

**PENGEMBANGAN MODEL PENDETEKSI BURUNG
PIPIT PEKING BONDOL MENGGUNAKAN YOLOv4-
tiny**



**OLEH
KADEK SUKA ASTAWA
NIM 1915101036**

**PRGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
SINGARAJA
2024**

**PENGEMBANGAN MODEL PENDETEKSI BURUNG
PIPIT PEKING BONDOL MENGGUNAKAN YOLOv4-
tiny**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada
Universitas Pendidikan Ganesha
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Ilmu Komputer**

Oleh

KADEK SUKA ASTAWA

NIM 1915101036

**PRGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
SINGARAJA
2024**

SKRIPSI

**DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI TUGAS
DAN MEMENUHI SYARAT-SYARAT UNTUK
MENCAPAI GELAR SARJANA KOMPUTER**

Menyetujui,

Pembimbing I,



I Nyoman Saputra Wahyu Wijaya, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198910262019031004


Pembimbing II,



Dr. Putu Hendra Suputra, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198212222006041001

Skripsi oleh Kadek Suka Astawa
telah dipertahankan di depan dewan penguji
pada tanggal : 31 Januari 2024

Dewan Penguji,



I Ketut Resika Arthana, S.T., M.Kom.
NIP. 198412012012121002

(Ketua)



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

(Anggota)



I Nyoman Saputra Wahyu Wijaya, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198910262019031004

(Anggota)



Dr. Putu Hendra Suputra, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198212222006041001

(Anggota)

Diterima oleh Panitia Ujian Fakultas Teknik dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Ganesha
Guna memenuhi syarat-syarat untuk mencapai gelar sarjana



Pada:

Hari : *Senin*
Tanggal : *24 Juni 2024*

Mengetahui,

Ketua Ujian,

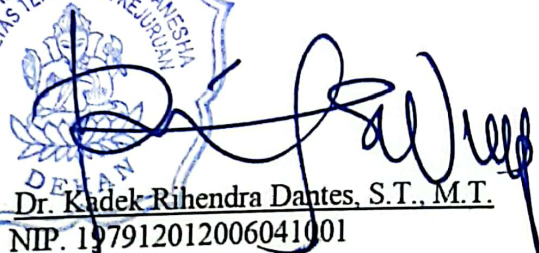
Ile Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198211112008121001

Sekretaris Ujian,

I Nyoman Saputra Wahyu Wijaya, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198910262019031004

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan




Dr. Kadek Rihendra Dantes, S.T., M.T.
NIP. 197912012006041001

PERNYATAAN

Dengan ini peneliti menyatakan bahwa karya tulis yang berjudul **“PENGEMBANGAN MODEL PENDETEKSI BURUNG PIPIT PEKING BONDOL MENGGUNAKAN YOLOv4-tiny”** beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri dan peneliti tidak melakukan penjiplakan dan pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, peneliti siap menanggung risiko/sanksi yang dijatuhkan kepada peneliti apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya peneliti ini atau ada klaim terhadap keaslian karya peneliti ini.

Singaraja, 14 Mei 2024

Yang membuat pernyataan,



Kadek Suka Astawa
NIM. 1915101036

MOTTO

**“TIDAK ADA JALAN YANG BERTABURAN BUNGA
UNTUK MENCAPAI SUATU KEBERHASILAN”**



PRAKATA

Oh Hyang Widhi, semoga atas perkenanmu, tiada suatu halangan bagi hamba memulai pekerjaan ini dan semoga kebajikan datang dari segala penjuru arah serta berhasil dengan baik. Puji dan syukur peneliti panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan Rahmat-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul **“Pengembangan Model Pendeteksi Burung Pipit Peking Bondol Menggunakan YOLOV4-Tiny”**.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah skripsi di Fakultas Teknik dan Kejuruan Undiksha Singaraja. Dapat disadari karya ini tidak akan selesai tanpa orang-orang terdekat penulis yang mendukung dan membantu. Terima kasih yang sebesar-besarnya peneliti sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. I Wayan Lasmawan, M.Pd. selaku Rektor Universitas Pendidikan Ganesha beserta stafnya yang telah memberikan fasilitas sehingga peneliti dapat menyelesaikan studi dan melakukan penelitian sesuai dengan rencana.
2. Bapak Prof. Dr. Gede Rasben Dantes, S.T., M.T.I. selaku Wakil Rektor I Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memberikan dukungan dan fasilitas sehingga peneliti dapat menyelesaikan studi sesuai dengan rencana.
3. Bapak Dr. Putu Hendra Suputra, S.Kom., M.Cs. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika dan Pembimbing II penulis atas motivasi dan fasilitas yang diberikan sehingga peneliti dapat menyelesaikan studi ini.
4. Bapak I Nyoman Saputra Wahyu Wijaya, S.Kom., M.Cs. selaku Koorprodi Ilmu Komputer dan Pembimbing I, atas motivasi dan fasilitas yang diberikan kepada peneliti dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Agus Aan Jiwa Permana, S.Kom., M.Cs. selaku pembimbing akademik yang telah membimbing peneliti selama kurang lebih 9 semester dan memberikan arahan selama peneliti menjalani studi.
6. Bapak I Ketut Resika Artana, S.T., M.Kom. selaku dewan penguji I yang telah memberikan masukan serta saran atas penelitian yang telah dilakukan sehingga penelitian ini menjadi lebih baik.

