DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN i
LEMBAR PENGESAHAN ii
LEMBAR PERNYATAAN iii
KATA PENGANTAR iv
ABSTRAK vi
ABSTRACT vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Inspeksi Kualitas pada Proses Stamping Baja 5
2.2 *Computer Vision* dan *Deep Learning* 6
2.2.1 *Computer Vision* 6
2.2.1 *Deep Learning* dan *Convolutional Neural Network (CNN)* 8
2.3 Metode YOLOv8 9
2.3.1 Konsep Dasar YOLOv8 9
2.3.2 Evolusi YOLO hingga YOLOv8 11
2.3.3 Relevansi YOLOv8 untuk Inspeksi Cacat Stamping Baja 12
2.4 Sistem Berbasis Web 13
2.4.1 Konsep Sistem Berbasis Web 13
2.4.2 Framework Flask untuk Sistem Inspeksi 14
2.5 Penelitian Terkait 15
2.6 Teknologi yang Digunakan dalam Sistem Inspeksi 17
2.6.1 Computer Vision 17
2.6.2 Deep Learning 17
2.6.3 Algoritma YOLOv8 18

2.6.4 Sistem Berbasis Web (Flask) 18
BAB III METODE PENELITIAN 19
3.1 Objek Penelitian 19
3.2 Prosedur Penelitian 20
3.2.1 Diagram Alur Penelitian 21
3.2.2 Kebutuhan Data dan Pengumpulan Data 22
3.2.3 Anotasi Data 24
3.2.4 *Pre-processing* dan Augmentasi Data 26
3.2.5 Pembagian Dataset 27
3.2.6 Proses Pelatihan Model YOLOv8 28
3.2.7 Pengujian (*Testing*) dan Evaluasi Model YOLOv8 28
3.2.8 Implementasi Sistem Berbasis Web 29
3.3 Metode Pengembangan Sistem 30
3.3.1 Analisis Kebutuhan 31
3.3.2 Perancangan Sistem 33
3.3.3 Implementasi Sistem 34
3.3.4 Pengujian Sistem 35
3.3.5 Pemeliharaan 36
3.4 Perangkat Keras dan Perangkat Lunak 36
3.4.1 Perangkat Keras (*Hardware*) 37
3.4.2 Perangkat Lunak (*Software* dan *Tools*) 42
3.5 Arsitektur Sistem 45
3.5.1 Input 45
3.4.2 Proses 45
3.4.3 Output 47
3.4.4 Alur Integrasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak 47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 49
4.1 Akuisisi Dataset 49
4.2 *Anotasi* Dataset 51
4.2.1 Hasil Anotasi dan Distribusi Kelas 52
4.3 *Pre-processing* Dataset 54
4.3.1 Auto Orient 54
4.3.2 Resize 55
4.3.3 Augmentasi 55

4.4 Pembagian Dataset 56
4.5 Pelatihan Model YOLOv8 58
4.5.1 Grafik Pelatihan (*Training Results*) 60
4.5.2 Kurva *Precision-Recall* 61
4.5.3 Kurva F1 63
4.5.5 *Normalized Confusion Matrix* 66
4.5.6 Prediksi pada Data Validasi 68
4.6 Evaluasi Model 70
4.7 Implementasi Sistem 72
4.7.1 Alur Implementasi Sistem 73
4.7.2 Implementasi Perangkat Keras 74
4.7.3 Implementasi Model YOLOv8 pada Flask 77
4.7.3 Tampilan Antarmuka Sistem 81
4.7.4 Implementasi Deteksi Produk 82
4.7.5 Pengujian Implemenasi Sistem 85
4.8 Pembahasan 86
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 90
5.1 Kesimpulan 90
5.2 Saran 91
DAFTAR PUSTAKA 92
LAMPIRAN 95
RIWAYAT PENULIS 101

