

# **EVALUASI PERFORMA ALGORITMA FASTER R-CNN, YOLOV7, DAN SSD UNTUK KLASIFIKASI BINER DAN PENGHITUNGAN BUAH JERUK PADA CITRA TUNGGAL**

## **TESIS**



**OLEH:**  
**I GUSTI NGURAH SURYA ARDIKA DINATAPUTRA**  
**2329101061**

**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER (S2)**  
**PROGRAM PASCASARJANA**  
**UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA**



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSR
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

# TESIS

## DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI TUGAS DAN MEMENUHI SYARAT-SYARAT UNTUK MENCAPAI GELAR MAGISTER KOMPUTER

**Menyetujui**

|               |                                                                           |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Pembimbing I  | Kadek Yota Ernanda Aryanto, S.Kom., M.T., Ph.D.<br>NIP.197803242005011001 |
| Pembimbing II | Dr. Ir. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs.<br>NIP.198307252008011008      |



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

Tesis oleh I Gusti Ngurah Surya Ardika Dinataputra telah dipertahankan di depan tim penguji dan dinyatakan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Komputer di Ilmu Komputer (S2), Program Pascasarjana, Universitas Pendidikan Ganesha  
Pada tanggal 21 Juli 2026

### Dewan Penguji

|         |                                                                           |
|---------|---------------------------------------------------------------------------|
| Ketua   | Dr. Ir. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs.<br>NIP.198307252008011008      |
| Anggota | Kadek Yota Ernanda Aryanto, S.Kom., M.T., Ph.D.<br>NIP.197803242005011001 |
| Anggota | Dr. I Gede Aris Gunadi, S.Si. M.Kom.<br>NIP.197703182008121004            |
| Anggota | Dr. Putu Hendra Suputra, S.Kom., M.Cs.<br>NIP.198212222006041001          |

Mengetahui Direktur Program Pascasarjana  
Universitas Pendidikan Ganesha,



Prof. Dr. I Nyoman Jampel, M.Pd.

NIP.195910101986031003



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan dari Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha seluruhnya merupakan hasil karya saya sendiri. Bagian-bagian tertentu dalam penulisan tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas dan sesuai dengan norma, kaidah, serta etika akademis.

Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian tesis ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiat dalam bagianbagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia.

Singaraja, 9 Juli 2026

Yang membuat pernyataan,



I Gusti Ngurah Surya Ardika Dinataputra

NIM. 2329101061

## PRAKATA

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat-NYA saya dapat menyelesaikan penyusunan Tesis ini. Adapun judul tesis yang saya ajukan adalah **“EVALUASI PERFORMA ALGORITMA FASTER R-CNN, YOLOV7, DAN SSD UNTUK KLASIFIKASI BINER DAN PENGHITUNGAN BUAH JERUK PADA CITRA TUNGGAL”**.

Tesis ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha pada Program Studi Ilmu Komputer. Tentunya karya ini tidak akan selesai tanpa orang-orang disekeliling saya yang selalu mendukung dan membantu. Terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. I Wayan Lasmawan, M.Pd., selaku Rektor Universitas Pendidikan Ganesha atas segala motivasi dan fasilitas yang diberikan selama saya menempuh studi.
2. Prof. Dr. I Gusti Putu Suharta, M.Si., selaku Direktur Pascasarjana Undiksha atas motivasi dan fasilitas yang diberikan sehingga saya bisa menyelesaikan studi sesuai dengan rencana.
3. Dr. Ir. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Program Studi Pascasarjana Ilmu Komputer atas motivasi yang diberikan dalam penyelesaian Tesis ini.
4. Kadek Yota Ernanda Aryanto, S.Kom., M.T., Ph.D., selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan motivasi kepada saya dalam penyelesaian tesis ini.
5. Dr. Ir. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs., selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan motivasi kepada saya dalam penyelesaian tesis ini.
6. Seluruh dosen Pascasarjana Program Studi Ilmu Komputer yang telah mendidik dan berbagi ilmu selama saya berkuliah di Undiksha, semoga seluruh ilmu yang saya dapatkan bisa saya gunakan untuk kebaikan banyak orang.

