



**RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KECACATAN PRODUK
BERBAHAN LOGAM BERBASIS IMAGE PROCESSING
DENGAN RASPBERRY PI 5 PADA LENGAN ROBOT**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro

Oleh :

Daffa Maulana Fariza

40040321650019

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2025

**HALAMAN PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KECACATAN PRODUK
BERBAHAN LOGAM BERBASIS IMAGE PROCESSING
DENGAN RASPBERRY PI 5 PADA LENGAN ROBOT**

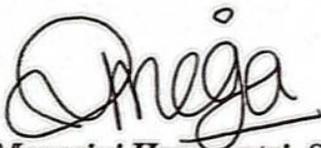
Diajukan oleh :

Daffa Maulana Fariza

40040321650019

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA DENGAN BAIK OLEH

DOSEN PEMBIMBING



Megarini Hersaputri, S.T., M.T.

NIP. 198902142020122012

Tanggal 19 Desember 2025

Mengetahui,

Ketua

Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro



Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng

NIP. 197009161998021001

Tanggal 19 Desember 2025

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KECACATAN PRODUK BERBAHAN LOGAM BERBASIS IMAGE PROCESSING DENGAN RASPBERRY PI 5 PADA LENGAN ROBOT

Disusun oleh :

Daffa Maulana Fariza

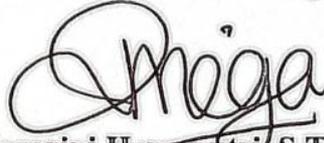
40040321650019

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji pada tanggal

19 Desember 2025

Tim Penguji,

Dosen Pembimbing



Megarini Hersaputri, S.T., M.T.

NIP. 198902142020122012

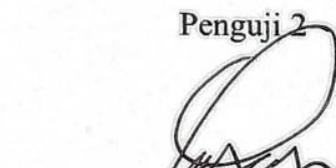
Penguji 1



Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng.

NIP. 197009161998021001

Penguji 2



Rofiq Cahyo Prayogo, S.T., M.T.

NIP. 199505292024061001

Mengetahui,

Ketua Program Studi S.Tr. Teknologi Rekayasa Otomasi

Departemen Teknologi Industri

Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro



Priyo Sasmoko, ST, M.Eng

NIP. 197009161998021001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

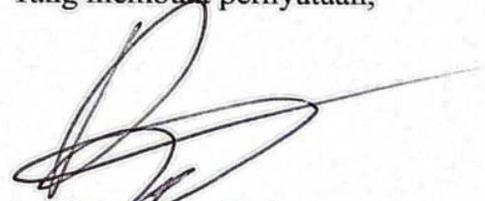
Nama : Daffa Maulana Fariza
NIM : 40040321650019
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Deteksi Kecacatan Produk
Berbahan Logam Berbasis Image Processing
Dengan Raspberry Pi 5 Pada Lengan Robot

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dirujuk dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 tahun 2010 dan peraturan perundang undangan yang berlaku.

Semarang, 19 Desember 2025

Yang membuat pernyataan,



Daffa Maulana Fariza

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T.) pada Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Otomasi, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis banyak memperoleh dukungan, doa, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan ridho dan barokah-Nya sehingga dapat terselesaikannya laporan ini;
2. Kedua orang tua dan adik saya yang saya cintai yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
3. Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si., selaku Dekan Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro;
4. Sri Utami Handayani, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknologi Industri;
5. Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Otomasi dan dosen penguji 1;
6. Rofiq Cahyo Prayogo, S.T., M.T., selaku dosen penguji 2;
7. Megarini Hersaputri, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing tugas akhir;
8. Ihsanuddin Purnomo, selaku rekan penyusun alat tugas akhir, dan;
9. Teman-teman Teknologi Rekayasa Otomasi Angkatan 2021 yang sudah memberikan dukungan dan semangat dalam menyusun Laporan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi tambahan pengetahuan di bidang teknologi rekayasa otomasi.

