



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**SISTEM PENYORTIRAN DAN MONITORING KEMATANGAN BUAH
TOMAT MENGGUNAKAN RASPBERRY PI DAN YOLOv8**

Sub Judul:

**Analisis Pengolahan Data Citra dan Visualisasi Dashboard Web pada Sistem
Klasifikasi Kematangan Buah Tomat**

SKRIPSI

Zalianty Cantika Wijaya

2203431026

PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



SISTEM PENYORTIRAN DAN MONITORING KEMATANGAN BUAH TOMAT MENGGUNAKAN RASPBERRY PI DAN YOLOv8

Sub Judul:

**Analisis Pengolahan Data Citra dan Visualisasi Dashboard Web pada Sistem
Klasifikasi Kematangan Buah Tomat**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Zalianty Cantika Wijaya

2203431026

PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Zalianty Cantika Wijaya

NIM : 2203431026

Tanda Tangan :

Tanggal : 1 Juni 2026

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

Tugas Akhir diajukan oleh :
Nama : Zalianty Cantika Wijaya
NIM : 2203431026
Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri
Judul Tugas Akhir : Sistem Penyortiran dan Monitoring
Kematangan Buah Tomat Menggunakan
Raspberry Pi dan YOLOv8

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 15 Juni 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing 1: **Dr., Ir., Dewi Yanti Liliana, S.Kom., M.Kom.** :
NIP. 198111162005012004

Pembimbing 2: **Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng.**
NIP. 1993022320119032027

Depok, 7 Juli 2026 Disahkan
oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr., Murle Dwiyaniti, S.T., M.T.

NIP. 1978033120031122002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala Rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Sistem Penyortiran dan Monitoring Kematangan Buah Tomat Menggunakan Raspberry Pi dan YOLOv8”.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis memperoleh banyak ilmu pengetahuan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr., Murie Dwiyaniti, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
2. Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng. selaku Kepala Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri sekaligus Dosen Pembimbing yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.
3. Dr., Ir., Dewi Yanti Liliana, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.
4. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan berupa dukungan material dan moral.
5. Muhammad Rafif Bagastiar selaku rekan penulis dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir.
6. Dewa Janitra Disyafril selaku pasangan penulis yang telah menjadi penyemangat, pendukung emosional, serta tempat berbagi bagi penulis selama proses penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap kepada Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Depok, 1 Juni 2026

Zalianty Cantika Wijaya



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Analisis Pengolahan Data Citra dan Visualisasi Dashboard Web pada Sistem Klasifikasi Kematangan Buah Tomat

Abstrak

Proses penyortiran tingkat kematangan buah tomat secara manual masih memiliki beberapa kelemahan, seperti hasil yang tidak konsisten, penilaian yang subjektif, serta kurang efisien dalam penggunaan waktu dan tenaga kerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem penyortiran dan monitoring kematangan buah tomat menggunakan algoritma YOLOv8s yang diimplementasikan pada Raspberry Pi serta dilengkapi dashboard web berbasis Node-RED untuk menampilkan hasil deteksi secara real-time. Dataset yang digunakan terdiri atas empat kelas, yaitu tomat matang, tomat mentah, bukan tomat, dan null, dengan jumlah data yang seimbang pada setiap kelas. Proses pelatihan model dilakukan menggunakan citra beresolusi 416×416 piksel selama 50 epoch. Berdasarkan hasil pelatihan, model YOLOv8s memperoleh nilai precision sebesar 99%, recall sebesar 99%, mAP@0.5 sebesar 99%, dan mAP@0.5:0.95 sebesar 97%, yang menunjukkan kemampuan deteksi objek yang sangat baik. Pengujian sistem terhadap 30 data uji menghasilkan akurasi sebesar 80,00%, dengan nilai F1-Score masing-masing sebesar 87,50% pada kelas tomat matang, 85,71% pada kelas tomat mentah, 71,43% pada kelas bukan tomat, dan 75,00% pada kelas null. Selain itu, komunikasi data antara aplikasi Flask dan dashboard Node-RED berjalan dengan baik sehingga hasil klasifikasi dapat ditampilkan secara real-time. Berdasarkan hasil tersebut, sistem yang dikembangkan mampu melakukan klasifikasi kematangan buah tomat secara otomatis dan menyediakan media monitoring yang mendukung penerapan teknologi Internet of Things (IoT) pada proses penyortiran buah.

Kata Kunci: Computer Vision, Deep Learning, Klasifikasi Tomat, Node-RED, Raspberry Pi, Web Dashboard, YOLOv8.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Analysis of Image Processing and Web Dashboard Visualization for a Tomato Ripeness Classification System

Abstract

Manual sorting of tomato ripeness often results in inconsistent grading, subjective assessment, and inefficient use of time and labor. This study aims to develop a tomato ripeness sorting and monitoring system using the YOLOv8s algorithm implemented on a Raspberry Pi and integrated with a Node-RED web dashboard for real-time visualization of detection results. The dataset consists of four balanced classes: ripe tomatoes, unripe tomatoes, non-tomato objects, and null. Model training was conducted using images with a resolution of 416×416 pixels for 50 epochs. The training results showed that the YOLOv8s model achieved a precision of 99%, recall of 99%, $mAP@0.5$ of 99%, and $mAP@0.5:0.95$ of 97%, indicating excellent object detection performance. Real-world testing on 30 samples produced an overall accuracy of 80.00%, with F1-scores of 87.50% for ripe tomatoes, 85.71% for unripe tomatoes, 71.43% for non-tomato objects, and 75.00% for the null class. Furthermore, data communication between the Flask application and the Node-RED dashboard operated successfully, enabling real-time visualization of classification results. The experimental results demonstrate that the proposed system is capable of automatically classifying tomato ripeness while providing an effective monitoring platform to support the implementation of Internet of Things (IoT) technology in automated fruit sorting systems.

