BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri manufaktur merupakan sektor yang memiliki tuntutan tinggi terhadap kualitas produk, khususnya pada industri yang menerapkan proses stamping baja. Proses stamping baja digunakan untuk menghasilkan berbagai komponen industri dalam jumlah besar dengan waktu produksi yang relatif singkat. Namun, dalam proses tersebut terdapat potensi terjadinya cacat produk, seperti retak, penyok, goresan, maupun ketidaksesuaian bentuk. Apabila cacat tersebut tidak terdeteksi secara akurat, maka dapat menyebabkan penurunan kualitas produk, peningkatan biaya produksi, serta berkurangnya tingkat kepercayaan pelanggan terhadap perusahaan (Zubayer et al., 2023)

Pada praktiknya, proses inspeksi cacat produk stamping baja masih banyak dilakukan secara manual melalui pengamatan visual oleh operator. Metode inspeksi manual sangat bergantung pada ketelitian dan konsistensi operator, sehingga rentan terhadap kesalahan yang disebabkan oleh faktor kelelahan, perbedaan persepsi, serta keterbatasan kemampuan manusia dalam mendeteksi cacat berukuran kecil. Selain itu, metode ini dinilai kurang efektif apabila diterapkan pada lini produksi dengan *volume* tinggi dan kecepatan produksi yang cepat. Kondisi tersebut menimbulkan ketidakseimbangan antara kebutuhan industri akan sistem inspeksi yang cepat, akurat, dan konsisten dengan metode inspeksi konvensional yang masih digunakan (Hütten et al., 2024)

Seiring dengan perkembangan teknologi, pemanfaatan *computer vision* dan *deep learning* menjadi salah satu solusi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efektivitas proses inspeksi kualitas produk. Salah satu algoritma yang banyak digunakan dalam deteksi objek adalah *You Only Look Once* (YOLO). YOLOv8 sebagai versi terbaru dari algoritma YOLO memiliki keunggulan dalam hal kecepatan pemrosesan dan tingkat akurasi yang tinggi, sehingga memungkinkan penerapan deteksi objek secara *real-time*. Dengan karakteristik tersebut, YOLOv8 memiliki potensi untuk digunakan dalam mendeteksi cacat pada produk stamping baja secara otomatis (Thurston, 2024)

Selain YOLOv8, pengembangan versi YOLO terbaru juga menunjukkan performa yang sangat baik dalam mendeteksi objek cacat pada berbagai bidang. Penelitian Road Damage Detection Using YOLOv9-Based Imagery menunjukkan bahwa algoritma YOLOv9 mampu mendeteksi kerusakan jalan seperti retak dan lubang (*potholes*) secara akurat dan *real-time*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan nilai *precision* sebesar 0,94 untuk deteksi retak dan *recall* sebesar 0,992 untuk deteksi lubang, dengan nilai mAP50 mencapai 0,96 dan mAP50–95 sebesar 0,77. Penurunan nilai *loss* yang konsisten selama proses pelatihan juga menunjukkan kemampuan pembelajaran model yang efektif. Temuan ini membuktikan bahwa algoritma YOLO, termasuk versi terbarunya, memiliki kapabilitas tinggi dalam mendeteksi cacat visual berbasis citra dan berpotensi diimplementasikan pada sistem inspeksi otomatis di lingkungan industri manufaktur (Azhari et al., 2025)

Di sisi lain, efektivitas *deep learning* dalam konteks inspeksi kualitas produk juga dibuktikan melalui penelitian *Pemodelan Inspeksi Painting Defect pada Mobil Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)*. Penelitian tersebut menerapkan CNN berbasis arsitektur ResNet50 untuk mendeteksi cacat pengecatan pada mobil dan menghasilkan tingkat akurasi hingga 98%. Selain itu, sistem yang dikembangkan mampu mengidentifikasi serta melokalisasi area cacat menggunakan *bounding box*, sehingga mendukung proses inspeksi cacat permukaan secara otomatis dan konsisten. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan *deep learning* berbasis CNN sangat relevan untuk diterapkan pada sistem inspeksi kualitas produk industri berbasis citra (Ramadhan et al., 2024).