Semarang, 19 Desember 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	I
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	II
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	III
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	IV
KATA PENGANTAR.....	V
DAFTAR ISI.....	VI
DAFTAR TABEL.....	X
DAFTAR GAMBAR.....	XII
DAFTAR LAMPIRAN.....	XV
DAFTAR SINGKATAN.....	XVI
ABSTRAK.....	XIX
ABSTRACT.....	XX
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Tugas Akhir.....	4
1.4. Manfaat Tugas Akhir.....	4
1.5. Batasan Masalah.....	5
1.6. Sistematika Tugas Akhir.....	5
BAB II DASAR TEORI.....	7
2.1. Tinjauan Pustaka.....	7
2.2. YOLO (You Only Look Once).....	7
2.3. <i>Normalized Convolutional Neural Network</i>	9
2.4. <i>Filter Region of Interest (ROI)</i>	10

2.5.	<i>Confusion Matrix</i>	11
2.6.	Raspberry Pi 5	12
2.7.	Megapixel 720p USB Wide-angle Camera	13
2.8.	Sensor Inframerah E18-D80NK.....	15
2.9.	Switching Power Supply 12V 10A	17
2.10.	Stepdown XL4016 5V.....	18
2.11.	Motor Servo MG996R	19
2.12.	Motor Servo SG90	20
2.13.	Raspberry Pi 27W USB-C <i>Power Supply</i>	21
2.14.	HMI Nextion NX4827K043	22
2.15.	Raspberry Pi OS.....	23
2.16.	Roboflow.....	24
2.17.	Google Collaboratory.....	24
2.18.	Visual Studio Code.....	25
2.19.	Protokol Komunikasi UART.....	26
2.20.	STM32F411CEU6	26
2.21.	MTECH UW-01 USB 2.0 <i>Wireless Wifi Dongle</i>	28
2.22.	Hollow Galvanis Steel.....	29
2.23.	Kecacatan Produk.....	29
2.21.1.	Goresan (<i>Scratch</i>).....	29
2.21.2.	Bekas Kuas (<i>Brush Marks</i>)	30
2.21.3.	Terkelupas (<i>Chipping</i>).....	31
BAB III METODE		32
3.1.	Diagram Blok Komponen	32
3.2.	Flowchart Sistem.....	34
3.2.1.	Sistem Keseluruhan.....	34

3.2.2.	<i>You Only Look Once (YOLO)</i>	35
3.2.3.	<i>Region of Interest (ROI)</i>	36
3.3.	Desain 3D Perancangan	37
3.4.	Skema Rangkaian Elektrikal	38
3.5.	Spesifikasi dan Fitur Alat	39
3.6.	Teknik Fabrikasi.....	41
3.6.1.	Alat dan Bahan.....	41
3.6.2.	Perancangan <i>Image Processing</i>	41
3.6.3.	Perancangan Konversi Model YOLOv8 Ke NCNN	63
3.6.4.	Perancangan Filter <i>Region of Interest (ROI)</i>	64
3.6.5.	Perancangan Komunikasi UART	65
3.6.6.	Perancangan Program <i>Auto Run</i>	66
3.6.7.	Perancangan Access Point dan Internet Sharing	67
3.6.8.	Perancangan Rangkaian Elektrikal	76
3.6.9.	Perancangan <i>Hardware</i>	78
3.7.	Metode Pengujian dan Analisa.....	79
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA		81
4.1.	Analisa Hasil Training YoloV8	81
4.1.1.	<i>Confusion Matrix</i>	81
4.1.2.	<i>F1-Confidence curve</i>	89
4.1.3.	<i>Precision-Confidence curve</i>	91
4.1.4.	<i>Recall-Confidence curve</i>	93
4.1.5.	<i>Precision-Recall curve</i>	96
4.1.6.	Kurva Hasil <i>Training</i>	99
4.2.	Pengujian dan Analisa Optimasi Model Terhadap FPS	102
4.2.1.	FPS Penggunaan YOLOv8.....	102
4.2.2.	FPS Model Konversi NCNN.....	104
4.2.3.	FPS Model Konversi NCNN dan <i>Infer Interval</i>	105
4.2.4.	<i>Total Frame Log</i> Deteksi Setiap Optimasi Model	108

