

LAPORAN TUGAS AKHIR

PENERAPAN ALGORITMA YOLO UNTUK MENDETEKSI

BERAT DAN HARGA BUAH SECARA OTOMATIS

**Diajukan guna melengkapi Sebagian syarat dalam mencapai gelar Sarjana
Strata Satu (S1)**



Disusun Oleh:

Nama : Muhammad Azmi

N. I. M. : 41423010002

Dosen Pembimbing : Julpri Andika, S.T., M.Sc.

POGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2025



**PENERAPAN ALGORITMA YOLO UNTUK MENDETEKSI
BERAT DAN HARGA BUAH SECARA OTOMATIS**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

Disusun Oleh:

Nama : Muhammad Azmi

NIM 41423010002

Pembimbing : Julpri Andika, S.T., M.Sc.

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2025

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Azmi
NIM : 41423010002
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : PENERAPAN ALGORITMA YOLO UNTUK MENDETEKSI
BERAT DAN HARGA BUAH SECARA OTOMATIS

Telah berhasil dipertahankan pada sidang dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh:

Tanda Tangan

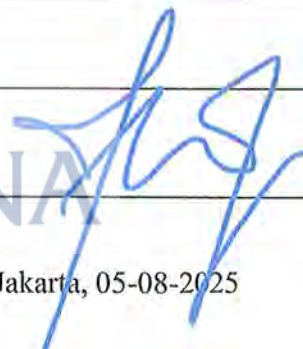
Pembimbing : Julpri Andika, S.T., M.Sc.
NUPTK : 7055769670130323



Ketua Penguji : Galang Persada Nurani Hakim, S.T.,
M.T, PHD
NUPTK : 9536763664130193



Anggota Penguji : Dr. Imaisaroh, S.T., M.T
NUPTK : 0147769670230353



Jakarta, 05-08-2025

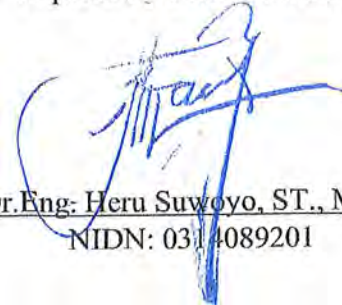
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202



Dr.Eng: Heru Suwoyo, ST., M.Sc.
NIDN: 0314089201

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : **Muhammad Azmi**
NIM : **41423010002**
Program Studi : **Teknik Elektro**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **PENERAPAN ALGORITMA YOLO UNTUK MENDETEKSI BERAT DAN HARGA BUAH SECARA OTOMATIS**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Sabtu, 16 Agustus 2025** dengan hasil presentase sebesar **20 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 16 Agustus 2025

Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Azmi
NIM : 41423010002
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : PENERAPAN ALGORITMA YOLO UNTUK
MENDETEKSI BERAT DAN HARGA BUAH SECARA
OTOMATIS

Menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat. Serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur olagiat maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 5 Agustus 2025

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Muhammad Azmi

(41423010002)

ABSTRAK

MUHAMMAD AZMI, 41423010002, PENERAPAN ALGORITMA YOLO UNTUK MENDETEKSI BERAT DAN HARGA BUAH SECARA OTOMATIS

Proses transaksi manual pada unit usaha ritel skala kecil, seperti kios buah, memiliki kerentanan terhadap inefisiensi dan inkonsistensi yang disebabkan oleh *human error*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah prototipe sistem kasir cerdas berbiaya rendah untuk mengatasi masalah tersebut. Sistem ini dibangun di atas arsitektur komputasi terdistribusi dengan paradigma *computation offloading*, di mana Raspberry Pi Zero 2 W yang dilengkapi kamera CSI berfungsi sebagai *node* sensorik di tepi jaringan (*edge*), sementara laptop standar berperan sebagai *node* komputasi pusat. Arsitektur ini dirancang secara spesifik untuk mengatasi keterbatasan sumber daya pada perangkat *edge* dengan memindahkan beban kerja inferensi AI yang berat ke mesin yang lebih kapabel.

