

ABSTRAK

Pesatnya pertumbuhan kawasan perkotaan di Kota Makassar meningkatkan kebutuhan akan data geospasial tiga dimensi (3D) yang akurat untuk mendukung perencanaan tata ruang, mitigasi bencana, dan pengembangan *smart city*. Penelitian ini hadir sebagai bagian dari kontribusi untuk program *Integrated Land Administration and Spatial Planning Project* (ILASPP) yang didukung oleh World Bank, Kementerian ATR/BPN, dan Badan Informasi Geospasial (BIG) dalam mempercepat penyediaan data geospasial 3D yang akurat dan berskala besar di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengotomatisasi rekonstruksi model bangunan *Level of Detail 2* (LoD 2) menggunakan data *Airborne LiDAR* dan *orthophoto* resolusi tinggi melalui pendekatan *deep learning* dan pemodelan geometri atap otomatis. Metode yang digunakan membandingkan dua arsitektur *deep learning*, yaitu UNet++ sebagai model *baseline* dan 3DJA-UNet++ (UNet++ yang ditingkatkan dengan modul *3D Joint Attention*) untuk mengekstraksi *building footprint* dari *orthophoto*. Hasil segmentasi tersebut kemudian diintegrasikan dengan data LiDAR untuk merekonstruksi model 3D LoD 2 menggunakan Roofer CLI App. Validasi dilakukan terhadap data *ground truth* hasil digitasi manual menggunakan metrik IoU, F1-Score, RMSE ketinggian, jumlah roof planes, dan estimasi volume. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 3DJA-UNet++ memberikan performa superior dibandingkan UNet++ dengan mencapai nilai IoU 0,8377 dan F1-Score 0,9117. Model ini mampu menghasilkan batas bangunan yang lebih tajam serta menekan kesalahan segmentasi pada area padat di kawasan perkotaan tropis. Proses rekonstruksi menggunakan Roofer CLI App membuktikan bahwa kualitas model LoD 2 sangat bergantung pada tingkat akurasi *building footprint*, dengan urutan kualitas dari yang terbaik hingga terendah adalah *Ground Truth*, diikuti oleh 3DJA-UNet++, UNet++, dan OpenStreetMap.

Kata kunci: LoD 2, *Airborne LiDAR*, Foto Udara, UNet++, *3D Joint Attention*, Segmentasi Semantik, *Roofer*, Kota Makassar, ILASPP