Keywords: *Computer Vision, Deep Learning, Node-RED, Raspberry Pi, Tomato Classification, Web Dashboard, YOLOv8.*



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
<i>Abstrak</i>	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Luaran	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 State of The Art	5
2.2 Buah Tomat	14
2.3 Tingkat Kematangan Buah Tomat	15
2.3.1 Pengertian Kematangan	15
2.3.2 Tomat Mentah	15
2.3.3 Tomat Matang	16
2.4 Pengolahan Citra Digital	17
2.5 Computer Vision	18
2.6 Deep Learning	19
2.7 Algoritma YOLOv8	19
2.7.1 YOLO	20
2.7.2 Arsitektur YOLOv8	20
2.7.3 Kelebihan YOLOv8	21
2.8 Parameter Evaluasi Model	22

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.8.1 Precision.....	22
2.8.2 Recall.....	23
2.8.3 Mean Average Precision (mAP).....	23
2.8.4 F1 Score	23
2.9 Perangkat Keras	24
2.9.1 Raspberry Pi.....	24
2.9.2 Webcam.....	25
2.10 Perangkat Lunak.....	25
2.10.1 Python	26
2.10.2 Roboflow.....	26
2.10.3 Ultralytics YOLOv8.....	27
2.10.4 Node-RED.....	27
2.11 Dashboard Web	28
2.12 Internet of Things (IoT)	28
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	30
3.1 Perancangan Sistem	30
3.1.1 Deskripsi Sistem	31
3.1.2 Cara Kerja Sistem	31
3.1.3 Spesifikasi Alat	32
3.1.4 Diagram Blok Sistem.....	34
3.2 Realisasi Sistem	34
3.2.1 Pembuatan Dataset.....	35
3.2.2 Variasi Dataset.....	38
3.2.3 Validasi Dataset.....	42
3.2.4 Proses Training Model	43
3.2.5 Struktur Jaringan YOLOv8	44
3.3 Program Sistem	46
3.3.1 Library Python	46
3.3.2 Program Deteksi Node-RED.....	47
3.3.3 Komunikasi Data dengan Node-RED	48
3.3.4 Tampilan Web dan Routing Flask	50
3.3.5 Program Streaming Kamera.....	50



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV PEMBAHASAN	52
4.1 Pengujian Model YOLOv8n	52
4.1.1 Deskripsi Pengujian	52
4.1.2 Prosedur Pengujian	52
4.1.3 Data Hasil Pengujian	53
4.1.4 Perhitungan Data Testing	58
4.1.5 Analisis Data	62
4.2 Pengujian Model YOLOv8m	63
4.2.1 Deskripsi Pengujian	63
4.2.2 Prosedur Pengujian	64
4.2.3 Data Hasil Pengujian	64
4.2.4 Perhitungan Data Testing	69
4.2.5 Analisis Data	73
4.3 Pengujian Model YOLOv8s	73
4.3.1 Deskripsi Pengujian	73
4.3.2 Prosedur Pengujian	74
4.3.3 Data Hasil Pengujian	75
4.3.4 Perhitungan Data Testing	79
4.3.5 Analisis Data	83
4.4 Pengujian Sistem Hybrid Flask dan Node-RED	85
4.4.1 Deskripsi Pengujian	85
4.4.2 Prosedur Pengujian	86
4.4.3 Data Hasil Pengujian	87
4.4.4 Analisa Hasil Pengujian	88
BAB V PENUTUP	91
5.1 Kesimpulan	91
5.2 Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	93
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	95
LAMPIRAN	96

