

**ANALISIS HYPERPARAMETER PADA KLASIFIKASI
JENIS DAGING MENGGUNAKAN ALGORITMA
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK**

TESIS

OLEH

I MADE ANOM MAHARTHA DINATA

NIM 1929101059



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

2024

**ANALISIS HYPERPARAMETER PADA KLASIFIKASI
JENIS DAGING MENGGUNAKAN ALGORITMA
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK**

TESIS

OLEH

I MADE ANOM MAHARTHA DINATA

NIM 1929101059



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

**ANALISIS HYPERPARAMETER PADA KLASIFIKASI
JENIS DAGING MENGGUNAKAN ALGORITMA
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK**

TESIS

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



Oleh
I MADE ANOM MAHARTHA DINATA
NIM 1929101059

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

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tesis oleh I Made Anom Mahartha Dinata ini telah diperiksa dan disetujui untuk Mengikuti Ujian Tesis.

Singaraja, 30 Januari 2024

Pembimbing I



Dr. I Gede Aris Gunadi, S.Si. M.Kom.
NIP. 19770318 2008121004

Pembimbing II





Dr. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs.
NIP. 19830725 2008011008


LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

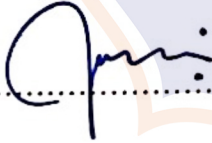
Tesis oleh I Made Anom Mahartha Dinata ini telah dipertahankan di depan tim penguji dan dinyatakan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Komputer di Program Studi Ilmu Komputer, Program Pascasarjana, Universitas Pendidikan Ganesha

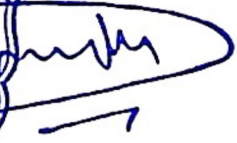
Disetujui pada tanggal: 30 Januari 2024

.....

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

.....

Anggota (Dr. I Gede Aris Gunadi, S.Si. M.Kom.)
NIP. 19770318 2008121004

.....

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

.....

Anggota (Dr. Luh Joni Erawati Dewi, S.T., M.Pd.)
NIP. 197606252001122001

Mengetahui Direktur
Pascasarjana Undiksha,

DIREKTUR
Pascasarjana
Prof. Dr. 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, 22 Januari 2024

Yang memberi pernyataan,



Made Anom
I Made Anom Mahartha Dinata

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa atas anugerah-Nya, sehingga tesis yang berjudul “Analisis *Hyperparameter* pada Klasifikasi Jenis Daging Menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network*” dapat diselesaikan sesuai dengan yang direncanakan.

Tesis ini ditulis untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Komputer Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha pada Program Studi Ilmu Komputer. terselesaikannya tesis ini telah banyak memperoleh uluran tangan dari berbagai pihak. Untuk itu, ijin penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada pihak-pihak berikut:

1. Bapak Dr. I Gede Aris Gunadi, S.Si. M.Kom., 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;
2. 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;
3. Bapak Dr. I Made Agus Wirawan, S.Kom., M.Cs. dan Ibu Dr. Luh Joni Erawati Dewi, S.T., M.Pd. sebagai penguji yang telah banyak memberikan masukan-masukan yang bermanfaat untuk penyempurnaan tesis ini;
4. Bapak dan Ibu dosen beserta Staf, yang telah memberikan pelajaran kepada Penulis selama mengikuti pendidikan di Program Studi Ilmu Komputer Universitas Pendidikan Ganesha.
5. Kepala Bidang Pendidikan Hindu Ibu Ida Ayu Putu Gede Dharma Yanti, S.Ag., M.Pd.H, yang telah memberikan izin dan bantuan administratif sehingga penulis memperoleh kesempatan melanjutkan studi dan menyelesaikan tesis ini.
6. Bapak Direktur Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha, yang telah banyak memberikan pengarahan serta petunjuk hingga terselesaikannya tesis ini;

7. 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;
8. Ketua Program Studi Ilmu Komputer Universitas Pendidikan Ganesha yang telah banyak membantu dan memotivasi penulis selama menjalani pendidikan dan penulisan tesis ini;
9. Bapak I Nengah Nyunyur, S.Pd dan Ibu Dra. Ni Nyoman Sudiati, M.Pd.H selaku orang tua penulis, beserta Saudara yang telah banyak membantu memberikan semangat dan motivasi serta dukungan moril dan materiil dalam penulisan tesis ini.
10. Seluruh rekan, teman dan pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu-per satu atas bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam penulisan tesis ini.