7. Kedua orang tua dan adik saya (Bpk. I Gusti Ketut Anom, Ibu Ni Ketut Wangi, dan I Gusti Made Bagus Indra Dinataputra), serta keluarga besar saya atas doa dan motivasinya sehingga tesis ini dapat terselesaikan.
8. Teman-teman Pascasarjana Prodi Ilmu Komputer angkatan 2023 yang telah berbagi banyak pengalaman dan kebersamaan selama saya mengenyam pendidikan di Universitas Pendidikan Ganesha.
9. Teman-teman Apple Developer Academy kamar 318 Rusun BPJS Batam yang sudah menemani masa awal saya mengerjakan tesis ini dengan memberikan dukungan moril dan materiil.
10. Dua teman saya (Julianus Bramega dan Riski Septiawan) yang sudah menemani perjalanan saya dengan memberikan dukungan moril dan materiil dalam proses penyelesaian tesis saya.
11. Kekasih saya, Peni Ulantari yang menemani perjalanan saya menyelesaikan tesis dengan memberikan dukungan moril dan materiil
12. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Saya sangat menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan ilmu yang saya miliki. Untuk itu, saya dengan kerendahan hati mengharapkan saran serta kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak demi membangun laporan penelitian ini.

Saya berharap tesis ini bisa menjadi hal yang bermanfaat bagi pihak-pihak yang terkait, lingkungan Fakultas Teknik dan Kejuruan Undiksha serta para pembaca pada umumnya.

Singaraja,

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                                     |      |
|---------------------------------------------------------------------|------|
| DAFTAR ISI.....                                                     | X    |
| DAFTAR TABEL .....                                                  | XIII |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                 | XIV  |
| DAFTAR LISTING .....                                                | XVII |
| BAB I PENDAHULUAN.....                                              | 18   |
| 1.1 Latar Belakang.....                                             | 18   |
| 1.2 Identifikasi Masalah.....                                       | 21   |
| 1.3 Pembatasan Masalah.....                                         | 22   |
| 1.4 Rumusan Masalah.....                                            | 23   |
| 1.5 Tujuan Penelitian .....                                         | 23   |
| 1.6 Manfaat Penelitian.....                                         | 24   |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA.....                                          | 26   |
| 2.1 Kajian Teori .....                                              | 26   |
| 2.1.1 <i>Neural Network</i> .....                                   | 26   |
| 2.1.2 <i>Convolutional Neural Network</i> .....                     | 30   |
| 2.1.3 <i>You Only Look Once (YOLO)</i> .....                        | 35   |
| 2.1.4 <i>Faster Region Based Convolutional Neural Network</i> ..... | 41   |
| 2.1.5 <i>Single Shot Detector (SSD)</i> .....                       | 45   |
| 2.1.6 Jeruk Siam Kintamani.....                                     | 52   |
| 2.1.7 Metrik Evaluasi Kinerja Model .....                           | 53   |
| 2.1.8 <i>Common Object In Context (COCO) Dataset</i> .....          | 57   |
| 2.2 Kajian Hasil Penelitian yang Relevan .....                      | 58   |
| BAB III METODE PENELITIAN .....                                     | 67   |
| 3.1 Tempat Penelitian .....                                         | 67   |
| 3.2 Spesifikasi <i>Hardware</i> dan <i>Software</i> Penelitian..... | 67   |
| 3.3 Alur Analisis .....                                             | 67   |
| 3.3.1 Pendefinisian Masalah .....                                   | 69   |
| 3.3.2 Studi Literatur .....                                         | 69   |



|                                       |                                                                          |     |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.3.3                                 | Akuisi Dataset .....                                                     | 69  |
| 3.3.4                                 | Pra Pengolahan Dataset .....                                             | 74  |
| 3.3.5                                 | Memuat Ketiga Model Deteksi Objek .....                                  | 76  |
| 3.3.6                                 | Pelatihan Model Deteksi Objek .....                                      | 76  |
| 3.3.7                                 | Pengujian Model Deteksi Objek .....                                      | 77  |
| 3.3.8                                 | Analisis Performa .....                                                  | 78  |
| BAB IV .....                          |                                                                          | 79  |
| HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN ..... |                                                                          | 79  |
| 4.1                                   | Persiapan Dataset .....                                                  | 79  |
| 4.1.1                                 | Akuisi Dataset .....                                                     | 79  |
| 4.1.2                                 | Anotasi Dataset .....                                                    | 80  |
| 4.2                                   | Pelatihan Model Deteksi Objek .....                                      | 81  |
| 4.2.1                                 | <i>Faster R-CNN</i> .....                                                | 83  |
| 4.2.2                                 | YOLOv7 .....                                                             | 86  |
| 4.2.3                                 | <i>Single Shot Detector</i> (SSD) .....                                  | 90  |
| 4.3                                   | Pengujian dan Perbandingan Performa Model Deteksi Objek .....            | 94  |
| 4.3.1                                 | Analisa <i>Train Loss</i> dan <i>Validation Loss</i> .....               | 95  |
| 4.3.1.1                               | Faster R-CNN .....                                                       | 95  |
| 4.3.1.2                               | YOLOv7 .....                                                             | 99  |
| 4.3.1.3                               | SSD .....                                                                | 105 |
| 4.3.1.4                               | Analisis <i>Generalization Gap</i> dan Indikasi <i>Overfitting</i> ..... | 111 |
| 4.3.2                                 | <i>Precision</i> .....                                                   | 113 |
| 4.3.3                                 | <i>Recall</i> .....                                                      | 118 |
| 4.3.4                                 | <i>F1-Score</i> .....                                                    | 122 |
| 4.3.5                                 | <i>Mean Average Precision (mAP)</i> .....                                | 126 |
| 4.3.6                                 | Visual Hasil Deteksi Model Terbaik .....                                 | 130 |
| 4.3.7                                 | Latensi Dalam Proses Deteksi 1 Citra .....                               | 134 |
| 4.3.8                                 | Potensi Implementasi di Lapangan .....                                   | 138 |
| BAB V .....                           |                                                                          | 141 |
| PENUTUP .....                         |                                                                          | 141 |
| 5.1                                   | Rangkuman .....                                                          | 141 |



