

**PERBANDINGAN PERFORMA ARSITEKTUR
*MOBILENET, INCEPTION RESNET V2, DAN
EFFICIENTNET B2* DALAM KLASIFIKASI
JENIS DAUN TUMBUHAN HERBAL
BERDASARKAN LONTAR USADA
TARU PRAMANA**

TESIS

Oleh

**NI PUTU DITA ARIANI SUKMA DEWI
NIM 2129101004**



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
SINGARAJA
2024**



**PERBANDINGAN PERFORMA ARSITEKTUR
*MOBILENET, INCEPTION RESNET V2, DAN
EFFICIENTNET B2* DALAM KLASIFIKASI
JENIS DAUN TUMBUHAN HERBAL
BERDASARKAN LONTAR USADA
TARU PRAMANA**

TESIS

Diajukan kepada
Universitas Pendidikan Ganesha
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Magister Komputer
Program Studi Ilmu Komputer



Oleh
NI PUTU DITA ARIANI SUKMA DEWI
NIM 2129101004

**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
SINGARAJA
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tesis oleh Ni Putu Dita Ariani Sukma Dewi ini telah diperiksa dan disetujui untuk mengikuti Ujian Tesis

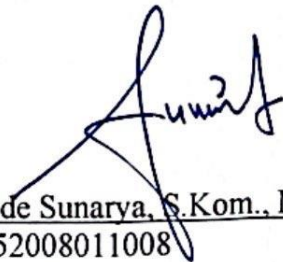
Singaraja, 19 Januari 2024

Pembimbing I



Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198211112008121001

Pembimbing II



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

LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Tesis oleh Ni Putu Dita Ariani Sukma Dewi 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: 15 Februari 2024

oleh
Tim Penguji



.....

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



.....

Anggota (Dr. Drs. I Nyoman Sukajaya, M.T.)
NIP. 196711151993031001



.....

Anggota (Dr. I Made Agus Wirawan, S.Kom., M.Cs.)
NIP. 198408272008121001



.....

Anggota (Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc.,
Ph.D.)
NIP. 198211112008121001



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, 15 Februari 2024
Yang memberi pernyataan,



(Ni Putu Dita Ariani Sukma Dewi)

PRAKATA

Puji serta rasa syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa berkat anugerah-Nya, sehingga tesis dengan judul “Perbandingan Performa Arsitektur *MobileNet*, *Inception ResNet V2*, dan *EfficientNet B2* dalam Klasifikasi Jenis Daun Tumbuhan Herbal Berdasarkan Lontar Usada Taru Pramana” dapat terselesaikan sesuai dengan yang direncanakan.

Tentu ditemui beberapa hambatan serta kendala dalam penyelesaian tesis ini, tetapi atas bantuan dan dukungan yang didapat dari berbagai pihak, hambatan dan kendala mampu teratasi, oleh karena hal tersebut pada kesempatan ini Penulis sampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada:

1. Bapak Rektor Universitas Pendidikan Ganesha, yang telah memberikan dukungan secara moril serta menyediakan fasilitas berbagai macam kepentingan studi, selama Penulis menempuh pendidikan di Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha.
2. Bapak Direktur Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha, yang telah memberikan petunjuk serta arahan dalam menempuh Pendidikan sampai pada terselesaikannya tesis ini.
3. Ketua Program Studi Ilmu Komputer Universitas Pendidikan Ganesha yang memberi bantuan dan motivasi kepada Penulis selama menempuh pendidikan serta penulisan tesis ini.
4. Bapak Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D. sebagai Dosen Pembimbing I yang dengan tenang dan sabar memberikan pengarahan,

bimbingan, serta dukungan yang penuh makna, sehingga berbagai kendala dalam perjalanan studi dan menyelesaikan tesis ini dapat terlewati.

5. Bapak Dr. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs., sebagai Dosen Pembimbing II yang memberikan arahan, bimbingan, serta petunjuk yang bermakna untuk memacu semangat Penulis sehingga tesis ini dapat terselesaikan dengan baik sesuai dengan target yang telah ditentukan.
6. Bapak dan Ibu Dosen beserta Staff, yang bersedia memberikan pembelajaran kepada Penulis selama menempuh pendidikan di Program Studi Ilmu Komputer Universitas Pendidikan Ganesha.
7. Seluruh keluarga besar, Kakek, Nenek, Bapak, Ibu, dan Saudara yang telah memberikan petunjuk untuk menyemangati Penulis, serta dukungan moral dan material dalam penyelesaian tesis ini.
8. Berbagai pihak terkait yang tidak seluruhnya dapat Penulis sebutkan atas dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tesis ini.

