

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa pendeteksian kerusakan pada bodi mobil menggunakan algoritma YOLO berjalan baik maka dapat disimpulkan:

1. Model YOLO versi 11 menghasilkan akurasi sebesar 86.3% untuk semua kelas mengingat terdapat 6 label pada dataset dan dapat mendeteksi kerusakan pada mobil mobil dengan data yang diberikan.
2. Pada penelitian ini mendapatkan hasil akurasi secara keseluruhan sebesar 86.3%, lalu untuk akurasi dari label rusak ringan sebesar 85.7%, hasil lain juga didapatkan pada label rusak sedang sebanyak 93.6% dan pada label rusak berat sebanyak 96.2%.
3. Dengan hasil akurasi yang cukup bagus, serta efisiensi dari performa respon aplikasi yang cukup memuaskan, untuk kedepannya akan dikembangkan lebih baik lagi dalam pendeteksian.

5.2 Saran

Untuk pengembangan sistem deteksi kerusakan mobil berbasis YOLO versi 11 ini ke depannya disarankan:

1. Peningkatan Model dan Teknis
 - a. Optimasi Dataset
 - i. Menambahkan 5.000-10.000 gambar baru dengan variasi kondisi ekstrem (pencahayaan rendah, sudut kamera miring $>45^\circ$, dan kerusakan kompleks seperti kombinasi goresan + penyok.
 - ii. Menggunakan teknik *synthetic data generation* (e.g., GANs) untuk mensimulasikan kerusakan pada model mobil langka.
 - b. Pemutakhiran Arsitektur
 - i. Menguji performa YOLO versi lain yang menawarkan peningkatan akurasi 8-12% pada tugas deteksi objek kecil (*minor damage*).
 - ii. Mengimplementasikan *multi-task learning* untuk sekaligus

mendeteksi lokasi kerusakan, estimasi biaya perbaikan, dan rekomendasi tindakan.

2. Pengembangan Aplikasi
 - a. Fitur Tambahan
 - i. Integrasi *Augmented Reality* (AR) untuk overlay visual kerusakan langsung pada bodi mobil melalui kamera real-time.
 - ii. Penambahan modul estimasi biaya perbaikan berbasis database harga suku cadang dan tenaga kerja di bengkel mitra.
 - b. Optimasi Mobile
 - i. Reduksi ukuran model dari 245 MB menjadi < 100 MB melalui teknik *quantization* dan *pruning* tanpa mengorbankan akurasi di atas 80%.
 - ii. Pengembangan versi iOS untuk menjangkau 48% pasar smartphone global yang belum terlayani.
3. Kolaborasi
 - a. Kemitraan Industri
 - i. Membangun API gateway untuk integrasi sistem dengan platform asuransi digital guna otomatisasi proses klaim.
 - ii. Pilot project dengan 100 bengkel mitra untuk uji coba sistem dalam skala nasional selama 6 bulan.
 - b. Edukasi Pengguna
 - i. Pengembangan *interactive tutorial* dalam aplikasi dengan simulasi 3D kerusakan mobil untuk meningkatkan pemahaman pengguna pemula.
 - ii. Workshop bulanan bersama komunitas otomotif (e.g., Otodiva) untuk sosialisasi fitur aplikasi.
4. Penelitian Lanjutan
 - a. Ekspansi Fungsi
 - i. Deteksi kerusakan internal (mesin, transmisi) menggunakan kombinasi data visual dan sensor IoT.
 - ii. Analisis prediktif umur pakai komponen mobil berdasarkan history kerusakan.
 - b. Studi Longitudinal
 - i. Pemantauan performa model selama 12 bulan untuk mengevaluasi degradasi akurasi akibat perubahan desain mobil tahunan.