|                     |                  |     |
|---------------------|------------------|-----|
| 5.2                 | Kesimpulan ..... | 145 |
| 5.3                 | Saran .....      | 149 |
| DAFTAR PUSTAKA..... |                  | 152 |
| LAMPIRAN .....      |                  | 157 |



## DAFTAR TABEL

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 2.1 Kajian Hasil Penelitian yang Relevan .....           | 63  |
| Tabel 3.1 Perbandingan karakter data primer dan sekunder ..... | 71  |
| Tabel 3.2 Pengaturan Parameter Algoritma Faster R-CNN .....    | 75  |
| Tabel 3.3 Pengaturan Parameter Algoritma YOLOv7.....           | 76  |
| Tabel 3.4 Pengaturan Parameter Algoritma SSD .....             | 76  |
| Tabel 4.1 Perbandingan Waktu Proses Antar Model.....           | 134 |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Representasi Node dan Fungsi Aktivasi.....                                                                                         | 26 |
| Gambar 2.2 Visualisasi Neural Network Bekerja Terhadap Data Klasifikasi.....                                                                  | 27 |
| Gambar 2.3 Proses Konvolusi.....                                                                                                              | 30 |
| Gambar 2.4 Konsep Langkah Dalam Konvolusi .....                                                                                               | 31 |
| Gambar 2.5 Konsep Padding Dalam Konvolusi .....                                                                                               | 31 |
| Gambar 2.6 Proses Pooling.....                                                                                                                | 32 |
| Gambar 2.7 Arsitektur CNN sederhana .....                                                                                                     | 32 |
| Gambar 2.8 Perbedaan Antara One Stage Models dan Two Stage Models .....                                                                       | 35 |
| Gambar 2.9 Perbandingan Arsitektur Backbone Yang Direncanakan Digunakan                                                                       | 36 |
| Gambar 2.10 Perbandingan Antara Model Berbasis Konkatenasi Yang Tidak<br>Memiliki Compound Scaling Dengan Yang Memiliki Compound Scaling..... | 37 |
| Gambar 2.11 Eksperimen Penggunaan RepConvN ke Dalam Beberapa Arsitektur<br>.....                                                              | 38 |
| Gambar 2.12 Penggunaan Auxiliary Head dan Label Assigner.....                                                                                 | 38 |
| Gambar 2.13 Perbandingan YOLOv7 Dengan Object Detector Lain.....                                                                              | 39 |
| Gambar 2.14 Proses Metode R-CNN.....                                                                                                          | 40 |
| Gambar 2.15 Proses Metode Fast R-CNN .....                                                                                                    | 41 |
| Gambar 2.16 Arsitektur Region Proposal Network (RPN).....                                                                                     | 43 |
| Gambar 2.17 Proses Kerja Faster R-CNN .....                                                                                                   | 43 |
| Gambar 2.18 Arsitektur Single Shot Detector.....                                                                                              | 45 |
| Gambar 2.19 Perbandingan Akurasi Model SSD Pada Data PASCAL VOC 2007<br>.....                                                                 | 49 |
| Gambar 2.20 Perbandingan Akurasi Model SSD Pada Data PASCAL VOC 2012<br>.....                                                                 | 50 |
| Gambar 2.21 Perbandingan Model SSD Pada Data COCO Dataset.....                                                                                | 50 |
| Gambar 2.22 Jeruk Siam Kintamani .....                                                                                                        | 51 |
| Gambar 2.23 Confusion Matrix .....                                                                                                            | 53 |
| Gambar 2.24 Intersection Over Union .....                                                                                                     | 54 |
| Gambar 2.25 Grafik Precision Recall .....                                                                                                     | 55 |