Akhir kata Penulis ucapkan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penyelesaian tesis ini dan dengan harapan semoga tesis ini memiliki kegunaan dan manfaat serta dapat menjadi bahan masukan dalam dunia pendidikan ke depannya.

Singaraja, 15 Februari 2024

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	7
1.3 Batasan Penelitian	7
1.4 Rumusan Masalah	9
1.5 Tujuan Penelitian	9
1.6 Manfaat Penelitian	10
BAB II KAJIAN PUSTAKA	11
2.1 Tumbuhan Herbal	11
2.2 Pengolahan Citra Digital	13
2.3 <i>Deep Learning</i>	15
2.3.1 <i>Convolutional Neural Network</i>	16
2.3.1.1 Operasi Konvolusi	18
2.3.1.2 <i>Pooling Layer</i>	18
2.3.1.3 Aktivasi ReLu	19
2.3.1.4 <i>Batch Normalization</i>	20
2.3.1.5 <i>Fully Connected Layer</i>	20
2.3.1.6 <i>Dropout</i>	22
2.3.1.7 <i>Softmax</i>	23
2.3.1.8 <i>Transfer Learning</i>	24
2.3.1.9 <i>MobileNet</i>	24
2.3.1.10 <i>Inception ResNet V2</i>	27

2.3.1.11 <i>EfficientNet B2</i>	31
2.4 <i>Hyper Parameter Optimization</i>	35
2.4.1 <i>Batch Size</i>	36
2.4.2 <i>Learning Rate</i>	36
2.4.3 <i>Optimizer</i>	36
2.4.3.1 <i>Adam</i>	37
2.4.3.2 <i>RMSprop</i>	37
2.4.3.3 <i>SGD (Stochastic Gradient Descent)</i>	37
2.5 <i>Loss Function</i>	37
2.6 <i>Pembagian (Splitting) Data</i>	38
2.7 <i>Cost Benefit Analysis</i>	39
2.8 <i>Evaluasi Kinerja</i>	41
2.9 <i>Kajian Penelitian yang Relevan</i>	43
2.10 <i>Kerangka Berpikir</i>	47
2.11 <i>Hipotesis Penelitian</i>	47
BAB III METODE PENELITIAN	49
3.1 <i>Metode Penelitian</i>	49
3.1.1 <i>Studi Pustaka</i>	50
3.1.2 <i>Akuisisi Data</i>	50
3.1.3 <i>Pembagian (Splitting) Data</i>	63
3.1.4 <i>Preprocessing Data</i>	63
3.2 <i>Tahap Klasifikasi</i>	66
3.2.1 <i>Proses Training</i>	67
3.2.1.1 <i>Model</i>	70
3.2.2 <i>Proses Testing</i>	70
3.2.3 <i>Skenario Pengujian Sistem</i>	71
3.3 <i>Tahap Evaluasi</i>	85
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	89
4.1 <i>Lingkungan Uji Coba</i>	89
4.2 <i>Labelling Data</i>	89
4.3 <i>Pembagian (Splitting) Data</i>	95
4.4 <i>Preprocessing Data</i>	95
4.5 <i>Pembangunan Model</i>	100
4.5.1 <i>Model MobileNet</i>	101

4.5.2 Model <i>Inception ResNet V2</i>	103
4.5.3 Model <i>EfficientNet B2</i>	105
4.6 Skenario dan Hasil Uji Coba.....	107
4.6.1 Skenario dan Hasil Uji Coba Pada Arsitektur <i>MobileNet</i>	107
4.6.2 Skenario dan Hasil Uji Coba Pada Arsitektur <i>Inception ResNet V2</i>	112
4.6.3 Skenario dan Hasil Uji Coba Pada Arsitektur <i>EfficientNet B2</i>	117
4.6.4 Skenario dan Hasil Uji Coba Pengaruh Penggunaan Data Augmentasi.....	122
4.7 Pencarian Model Terbaik	123
4.8 Hasil Evaluasi.....	125
4.8.1 Hasil Evaluasi Skenario 1 Arsitektur <i>MobileNet</i>	126
4.9 Implementasi Pengujian Model Pada Website.....	129
BAB V PENUTUP.....	130
5.1 Rangkuman	130
5.2 Simpulan	131
5.3 Saran.....	132
DAFTAR PUSTAKA	134
LAMPIRAN.....	142



