

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan modifikasi pada arsitektur *Mask R-CNN* untuk deteksi kardus di lingkungan gudang distribusi dengan mengganti *backbone* default (*ResNet-50*) menggunakan *backbone MobileNetV3 Small*. Berdasarkan tujuan penelitian yang telah ditetapkan, kesimpulan dapat dirinci sebagai berikut:

1. Penelitian ini telah berhasil mengimplementasikan dua konfigurasi *Mask R-CNN*, yaitu dengan *backbone* default *ResNet-50* dan *backbone* custom *MobileNetV3 Small*. Keduanya diterapkan dalam konteks deteksi kardus di lingkungan gudang distribusi. Proses pelatihan dan pengujian dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas dari kedua model tersebut dalam mengidentifikasi objek kardus secara akurat.
2. Konfigurasi terbaik untuk *Mask R-CNN* dengan *backbone MobileNetV3 Small* diperoleh dengan parameter *learning rate* 0,002, *batch size* 2, dan total iterasi pelatihan sebanyak 20.000. Selain itu, digunakan *Feature Pyramid Network (FPN)* dengan output sebesar 256 channel untuk memperkuat ekstraksi fitur pada berbagai skala. Konfigurasi ini menghasilkan model yang lebih ringan dan efisien tanpa mengorbankan kemampuan deteksi secara signifikan.
3. Perbandingan antara kedua model menunjukkan bahwa *backbone MobileNetV3 Small* menghasilkan model dengan ukuran lebih kecil (berkurang hingga 52% dari 334,9 MB menjadi 159,3 MB) dan parameter yang lebih sedikit (dari 43,9 juta menjadi 20,8 juta). Dari sisi kecepatan inferensi, model custom menunjukkan *FPS* lebih tinggi (antara 6,66–8,66) dibandingkan model default (antara 5,69–6,94), sehingga lebih sesuai untuk aplikasi real-time. Meskipun model default memiliki presisi *bounding box* yang lebih tinggi (0,955 vs. 0,846) serta *recall* yang lebih besar (85,7% vs. 73,9%), model custom lebih unggul dalam presisi pengujian langsung (85% vs. 69,2%) dan performa segmentasi pada kategori tertentu (Levios 93,572% dan Elvios 92,768%), dengan kecenderungan menghasilkan lebih sedikit *false positives*.

5.1 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, beberapa saran pengembangan dapat diajukan untuk penelitian lanjutan. Pertama, diperlukan pengumpulan data yang lebih beragam serta anotasi dengan tingkat presisi lebih tinggi, khususnya untuk kondisi objek bertumpuk atau berdimensi kecil, guna meningkatkan kemampuan generalisasi model di lingkungan nyata. Selain itu, disarankan untuk melakukan eksperimen lebih lanjut dengan menguji kombinasi *backbone* ringan lainnya seperti *EfficientNet*, agar dapat dibandingkan lebih jelas aspek efisiensi dan akurasi. Terakhir, untuk memastikan kelayakan penerapan praktis, integrasi model ke dalam sistem nyata seperti perangkat lunak manajemen gudang atau sistem monitoring berbasis kamera CCTV perlu dilakukan, sekaligus menguji performa aktual dan mengidentifikasi potensi tantangan implementasi pada perangkat edge seperti Jetson Nano atau Raspberry Pi.