Semoga semua bantuan yang telah mereka berikan dalam menyelesaikan studi ini, mereka diberkati imbalan yang sepadan oleh Tuhan Yang Maha Esa, kesehatan, dan keharmonian dalam menjalani kehidupan.

Penulis menyadari bahwa tesis ini belum sempurna. Namun, kehadirannya dalam konstelasi masyarakat akademis akan menambah perbendaharaan ilmu dalam perkembangan ilmu pengetahuan. Semoga tesis ini bermanfaat bagi masyarakat akademis, terutama mereka yang menyatakan diri bernaung di bawah kebesaran panji-panji pendidikan.

Singaraja, 19 Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
SAMPUL PERSYARATAN GELAR MAGISTER.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI.....	v
LEMBAR PERNYATAAN	vi
PRAKATA	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	4
1.3. Pembatasan Masalah	4
1.4. Rumusan Masalah	5
1.5. Tujuan Penelitian	5
1.6. Manfaat Penelitian	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1. Kajian Teori	7
2.1.1. Karakteristik Daging	7
2.1.2. Definisi <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	9
2.1.3. Normalisasi px Citra.....	17
2.1.4. Augmentasi Data	18
2.1.5. Fungsi Aktivasi <i>ReLU</i>	20
2.1.6. Fungsi Aktivasi <i>Softmax</i>	20
2.1.7. Optimizer Adam.....	21
2.1.8. Regularizaion	22
2.1.9. <i>K-Fold cross validation</i>	24
2.1.10. Confusion Matrix	25
2.2. Kajian Hasil Penelitian yang Relevan.....	27
2.3. Hipotesis Penelitian.....	29
BAB III METODE PENELITIAN.....	31
3.1. Prosedur Penelitian.....	31
3.2. Metode Pengumpulan Data dan Instrumen Penelitian.....	32
3.3. Metode Analisis Data	33

3.3.1.	Akuisisi Citra	34
3.3.2.	Augmentasi Citra	34
3.3.3.	Normalisasi Citra	38
3.4.	Arsitektur CNN	39
3.3.1.	<i>Convolutional layer</i>	40
3.3.2.	Pooling Layer	42
3.3.3.	Flatten Layer	43
3.3.4.	Fully Connected Layer	43
3.3.5.	Dropout Layer	45
3.5.	Metode Klasifikasi	45
3.4.1.	Pengujian Ukuran Citra.....	45
3.4.2.	Pengujian Jumlah <i>Epoch</i>	46
3.4.3.	Pengujian <i>Batch size</i>	47
3.4.4.	Pengujian Arsitektur ResNet-50	47
3.6.	Metode Evaluasi Model	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		50
4.1.	Hasil Penelitian	50
4.1.1.	Hasil Pengujian Ukuran Citra CNN.....	50
4.1.2.	Hasil Pengujian Jumlah <i>Epoch</i> CNN	54
4.1.3.	Pengujian <i>Batch size</i> CNN	57
4.1.4.	Pengujian Arsitektur ResNet-50	61
4.1.5.	Pengujian <i>K-Fold cross validation</i>	64
4.1.6.	Pengujian Ukuran <i>Filter</i>	67
4.1.7.	Pengujian Jumlah Konvolusi.....	69
4.2.1.	Perbandingan Arsitektur CNN dasar dengan ResNet-50 .	71
4.2.2.	Perbandingan <i>Split validation</i> dan <i>K-Fold cross validation</i>	72
4.1.8.	Pemeriksaan Sampel Data False Positive dan False Negatives.....	74
BAB V PENUTUP.....		79
5.1.	Rangkuman	79
5.2.	Simpulan	82
5.3.	Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA		85
LAMPIRAN.....		88