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Buah Tomat	14
Gambar 2. 2 Tomat Mentah.....	16
Gambar 2. 3 Tomat Matang.....	16
Gambar 2. 4 Computer Vision	18
Gambar 2. 5 Deep Learning	19
Gambar 2. 6 Ultralytics YOLOv8	20
Gambar 2. 7 Raspberry Pi 5	24
Gambar 2. 8 Webcam	25
Gambar 2. 9 Python	26
Gambar 2. 10 Roboflow	26
Gambar 2. 11 Node-RED	27
Gambar 2. 12 Internet of Things (IoT).....	29
Gambar 3. 1 Flowchart Perangkat Lunak Klasifikasi dan Monitoring	30
Gambar 3. 2 Blok Diagram Sistem	34
Gambar 3. 3 Unggah Data pada Roboflow	35
Gambar 3. 4 Anotasi Data pada Roboflow	35
Gambar 3. 5 Dataset Kelas Tomat Matang	36
Gambar 3. 6 Dataset Kelas Tomat Mentah	36
Gambar 3. 7 Dataset Kelas Bukan Tomat	37
Gambar 3. 8 Dataset Kelas Null.....	37
Gambar 3. 9 Variasi Tanggal Dataset Mentah.....	39
Gambar 3. 10 Variasi Tanggal Dataset Matang.....	39
Gambar 3. 11 Dataset pada pukul 15.50 WIB.....	39
Gambar 3. 12 Dataset pada pukul 00.06 WIB	40
Gambar 3. 13 Variasi Sudut Dataset Atas	40
Gambar 3. 14 Variasi Sudut Dataset Bawah	41
Gambar 3. 15 Variasi Cahaya Dataset Terang.....	41
Gambar 3. 16 Variasi Cahaya Dataset Gelap	42
Gambar 3. 17 Split Data Pengujian.....	42
Gambar 3. 18 Script Training Model YOLOv8	43
Gambar 3. 19 Tampilan Hasil Training Model YOLOv8n	44
Gambar 3. 20 Tampilan Hasil Training Model YOLOv8s.....	44
Gambar 3. 21 Tampilan Hasil Training Model YOLOv8m	44
Gambar 3. 22 Arsitektur Jaringan YOLOv8	45
Gambar 3. 23 Komunikasi Data Node-RED	49
Gambar 3. 24 Monitoring Dashboard	50
Gambar 4. 1 Grafik Precision Confidence YOLOv8n	54
Gambar 4. 2 Grafik Recall Confidence YOLOv8n.....	55
Gambar 4. 3 Grafik F1 Confidence YOLOv8n.....	55
Gambar 4. 4 Confusion Matrix YOLOv8n	56



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 5 Hasil Pelatihan YOLOv8n.....	57
Gambar 4. 6 Grafik Precision Confidence YOLOv8m.....	65
Gambar 4. 7 Grafik Recall Confidence YOLOv8m.....	65
Gambar 4. 8 Grafik F1 Confidence YOLOv8m.....	66
Gambar 4. 9 Confusion Matrix YOLOv8m	67
Gambar 4. 10 Hasil Pelatihan YOLOv8m	67
Gambar 4. 11 Grafik Precision Confidence YOLOv8s.....	75
Gambar 4. 12 Grafik Recall Confidence YOLOv8s	76
Gambar 4. 13 F1 Confidence YOLOv8s.....	76
Gambar 4. 14 Confusion Matrix YOLOv8s.....	77
Gambar 4. 15 Hasil Pelatihan YOLOv8s	78
Gambar 4. 16 Realisasi Pengujian Model YOLOv8s	81





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu oleh Ridwan Siskandar, dkk (2020)	5
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu oleh Lutfi Alfian (2025)	6
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu oleh Fadli Amman Siwaka, dkk (2025).....	8
Tabel 2. 4 Penelitian terdahulu oleh Md. Nahiduzzaman, dkk (2025).....	9
Tabel 2. 5 Penelitian terdahulu oleh Zhiqiang Yang, dkk (2024).....	10
Tabel 2. 6 Penelitian terdahulu oleh M. Rizky Heriadi Putra, dkk (2025).....	11
Tabel 2. 7 Penelitian terdahulu oleh R. E. Saragih, dkk (2024).....	12
Tabel 2. 8 Penelitian terdahulu oleh Nurul H. Noordin, dkk (2025).....	13
Tabel 3. 1 Spesifikasi Perangkat Keras	32
Tabel 3. 2 Spesifikasi Perangkat Lunak	33
Tabel 3. 3 Jumlah Gambar pada Klasifikasi.....	38
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Hasil Evaluasi Training Model YOLOv8n.....	57
Tabel 4. 2 Data Hasil Testing YOLOv8n	58
Tabel 4. 3 Confusion Matrix Data Testing YOLOv8n	61
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Hasil Evaluasi Training Model YOLOv8m.....	68
Tabel 4. 5 Data Hasil Testing YOLOv8m	69
Tabel 4. 6 Confusion Matrix Data Testing YOLOv8m.....	71
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Hasil Evaluasi Training Model YOLOv8s	78
Tabel 4. 8 Data Hasil Testing YOLOv8s.....	79
Tabel 4. 9 Confusion Matrix Data Testing YOLOv8s.....	82
Tabel 4. 10 Analisis Hasil 3 Model YOLOv8	84
Tabel 4. 11 Deskripsi Pengujian Sistem Hybrid	85
Tabel 4. 12 Data Hasil Pengujian Sistem Hybrid.....	87

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tomat (*Solanum lycopersicum*) adalah salah satu jenis tanaman hortikultura yang memiliki nilai ekonomi signifikan dan banyak ditanam di Indonesia. Selain dapat dimakan langsung, tomat juga digunakan sebagai bahan dasar dalam industri makanan dan merupakan sumber sejumlah senyawa bioaktif yang bermanfaat untuk kesehatan. Selama tahap pematangan, buah tomat mengalami perubahan fisiologis dan biokimia yang terlihat dari hilangnya klorofil serta bertambahnya kandungan karotenoid, khususnya likopen, sehingga warna buah berubah dari hijau menjadi merah. Perubahan warna ini menjadi salah satu indikator penting untuk menilai tingkat kematangan dan kualitas buah tomat (Collins et al., 2022; Mouhamed & Kasnazany, 2024). Maka dari itu, pengklasifikasian tingkat kematangan tomat menjadi tahap yang krusial dalam penanganan pascapanen untuk menjaga kualitas, keseragaman, dan nilai jual produk yang akan dijual di pasar (Rai & Singh, 2022).

