

**PERBANDINGAN PERFORMA *VGG-16* DAN *RESNET-50* DALAM KLASIFIKASI LIMA JENIS TANAMAN
MENGUNAKAN CITRA SATELIT
SENTINEL – 2A**



TESIS

Oleh

**ANAK AGUNG CANDRA WIDYANINGSIH
NIM 2329101003**

**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
SINGARAJA
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tesis oleh Anak Agung Candra Widyaningsih ini telah diperiksa dan disetujui untuk Mengikuti Ujian Tesis

Singaraja, 22 Juli 2025

Pembimbing I



Kadek Yota Ernanda Aryanto, S.Kom., M.T., Ph.D.
NIP. 197803242005011001

Pembimbing II



Dr. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198307252008011008



LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Tesis oleh Anak Agung Candra Widyarningsih ini telah dipertahankan di depan tim penguji dan dinyatakan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Komputer di Program Studi Ilmu Komputer, Program Pascasarjana, Universitas Pendidikan Ganesha.

Disetujui pada tanggal: 31 Juli 2025

oleh
Tim Penguji

....., Ketua (Dr. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs.)
NIP. 198307252008011008

....., Anggota (Prof. Dr. Gede Rasben Dantes, S.T, M.T.I.)
NIP. 197502212003121001

....., Anggota (Prof. Dr. I Made Candiasa, Ml.Komp.)
NIP. 196012311986011004

....., Anggota (Kadek Yota Ernanda Aryanto, S.Kom., M.T., Ph.D.)
NIP. 197803242005011001

Mengetahui Direktur
Program Pascasarjana Undiksha,



Prof. Dr. I Nyoman Jampel, M.Pd.
NIP. 195910101986031003

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister Komputer dari Program 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 bagian-bagian 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, 31 Juli 2025
Yang memberi pernyataan,



(Anak Agung Candra Widyaningsih)

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa atas anugerah-Nya, sehingga tesis yang berjudul “Perbandingan Performa *VGG-16* dan *ResNet-50* Dalam Klasifikasi Lima Jenis Tanaman Menggunakan Citra Satelit Sentinel – 2A” dapat diselesaikan sesuai dengan yang direncanakan.

Penulis menemui beberapa hambatan dan kesulitan dalam penyusunan tesis ini, namun berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, hambatan dan kesulitan tersebut dapat Penulis atasi, oleh karena itu pada kesempatan ini Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Rektor Universitas Pendidikan Ganesha, yang telah memberikan bantuan secara moril dan memfasilitasi berbagai kepentingan studi, selama Penulis menempuh pendidikan di Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha.
2. Bapak Direktur Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha, yang telah banyak memberikan pengarahan serta petunjuk hingga terselesaikannya tesis ini.
3. Ketua Program Studi Ilmu Komputer Universitas Pendidikan Ganesha yang telah banyak membantu dan memotivasi penulis selama menjalani pendidikan dan penulisan tesis ini.
4. Bapak Kadek Yota Ernanda Aryanto, S.Kom., M.T., Ph.D. sebagai Dosen Pembimbing I yang dengan sabar membimbing, mengarahkan, dan memberikan motivasi yang demikian bermakna, sehingga penulis mampu melewati berbagai halangan dalam perjalanan studi dan penyelesaian tesis ini.

5. Bapak Dr. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs., sebagai Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk yang bermanfaat serta memacu semangat Penulis sehingga tesis ini dapat terwujud dengan baik sesuai harapan.
6. Bapak dan Ibu dosen beserta Staf, yang telah memberikan pelajaran kepada Penulis selama mengikuti pendidikan di Program Studi Ilmu Komputer Universitas Pendidikan Ganesha.
7. Segenap keluarga tercinta, Suami, Anak, Bapak, Ibu, dan Saudara yang telah banyak membantu memberikan semangat dan motivasi serta dukungan moril dan materiil dalam penulisan tesis ini.
8. Seluruh rekan, teman dan pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu-per satu atas bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam penulisan tesis ini.

Akhir kata Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan tesis ini dan Penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi bahan masukan dalam dunia pendidikan ke depannya.