Metodologi sistem ini mencakup beberapa tahapan. Raspberry Pi bertugas menangkap dan menyiarkan video secara *real-time* melalui jaringan lokal menggunakan server HTTP berbasis Flask. Di sisi laptop, sebuah skrip Python menerima siaran video tersebut dan melakukan deteksi objek pada setiap *frame* menggunakan model *deep learning* YOLOv8n. Setelah objek buah terdeteksi, sistem mengestimasi ukurannya berdasarkan luas area piksel dari *bounding box* dengan asumsi jarak kamera yang konstan. Berdasarkan klasifikasi ukuran (kecil, sedang, besar), sistem kemudian mengakumulasi total harga dan berat dari semua objek yang terdeteksi dalam satu *frame*. Ringkasan total ini kemudian dikirim kembali ke Raspberry Pi dalam format JSON menggunakan protokol MQTT yang ringan.

Hasil implementasi dan pengujian menunjukkan bahwa arsitektur ini berhasil memberikan nilai akurasi yang **sangat tinggi**, dengan akurasi rata-rata (mAP50) mencapai **99%** dan akurasi yang lebih ketat (mAP50-95) sebesar **89.5%**. Sistem ini mampu mendeteksi objek dengan presisi **87.6%** serta kelengkapan deteksi (Recall) yang luar biasa sebesar **96.2%**. Setiap gambar dapat diolah dalam waktu rata-rata **248.2 ms** pada CPU, membuktikan kelayakan teknis sebuah sistem deteksi objek cerdas yang efektif, responsif, dan fungsional untuk aplikasi kasir.

Kata Kunci: Sistem Kasir Cerdas, Deteksi Objek, YOLOv8n, Computation Offloading, Edge Computing, Raspberry Pi, MQTT.

ABSTRACT

Muhammad Azmi, 41423010002, IMPLEMENTATION OF THE YOLO ALGORITHM TO AUTOMATICALLY DETECT THE WEIGHT AND PRICE OF FRUIT

Manual transaction processes in small-scale retail businesses, such as fruit stalls, are prone to inefficiencies and inconsistencies caused by human error. This research aims to design and implement a low-cost intelligent cashier system prototype to address these issues. This system is built on a distributed computing architecture with a computation offloading paradigm, where a Raspberry Pi Zero 2W equipped with a CSI camera serves as a sensory node at the edge of the network, while a standard laptop acts as the central computing node. This architecture is specifically designed to address resource limitations on edge devices by offloading heavy AI inference workloads to more capable machines.

The system's methodology involves several steps. A Raspberry Pi captures and broadcasts real-time video over a local network using a Flask-based HTTP server. On the laptop, a Python script receives the video stream and performs object detection on each frame using the YOLOv8n deep learning model. Once a fruit object is detected, the system estimates its size based on the pixel area of the bounding box, assuming a constant camera distance. Based on the size classification (small, medium, large), the system then aggregates the total price and weight of all detected objects in a single frame. This total summary is then sent back to the Raspberry Pi in JSON format using the lightweight MQTT protocol.

Implementation and testing results show that this architecture successfully delivers very high accuracy values, with an average accuracy (mAP50) reaching 99% and a tighter accuracy (mAP50-95) of 89.5%. This system is capable of detecting objects with a precision of 87.6% and an outstanding detection completeness (Recall) of 96.2%. Each image can be processed in an average time of 248.2 ms on the CPU, proving the technical feasibility of an effective, responsive, and functional intelligent object detection system for cashier applications.

Keyword: Smart Cashier System, Object Detection, YOLOv8n, Computation Offloading, Edge Computing, Raspberry Pi, MQTT.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas izin-Nya lah penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi ini dengan judul “*PENERAPAN ALGORITMA YOLO UNTUK MENDETEKSI BERAT DAN HARGA BUAH SECARA OTOMATIS.*” Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Dalam proses penyusunan penelitian ini, penulis menyadari bahwasanya skripsi ini dibuat dengan dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta atas doa, dukungan dan semangat yang tiada henti kepada penulis disaat proses penyusunan penelitian ini.
2. Bapak Julpri Andika, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahnya selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku kepala program studi Teknik Elektro yang telah memberikan dukungannya selama masa studi.
4. Bapak M. Hafizd Ibnu Hadjar, S.T., M.Sc. selaku koordinator tugas akhir yang telah membantu proses administrasi penyusunan laporan akhir ini.
5. Teman-teman seperjuangan serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis amat sangat menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna perbaikan di masa yang akan datang.

