

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian, dan pembahasan mengenai penerapan metode Faster R-CNN untuk mendeteksi sampah plastik berukuran kecil pada citra digital, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kinerja metode Faster R-CNN dalam mendeteksi sampah plastik berukuran kecil

Metode Faster R-CNN mampu digunakan untuk mendeteksi sampah plastik berukuran kecil pada citra digital. Berdasarkan data uji yang terdiri dari 518 citra dengan 1.642 objek sampah plastik pada ground truth, model mampu mengenali 1.496 objek atau sekitar 85,34%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model telah mampu menemukan sebagian besar objek sampah plastik, meskipun belum seluruh objek berhasil dideteksi. Kemampuan tersebut didukung oleh penggunaan Region Proposal Network (RPN) yang menghasilkan kandidat wilayah objek sebelum proses klasifikasi dan regresi bounding box. Namun, objek yang berukuran sangat kecil, tipis, dan memiliki kontras rendah terhadap latar belakang masih menjadi kondisi yang sulit bagi model.

2. Performa model berdasarkan parameter evaluasi

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model memperoleh nilai precision sebesar 85,34%, recall sebesar 91,11%, dan F1-score sebesar 88,13%. Selain itu, model memperoleh nilai rata-rata IoU sebesar 88,28% dan mAP@0.50 sebesar 92,01%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang cukup baik dalam memberikan prediksi dan menentukan lokasi bounding box, terutama ketika objek berhasil ditemukan. Namun, nilai recall yang masih lebih rendah menunjukkan bahwa kemampuan model dalam menemukan seluruh objek masih menjadi aspek yang perlu ditingkatkan.

3. Kemampuan model pada berbagai kondisi citra

Model mampu melakukan deteksi pada beberapa kondisi citra yang berbeda. Pada kondisi pencahayaan minim dan latar belakang kompleks, model masih dapat mendeteksi objek sampah plastik selama karakteristik visual objek masih cukup jelas. Namun, model mengalami kesulitan ketika objek berukuran sangat kecil, tipis, memiliki warna yang kurang kontras, dan menyerupai pola atau goresan pada latar belakang. Hal tersebut terlihat dari 27 dari 518 citra uji atau sekitar 5,21% citra yang tidak menghasilkan deteksi meskipun terdapat objek sampah plastik di dalamnya.

4. Kemampuan lokalisasi objek

Nilai rata-rata IoU sebesar 88,28% menunjukkan bahwa ketika objek berhasil dideteksi, bounding box yang dihasilkan model cenderung memiliki posisi yang dekat dengan ground truth. Dengan demikian, berdasarkan hasil penelitian, keterbatasan utama model lebih berkaitan dengan kemampuan menemukan objek yang sulit terlihat daripada kemampuan menentukan lokasi objek yang telah berhasil dideteksi.

5. Confidence threshold terbaik

Berdasarkan pengujian terhadap variasi confidence threshold, nilai F1-score tertinggi diperoleh pada threshold 0,85 dengan nilai sebesar 0,8944 atau 89,44%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa threshold 0,85 memberikan keseimbangan terbaik antara precision dan recall berdasarkan variasi threshold yang diuji. Namun, pemilihan threshold tetap perlu disesuaikan dengan tujuan penggunaan sistem karena threshold yang semakin tinggi dapat meningkatkan ketepatan prediksi tetapi berpotensi menyebabkan objek dengan confidence rendah tidak terdeteksi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat menjadi bahan pertimbangan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, antara lain:

1. Menambah jumlah dan variasi data latih, khususnya untuk objek sampah plastik yang berukuran sangat kecil, tipis, atau memiliki kontras warna yang

rendah terhadap latar belakang, agar model dapat lebih mengenali karakteristik objek tersebut.

2. Menerapkan teknik *data augmentation* tambahan yang berfokus pada perbesaran (*zoom*) area kecil serta peningkatan kontras citra untuk membantu model mengenali objek berukuran kecil dengan lebih baik.
3. Melakukan penyesuaian atau eksperimen lebih lanjut terhadap hyperparameter model, seperti ukuran *anchor box*, untuk meningkatkan nilai recall tanpa menurunkan precision secara signifikan.
4. Melakukan penelitian lanjutan dengan membandingkan performa Faster R-CNN dengan arsitektur deteksi objek lain, seperti YOLO atau RetinaNet, untuk memperoleh gambaran perbandingan performa dalam mendeteksi sampah plastik berukuran kecil.
5. Mengembangkan model menjadi sebuah sistem atau aplikasi yang dapat digunakan secara langsung di lapangan untuk mendukung proses identifikasi dan pengelolaan sampah plastik secara lebih efektif dan efisien.