Secara umum, kegiatan mengklasifikasikan atau menyortir kematangan tomat masih dilakukan secara manual dengan bantuan pengamatan oleh operator. Metode ini cukup mudah untuk dilaksanakan, tetapi memiliki beberapa kekurangan, antara lain penilaian yang subjektif, hasil yang tidak konsisten antara operator, serta keterbatasan dalam menangani volume produk yang besar dalam waktu yang singkat (Nasution & Fadillah, 2019). Di samping itu, faktor kelelahan manusia serta kondisi lingkungan dapat berdampak pada akurasi proses penyortiran, yang bisa berisiko menurunkan kualitas dari hasil produksi.

Dengan berkembangnya teknologi digital, penerapan kecerdasan buatan di sektor pertanian semakin diperluas untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses produksi. Salah satu kemajuan teknologi yang pesat adalah Computer Vision. Computer Vision adalah disiplin ilmu yang memungkinkan komputer untuk mendapatkan, mengolah, dan menganalisa informasi dari



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

gambar digital agar dapat secara otomatis mengenali objek (Szeliski, 2022). Di dalam dunia pertanian, teknologi ini telah banyak digunakan untuk penilaian kualitas buah, deteksi penyakit pada tanaman, serta sistem penyortiran hasil panen secara otomatis (Gonzalez & Woods, 2018).

Metode Pembelajaran Mendalam mampu secara otomatis mengidentifikasi fitur-fitur penting pada data gambar tanpa perlu proses ekstraksi fitur yang dilakukan secara manual (Setiawan, 2021). Algoritma YOLO (You Only Look Once) adalah salah satu teknik deteksi objek yang didasarkan pada Convolutional Neural Network (CNN) dan terkenal karena kecepatan serta ketepatannya dalam mendeteksi objek secara langsung (Sugandi & Hartono, 2022). YOLOv8 sebagai versi terbaru memberikan peningkatan dalam hal ketepatan deteksi, efisiensi pengolahan, dan kompatibilitas dengan perangkat komputasi yang memiliki sumber daya terbatas seperti Raspberry Pi.

Selain proses pengelompokan, penyajian hasil deteksi juga merupakan hal penting dalam suatu sistem pemantauan. Informasi hasil klasifikasi harus ditampilkan dengan cepat dan mudah dimengerti oleh pengguna, sehingga dapat dijadikan dasar untuk mengambil keputusan. Salah satu platform yang bisa dipakai untuk kebutuhan itu adalah Node-RED. Platform ini memungkinkan penggabungan antara perangkat keras, proses pengolahan data, dan antarmuka web dalam satu lingkungan pengembangan yang mudah. Dengan menggunakan dashboard web yang dibuat dengan Node-RED, hasil klasifikasi bisa dilihat secara langsung.

Karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis cara mengolah data gambar dengan menggunakan algoritma YOLOv8 dan membuat tampilan dashboard web pada sistem yang mengklasifikasikan kematangan buah tomat. Analisis dilakukan untuk menilai kinerja model dalam mendeteksi tingkat kematangan tomat dan juga untuk mengevaluasi seberapa efektif dashboard web dalam menampilkan hasil klasifikasi secara langsung. Hasil penelitian ini diharapkan bisa menjadi salah satu cara untuk mendukung proses pemilahan tomat yang lebih tepat, efisien, dan terhubung dengan teknologi *Internet of Things* (IoT).

1.2 Perumusan Masalah



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Berdasarkan pemaparan latar belakang tugas akhir ini, dapat dirumuskan beberapa masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pengolahan data citra menggunakan algoritma YOLOv8 untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah tomat?
2. Bagaimana performa model YOLOv8 dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan buah tomat berdasarkan tingkat kematangannya?
3. Bagaimana implementasi dan visualisasi hasil klasifikasi pada dashboard web berbasis Node-RED secara real-time?
4. Bagaimana efektivitas dashboard web dalam menampilkan informasi hasil klasifikasi kematangan buah tomat?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menganalisis proses pengolahan data citra menggunakan algoritma YOLOv8 pada sistem klasifikasi kematangan buah tomat.
2. Mengevaluasi performa model YOLOv8 berdasarkan parameter pengujian seperti precision, recall, mAP, dan F1-score.
3. Mengimplementasikan visualisasi hasil klasifikasi pada dashboard web berbasis Node-RED.
4. Menganalisis kemampuan dashboard web dalam menampilkan hasil klasifikasi kematangan buah tomat secara real-time.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini, terdapat beberapa batasan masalah agar pembahasan lebih fokus dan terarah. Bahasan tersebut yaitu:

1. Objek yang digunakan dalam penelitian hanya berupa buah tomat.
2. Tingkat kematangan tomat dibagi menjadi dua kategori, yaitu Tomat Matang dan Tomat Mentah.
3. Pengolahan citra dilakukan menggunakan algoritma YOLOv8.
4. Dataset yang digunakan merupakan citra tomat yang telah melalui proses anotasi.
5. Sistem dijalankan menggunakan Raspberry Pi sebagai perangkat pemrosesan data.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

6. Dashboard monitoring dibuat menggunakan Node-RED berbasis web.
7. Penelitian difokuskan pada analisis performa pengolahan data citra dan visualisasi dashboard web tanpa membahas proses mekanik penyortiran buah secara detail.
8. Pengujian dilakukan pada kondisi pencahayaan dan lingkungan yang telah ditentukan selama penelitian.