|                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 2.26 Contoh foto Dataset COCO.....                                                 | 57  |
| Gambar 3.1 Komponen perbandingan algoritma deteksi objek.....                             | 67  |
| Gambar 3.2 Alur Analisis Penelitian.....                                                  | 67  |
| Gambar 3.3 Contoh Data Primer.....                                                        | 69  |
| Gambar 3.4 Data Primer yang Sudah Teranotasi .....                                        | 74  |
| Gambar 3.5 Contoh Proses Augmentasi.....                                                  | 74  |
| Gambar 4.1 Proses Import Dataset ke COCO Annotator.....                                   | 79  |
| Gambar 4.2 Proses Anotasi Dataset .....                                                   | 80  |
| Gambar 4.3 Unggahan Dataset ke Dalam Kaggle .....                                         | 81  |
| Gambar 4.4 Perbandingan Train Loss dan Validation Loss Faster R-CNN Input<br>416x416..... | 95  |
| Gambar 4.5 Perbandingan Train Loss dan Validation Loss Faster R-CNN Input<br>640x640..... | 95  |
| Gambar 4.6 Perbandingan Train Loss dan Validation Loss Faster R-CNN Input<br>800x800..... | 96  |
| Gambar 4.7 Perbandingan Train Loss dan Validation Loss YOLOv7 Input<br>416x416.....       | 99  |
| Gambar 4.8 Perbandingan Train Loss dan Validation Loss YOLOv7 Input<br>640x640.....       | 99  |
| Gambar 4.9 Perbandingan Train Loss dan Validation Loss YOLOv7 Input<br>800x800.....       | 100 |
| Gambar 4.10 Perbandingan Train Loss dan Validation Loss SSD Input 416x416<br>.....        | 105 |
| Gambar 4.11 Perbandingan Train Loss dan Validation Loss SSD Input 640x640<br>.....        | 105 |
| Gambar 4.12 Perbandingan Train Loss dan Validation Loss SSD Input 800x800<br>.....        | 105 |
| Gambar 4.13 Visualisasi Perbandingan Nilai Precision Antar Model .....                    | 113 |
| Gambar 4.14 Visualisasi Perbandingan Nilai Recall Antar Model .....                       | 117 |
| Gambar 4.15 Visualisasi Perbandingan Nilai F1-Score Antar Model.....                      | 122 |
| Gambar 4.16 Visualisasi Perbandingan Nilai mAP@0.5 Antar Model .....                      | 126 |

|                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4.17 Visualisasi Hasil Deteksi Model Faster R-CNN 800x800 ..... | 130 |
| Gambar 4.18 Visualisasi Hasil Deteksi Model YOLOv7 800x800.....        | 131 |
| Gambar 4.19 Visualisasi Hasil Deteksi Model SSD 800x800 .....          | 131 |



## DAFTAR LISTING

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Listing 4.1 Penyiapan path dan Konfigurasi Pelatihan .....              | 82 |
| Listing 4.2 Format Anotasi yang digunakan Faster R-CNN .....            | 83 |
| Listing 4.3 Data Loader Faster R-CNN .....                              | 84 |
| Listing 4.4 Persiapan Model Deteksi dengan Head baru .....              | 84 |
| Listing 4.5 Pembekuan Backbone dan Persiapan Optimizer .....            | 85 |
| Listing 4.6 Struktur Folder Dataset Untuk YOLOv7 .....                  | 86 |
| Listing 4.7 Proses Perubahan Anotasi dari COCO ke YOLO .....            | 86 |
| Listing 4.8 Penyesuaian Learning Rate YOLOv7 .....                      | 88 |
| Listing 4.9 Penyesuaian Proses Augmentasi YOLOv7 .....                  | 88 |
| Listing 4.10 Parameter Pelatihan YOLOv7 .....                           | 88 |
| Listing 4.11 Dataset Untuk Model SSD .....                              | 89 |
| Listing 4.12 Hyperparameter dan Path Untuk Pelatihan SSD .....          | 90 |
| Listing 4.13 Kelas Yang Berisi Proses Augmentasi Dataset .....          | 90 |
| Listing 4.14 Persiapan Model dan Optimizer .....                        | 91 |
| Listing 4.15 Proses Looping Pelatihan Model SSD Sebanyak 50 Epoch ..... | 93 |

