



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

PENGENALAN TINGKAT KEMATANGAN BUAH TOMAT MENGUNAKAN METODE *FEATURE PYRAMID NETWORK* DAN YOLO

HAFIIZ ACHMAD HARDYANTO



**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

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



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan magang dengan judul “Pengenaln Tingkat Kematangan Buah Tomat Menggunakan Metode *Feature Pyramid Network* dan YOLO” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2024

Hafiiz Achmad Hardyanto
J0304201017

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



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

Perpustakaan IPB University

ABSTRAK

HAFIIZ ACHMAD HARDYANTO. Pengenalan Tingkat Kematangan Buah Tomat Menggunakan Metode *Feature Pyramid Network* dan YOLO. Dibimbing oleh MEDHANITA DEWI RENANTI.

Tanaman tomat merupakan tanaman hortikultura yang banyak digemari oleh masyarakat Indonesia. Penelitian ini membuat alat pengenalan tingkat kematangan buah tomat biasa (*Lycopersicon commune*) bertujuan untuk mengenali tingkat kematangan buah tomat menggunakan metode *Feature Pyramid Network* (FPN) dalam menentukan tingkat akurasi objek tingkat kematangan dengan algoritma YOLOV8 dengan *platform* You Only Look Once (YOLO) dari Ultralytics. Algoritma YOLOV8 dapat menghitung hasil *confusion matrix* untuk mendapatkan nilai akurasi pengenalan pada objek dan menghindari *overfitting* dan *underfitting*. Nilai akhir dari rata-rata prediksi objek dengan benar atau *mean average precision* dari hasil *confusion matrix* adalah 100% dan nilai *accuracy* adalah 94,7%.

Kata kunci: confusion matrix, feature pyramid network, tanaman tomat, ultralytics, yolov8

ABSTRACT

HAFIIZ ACHMAD HARDYANTO. Recognition of Tomato Fruit Maturity Levels Using the Feature Pyramid Network and YOLO Methods. Supervised by MEDHANITA DEWI RENANTI..

Tomato plants are horticultural crops that are widely favored by the people of Indonesia. This research makes a tool for recognizing the maturity level of common tomatoes (*Lycopersicon commune*) aims to recognize the maturity level of tomatoes using the Feature Pyramid Network (FPN) method in determining the accuracy level of maturity level objects with the YOLOV8 algorithm with the You Only Look Once (YOLO) platform from Ultralytics. The YOLOV8 algorithm can calculate the results of the confusion matrix to get the recognition accuracy value on the object and avoid overfitting and underfitting. The final value of the average correct object prediction or mean average precision of the confusion matrix results is 100% and the accuracy value is 94.7%.

Keywords: confusion matrix, feature pyramid network, tomato plant, ultralytic, yolov8



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

©Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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



PENGENALAN TINGKAT KEMATANGAN BUAH TOMAT MENGUNAKAN METODE *FEATURE* *PYRAMID NETWORK* DAN YOLO

HAFIIZ ACHMAD HARDYANTO

Laporan Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer

**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

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



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Judul Laporan : Pengenalan Tingkat Kematangan Buah Tomat
Menggunakan Metode *Feature Pyramid Network* dan
YOLO
Nama : Hafiiz Achmad Hardyanto
NIM : J0304201017

Disetujui oleh
Pembimbing:
Medhanita Dewi Renanti, S.Kom., M.Kom.
NPI 201807198305122001

Diketahui oleh
Ketua Program Studi:
Dr. Inna Novianty, S.Si., M.Si.
NPI 201811198 611192014
Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat., M.T.
NIP 196607171992031003

Tanggal Ujian: 3 Agustus 2024

Tanggal Lulus:

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



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

Perpustakaan IPB University



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga laporan magang ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak Januari 2024 sampai Mei 2024 ini ialah Perangkat Keras, dengan judul “Pengenalan Tingkat Kematangan Buah Tomat Menggunakan Metode *Feature Pyramid Network* dan YOLO”.

Tujuan dari laporan akhir adalah untuk memenuhi persyaratan kelulusan dari Sekolah Vokasi Institut Pertanian Bogor untuk Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer. Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan akhir ini dibantu oleh banyak pihak. Terima kasih penulis ucapkan kepada orang tua, Drs. Handy Irsyad dan Hariati Murmansari, S.E. yang selalu memberikan doa sekaligus dukungan baik secara moral maupun materi selama penulis menjalankan studi di Sekolah Vokasi Institut Pertanian Bogor. Terima kasih kami ucapkan kepada Medhanita Dewi Renanti, S.Kom., M.Kom. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Penulis mengucapkan terima kasih kepada penguji luar komisi pembimbing yang telah mengarahkan penulis untuk menjadi yang lebih baik di masa yang mendatang. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh keluarga dan teman-teman yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan..