Hormat saya.



Muhammad Azmi

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL/COVER.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN <i>SIMILARITY</i>	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Studi Literatur.....	6
2.2 Algoritma YOLO (YOLOv8n).....	8
2.3 Modul Kamera Raspberry Pi.....	8

2.4	Raspberry Pi.....	9
2.5	LCD 20x4 I2C.....	10
2.6	Adaptor 5 Volt.....	11
2.7	Kabel Jumper.....	12
2.8	BreadBoard.....	13
2.9	Arsitektur YOLOv8.....	14
2.10	Protokol Komunikasi MQTT.....	15

BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM

3.1	Umum.....	17
3.2	Tahapan Perancangan.....	17
3.3	Alat Dan Bahan.....	18
3.4	Diagram Blok Sistem.....	19
3.5	Perancangan Tahapan Alat.....	20
3.6	Perancangan Program Alat.....	20
3.7	Bangun Model.....	22
3.8	Akurasi.....	23

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Implementasi Sistem.....	24
4.1.1	Implementasi Arsitektur Komputasi Tepi dengan Offloading.....	24
4.1.2	Implementasi Node Sensor (Raspberry Pi Zero 2 W).....	26
4.1.3	Implementasi Node Pemrosesan (Laptop AMD Athlon).....	26
4.2	Penerapan Algoritma YOLO.....	27
4.2.1	Membuat Dataset Gambar.....	28
4.2.2	Membuat Dataset Pra-Training.....	29

4.2.3	Hasil Training Model.....	30
4.2.4	Pengujian Sistem dan Hasil.....	31
4.3	Protokol Pengujian.....	32
4.3.1	Hasil Pengujian Akurasi Sistem Deteksi dan Pengukuran Ukuran Buah.....	33
4.3.2	Analisis Metrik Kinerja untuk Model Deteksi Objek	34
4.3.3	Hasil Pengujian Fungsionalitas Komunikasi.....	35
4.3.4	Hasil Pengujian Latensi End-to-End.....	36
4.4	Pembahasan.....	36
4.4.1	Efektifitas Arsitektur Terdistribusi.....	37
4.4.2	Analisis Kritis Estimasi Berbasis Luas Area.....	37
4.4.3	Analisis Kinerja Komparatif: Sistem Otomatis vs Metode Manual.....	38
4.4.4	Keterbatasan dan Arah Pengembangan Selanjutnya.....	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	40
5.2	Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....		42
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....		46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Modul Camera Pi.....	9
Gambar 2. 2	Raspberry Pi.....	10
Gambar 2. 3	LCD 20x4 I2C.....	11
Gambar 2. 4	Adaptor 5 Volt.....	12
Gambar 2. 5	Kabel Jumper.....	13
Gambar 2. 6	BreadBoard.....	14
Gambar 2. 7	Protokol Komunikasi MQTT.....	16
Gambar 3. 1	Tahapan Perancangan.....	17
Gambar 3. 2	Diagram Blok Sistem.....	19
Gambar 3. 3	Flowchart Program Alat.....	21
Gambar 4. 1	Penerapan Algoritma YOLO.....	28
Gambar 4. 2	Membuat Dataset Gambar.....	29
Gambar 4. 3	Anotasi Gambar.....	30
Gambar 4. 4	Hasil Training Model.....	31
Gambar 4. 5	Pengujian Alat.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Akurasi Sistem Deteksi dan Pengukuran Ukuran Buah.....	33
Tabel 4. 2 Metriks Kinerja Model YOLOv8n.....	34
Tabel 4. 3 Hasil Uji Stabilitas Komunikasi.....	35
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Latensi Sistem.....	36



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Hasil Pengecekan Turnitin.....	46
Lampiran 1.2 Program Streamer Pi.....	47
Lampiran 1.3 Program LCD Listener.....	48
Lampiran 1.4 Program LCD Listener Detector Laptop.....	50

