BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai implementasi sistem inspeksi cacat produk hasil *stamping* baja menggunakan metode *YOLOv8* berbasis *web*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Metode *YOLOv8* berhasil diimplementasikan pada sistem inspeksi cacat produk hasil *stamping* baja berbasis *web* menggunakan *framework Flask*. Sistem mampu melakukan deteksi tiga jenis cacat, yaitu *black spot*, *dent*, dan *scratch*, secara *real-time* menggunakan kamera (*webcam*), serta menampilkan hasil deteksi berupa *bounding box*, label kelas, nilai *confidence*, dan status inspeksi **OK** atau **NG**.
2. Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan data validasi sebanyak **104 citra** dengan total **401 instances**, model *YOLOv8n* memperoleh nilai *Precision* sebesar **70,0%**, *Recall* sebesar **64,7%**, *mAP@50* sebesar **63,3%**, dan *mAP@50–95* sebesar **25,1%**. Berdasarkan kelas, *dent* memperoleh performa terbaik dengan nilai *mAP@50* sebesar **81,3%**, diikuti *scratch* sebesar **66,7%**, sedangkan *black spot* memperoleh nilai *mAP@50* sebesar **41,9%**. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model telah mampu mendeteksi ketiga jenis cacat, dengan *dent* sebagai kelas yang paling mudah dikenali dan *black spot* sebagai kelas yang masih memiliki performa terendah.
3. Implementasi sistem inspeksi berbasis *web* berhasil melakukan deteksi cacat produk hasil *stamping* baja secara *real-time* menggunakan kamera (*webcam*). Sistem mampu menampilkan hasil deteksi berupa *bounding box*, label kelas, nilai *confidence*, serta status inspeksi **OK** atau **NG**. Berdasarkan hasil pengujian implementasi, sistem memperoleh tingkat keberhasilan sebesar **100%** pada produk **OK**, **90%** pada deteksi *dent*, **85%** pada deteksi *scratch*, dan **80%** pada deteksi *black spot*, sehingga sistem dapat membantu operator *Quality Control* (QC) dalam proses inspeksi menjadi lebih cepat, konsisten, dan efisien.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Menambah jumlah dan variasi dataset, terutama pada kelas *black spot*, serta memperbanyak variasi posisi produk, kondisi pencahayaan, dan karakteristik cacat agar kemampuan generalisasi model meningkat dan menghasilkan nilai *Recall* serta *mAP* yang lebih baik.
2. Mengembangkan sistem agar mampu mendeteksi lebih banyak jenis cacat pada produk hasil *stamping* baja, seperti *crack*, *burr*, *hole*, atau jenis cacat lainnya sesuai kebutuhan proses inspeksi di industri.
3. Menambahkan fitur penyimpanan (*logging*) hasil inspeksi ke dalam basis data sehingga riwayat hasil pemeriksaan dapat terdokumentasi dengan baik dan dimanfaatkan sebagai bahan analisis kualitas produksi maupun *traceability* produk.
4. Melakukan pengujian menggunakan jumlah sampel yang lebih banyak serta membandingkan performa *YOLOv8* dengan metode deteksi objek lainnya, seperti *YOLOv11*, *Faster R-CNN*, atau *EfficientDet*, sehingga dapat diketahui metode yang paling efektif untuk proses inspeksi cacat pada produk hasil *stamping* baja.