1.5 Luaran

Luaran yang diharapkan dari pembuatan penelitian untuk tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Tugas Akhir Semester.
2. Publikasi Makalah Artikel.
3. Alat Penyortiran dan Monitoring Kematangan Buah Tomat Menggunakan Raspberry Pi dan YOLOv8

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem klasifikasi kematangan buah tomat menggunakan Raspberry Pi dan algoritma YOLOv8, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem klasifikasi kematangan buah tomat berhasil dirancang dan direalisasikan dengan memanfaatkan webcam sebagai perangkat akuisisi citra, Raspberry Pi sebagai unit pemrosesan, algoritma YOLOv8 sebagai metode klasifikasi, serta Node-RED sebagai media visualisasi data secara real-time.
2. Dataset yang digunakan terdiri dari tiga kelas, yaitu tomat matang, tomat mentah, dan background (null), dengan masing-masing kelas berjumlah 666 citra. Pengambilan data dilakukan pada beberapa waktu yang berbeda dengan variasi pencahayaan dan kondisi lingkungan sehingga menghasilkan dataset yang lebih beragam.
3. Berdasarkan hasil pelatihan dan evaluasi beberapa model YOLOv8, model YOLOv8s memberikan performa terbaik dibandingkan model lainnya. Model ini mampu mencapai nilai precision sebesar 99%, recall sebesar 99%, mAP@0.5 sebesar 99%, dan mAP@0.5:0.95 sebesar 97%, sehingga mampu melakukan klasifikasi tingkat kematangan tomat dengan tingkat akurasi yang tinggi.
4. Pengujian menggunakan 30 sampel citra menunjukkan bahwa sistem mampu mengenali objek dengan baik dengan tingkat akurasi sebesar 93,33%. Hasil evaluasi menggunakan confusion matrix menghasilkan nilai precision, recall, dan F1-score yang tinggi pada masing-masing kelas, sehingga menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan generalisasi yang baik dalam membedakan tomat matang, tomat mentah, dan kondisi tanpa objek (null).
5. Integrasi antara aplikasi Flask dan dashboard Node-RED berhasil dilakukan dengan baik. Data hasil klasifikasi dapat dikirim dan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ditampilkan secara real-time, serta hasil pengujian komunikasi menunjukkan nilai error sebesar 0% dan tingkat akurasi sebesar 100%, sehingga sistem dapat bekerja secara sinkron dan sesuai dengan rancangan.

6. Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan mampu melakukan klasifikasi kematangan buah tomat secara otomatis serta menyediakan visualisasi data secara real-time, sehingga berpotensi untuk diterapkan pada sistem penyortiran buah berbasis Internet of Things (IoT).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat digunakan untuk pengembangan sistem pada penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Menambahkan jumlah dan variasi dataset agar model mampu beradaptasi terhadap kondisi lingkungan yang lebih beragam, seperti perubahan pencahayaan, posisi objek, dan jenis tomat yang berbeda..
2. Menambahkan kategori tingkat kematangan yang lebih rinci, misalnya tomat setengah matang, sehingga proses klasifikasi dapat dilakukan dengan lebih detail. Menambahkan mekanisme penyortiran otomatis yang lebih optimal dengan sinkronisasi antara hasil deteksi dan aktuator sehingga sistem dapat diterapkan pada proses sortasi secara kontinu.
3. Mengoptimalkan implementasi sistem pada Raspberry Pi agar kecepatan inferensi dan performa real-time dapat ditingkatkan.
4. Mengembangkan sistem monitoring dengan menambahkan penyimpanan data historis dan fitur analisis berbasis cloud sehingga hasil klasifikasi dapat dipantau secara lebih komprehensif.
5. Mengintegrasikan sistem dengan mekanisme penyortiran otomatis secara penuh sehingga proses pemisahan buah tomat dapat dilakukan tanpa campur tangan operator.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Ashton, K. (2009). That 'Internet of Things' Thing. *RFID Journal*, 22(7), 97–114.
- Few, S. (2013). *Information Dashboard Design: Displaying Data for At-a-Glance Monitoring* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). *Digital Image Processing* (4th ed.). Pearson.
- Jocher, G., Chaurasia, A., & Qiu, J. (2023). *Ultralytics YOLOv8 Documentation*. Ultralytics.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep Learning. *Nature*, 521(7553), 436–444.
- Nixon, M., & Aguado, A. (2020). *Feature Extraction and Image Processing for Computer Vision* (4th ed.). Academic Press.
- O'Leary, D. (2019). *Node-RED User Guide*. OpenJS Foundation.
- Padilla, R., Passos, W. L., & da Silva, E. A. B. (2021). A Comparative Analysis of Object Detection Metrics with a Companion Open-Source Toolkit. *Electronics*, 10(3), 279.
- Patrício, D. I., & Rieder, R. (2018). Computer Vision and Artificial Intelligence in Precision Agriculture for Grain Crops: A Systematic Review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 153, 69–81.
- Python Software Foundation. (2024). *Python Documentation*. Python Software Foundation.
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 779–788).
- Roboflow. (2024). *Roboflow Documentation*. Roboflow Inc.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Siskandar, R., Indrawan, N. A., Kusumah, B. R., Santosa, S. H., Irmansyah, & Irzaman. (2020). Penerapan Rekayasa Mesin Sortir Sebagai Penentu Kematangan Buah Jeruk dan Tomat Merah Berbasis *Image Processing*. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 8(1), 1–8.

