoritma *You Only Look Once* (YOLO) menjadi pilihan karena kemampuan mengintegrasikan ekstraksi fitur dan prediksi *bounding box* serta segmentasi secara efisien dengan arsitektur satu tahap. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan ekstraksi objek jalan menggunakan algoritma YOLO berbasis data ortofoto dari empat lokasi berbeda, yaitu Yogyakarta, Surabaya, Bontang, dan Majene dengan tipe jalan yang beragam.

Proses diawali dengan penyusunan *training dataset* melalui pemotongan ortofoto menjadi *tile* berukuran 640×640 piksel, dilanjutkan pelabelan citra dan augmentasi data menggunakan platform *Roboflow*. Augmentasi dilakukan untuk mengurangi risiko *overfitting* dan *underfitting* melalui modifikasi rotasi, cermin, warna, pencahayaan, dan saturasi citra. Pelatihan model dilakukan menggunakan platform *Google colab* dengan rasio *training dataset* 75%:25%. Model YOLO kemudian dilatih sebanyak 150 *epoch* untuk dapat memprediksi objek jalan pada area uji. Hasil ekstraksi dievaluasi berdasarkan akurasinya meliputi nilai *Precision*, *Recall*, *F1-Score*, dan *Intersection of Union* (IoU) serta bentuk geometri yang didapatkan. Pengoptimalan geometri hasil ekstraksi dilakukan melalui regularisasi poligon dengan algoritma *douglas-peucker*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model YOLO mampu melakukan ekstraksi objek jalan secara otomatis dari data ortofoto. Model menghasilkan akurasi berdasarkan nilai mAP sebesar 0,970 untuk mAP50 dan 0,792 untuk mAP50-95. Berdasarkan evaluasi hasil ekstraksi model pada keempat lokasi area uji, model mampu menghasilkan ekstraksi yang baik pada tipe jalan dengan jenis lebar badan jalan arteri, kolektor, dan lokal yang kebanyakan berstruktur permukaan aspal. Namun, model belum mampu menghasilkan ekstraksi jalan yang baik pada jalan dengan jenis lebar badan jalan lingkungan yang kebanyakan berstruktur permukaan beton dan jalan yang tidak diperkeras. Jalan yang tertutup vegetasi ringan masih dapat dikenali model, sebagaimana ditunjukkan pada hasil uji Kota Yogyakarta dengan nilai IoU tertinggi sebesar 0,844. Model mengalami tantangan dalam mengenali jalan yang tertutup bayangan, terlihat pada hasil uji Kota Surabaya yang memperoleh nilai IoU lebih rendah, yaitu 0,713. Model mengalami kesulitan mengenali jalan sempit yang warnanya menyerupai lahan terbuka, seperti terlihat pada hasil uji di Kota Bontang dan Kabupaten Majene dengan IoU masing-masing sebesar 0,630 dan 0,632. Hasil ekstraksi jalan oleh model YOLO menghasilkan bentuk geometris yang masih kurang rapi. Pengoptimalan bentuk geometri hasil ekstraksi melalui regularisasi poligon dengan algoritma *douglas-peucker* menghasilkan poligon jalan yang lebih halus dan menyerupai bentuk jalan yang ideal meskipun tidak meningkatkan nilai akurasi IoU.

Kata kunci ; ekstraksi, jalan, ortofoto, *deep learning*, YOLO



Abstract

Road data have a crucial role in supporting modern transportation systems, such as route planning, traffic management, and spatial-based decision-making, and therefore must be updated regularly. The manual process of updating road data through digitization produces accurate results but its consuming lot of time and depend on the operator. Therefore, an automated method is needed to extract road data quickly and consistently. One of the rapidly growing approaches for object extraction in imagery is deep learning. The You Only Look Once (YOLO) algorithm is a preferred choice due to its ability to efficiently integrate feature extraction, bounding box prediction, and segmentation within a single-stage architecture. This study aims to perform road extraction using the YOLO algorithm based on orthophoto data from four different regions, Yogyakarta, Surabaya, Bontang, and Majene with various road types.

The process began with the preparation of a training dataset by dividing the orthophoto into tiles of 640×640 pixels, followed by image labeling and data augmentation using the Roboflow platform. Augmentation was performed to reduce the risk of overfitting and underfitting through modifications such as rotation, flipping, hue, brightness, and saturation adjustments. The model was trained on the Google Colaboratory platform using a training-to-validation data ratio of 75%:25% and trained for 150 epochs to enable the model to predict road object in the test areas. The extraction results were evaluated based on accuracy metrics including Precision, Recall, F1-Score, and Intersection over Union (IoU), as well as the resulting geometric shape. Geometric optimization of the extracted results was carried out through polygon regularization using the Douglas-Peucker algorithm.

The results showed that the YOLO model was capable of automatically extracting road from orthophoto data. The model achieved accuracy based on a mean Average Precision (mAP) score of 0.970 for mAP50 and 0.792 for mAP50-95. Based on the evaluation of the extraction results across the four test locations, the model was able to produce good extraction performance for road types with arterial, collector, and local widths, which mostly have asphalt surfaces. However, the model has not yet been able to accurately extract roads classified as residential streets, which mostly have concrete or unpaved surfaces. Roads covered by light vegetation could still be recognized by the model, as demonstrated by the test results in Yogyakarta, which yielded the highest IoU value of 0.844. The model faced challenges in detecting roads obscured by shadows, as seen in the Surabaya test results with a lower IoU score of 0.713. The model also struggled to detect narrow roads with surface colors resembling open land, as observed in the test areas of Bontang and Majene, with IoU scores of 0.630 and 0.632, respectively. The extracted road geometries produced by the YOLO model were still relatively irregular. Geometry optimization through polygon regularization using the Douglas-Peucker algorithm resulted in smoother and more ideal road shapes, although it did not improve the IoU accuracy score.

Keywords : extraction, road, YOLO, deep learning, ortophoto