Singaraja, 31 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

(halaman)

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	8
1.3 Batasan Penelitian	9
1.4 Rumusan Masalah	10
1.5 Tujuan Penelitian	11
1.6 Manfaat Penelitian	11
BAB II KAJIAN PUSTAKA	12
2.1 Penginderaan Jauh	12
2.2 Citra Satelit	14
2.2.1 Citra Satelit Sentinel 2 – Level 2A	16
2.3 <i>Deep Learning</i>	18
2.3.1 <i>Convolutional Neural Network</i>	19
2.4 <i>Hyper Parameter Optimization</i>	34
2.4.1 <i>Batch Size</i>	34
2.4.2 <i>Learning Rate</i>	34
2.4.3 <i>Optimizer</i>	35
2.4.4 <i>Adam</i>	36
2.4.5 <i>RMSProp</i>	36
2.4.6 <i>SGD (Stochastic Gradient Descent)</i>	36
2.5 <i>Loss Function</i>	36
2.6 <i>Arsitektur Convolutional Neural Network</i>	37
2.6.1 <i>VGG - 16</i>	37

2.6.2 <i>ResNet</i>	41
2.7 Pembagian Data	44
2.8 <i>K-Fold Cross Validation</i>	45
2.9 Evaluasi Kinerja	46
2.10 Kajian Penelitian yang Relevan	48
2.11 Kerangka Konsep	56
2.12 Hipotesis Penelitian	61
BAB III METODE PENELITIAN.....	62
3.1 Metode Penelitian	62
3.1.1 Wilayah Studi.....	62
3.1.2 Akuisisi Data.....	64
3.1.3 <i>Preprocessing Data</i>	68
3.2 Tahap Klasifikasi	69
3.2.1 Proses <i>Training</i>	70
Model	73
3.2.2 Proses <i>Testing</i>	73
3.2.3 Skenario Pemodelan.....	73
3.3 Tahap Evaluasi.....	77
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	80
4.1 Lingkungan Uji Coba.....	80
4.2 Akuisisi Data.....	80
4.3 <i>Preprocessing Data</i>	83
4.4 Pembagian Data dengan <i>K-Fold Cross Validation</i>	91
4.5 Pembangunan Model	93
4.5.1 Model <i>VGG-16</i>	93
4.5.2 Model <i>ResNet-50</i>	95
4.6 Skenario dan Hasil Uji Coba Pemodelan.....	98
4.6.1 Hasil Uji Coba Pada Arsitektur <i>VGG-16</i>	98
4.6.2 Hasil Uji Coba Pada Arsitektur <i>ResNet-50</i>	106
4.7 Rekomendasi Model	114
4.8 Hasil Evaluasi	116
4.9 Pembahasan.....	118
BAB V PENUTUP.....	126
5.1 Simpulan	126

5.2 Saran	127
DAFTAR PUSTAKA	129
LAMPIRAN.....	141



DAFTAR TABEL

(halaman)

Tabel 2. 1 Panjang Gelombang, Lebar Pita dan Resolusi	17
Tabel 2. 2 Detail Persamaan dan Perbedaan Kajian Penelitian	55
Tabel 3. 1 Detail Kelas.....	65
Tabel 3. 2 Citra Hasil Akuisisi.....	67
Tabel 3. 4 Detail Nilai Hyperparameter.....	70
Tabel 3. 5 Skenario Pemodelan dengan Arsitektur VGG-16.....	74
Tabel 3. 6 Skenario Pemodelan dengan Arsitektur ResNet-50.....	75
Tabel 4. 1 Rincian Label Data.....	83
Tabel 4. 2 Hasil Preprocessing Data	89
Tabel 4. 3 Detail Jumlah Data Hasil Preprocessing	90
Tabel 4. 4 Detail Hasil Pembagian Dataset Dengan K-Fold Cross Validation.....	92
Tabel 4. 5 Summary Model VGG-16.....	93
Tabel 4. 6 Summary Model ResNet-50.....	96
Tabel 4. 7 Rincian Skenario Uji Coba Pada Arsitektur VGG-16	98
Tabel 4. 8 Kinerja Uji Coba Pada Skenario 1	99
Tabel 4. 9 Kinerja Uji Coba Pada Skenario 2	100
Tabel 4. 10 Kinerja Uji Coba Pada Skenario 3	100
Tabel 4. 11 Kinerja Uji Coba Pada Skenario 4	101
Tabel 4. 12 Kinerja Uji Coba Pada Skenario 5	101
Tabel 4. 13 Kinerja Model Uji Coba Pada Skenario 6.....	102
Tabel 4. 14 Rincian Skenario Uji Coba Pada Arsitektur ResNet-50	106
Tabel 4. 15 Kinerja Model Uji Coba Pada Skenario 1.....	107
Tabel 4. 16 Kinerja Model Uji Coba Pada Skenario 2.....	108
Tabel 4. 17 Kinerja Model Uji Coba Pada Skenario 3.....	108
Tabel 4. 18 Kinerja Model Uji Coba Pada Skenario 4.....	109
Tabel 4. 19 Kinerja Model Uji Coba Pada Skenario 5.....	109
Tabel 4. 20 Kinerja Model Uji Coba Pada Skenario 6.....	110