7. Bapak Kadek Yota Ernanda Aryanto, S.Kom., M.T., Ph.D. selaku penguji II yang selalu memberikan arahan serta saran selama peneliti menjalani studi.
8. Seluruh staf dosen di lingkungan Jurusan Teknik Informatika/Program Studi Ilmu Komputer yang telah memberikan ilmu, pengalaman, motivasi, serta semangat selama menjalani studi di Universitas Pendidikan Ganesha.
9. Kepada Pasek Family yang selalu mendukung, memberikan nasehat, membimbing serta dukungan selama proses pendidikan.
10. Seluruh Tenaga Pendidik dan Tenaga Kependidikan SMA Taruna Mandara yang telah memberikan motivasi, pengalaman serta kesempatan berkarir.
11. Mahasiswi 19089016013, yang selalu mendampingi peneliti selama proses pendidikan dan penelitian, menjadi pendengar keluh kesah dan selalu mendorong peneliti untuk menjadi lebih baik.
12. Untuk seluruh teman – teman Program Studi Ilmu Komputer Angkatan 2019 yang telah memberikan berbagai pengalaman dan kebersamaan selama peneliti menempuh pendidikan di Universitas Pendidikan Ganesha.
13. Seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu peneliti dalam penyusunan skripsi sehingga dapat selesai tepat waktu.

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

Harapan peneliti skripsi ini semoga dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang terkait, lingkungan Fakultas Teknik dan Kejuruan Undiksha serta para pembaca pada umumnya.

Singaraja, 25 Mei 2024

Peneliti

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	i
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Batasan Masalah.....	2
1.3. Rumusan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.4.1 Manfaat Umum.....	4
1.4.2 Manfaat Khusus.....	4
1.4.3 Manfaat Bagi Masyarakat Khusus.....	5
BAB II KAJIAN TEORI.....	6
2.1. <i>Object Detection</i>	6
2.2. YOLO (<i>You Only Look Once</i>).....	7
2.3.1. YOLOv4 <i>Model Backbone</i>	8
2.3.2. YOLOv4 <i>Model Neck</i>	8
2.3.3. YOLOv4-tiny.....	9
2.3. <i>Evaluation Metrics</i>	12
2.6.1. <i>Confusion Matrix</i>	12
2.6.2. <i>Accuracy</i>	14
2.6.3. <i>Intersection over Union (IoU)</i>	14

2.6.4. <i>Recall</i>	15
2.6.5. <i>Precision</i>	16
2.6.6. <i>Average Precision</i>	16
2.6.7. <i>Mean Average Precision</i>	17
2.4. Hama Burung	18
2.5. Penelitian Terkait	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1. Studi Literatur	22
3.2. Analisis.....	22
3.2.1. Pengumpulan Data (<i>Dataset</i>)	23
3.2.1.1. Data Primer	23
3.3. Desain.....	24
3.3.1. <i>Hardware dan Software</i>	25
3.4. Pengembangan dan Pengujian.....	26
3.4.1. Langkah Penelitian.....	27
3.4.2. Pemilihan Kebutuhan	28
3.4.3. Pengkodean	28
3.4.4. Pengujian.....	28
3.4.4.1. Evaluasi Model	28
3.4.4.2. Uji Coba Produk	29
3.5. Kesimpulan.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Hasil dan Penelitian.....	32
4.1.1 Hasil Tahap Studi Literatur	32
4.1.2 Tahap Analisis.....	32
4.1.2.1 Pengumpulan Data (<i>Dataset</i>).....	33