Szeliski, R. (2022). *Computer Vision: Algorithms and Applications* (2nd ed.). Springer.

Ultralytics. (2024). *YOLOv8 Docs: Dataset Guide and Background Images*.

Upton, E., & Halfacree, G. (2016). *Raspberry Pi User Guide* (4th ed.). Wiley.

Wills, R., McGlasson, B., Graham, D., & Joyce, D. (2016). *Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables* (6th ed.). CAB International.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Zaliany Cantika Wijaya anak pertama dari 2 bersaudara. Lahir di Depok, 12 Maret 2004. Lulus dari SD Negeri Anyelir 1 Depok pada tahun 2016, SMP Negeri 5 Depok pada tahun 2019, dan SMA Negeri 1 Depok pada tahun 2022. Kemudian melanjutkan kuliah Sarjana Terapan (S.Tr) di Politeknik Negeri Jakarta jurusan Teknik Elektro program studi Instrumentasi dan Kontrol Industri sejak tahun 2022. E-mail penulis:

zaliantyw@gmail.com

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Codingan Sistem Klasifikasi Kematangan Buah Tomat Full

```
from flask import Flask, Response
import cv2
import torch
from ultralytics import YOLO
from gpiozero import Servo, OutputDevice, PWMOutputDevice
from gpiozero.pins.lgpio import LGPIOPin
from time import sleep, time
import threading
import requests
from collections import deque
import signal
import sys

torch.set_num_threads(2)
app = Flask(__name__)
NODERED_URL = "http://127.0.0.1:1880/update-tomat"

KECEPAN_KONVEYOR = 1.0

NILAI_S1_TUNE = -0.53
NILAI_S2_PAS = -0.11

NILAI_S2_NOLDERAJAT = -1.0
S2_HOLD_SEBELUM_DETACH = 1.2

COOLDOWN_MATANG = 15
COOLDOWN_MENTAH = 5

factory = LGPIOPin()
relay = OutputDevice(16, active_high=False, initial_value=False)

s1_mentah = Servo(12, pin_factory=factory, min_pulse_width=0.5/1000,
max_pulse_width=2.4/1000, initial_value=-1.0)
s2_matang = Servo(13, pin_factory=factory, min_pulse_width=0.5/1000,
max_pulse_width=2.4/1000, initial_value=-1.0)

konveyor_in1 = PWMOutputDevice(18, pin_factory=factory, frequency=50,
initial_value=0.0)

s1_mentah = Servo(12, pin_factory=factory, min_pulse_width=0.5/1000,
max_pulse_width=2.4/1000, initial_value=-1.0)
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
s1_mentah = Servo(12, pin_factory=factory, min_pulse_width=0.5/1000,
max_pulse_width=2.4/1000, initial_value=-1.0)
s2_matang = Servo(13, pin_factory=factory, min_pulse_width=0.5/1000,
max_pulse_width=2.4/1000, initial_value=-1.0)

konveyor_in1 = PWMOutputDevice(18, pin_factory=factory, frequency=50,
initial_value=0.0)
konveyor_in2 = PWMOutputDevice(19, pin_factory=factory, frequency=50,
initial_value=0.0)

model = YOLO('best.pt')
latest_raw_frame = None
latest_processed_frame = None
frame_lock = threading.Lock()
servo_lock = threading.Lock()

is_running = True

last_detect_matang = 0.0
last_detect_mentah = 0.0

servo_matang_aktif = False
servo_mentah_aktif = False

def jalankan_konveyor(speed):
    konveyor_in1.value = speed
    konveyor_in2.value = 0.0
def matikan_konveyor():
    konveyor_in1.value = 0.0
    konveyor_in2.value = 0.0
def _gerak_servo_worker(pin, derajat):
    """Worker thread: Menjalankan physical gerakan servo sesuai kalibrasi
    masing-masing"""
    if not is_running:
        return

    if derajat == 0:
        if pin == s2_matang:
            pin.value = NILAI_S2_NOLDERAJAT
            sleep(S2_HOLD_SEBELUM_DETACH) # Tunggu lebih lama agar
            benar-benar diam
            sleep(0.1)
            pin.value = NILAI_S2_NOLDERAJAT
            sleep(0.5)
            pin.detach()

        else:
            pin.min()
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

sleep(0.8)
pin.detach()

elif derajat == 80:
    if pin == s1_mentah:
        pin.value = NILAI_S1_TUNE
    elif pin == s2_matang:
        pin.value = NILAI_S2_PAS

sleep(0.8)
pin.detach()

def gerak_servo(pin, derajat):
    if not is_running:
        return
    threading.Thread(target=_gerak_servo_worker, args=(pin, derajat),
daemon=True).start()

def close_hardware_cleanly(signum=None, frame=None):
    global is_running
    if not is_running:
        return

    print
    is_running = False

    try:
        matikan_konveyor()

        print
        s1_mentah.value = -1.0
        s2_matang.value = -1.0
        sleep(1.5)

        s1_mentah.detach()
        s2_matang.detach()
        relay.off()

        s1_mentah.close()
        s2_matang.close()
        konveyor_in1.close()
        konveyor_in2.close()
        relay.close()
    except Exception as e:
        print

    print
    sys.exit(0)

