

INTISARI

Indonesia menjadi salah satu negara rawan bencana alam, terutama gempa bumi dan tsunami. Kota Palu tanggal 28 September 2018, menjadi salah satu wilayah di Indonesia yang terdampak gempa bumi yang dahsyat dengan kekuatan 7.4 SR yang menyebabkan bencana sekunder lainnya seperti tsunami dan likuifaksi. Pemetaan dan penilaian bangunan rusak pasca bencana sangat penting dalam respon tanggap darurat, terutama area perkotaan yang padat dimana banyak korban tertimpa oleh bangunan rusak. Metode penginderaan jauh berbasis *deep learning* seperti YOLOSeg11 dapat menjadi solusi dalam melakukan pemetaan dan juga penilaian bangunan rusak pasca bencana. Tujuan dari penelitian ini adalah, (1) melakukan deteksi, segmentasi, dan klasifikasi objek bangunan rusak pasca bencana Palu 2018 menggunakan model YOLOSeg11 dengan data latih xView2 pada citra WorldView-2 pasca bencana, (2) melakukan evaluasi performa model, dan (3) menganalisis hubungan korelasi antara bentuk geometris bangunan dan tingkat kerusakannya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Object Based Image Analysis* (OBIA) berbasis *deep learning Convolutional Neural Network* (CNN), untuk melakukan deteksi, segmentasi dan klasifikasi dalam satu tahap. Penelitian ini menguji tiga model konfigurasi data latih, dengan dua skenario, menggunakan data multibencana tanpa dan penambahan data lokal, serta data bencana yang relevan, yang dibagi kedalam 4 dan 2 kelas kerusakan. Uji statistik *Kruskal-Wallis H* dan *Dunn's test* digunakan untuk menganalisis pengaruh bentuk geometris bangunan terhadap tingkat kerusakan.

Hasil penelitian menunjukkan, model mampu melakukan inferensi deteksi, segmentasi dan klasifikasi objek bangunan rusak pada citra WorldView-2 seluas 397.566 ha dalam waktu 0.58 menit menggunakan GPU RTX 3050 6GB. Secara keseluruhan, evaluasi performa deteksi model pada *precision* dan *recall* belum optimal pada *confidence threshold* yang tinggi, performa terbaik pada model yang menggunakan data latih multibencana dengan penambahan data lokal pada skenario 2 model 1 (4 kelas), dan 2 (2 kelas) dengan *confidence* yang rendah, model 3 gagal mendeteksi objek pada seluruh nilai *confidence*. Segmentasi ketiga model menghasilkan mIoU > 0.65 dengan performa terbaik pada skenario 2 model 1 dan 2. Klasifikasi menunjukkan akurasi > 0.90, namun akurasi perkelas bangunan rusak rendah, karena *recall* kecil dan bias terhadap kelas bangunan utuh. Validasi hasil lapangan juga menunjukkan skenario 2 model 1 dan 2 mencapai akurasi > 0.60. secara keseluruhan menggunakan data latih multibencana dengan tambahan data lokal lebih direkomendasikan. Namun, tanpa tambahan data lokal juga dapat digunakan pada kondisi tanggap darurat ketika data lokal belum tersedia. Hasil uji statistik menunjukkan bentuk topologi geometris bangunan mempunyai pengaruh pada tingkat kerusakan, terutama pada bentuk geometris tidak beraturan dengan *p-value* 0.001, sehingga desain tapak bangunan yang lebih beraturan lebih direkomendasikan pada desain bangunan tahan gempa.

Kata kunci: Identifikasi Bangunan rusak, Gempa Palu 2018, YOLOv11, Deep learning, WorldView-2.

ABSTRACT

Indonesia is one of the countries most prone to natural disaster, particularly earthquakes and tsunami. On 28 September 2018, the city of Palu experienced a devastating 7.4 Mw earthquake that triggered secondary hazards including a tsunami and liquefaction. Rapid mapping and assessment of buildings damage are crucial for effective emergency response, especially in densely populated urban areas where many victims were trapped under collapse structures. Remote sensing methods based on deep learning, such as YOLOSeg11, offer a potential solution for rapid and automated post disaster damage assessment. The objectives of the study are, (1) to perform detection, segmentation, and classification of damaged buildings after the 2018 Palu disaster using the YOLOSeg11 model trained with xView2 data on post disaster WorldView2 imagery, (2) to evaluate the model's performance, and (3) to analyze the correlation between building geometrics topology and damage levels. The method applied is Object-Based Image Analysis (OBIA) using a deep learning Convolutional Neural Network (CNN) capable of performing detection, segmentation, and classification in a single stage. Three model configuration were tested under two training scenarios using multi hazard data, with and without local augmentation, as well as relevant disaster data oversampled through augmentation. Statistical analysis using Kruskal-Wallis H and Dunn's Test were conducted to assess the influence of building geometrics forms on damage severity.

The results show that the model successfully performed detection, segmentation, and classification across 397.566 ha of WorldView-2 imagery within approximately 7 minutes using an RTX 3050 GPU. Overall, detection performance in terms of precision and recall was not optimal at high confidence threshold, with the best results obtained from multi hazard models enhanced with local training data model 1 and model 2, scenario 2 at lower confidence threshold. Model 3 failed to detect buildings at all confidence levels. All models achieved segmentation performance of $mIoU > 0.65$, with the most stable results observed in model 1 and model 2 under scenario 2. Classification accuracy exceeded 0.90 overall, but per-class accuracy for damaged buildings remained low due to poor recall and strong bias toward the no-damage class. Field survey validation further showed that model 1 and model 2 under scenario 2 achieved accuracies above 0.60. Overall, multi hazard training data supplemented with local samples is recommended, although models without local data can still be applied during emergency response when local data are unavailable. Statistical results also indicate that buildings geometric topology influences damage severity, particularly for irregular buildings shapes, with p -value 0.001, suggesting that more regular buildings footprints are preferable in earthquake resistant design.

Keywords: Identification, Building Damage, Palu City, YOLO, WorldView-2