4.3.	Pengujian dan Analisa Pengaruh Filter <i>Region Of Interest</i> (ROI) Pada Kinerja Deteksi.....	110
4.4.	Pengujian dan Analisa Pengaruh Sistem Pendingin Terhadap Kinerja Raspberry Pi 5	112
4.5.	Pengujian dan Analisa Hasil Deteksi Kecacatan Produk	115
4.6.	Analisa Uji Penggunaan UART Sebagai Komunikasi Serial.....	118
4.6.1.	Analisis <i>Latency</i> Pengiriman Data	118
4.6.2.	Uji Kirim <i>Output</i> Data Barang Cacat.....	119
4.7.	Pengujian dan Analisa Uji Fungsional Program Auto Run	120
4.8.	Pengujian Konektivitas Access Point dan Internet Sharing	122
4.8.1.	Deteksi dan Koneksi Access Point.....	122
4.8.2.	Aktivasi Internet Sharing	123
4.8.3.	Otomatisasi Setelah Reboot	124
BAB V PENUTUP		125
5.1.	Kesimpulan	125
5.2.	Saran.....	127
DAFTAR PUSTAKA		128
LAMPIRAN		132

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jurnal Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2.2 Struktur Confusion Matrix.....	11
Tabel 2.3 Spesifikasi Raspberry Pi 5	13
Tabel 2.4 Spesifikasi <i>Megapixel 720p Wide-angle Camera</i>	15
Tabel 2.5 Spesifikasi Sensor Inframerah E18-D80NK.....	16
Tabel 2.6 Spesifikasi SMPS 12V 10A.....	17
Tabel 2.7 Spesifikasi <i>Stepdown XL4016</i>	19
Tabel 2.8 Spesifikasi Motor Servo M996R	20
Tabel 2.9 Spesifikasi Motor Servo SG90	21
Tabel 2.10 Spesifikasi Raspberry Pi 27W USB-C <i>Power Supply</i>	22
Tabel 2.11 Spesifikasi HMI Nextion NX4827K043.....	23
Tabel 2.12 Spesifikasi STM32F411CEU6	27
Tabel 2.13 Spesifikasi MTECH UW-01	28
Tabel 3.1 Konfigurasi I/O.....	39
Tabel 3.2 Alat dan Bahan Tugas Akhir	41
Tabel 3.3 Sampel Data.....	42
Tabel 3.4 Perbedaan Warna Pada Anotasi Per Kelas	43
Tabel 3.5 Anotasi Pada Roboflow	44
Tabel 3.6 Konfigurasi Dataset	47
Tabel 3.7 Konfigurasi Anotasi Per Kelas.....	47
Tabel 3.8 Parameter Training Google Colab	58
Tabel 3.9 Data Pengujian.....	61
Tabel 3.10 Parameter UART	66
Tabel 3.11 Konsumsi Daya Komponen Ihsanuddin Purnomo.....	76
Tabel 3.12 Konsumsi Daya Komponen Daffa Maulana Fariza.....	77
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan <i>Confusion Matrix</i>	88
Tabel 4.2 Analisa F1-Confidence Curve dengan F1-score Confusion Matrix	90
Tabel 4.3 Analisa Precision-Confidence Curve dengan Presisi Confusion Matrix	93
Tabel 4.4 Analisa Recall Confidence-Curve dengan Rata-Rata Recall Confusion Matrix.....	95