```




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

signal.signal(signal.SIGINT, close_hardware_cleanly)
signal.signal(signal.SIGTERM, close_hardware_cleanly)

def send_to_nodered_throttled(matang, mentah):
    try:
        requests.post(NODERED_URL, json={"matang": matang, "mentah":
mentah}, timeout=0.05)
    except:
        pass

def camera_reader_thread():
    global latest_raw_frame
    camera = cv2.VideoCapture(0)
    camera.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, 320)
    camera.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, 240)
    while is_running:
        success, frame = camera.read()
        if success:
            with frame_lock:
                latest_raw_frame = frame
        else:
            sleep(0.01)

def servo_watchdog_thread():

    global servo_matang_aktif, servo_mentah_aktif

    while is_running:
        now = time()

        with servo_lock:
            # Cek servo matang
            if servo_matang_aktif:
                selang = now - last_detect_matang
                if selang >= COOLDOWN_MATANG:
                    print(f"[WATCHDOG] {selang:.1f}s tanpa deteksi matang →
s2_matang balik ke 0°")
                    servo_matang_aktif = False
                    gerak_servo(s2_matang, 0)

            if servo_mentah_aktif:
                selang = now - last_detect_mentah
                if selang >= COOLDOWN_MENTAH:
                    print(f"[WATCHDOG] {selang:.1f}s tanpa deteksi mentah →
s1_mentah balik ke 0°")
                    servo_mentah_aktif = False
                    gerak_servo(s1_mentah, 0)

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

sleep(1)

def ai_inference_thread():
    global latest_raw_frame, latest_processed_frame
    global last_detect matang, last_detect mentah
    global servo_matang_aktif, servo_mentah_aktif

    history_matang = deque([False] * 3, maxlen=3)
    history_mentah = deque([False] * 3, maxlen=3)

    while is_running:
        t_start = time()
        img = None

        with frame_lock:
            if latest_raw_frame is not None:
                img = latest_raw_frame.copy()

        if img is not None:
            #Ditambahkan augment=True & imgsz=320 untuk membantu mengenali
            objek silau/terpotong di tepi frame
            results = model(img, conf=0.15, iou=0.45, imgsz=320, augment=True,
                           verbose=False)
            boxes = results[0].boxes

            ada_matang = False
            ada_mentah = False

            count_matang = 0
            count_mentah = 0
            img_out = img.copy()

            if len(boxes) > 0:
                for box in boxes:
                    cls_id = int(box.cls[0])
                    label = model.names[cls_id]
                    conf_score = float(box.conf[0])
                    x1, y1, x2, y2 = map(int, box.xyxy[0])

                    box_width = x2 - x1
                    box_height = y2 - y1

                    #FILTER 1: Bersihkan Noise Objek Terlalu Kecil
                    if box_width < 35 or box_height < 35:
                        continue

                    if y1 <= 4 and conf_score < 0.70:

```




Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

continue

if label == 'Tomat_Mentah' and conf_score >=
MIN_CONF_MENTAH:
    ada_mentah = True
    count_mentah += 1
    color = (0, 255, 0) # Hijau untuk mentah
    cv2.rectangle(img_out, (x1, y1), (x2, y2), color, 2)
    cv2.putText(img_out, f'{label} {conf_score:.2f}', (x1, y1 - 5),
                cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.5, color, 1)

elif label == 'Tomat_Matang' and conf_score >=
MIN_CONF_MATANG:
    ada_matang = True
    count_matang += 1
    color = (0, 0, 255) # Merah untuk matang
    cv2.rectangle(img_out, (x1, y1), (x2, y2), color, 2)
    cv2.putText(img_out, f'{label} {conf_score:.2f}', (x1, y1 - 5),
                cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.5, color, 1)

history_matang.append(ada_matang)
history_mentah.append(ada_mentah)
deteksi_matang = sum(history_matang) >= 2
deteksi_mentah = sum(history_mentah) >= 2

now = time()

with servo_lock:
    if deteksi_matang:
        last_detect_matang = now
        if not servo_matang_aktif:
            print("[AI] Tomat matang terdeteksi → s2_matang ke 80°")
            servo_matang_aktif = True
            gerak_servo(s2_matang, 80)

    if deteksi_mentah:
        last_detect_mentah = now
        if not servo_mentah_aktif:
            print("[AI] Tomat mentah terdeteksi → s1_mentah ke 80°")
            servo_mentah_aktif = True
            gerak_servo(s1_mentah, 80)

now2 = time()
if servo_matang_aktif:
    sisa = max(0, COOLDOWN_MATANG - (now2 -
last_detect_matang))
    cv2.putText(img_out, f'Matang cooldown: {sisa:.0f}s',
                (5, 20), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.5, (0, 0, 255), 1)

```




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

if servo_mentah_aktif:
    sisa = max(0, COOLDOWN_MENTAH - (now2 -
last_detect_mentah))
    cv2.putText(img_out, f"Mentah cooldown: {sisa:.0f}s",
        (5, 40), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.5, (0, 255, 0), 1)

    latest_processed_frame = img_out

    threading.Thread(
        target=send_to_nodered_throttled,
        args=(count_matang, count_mentah),
        daemon=True
    ).start()

    elapsed = time() - t_start
    if elapsed < 0.066:
        sleep(0.066 - elapsed)