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Penelitian Terkait 15

Tabel 3. 1 Pembagian Dataset 27
Tabel 3. 2 Spesifikasi Mini PC Intel NUC 38

Tabel 4. 1 Dataset Penelitian 50
Tabel 4. 2 Kelas Objek 51
Tabel 4. 3 Distribusi Objek Hasil Anotasi 53
Tabel 4. 4 Hasil Pre-processing 56
Tabel 4. 5 Pembagian Dataset 57
Tabel 4. 6 Parameter Pelatihan 58
Tabel 4. 7 Hasil Evaluasi Model 71
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Implementasi Sistem 85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Stamping Baja dan Titik Inspeksi Kualitas. 6
Gambar 2. 2 Ilustrasi Alur Computer Vision (Sumber: *pintu.co.id*, 2023) 7
Gambar 2. 3 Arsitektur Umum Convolutional Neural Network (CNN). (sumber: medium.com, 2021) 9
Gambar 2. 4 Ilustrasi Konsep Deteksi Objek Menggunakan YOLO (sumber: pemrogramanmatlab.com, 2023) 10
Gambar 2. 5 Evolusi Algoritma YOLO hingga YOLOv8 (sumber: medium.com, 2023) 12
Gambar 2. 6 Contoh Hasil Deteksi Cacat Menggunakan YOLOv8 pada Produk Stamping Baja 13
Gambar 2. 7 Arsitektur Sistem Berbasis Web (Client–Server) 14
Gambar 2. 8 Arsitektur Integrasi YOLOv8 dengan Sistem Berbasis Web Menggunakan Flask. 15
Gambar 2. 9 Blok Diagram Teknologi Sistem Inspeksi Cacat. 18

Gambar 3. 1 Objek Penelitian 20
Gambar 3. 2 Diagram Alur Penelitian 21
Gambar 3. 3 Proses Pengambilan Data Citra 24
Gambar 3. 4 Metode Pengembangan Sistem 31
Gambar 3. 5 Alur Perancangan Sistem 34
Gambar 3. 6 Mini PC Intel NUC 38
Gambar 3. 7 Webcam Logitech C920 39
Gambar 3. 8 LED Flood Light 40
Gambar 3. 9 Box Inspeksi 41
Gambar 3. 10 Konfigurasi Posisi Perangkat Pada Box Inspeksi 42
Gambar 3. 11 Arsitektur Sistem 48

Gambar 4. 1 Contoh Dataset Produk OK 50
Gambar 4. 2 Contoh Dataset Produk NG 50
Gambar 4. 3 Proses Anotasi Dataset 52
Gambar 4. 4 Hasil Pre-processing Dataset 56
Gambar 4. 5 Proses Pelatihan Model 59
Gambar 4. 6 Grafik Hasil Pelatihan (*Training Results*) 60
Gambar 4. 7 Kurva *Precision-Recall* 62
Gambar 4. 8 Kurva F1 63
Gambar 4. 9 Confusion Matrix 65
Gambar 4. 10 Normalized Confusion Matrix 67
Gambar 4. 11 Hasil Prediksi pada Data Validasi 69
Gambar 4. 12 Flowchart Implementasi Sistem 74
Gambar 4. 13 Implementasi Perangkat Keras Sistem 76
Gambar 4. 14 Pemuatan Model YOLOv8 78
Gambar 4. 15 Konfigurasi Kelas dan Confidence 78
Gambar 4. 16 Pengambilan Citra dan Inferensi YOLOv8 79
Gambar 4. 17 Penentuan Status dan Tampilan Hasil Deteksi 80
Gambar 4. 18 Potongan Kode Integrasi Video dengan Flask 80
Gambar 4. 19 Tampilan Sistem 81
Gambar 4. 20 Hasil Deteksi Part OK 83
Gambar 4. 21 Hasil Deteksi Scratch 84

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Pengesahan Seminar Proposal Tugas Akhir 95
Lampiran 2 Kode Implementasi YOLOv8 ke Flask 96
Lampiran 3 Lembar Perbaikan Ketua Penguji 97
Lampiran 4 Lembar Perbaikan Penguji 1 98
Lampiran 5 Lembar Perbaikan Penguji 2 99
Lampiran 6 Lembar Bimbingan Tugas Akhir 100