Bogor, Agustus 2024

Hafiz Achmad Hardyanto

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

Perpustakaan IPB University

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Confusion matrix</i>	4
2.2 <i>Feature Pyramid Network</i>	4
2.3 <i>Overfitting</i>	5
2.4 <i>Underfitting</i>	5
2.5 <i>Machine Learning</i>	5
2.6 Arduino Uno	5
2.7 Nvidia Jetson Nano	6
2.8 Telegram	6
2.9 Tomat	6
2.9 Visual Studio Code	7
2.10 Google Collab	7
2.11 Algoritma YOLOV8	8
2.12 Servo MG-996R	8
2.13 Webcam	8
2.14 Resolusi	8
2.15 Roboflow	9
III METODE	10
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian Proyek Akhir	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Prosedur Kerja	11
3.4 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data	19
3.5 Matriks Pelaksanaan Proyek Akhir	20
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Hasil	21
4.2 Pembahasan	33
V SIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Simpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	41
RIWAYAT HIDUP	43

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

DAFTAR TABEL

1	Kebutuhan alat yang digunakan dalam penelitian proyek akhir	10
2	Bahan pembuatan penelitian	11
3	Aplikasi pembuatan program pendeteksi kematangan buah tomat	11
4	Matriks pelaksanaan	20
5	Hasil perhitungan dengan rumus <i>accuracy</i>	35
6	Hasil perhitungan dengan rumus <i>recall</i>	36
7	Hasil perhitungan dengan rumus <i>precision</i>	36

DAFTAR GAMBAR

1	Struktur FPN pada YOLOv8	4
2	Arduino Uno	5
3	Nvidia Jetson Nano	6
4	Tomat <i>green</i> atau tomat mentah (Sanjaya 2022)	7
5	Tomat <i>turning</i> (Sanjaya 2022)	7
6	Tomat merah atau tomat matang (Sanjaya 2022)	7
7	<i>Flowchart</i> tahapan pembuatan program pada Google Collab	12
8	<i>Flowchart</i> prosedur kerja alat	13
9	Blok diagram alat	13
10	Desain keseluruhan alat penggerak kamera	14
11	Detail wadah komponen	14
12	Desain bagian dalam penggerak kamera	15
13	Bagan penjelasan masing-masing alat pada kamera	15
14	Wadah Nvidia Jetson Nano	16
15	Jumlah <i>dataset</i> buah tomat	21
16	Proses pemberian label klasifikasi <i>dataset</i> buah tomat matang	22
17	Tomat setengah matang	22
18	Tomat mentah	23
19	<i>Instal library ultralytics</i>	23
20	<i>Instal Roboflow</i>	23
21	Nilai <i>learning rate</i> dan <i>weight decay</i>	24
22	Nilai IoU dengan algoritma YOLOv8	24
23	Pengujian objek menggunakan Google Collab	24
24	Hasil pengujian terakhir pada Google Collab	26
25	Hasil pengujian <i>epoch 161</i>	26
26	Hasil pengujian	27
27	<i>Bounding box</i> klasifikasi buah tomat	27
28	Rasio lebar dan tinggi label	28
29	<i>Import library</i>	28
30	<i>Import file dataset</i> yang telah dilatih	28
31	Penamaan klasifikasi untuk deteksi buah pada Nvidia Jetson Nano	28
32	Inisialisasi algoritma YOLO dan <i>classname</i>	29
33	Penerapan webcam pada operasi sistem Linux di Nvidia Jetson Nano	29
34	Token <i>bot</i> Telegram dan <i>chat_id</i> pengguna	29
35	Fungsi mengirim pesan ke Telegram	29



36	Fungsi pengiriman pesan dan gambar ke Telegram	30
37	Hasil penerapan pada objek tanaman	30
38	Pengujian kirim pesan bergambar melalui Telegram	31
39	<i>Import library</i>	31
40	Mekanisme kontrol pada Arduino	32
41	Mekanisme gerak pada servo	33
42	<i>Input</i> dari algoritma YOLOv8	33
43	Label histogram <i>output</i> algoritma YOLOv8	34
44	<i>Confusion matrix</i>	35

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Visual Studio Code	42
2	Lampiran 2 Arduino IDE	42