Tabel 4.5 Analisa <i>Precision-Recall Curve</i> dengan <i>Precision-Recall Confusion Matrix</i>	98
Tabel 4.6 Analisa Kedua Kurva Hasil <i>Training Model</i>	102
Tabel 4.7 FPS Penggunaan YOLOv8	103
Tabel 4.8 FPS Model Konversi NCNN	104
Tabel 4.9 NCNN dan <i>Infer Interval 0,15</i>	106
Tabel 4.10 NCNN dan <i>Infer Interval 0,2</i>	107
Tabel 4.11 <i>Total Frame Log</i> Setiap Optimasi Model	109
Tabel 4.12 Pengaruh Penggunaan Filter ROI	111
Tabel 4.13 Perbandingan Pengaruh Suhu Terhadap Performa CPU Raspberry Pi 5	115
Tabel 4.14 Pengujian Deteksi Kecacatan Produk	115
Tabel 4.15 Rata-rata Latensi Pengiriman Data Setiap Pengiriman Data	118

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cara Kerja Algoritma Yolo	9
Gambar 2.2 <i>Normalized Convolutional Neural Network</i>	10
Gambar 2.3 <i>Pinout</i> Raspberry Pi 5	12
Gambar 2.4 Megapixel 720p Wide-angle Camera	14
Gambar 2.5 Perbedaan lensa wide dengan lensa biasa.....	14
Gambar 2.6 <i>Pinout</i> Sensor Inframerah E18-D80NK.....	16
Gambar 2.7 (a) SMPS dan (b) Skematik SMPS	17
Gambar 2.8 <i>Stepdown</i> XL4016	18
Gambar 2.9 Skematik <i>Stepdown</i> XL4016	18
Gambar 2.10 Motor Servo MG996R.....	19
Gambar 2.11 Motor Servo SG90	20
Gambar 2.12 Raspberry Pi 27W USB-C <i>Power Supply</i>	21
Gambar 2.13 HMI Nextion NX4827K043	23
Gambar 2.14 Tampilan Raspberry Pi <i>OS</i>	23
Gambar 2.15 Tampilan Website Roboflow.....	24
Gambar 2.16 Tampilan <i>Google Collaboratory</i>	25
Gambar 2.17 Tampilan <i>Visual Studio Code</i>	25
Gambar 2.18 Skema Koneksi UART	26
Gambar 2.19 <i>Pinout</i> Diagram STM32F411CEU6	27
Gambar 2.20 MTECH UW-01.....	28
Gambar 2.21 <i>Hollow Galvanis Steel</i>	29
Gambar 2.22 Cacat goresan (<i>scratch</i>)	30
Gambar 2.23 Cacat <i>brush marks</i>	31
Gambar 2.24 A. Chipping ukuran besar B. Chipping ukuran kecil.....	31
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem.....	32
Gambar 3.2 Flowchart Sistem Keseluruhan	34
Gambar 3.3 Flowchart YOLO	35
Gambar 3.4 Flowchart Region of Interest	36
Gambar 3.5 Desain 3D Alat Tugas Akhir Daffa	37
Gambar 3.6 Desain 3D Alat Tugas Akhir Keseluruhan.....	38
Gambar 3.7 Skematik Rangkaian Elektrikal	38