Penelitian lain oleh (Sun et al., 2018) juga menunjukkan bahwa penerapan *automatic visual inspection system* berbasis *computer vision* pada industri manufaktur mampu meningkatkan konsistensi hasil inspeksi dan mengurangi ketergantungan terhadap inspeksi manual. Hal ini memperkuat bahwa sistem inspeksi visual otomatis merupakan solusi efektif dalam pengendalian kualitas produk industri.

Selain itu, tinjauan komprehensif terhadap perkembangan algoritma YOLO yang dilakukan oleh (Ramos & Sappa, 2025) menegaskan bahwa pendekatan *single-stage detection* seperti YOLO sangat sesuai untuk aplikasi industri berbasis

real-time karena memiliki keunggulan dalam kecepatan, efisiensi komputasi, dan akurasi deteksi.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan metode *deep learning* berbasis YOLO mampu meningkatkan akurasi dan efisiensi proses inspeksi cacat dibandingkan dengan metode konvensional. Penelitian-penelitian tersebut umumnya berfokus pada pengujian performa model dalam mengklasifikasikan dan mendeteksi jenis cacat berdasarkan citra produk. Namun, sebagian besar penelitian masih terbatas pada pengembangan model, dan belum banyak membahas implementasi sistem inspeksi secara terintegrasi yang dapat digunakan secara langsung di lingkungan industri, khususnya dalam penyajian hasil deteksi yang mudah diakses dan dipantau oleh pengguna (Kong & You, 2024)

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan suatu implementasi sistem inspeksi cacat pada produk stamping baja yang mengintegrasikan metode YOLOv8 dengan *platform* berbasis web. Sistem ini diharapkan mampu menyajikan hasil inspeksi secara *real-time*, informatif, dan mudah diakses, sehingga dapat membantu pihak terkait dalam memantau kualitas produk serta mendukung proses pengambilan keputusan secara cepat dan tepat.

Penerapan sistem inspeksi otomatis berbasis *computer vision* di lingkungan industri juga telah banyak direkomendasikan sebagai solusi peningkatan efisiensi dan konsistensi pengendalian kualitas (Trampert et al., 2024).

Implementasi sistem ini mengambil studi kasus pada lingkungan industri stamping baja di PT Kiyokuni Technologies sebagai representasi penerapan sistem inspeksi otomatis berbasis *computer vision* di lingkungan industri manufaktur.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana mengimplementasikan metode *YOLOv8* pada sistem inspeksi cacat produk hasil *stamping* baja berbasis *web*?
2. Bagaimana kinerja metode *YOLOv8* dalam mendeteksi tiga jenis cacat, yaitu *black spot*, *dent*, dan *scratch*, pada produk hasil *stamping* baja berdasarkan parameter *Precision*, *Recall*, *mean Average Precision* (*mAP@50*), dan *mAP@50-95*?

3. Bagaimana hasil implementasi sistem inspeksi berbasis *web* dalam melakukan deteksi cacat secara *real-time* pada produk hasil *stamping* baja?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan metode *YOLOv8* pada sistem inspeksi cacat produk hasil *stamping* baja berbasis *web* menggunakan *framework Flask*.
2. Menganalisis kinerja metode *YOLOv8* dalam mendeteksi tiga jenis cacat, yaitu *black spot*, *dent*, dan *scratch*, berdasarkan parameter *Precision*, *Recall*, *mAP@50*, dan *mAP@50-95*.
3. Mengimplementasikan dan menguji sistem inspeksi berbasis *web* yang mampu melakukan deteksi cacat produk hasil *stamping* baja secara *real-time* serta menampilkan hasil deteksi berupa *bounding box*, label kelas, nilai *confidence*, dan status inspeksi **OK** atau **NG**.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi industri, sistem ini dapat membantu meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses inspeksi kualitas produk stamping baja.
2. Bagi perusahaan, hasil penelitian dapat menjadi referensi dalam penerapan teknologi inspeksi otomatis berbasis deep learning.
3. Bagi akademisi, penelitian ini dapat menambah wawasan dan referensi terkait implementasi sistem inspeksi cacat berbasis YOLOv8 dan web.
4. Bagi peneliti selanjutnya, penelitian ini dapat dijadikan dasar untuk pengembangan sistem inspeksi cacat yang lebih lanjut.