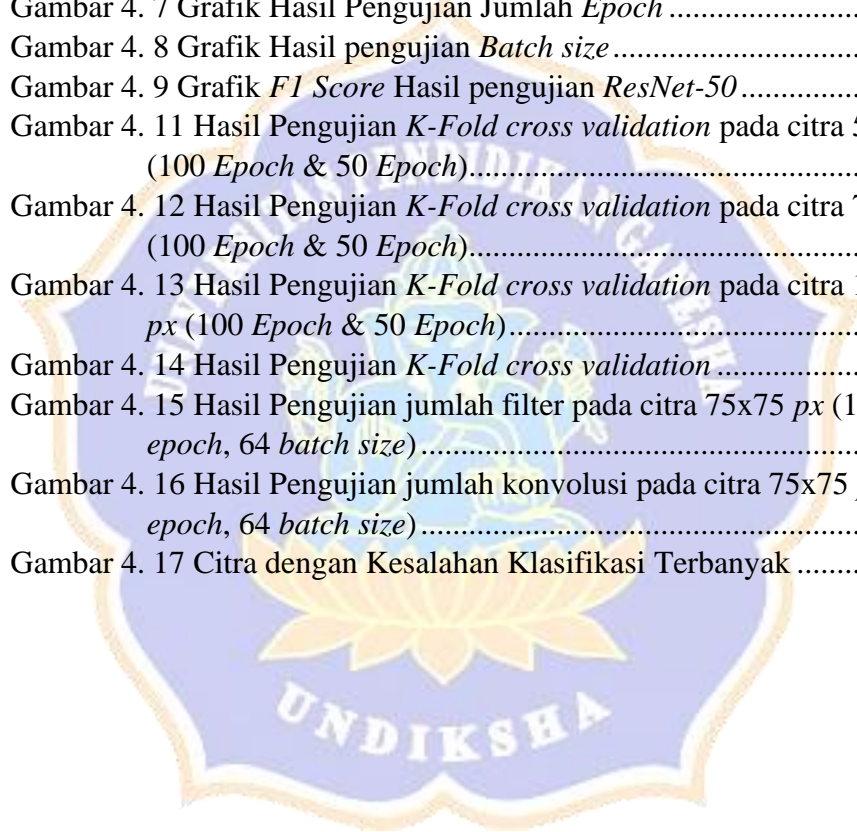
DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Confusion Matrix</i>	25
Tabel 3. 1 Dataset Penelitian.....	33
Tabel 3. 2 Dataset Pelatihan.....	33
Tabel 3. 3 Dataset Pengujian.....	33
Tabel 3. 1 Dataset Keseluruhan Penelitian	37
Tabel 3. 2 Dataset Pelatihan.....	37
Tabel 3. 3 Dataset Pengujian.....	38
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Ukuran Citra	52
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Jumlah <i>Epoch</i>	55
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian	58
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian dengan Arsitektur <i>ResNet-50</i>	61
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian <i>K-Fold cross validation</i>	64
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Ukuran <i>Filter</i>	67
Tabel 4. 7 Pengujian Jumlah Konvolusi	69
Tabel 4. 8 Perbandingan CNN dasar dengan <i>ResNet-50</i>	71
Tabel 4. 9 Perbandingan <i>K-Fold cross validation</i> dan <i>Split validation</i> (3x3 <i>filter</i>).....	73
Tabel 4. 10 <i>Confusion Matrix Split Validation</i>	73
Tabel 4. 11 <i>Confusion Matrix Split Validation</i>	73
Tabel 4. 12 Perbandingan <i>K-Fold cross validation</i> dan <i>Split validation</i> (5x5 <i>filter</i>)	73
Tabel 4. 13 <i>Confusion Matrix Split Validation</i>	74
Tabel 4. 14 <i>Confusion Matrix K-FOLD Cross Validation</i>	74
Tabel 4. 15. Hasil Pengujian Ukuran Citra	75
Tabel 4. 16 Hasil Pemeriksaan Sampel Data False Positives dan False negatives.....	75
Tabel 4. 17 Hasil Pemeriksaan Sampel Data	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Warna Daging Babi.....	7
Gambar 2. 2 Warna Daging Sapi.....	7
Gambar 2. 3 Serat Daging Babi.....	8
Gambar 2. 4 Serat Daging Sapi.....	8
Gambar 2. 5 Lemak Daging Babi.....	8
Gambar 2. 6 Lemak Daging Sapi.....	8
Gambar 2. 7 Arsitektur Dasar <i>Convolutional Neural Network</i>	10
Gambar 2. 8 <i>Convolutional layer</i>	11
Gambar 2. 9 Polling Layer.....	11
Gambar 2. 10 Fully Connected Layer.....	12
Gambar 2. 11 Setelah <i>Dropout</i>	13
Gambar 2. 12 Sebelum <i>Dropout</i>	13
Gambar 2. 14 Arsitektur <i>ResNet-50</i>	13
Gambar 2. 13 Ilustrasi <i>cross validation</i>	25
Gambar 3. 1 Prosedur Penelitian.....	31
Gambar 3. 2 Citra Daging Babi (Kiri), Daging Sapi (Tengah), Daging Campuran (Kanan).....	32
Gambar 3. 3 Penyesuaian Ukuran Citra.....	34
Gambar 3. 4 Rotasi Citra.....	35
Gambar 3. 5 Translasi Citra.....	35
Gambar 3. 6 Pencerminan Citra.....	36
Gambar 3. 7 Zoom Citra.....	36
Gambar 3. 8 Citra Sebelum Normalisasi.....	38
Gambar 3. 9 Citra Setelah Normalisasi.....	39
Gambar 3. 10 Implementasi Arsitektur CNN.....	39
Gambar 3. 11 <i>Convolutional layer</i>	41
Gambar 3. 12 Feature Map dengan Ukuran 4x4.....	41
Gambar 3. 13 Contoh Perhitungan pada Matriks 4x4.....	41
Gambar 3. 14 Feature Map dengan Ukuran 4x4.....	42
Gambar 3. 15 Lapisan Flatten.....	43
Gambar 3. 16 <i>Resize</i> Citra.....	46
Gambar 3. 16 <i>Resize</i> Citra.....	46