Gambar 3.8 <i>Train, valid, dan test set</i>	46
Gambar 3.9 Konfigurasi pengolahan <i>versions</i> dataset	48
Gambar 3.10 <i>Auto-Orient (Applied)</i>	49
Gambar 3.11 <i>Resize: Fit (reflect edges)</i> in 640×640	49
Gambar 3.12 <i>Auto-Adjust Contrast: Using Contrast Stretching</i>	50
Gambar 3.13 <i>Flip: Horizontal</i>	50
Gambar 3.14 <i>Crop: 0% Minimum Zoom, 10% Maximum Zoom</i>	51
Gambar 3.15 <i>Rotation: Between -10° and +10°</i>	51
Gambar 3.16 <i>Shear: ±15° Horizontal dan ±15° Vertical</i>	51
Gambar 3.17 <i>Hue: Between -10° and +10°</i>	52
Gambar 3.18 <i>Saturation: Between -10% and +10%</i>	52
Gambar 3.19 <i>Brightness: Between -10% and +10%</i>	52
Gambar 3.20 <i>Blur: Up to 3px</i>	53
Gambar 3.21 <i>Noise: Up to 1.15% of pixels</i>	53
Gambar 3.22 <i>Upload dataset ke Google Colaboratory</i>	54
Gambar 3.23 Konfigurasi Filo Program Auto Run	66
Gambar 3.24 List koneksi yang tersambung ke Raspberry Pi	68
Gambar 3.25 <i>Script “start-hotspot.sh”</i>	69
Gambar 3.26 Konfigurasi file <i>service “hotspot-enabler.service”</i>	70
Gambar 3.27 <i>Cek status service hotspot</i>	72
Gambar 3.28 Konfigurasi file <i>“sysctl.conf”</i>	74
Gambar 3.29 <i>Desain Elektrikal Keseluruhan Sistem</i>	76
Gambar 3.30 <i>Hasil Perakitan Hardware</i>	79
Gambar 4.1 <i>Confusion Matrix</i> Pelatihan Pertama	81
Gambar 4.2 <i>Confusion Matrix</i> Pelatihan Kedua	82
Gambar 4.3 <i>F1 Curve</i> Pelatihan Pertama	89
Gambar 4.4 <i>F1 Curve</i> Pelatihan Kedua	89
Gambar 4.5 <i>Precision-Confidence Curve</i> Pelatihan Pertama	91
Gambar 4.6 <i>Precision-Confidence Curve</i> Pelatihan Kedua	92
Gambar 4.7 <i>Recall-Confidence Curve</i> Pelatihan Pertama	94
Gambar 4.8 <i>Recall-Confidence Curve</i> Pelatihan Kedua	94
Gambar 4.9 <i>Precision-Recall Curve</i> Pelatihan Pertama	96

Gambar 4.10 <i>Precision-Recall Curve</i> Pelatihan Kedua.....	97
Gambar 4.11 Kurva Hasil Pelatihan Pertama	99
Gambar 4.12 Kurva Hasil Pelatihan Kedua.....	99
Gambar 4.13 Grafik FPS Penggunaan YOLOv8.....	103
Gambar 4.14 Grafik FPS Model Konversi NCNN.....	105
Gambar 4.15 Grafik FPS NCNN dan <i>Infer Interval</i> 0,15.....	106
Gambar 4.16 Grafik FPS NCNN dan <i>Infer Interval</i> 0,2.....	108
Gambar 4.17 Grafik <i>Total Frame Log</i> Setiap Optimasi Model.....	109
Gambar 4.18 Grafik Suhu CPU Raspberry Pi 5 dengan RPM Kipas Default....	113
Gambar 4.19 Pengaturan dalam <code>/boot/firmware/config.txt</code>	113
Gambar 4.20 Grafik Suhu CPU Raspberry Pi 5 dengan RPM Kipas User	114
Gambar 4.21 Tempat Barang Cacat Pada Posisi 1.....	120
Gambar 4.22 Tempat Barang Cacat Pada Posisi 2.....	120
Gambar 4.23 Program saat pertama kali <i>booting</i>	121
Gambar 4.24 Sistem ketika menerima perintah serial <i>START_AUTO</i>	121
Gambar 4.25 Sistem ketika menerima perintah <i>STOP_AUTO</i>	122
Gambar 4.26 <i>Hotspot_Raspberry</i> berstatus “No Internet, Secured”	123
Gambar 4.27 <i>Hotspot_Raspberry</i> berstatus “Connected, Secured”	123

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Spesifikasi Raspberry Pi 5.....	132
Lampiran 2 : Spesifikasi <i>Megapixel 720p Wide-Angle Camera</i>	133
Lampiran 3 : Spesifikasi Raspberry Pi 27W USB-C <i>Power Supply</i>	134
Lampiran 4 : Spesifikasi Raspberry Pi 5 <i>Active Cooler</i>	135
Lampiran 5 : <i>Prompt</i> pelatihan pertama Google Colab	136
Lampiran 6 : <i>Prompt</i> pelatihan kedua Google Colab	138
Lampiran 7 : Pemrograman filter ROI pada python	140
Lampiran 8 : Latensi setiap pengiriman data ke STM32	143
Lampiran 9 : Uji Hasil Deteksi Kecacatan Produk	144
Lampiran 10 : Tabel FPS_Deteksi Infer Interval 0,15 pada barang ke-25.....	149
Lampiran 11 : Tabel FPS_Deteksi Infer Interval 0,2 pada barang ke-37.....	152
Lampiran 12 : Output Data (Tempat Barang) Pada HMI Nextion.....	155

