

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses pengelasan (*welding*) merupakan salah satu tahap penting dalam industri manufaktur, terutama di sektor otomotif (Setiawan dkk., 2023). Salah satu metode pengelasan yang umum digunakan adalah *spot welding*, yaitu teknik penggabungan dua lembar logam menggunakan tekanan dan arus listrik dalam waktu singkat (Khoirudin dkk., 2021). *Spot welding* banyak diaplikasikan pada bagian-bagian struktural kendaraan, seperti *rear door* khususnya pada area *beam protect*, yang memiliki peran penting dalam mendukung keselamatan dan kenyamanan pengguna.

Namun, kualitas hasil pengelasan tidak selalu konsisten. Beberapa faktor seperti tekanan elektroda yang tidak merata, waktu pengelasan yang tidak tepat, hingga keausan pada alat dapat menyebabkan terjadinya cacat las (Aditiya, 2021). Cacat yang umum terjadi meliputi tidak terbentuknya *nugget*, terbentuknya *nugget* yang terlalu kecil, hingga pengelasan tembus. Ketidaksesuaian ini dapat menurunkan kekuatan struktur sambungan dan meningkatkan risiko kerusakan atau kegagalan komponen (Aziz Khalilurrahman dkk., 2021), khususnya pada area pintu yang menerima beban mekanis tinggi selama operasional kendaraan.

Untuk menjamin kualitas pengelasan, diperlukan proses inspeksi yang konsisten dan efisien. Proses inspeksi secara manual oleh operator berpotensi menyebabkan inkonsistensi, kesalahan manusia (*human error*), dan tidak efisien untuk volume produksi tinggi. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem inspeksi otomatis berbasis teknologi untuk mendeteksi cacat las secara lebih efisien, cepat, dan konsisten.

Salah satu pendekatan teknologi yang berkembang pesat adalah penggunaan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), khususnya di bidang *Computer Vision* yang didukung oleh algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN). CNN telah terbukti efektif dalam mengenali pola visual dan melakukan klasifikasi gambar secara otomatis (Setia Budi dkk., 2024), sehingga sangat cocok diterapkan dalam

proses deteksi cacat las melalui citra visual. Dengan bantuan CNN, proses inspeksi dapat dilakukan secara *real-time*, tanpa campur tangan manusia, sehingga meningkatkan efektivitas pengendalian kualitas (*quality control*) di lini produksi.

Selain itu, beberapa penelitian lain juga turut memperkuat urgensi dan efektivitas penggunaan teknologi pengolahan citra digital dalam konteks industri manufaktur. Amat & Luthfi (2023) mengembangkan sistem pemrosesan gambar digital pada hasil pengelasan TIG aluminium paduan untuk mengukur lebar manik las secara otomatis. Dengan menerapkan metode seperti *gaussian blur*, *sobel operator*, *double thresholding*, dan *hough transform*, penelitian ini berhasil meningkatkan akurasi pengukuran manik las serta mengurangi kesalahan subjektif yang kerap terjadi dalam pengukuran manual (Azwar Amat & Luthfi, 2023). Penelitian lain oleh Adimassyah dkk. (2024) menunjukkan implementasi algoritma *deep learning YOLOv5* untuk deteksi titik api secara *real-time* di area *graving dock* galangan kapal. Sistem ini memanfaatkan *dataset* citra CCTV dan berhasil mencapai nilai *mean average precision* (mAP) sebesar 89% serta akurasi 67% dalam pengujian video aktual (Adi dkk., 2024). Hal ini membuktikan efektivitas model *deep learning* dalam mengenali pola visual yang kompleks dalam lingkungan industri riil.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem deteksi otomatis *spot welding* pada area *rear door* khususnya bagian *beam protect* dengan memanfaatkan algoritma CNN. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi proses inspeksi, serta menurunkan potensi cacat yang luput terdeteksi secara manual.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, ditemukan rumusan masalah yang menjadi fokus penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana membangun model deteksi *spot welding* menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN)?
2. Bagaimana performa sistem deteksi otomatis yang diintegrasikan ke dalam proses inspeksi *real-time* menggunakan data video dari lingkungan produksi?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Membangun dan melatih model CNN untuk klasifikasi gambar *spot welding*.
2. Menggunakan model CNN untuk mendeteksi *spot welding* dari *frame video*, lalu menentukan status OK/NG berdasarkan jumlah dan posisi titik las.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Manfaat bagi penulis

Penelitian ini merupakan bentuk upaya penulis dalam mengembangkan pengetahuan dan keterampilan di bidang *Computer Vision* dan *Deep Learning*, khususnya penerapan *Convolutional Neural Network (CNN)* dalam proses otomatisasi inspeksi kualitas pengelasan. Selain itu, penelitian ini juga menjadi pengalaman praktis dalam membangun sistem cerdas berbasis citra visual dan data nyata dari lingkungan industri.

2. Manfaat bagi industri

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan solusi nyata dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi inspeksi kualitas *spot welding* pada sektor industri otomotif. Dengan sistem inspeksi otomatis berbasis CNN, proses kontrol kualitas dapat dilakukan secara lebih cepat, konsisten, dan mengurangi ketergantungan terhadap inspeksi manual yang rawan kesalahan.

3. Manfaat bagi Negara

Penelitian ini diharapkan dapat mendorong penerapan teknologi kecerdasan buatan dalam industri nasional, khususnya dalam mendukung transformasi menuju industri 4.0. Dengan meningkatnya kualitas dan keandalan produk kendaraan yang dihasilkan, hal ini juga berkontribusi pada peningkatan keselamatan masyarakat sebagai pengguna akhir serta memperkuat daya saing industri otomotif Indonesia di tingkat global.