Gambar 4. 1 <i>Training</i> dan Validasi <i>Accuracy</i> dan Loss dengan input citra 25x25 px.....	50
Gambar 4. 2 <i>Training</i> dan Validasi <i>Accuracy</i> dan Loss dengan input citra 32x32 px.....	51
Gambar 4. 3 <i>Training</i> dan Validasi <i>Accuracy</i> dan Loss dengan input citra 50x50 px.....	51
Gambar 4. 4 <i>Training</i> dan Validasi <i>Accuracy</i> dan Loss dengan input citra 75x75 px.....	51
Gambar 4. 5 <i>Training</i> dan Validasi <i>Accuracy</i> dan Loss dengan input citra 100x100 px.....	52
Gambar 4. 6 Grafik akurasi berdasarkan ukuran citra	53
Gambar 4. 7 Grafik Hasil Pengujian Jumlah <i>Epoch</i>	56
Gambar 4. 8 Grafik Hasil pengujian <i>Batch size</i>	59
Gambar 4. 9 Grafik <i>F1 Score</i> Hasil pengujian <i>ResNet-50</i>	62
Gambar 4. 11 Hasil Pengujian <i>K-Fold cross validation</i> pada citra 50x50px (100 <i>Epoch</i> & 50 <i>Epoch</i>).....	65
Gambar 4. 12 Hasil Pengujian <i>K-Fold cross validation</i> pada citra 75x75px (100 <i>Epoch</i> & 50 <i>Epoch</i>).....	65
Gambar 4. 13 Hasil Pengujian <i>K-Fold cross validation</i> pada citra 100x100 px (100 <i>Epoch</i> & 50 <i>Epoch</i>).....	65
Gambar 4. 14 Hasil Pengujian <i>K-Fold cross validation</i>	66
Gambar 4. 15 Hasil Pengujian jumlah filter pada citra 75x75 px (100 <i>epoch</i> , 64 <i>batch size</i>).....	67
Gambar 4. 16 Hasil Pengujian jumlah konvolusi pada citra 75x75 px (100 <i>epoch</i> , 64 <i>batch size</i>).....	70
Gambar 4. 17 Citra dengan Kesalahan Klasifikasi Terbanyak	76



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	88
----------------	----