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Definisi
PMI	<i>Purchasing Managers' Indeks</i>
IPR	Indeks Penjualan Riil
IKK	Indikator Keyakinan Konsumen
YOLO	<i>You Only Look Once</i>
YOLOv8	<i>You Only Look Once version 8</i>
YOLOv8n	<i>You Only Look Once version 8 - nano</i>
YOLOv11n	<i>You Only Look Once version 11 - nano</i>
NCNN	<i>Normalized Convolutional Neural Network</i>
ROI	<i>Region of Interest</i>
DOF	<i>Degree of Freedom</i>
HMI	<i>Human Machine Interface</i>
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>
FPS	<i>Frames Per Second</i>
UART	<i>Universal Asynchronous Receiver/Transmitter</i>
CNN	<i>Convolutional Neural Network</i>
IOU	<i>Intersection over Union</i>
R-CNN	<i>Region-based Convolutional Neural Network</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
CM	<i>Confusion Matrix</i>
TP	<i>True Positive</i>
FP	<i>False Positive</i>
TN	<i>True Negative</i>
FN	<i>False Negative</i>
SBC	<i>Single-board Computer</i>
GHz	<i>Giga Hertz</i>
GPU	<i>Graphics Processing Unit</i>
RAM	<i>Random Access Memory</i>
GB	<i>GigaByte</i>
MHz	<i>Mega Hertz</i>
GPIO	<i>General Purpose Input/Output</i>

Singkatan	Definisi
API	<i>Application Programming Interface</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
MicroSD	<i>Micro Secure Digital</i>
UHS	<i>Ultra High Speed</i>
SSD	<i>Solid State Drive</i>
NVMe	<i>Non-Volatile Memory Express</i>
HDMI	<i>High Definition Multimedia Interface</i>
MIPI CSI	<i>Mobile Industry Processor Interface Camera Serial Interface</i>
UVC	<i>USB Video Class</i>
FOV	<i>Field of View</i>
MJPEG	<i>Motion Joint Expert Group</i>
VDC	<i>Voltage Direct Current</i>
VAC	<i>Voltage Alternating Current</i>
mA	miliampere
mm	milimeter
g	gram
NPN	Negatif-Positif-Negatif
NO	<i>Normally Open</i>
cm	<i>centimeter</i>
DC	<i>Direct Current</i>
GND	<i>Ground</i>
SMPS	<i>Switched-Mode Power Supply</i>
PD	<i>Power Delivery</i>
US	<i>United States</i>
UK	<i>United Kingdom</i>
LCD	<i>Liquid-Crystal Display</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
VM	<i>Virtual Machine</i>
TPU	<i>Tensor Processing unit</i>
VS Code	<i>Visual Studio Code</i>
KB	<i>KiloBytes</i>

Singkatan	Definisi
SRAM	<i>Static Random-Access Memory</i>
I2C	<i>Inter-Integrated Circuit</i>
SPI	<i>Serial Peripheral Interface</i>
USART	<i>Universal Synchronous Asynchronous Receiver/Transmitter</i>
PA	<i>Pin A</i>
PB	<i>Pin B</i>
px	<i>pixel</i>
AP	<i>Average Precision</i>
mAP	<i>Mean Average Precision</i>
CLI	<i>Command Line Interface</i>
V	<i>Voltage</i>
A	<i>Ampere</i>
W	<i>Watt</i>
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>
Max	<i>Maximum</i>
Avg	<i>Average</i>
Infer Interval	<i>Inference Interval</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
RPM	<i>Revolutions Per Minute</i>
ms	<i>milliseconds</i>
wlan	<i>Wireless Local Area Network</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
SSID	<i>Service Set Identifier</i>
Wi-Fi	<i>Wireless Fidelity</i>
nmcli	<i>NetworkManager Command-Line Interface</i>