DAFTAR GAMBAR

(halaman)

Gambar 2. 1 Ilustrasi Digital Number Pada Citra Pankromatik yang Menunjukkan Tingkat Kecerahan/Kegelapan atau Gradasi Keabuan.....	16
Gambar 2. 2 Gambar Arsitektur CNN	21
Gambar 2. 3 Gambar Ilustrasi Proses Konvolusi	23
Gambar 2. 4 Ilustrasi Operasi Max Pooling, Average Pooling, dan Global Average	24
Gambar 2. 5 Ilustrasi Fungsi Aktivasi Pada Single Layer Perceptron	25
Gambar 2. 6 Kurva Fungsi Sigmoid	26
Gambar 2. 7 Kurva Fungsi Tanh.....	27
Gambar 2. 8 Kurva Aktivasi ReLu	28
Gambar 2. 9 Kurva Fungsi Softplus.....	29
Gambar 2. 10 Ilustrasi Flatten.....	30
Gambar 2. 11 Ilustrasi Fully Connected Layer	31
Gambar 2. 12 Ilustrasi Dropout Selama Fase Pelatihan (Kiri) dan Fase Pengujian (Kanan).....	33
Gambar 2. 13 Arsitektur VGG-16.....	38
Gambar 2. 14 Perbandingan CNN dengan ResNet.....	42
Gambar 2. 15 Arsitektur ResNet.....	43
Gambar 2. 16 Ilustrasi K-Fold Cross Validation (K=5)	46
Gambar 2. 17 Confusion Matrix	47
Gambar 2. 18 Diagram Konsep Penelitian.....	60
Gambar 3. 1 Block Diagram Alur Penelitian.....	62
Gambar 3. 2 Peta Provinsi Chachoengsao	64
Gambar 3. 3 Confusion Matrix Multikelas	77
Gambar 4. 1 Rincian Kode Untuk Akuisisi Data.....	81
Gambar 4. 2 Perbandingan Performa Model Uji Skenario 1-6 Arsitektur VGG-16	103
Gambar 4. 3 Perbandingan Train Accuracy dan Validation Accuracy Model Uji Skenario 1-6 Arsitektur VGG-16	104
Gambar 4. 4 Perbandingan Training Loss dan Validation Loss Model Uji Skenario 1-6 Arsitektur VGG-16	105
Gambar 4. 5 Perbandingan Standar Deviasi Model Uji Skenario 1-6 Arsitektur VGG-16.....	106
Gambar 4. 6 Perbandingan Performa Model Uji Skenario 1-6 Arsitektur ResNet-50	111
Gambar 4. 7 Perbandingan Train Accuracy dan Validation Accuracy Model Uji Skenario 1-6 Arsitektur ResNet-50.....	112
Gambar 4. 8 Perbandingan Training Loss dan Validation Loss Model Uji Skenario 1-6 Arsitektur ResNet-50	113
Gambar 4. 9 Perbandingan Nilai Standar Deviasi Model Uji Skenario 1-6 Arsitektur ResNet-50	114