DAFTAR TABEL

(halaman)

Tabel 2. 1 Detail Arsitektur MobileNet	26
Tabel 2. 2 Tabel Layer Arsitektur Inception ResNet V2	28
Tabel 2. 3 Rincian Perbedaan Arsitektur EfficientNetB0 – EfficientNetB7	32
Tabel 2. 4 Detail Parameter Cost Benefit Analysis.....	40
Tabel 3. 1 Jenis Tumbuhan Herbal dalam Lontar Usada Taru Pramana yang Berhasil Dikumpulkan	53
Tabel 3. 2 Rincian Nama Kelas dan Pembagian Data Penelitian	65
Tabel 3. 3 Nilai Hyperparameter.....	67
Tabel 3. 4 Skenario Pengujian dengan Arsitektur MobileNet	71
Tabel 3. 5 Skenario Pengujian dengan Arsitektur Inception ResNet V2.....	76
Tabel 3. 6 Skenario Pengujian dengan Arsitektur EfficientNet B2	80
Tabel 4. 1 Rincian Label Data.....	90
Tabel 4. 2 Rincian Skenario Uji Coba Pada Arsitektur MobileNet	107
Tabel 4. 3 Cost Benefit Analysis Skenario 1-9 Arsitektur MobileNet	110
Tabel 4. 4 Rincian Skenario Uji Coba Pada Arsitektur Inception ResNet V2....	112
Tabel 4. 5 Cost Benefit Analysis Skenario 1-9 Arsitektur Inception ResNet V2	115
Tabel 4. 6 Rincian Skenario Uji Coba Pada Arsitektur EfficientNet B2	117
Tabel 4. 7 Cost Benefit Analysis Skenario 1-9 Arsitektut EfficientNet B2.....	120
Tabel 4. 8 Hasil Uji Pengaruh Data Augmentasi pada Model	122
Tabel 4. 9 Tabulasi Cost Benefit Analysis Hasil Uji Coba Skenario Terbaik Arsitektur Usulan	124
Tabel 4. 10 Keterangan Label dan Kelas Pada Confusion Matrix Data Testing	125

DAFTAR GAMBAR

(halaman)

Gambar 2. 1 Tumbuhan Herbal.....	12
Gambar 2. 2 Representasi Matriks Citra Digital.....	14
Gambar 2. 3 Arsitektur CNN.....	18
Gambar 2. 4 Ilustrasi Operasi Konvolusi.....	18
Gambar 2. 5 Ilustrasi Operasi Max Pooling dan Average Pooling.....	19
Gambar 2. 6 Ilustrasi Aktivasi ReLu.....	20
Gambar 2. 7 Ilustrasi Flatten.....	21
Gambar 2. 8 Ilustrasi Fully Connected Layer.....	22
Gambar 2. 9 Ilustrasi Dropout.....	23
Gambar 2. 10 Ilustrasi Depthwise Separable Convolutions.....	25
Gambar 2. 11 Arsitektur Inception ResNet V2.....	28
Gambar 2. 12 Arsitektur EfficientNet.....	32
Gambar 2. 13 Confusion Matrix.....	41
Gambar 3. 1 Block Diagram Alur Penelitian.....	49
Gambar 3. 2 Preprocessing Citra Daun.....	65
Gambar 3. 3 Confusion Matrix Multikelas.....	86
Gambar 4. 1 Arsitektur MobileNet Usulan.....	101
Gambar 4. 2 Arsitektur Inception ResNet V2 Usulan.....	103
Gambar 4. 3 Arsitektur EfficientNet B2 Usulan.....	105
Gambar 4. 4 Perbandingan Nilai Akurasi Hasil Uji Skenario 1-9 Arsitektur MobileNet.....	109
Gambar 4. 5 Perbandingan Nilai Akurasi Hasil Uji Skenario 1-9 Arsitektur Inception ResNet V2.....	114
Gambar 4. 6 Perbandingan Nilai Akurasi Hasil Uji Skenario 1-9 Arsitektur EfficientNet B2.....	119
Gambar 4. 7 Perbandingan Hasil Uji Coba Skenario Terbaik MobileNet, Inception ResNet V2, dan EfficientNet B2.....	123
Gambar 4. 8 Confusion Matrix Data Testing Skenario 1 Arsitektur MobileNet	127
Gambar 4. 9 Tampilan Website Pengujian Klasifikasi Daun Tumbuhan Herbal	129