@app.route('/')
def index():
    return "<h2>Monitoring AI & Sorting Tomat Aktif</h2>"

@app.route('/video_feed')
def video_feed():
    def gen():
        while is_running:
            if latest_processed_frame is not None:
                _, buffer = cv2.imencode('.jpg', latest_processed_frame)
                yield (b'--frame\r\nContent-Type: image/jpeg\r\n\r\n'
                    + buffer.tobytes() + b'\r\n')
            sleep(0.03)
    return Response(gen(), mimetype='multipart/x-mixed-replace;
boundary=frame')

if __name__ == '__main__':
    print("[INIT] Menyalakan daya utama relay...")
    relay.on()
    sleep(1.0) # Jeda agar arus stabil

    print("[INIT] Mengunci posisi standby servo di 0°...")
    gerak_servo(s1_mentah, 0)
    gerak_servo(s2_matang, 0)

    sleep(2.0)

    print
    jalankan_konveyor(KECEPAN_KONVEYOR)

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
print("[READY] Kamera, AI YOLO, dan Flask Server diaktifkan.")
threading.Thread(target=camera_reader_thread, daemon=True).start()
threading.Thread(target=ai_inference_thread, daemon=True).start()
threading.Thread(target=servo_watchdog_thread, daemon=True).start()

app.run(host='0.0.0.0', port=5000, threaded=True, debug=False,
use_reloader=False)
```





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 Tampilan Alat



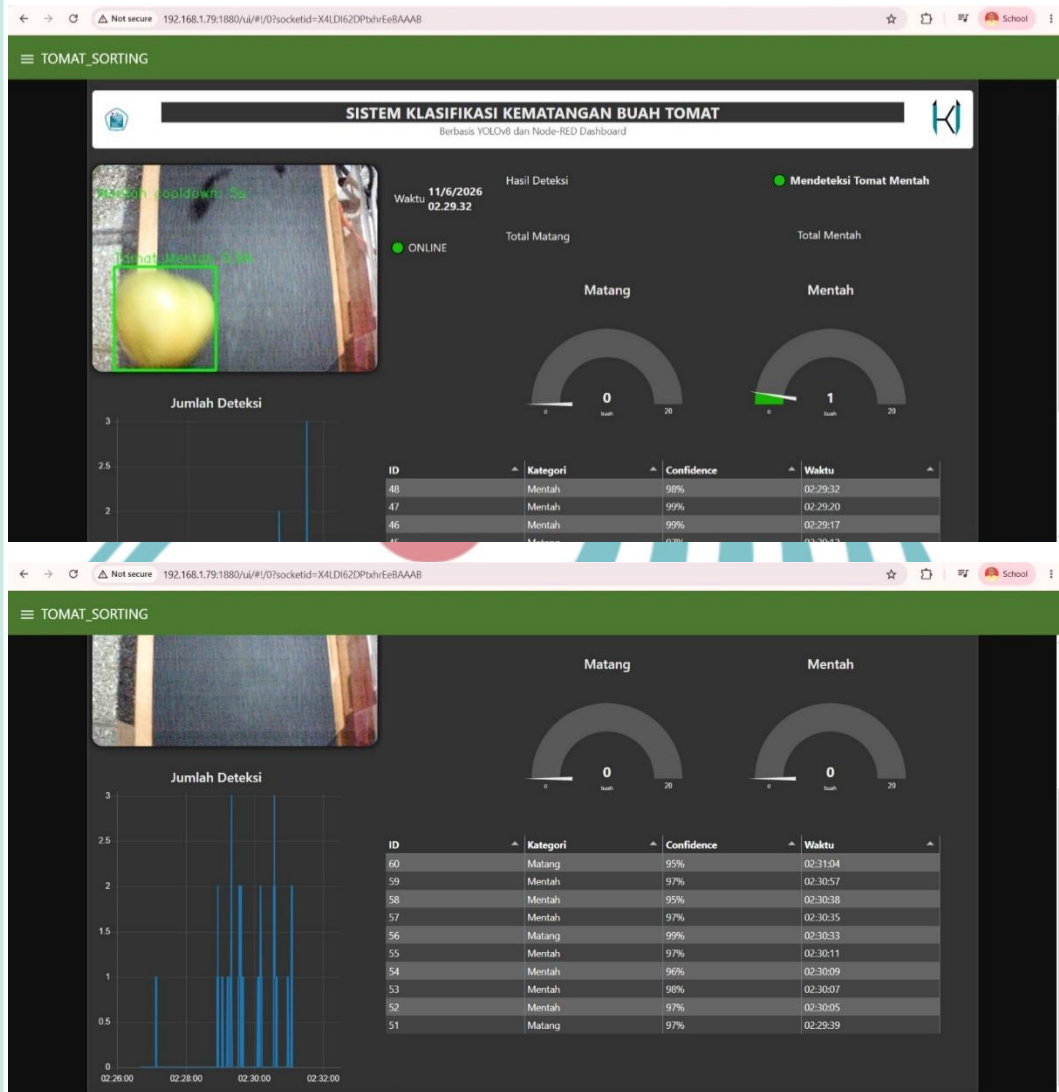


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 Tampilan Dashboard Web

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Lampiran 4 Poster Alat

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