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KECACATAN PRODUK BERBAHAN LOGAM BERBASIS IMAGE PROCESSING DENGAN RASPBERRY PI 5 PADA LENGAN ROBOT

Daffa Maulana Fariza

Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

Pertumbuhan sektor manufaktur Indonesia pada tahun 2025 yang ditunjukkan oleh PMI sebesar 51,9, kenaikan Indeks Penjualan Riil 1,0%, serta IKK pada level 127,7 meningkatkan kebutuhan sistem quality control otomatis yang cepat dan akurat. Penelitian ini merancang sistem deteksi kecacatan hollow galvanis steel berbasis image processing menggunakan Raspberry Pi 5 dan model YOLOv8n. Dataset terdiri dari 898 citra dengan 13.807 bounding box yang dilatih di Google Colab hingga mencapai mAP50 sebesar 0,90 dan mAP50-95 sebesar 0,52. Optimalisasi sistem dilakukan melalui konversi model ke NCNN, penerapan Region of Interest (ROI) 3×1, serta infer interval 0,2 detik, yang meningkatkan performa dari 3,35 FPS menjadi 10,55 FPS (↑214%) dan menurunkan false detection dari 47,5% menjadi 27,5%. Sistem mampu mengklasifikasikan kecacatan scratch, brush marks, dan chipping dengan konsistensi status Layak dan Cacat sebesar 83,33% berdasarkan ambang batas kecacatan ≥ 1 . Pengujian menunjukkan suhu CPU Raspberry Pi 5 stabil pada kisaran 50–57°C tanpa thermal throttling, latensi komunikasi UART sekitar 15 ms, serta dukungan Auto Run, integrasi lengan robot, dan konfigurasi Raspberry Pi 5 sebagai access point dengan kemampuan internet sharing untuk mendukung monitoring dan pengoperasian sistem secara mandiri.

Kata Kunci : Raspberry Pi 5, YOLOv8, Deteksi Kecacatan, NCNN, Image Processing

ABSTRACT

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A METAL PRODUCT DEFECT DETECTION SYSTEM BASED ON IMAGE PROCESSING WITH RASPBERRY PI 5 ON A ROBOTIC ARM

Daffa Maulana Fariza

Automation Engineering Technology, Vocational School, Diponegoro University

The growth of Indonesia's manufacturing sector in 2025, indicated by a Purchasing Managers' Index (PMI) of 51.9, a 1.0% increase in the Real Sales Index, and a Consumer Confidence Index (CCI) of 127.7, has intensified the demand for fast and accurate automated quality control systems. This study develops an image processing-based defect detection system for hollow galvanized steel using a Raspberry Pi 5 and the YOLOv8n model. The dataset consists of 898 images with a total of 13,807 bounding boxes, trained using Google Colab to achieve an mAP50 of 0.90 and an mAP50-95 of 0.52. System optimization is performed through model conversion to NCNN format, implementation of a 3×1 Region of Interest (ROI), and a 0.2 s inference interval, resulting in a performance improvement from 3.35 FPS to 10.55 FPS (↑214%) and a reduction in false detection from 47.5% to 27.5%. The system classifies three defect types—scratch, brush marks, and chipping—with a classification consistency of 83.33% based on a defect threshold of ≥ 1 . Experimental results show stable Raspberry Pi 5 CPU temperatures in the range of 50–57°C without thermal throttling, UART communication latency of approximately 15 ms, and support for Auto Run operation, robotic arm integration, and Raspberry Pi 5 configuration as a wireless access point with internet sharing to enable standalone monitoring and operation.

Keywords : Raspberry Pi 5, YOLOv8, Defect Detection, NCNN, Image Processing