4.1.3 Tahap Desain.....	35
4.1.4 Tahap Pengembangan dan Pengujian.....	36
4.1.4.1 Pembuatan <i>Dataset</i>	36
4.1.4.2 Pembuatan Kelas Data	38
4.1.4.3 Anotasi (<i>Labeling</i>)	38
4.1.4.3.1 <i>Source Images</i>	40
4.1.4.3.2 <i>Train/Test Split</i>	41
4.1.4.3.3 <i>Preprocessing</i>	42
4.1.4.3.4 <i>Augmentation</i>	43
4.1.4.3 <i>Convert Format Dataset</i>	45
4.1.4.3 <i>Training Model</i>	47
4.1.4.5.1 <i>Training Model YOLOv4-Tiny</i>	50
4.1.4.5.2 <i>Training Model YOLOv5</i>	55
4.1.4.5.3 <i>Training Model YOLOv7</i>	58
4.1.4.5.4 <i>Training Model YOLOv8</i>	61
4.1.4.4 Evaluasi Model	64
4.1.4.5.1 Evaluasi Model YOLOv4-Tiny	64
4.1.4.4.2 Evaluasi Model YOLOv5	66
4.1.4.4.3 Evaluasi Model YOLOv7	68
4.1.4.4.4 Evaluasi Model YOLOv8.....	71
4.1.4.5 Pengujian Model	75
4.2 Pembahasan Hasil	81
BAB V PENUTUP	88
5.1 Kesimpulan	88
5.2 Saran	89

DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN	96
RIWAYAT HIDUP	98



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Daftar <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	26
Tabel 3. 2 Uji Coba Produk.....	30
Tabel 4. 1 Total Data yang Diterima.....	34
Tabel 4. 2 Contoh <i>Dataset</i> Format .csv.....	34
Tabel 4. 3 Contoh <i>Data set</i> Dalam Format .jpg	34
Tabel 4. 4 Tabel <i>Minimum Spesification Requirement</i>	35
Tabel 4. 5 Citra yang tidak dipakai	37
Tabel 4. 6 Jumlah Data yang Digunakan	37
Tabel 4. 7 Hasil Evaluasi Model YOLOv4-Tiny per Kelas.....	65
Tabel 4. 8 Hasil Evaluasi Model YOLOv4-Tiny	65
Tabel 4. 9 <i>Confision Matrix</i> Evaluasi Model YOLOv5.....	67
Tabel 4. 10 Hasil Evaluasi Model YOLOv5 per Kelas.....	67
Tabel 4. 11 Hasil Evaluasi Model YOLOv5.....	68
Tabel 4. 12 <i>Confision Matrix</i> Evaluasi Model YOLOv7.....	69
Tabel 4. 13 Hasil Evaluasi Model YOLOv7 per Kelas.....	70
Tabel 4. 14 Hasil Evaluasi Model YOLOv7.....	71
Tabel 4. 15 <i>Confision Matrix</i> Evaluasi Model YOLOv8.....	72
Tabel 4. 16 Hasil Evaluasi Model YOLOv8 per Kelas.....	73
Tabel 4. 17 Hasil Evaluasi Keseluruhan Model.....	74
Tabel 4. 18 Hasil Pengujian Model YOLOv4-Tiny.....	75
Tabel 4. 19 Hasil Pengujian Model YOLOv5.....	76
Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Model YOLOv7.....	76
Tabel 4. 21 Hasil Pengujian Model YOLOv8.....	76
Tabel 4. 22 Hasil Pengujian Deteksi Seluruh Model	76
Tabel 4. 23 Hasil Deteksi Model YOLOv4-Tiny.....	77
Tabel 4. 24 Hasil Deteksi Model YOLOv5	78
Tabel 4. 25 Hasil Deteksi Model YOLOv7	78
Tabel 4. 26 Hasil Deteksi Model YOLOv8	78
Tabel 4. 27 Evaluasi Model YOLOv4-tiny Tidak Dilakukan <i>Resize</i> Data set.....	79
Tabel 4. 28 Evaluasi Model YOLOv5 Tidak Dilakukan <i>Resize</i> Data set.....	79

Tabel 4. 29 Hasil Evaluasi Keseluruhan Model Dengan Perilaku Tidak Dilakukan
Resize Pada Dataset 80



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Deteksi objek pada deep learning.....	6
Gambar 2. 2 Deteksi Obyek	7
Gambar 2. 3 CSPDarknet53	8
Gambar 2. 4 Arsitektur PANet.....	9
Gambar 2. 5 Arsitektur YOLOv4-tiny	11
Gambar 2. 6 Bentuk <i>Confusion Matrix</i>	13
Gambar 2. 7 <i>Intersection over Union (IoU)</i>	15
Gambar 2. 8 Grafik <i>Precision Recall</i>	17
Gambar 2. 9 Burung Bondol Peking (<i>Lonchura punctulata</i>).....	18
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	21
Gambar 3. 2 Contoh Citra Burung untuk <i>Dataset Testing</i>	24
Gambar 3. 3 Tahapan Pembuatan Model Deteksi Burung.....	27
Gambar 3. 4 Tahap Uji Coba	29
Gambar 4. 1 Kelas Data pada <i>Data Set</i>	38
Gambar 4. 2 Proses Anotasi	39
Gambar 4. 3 Total Citra yang Sudah Terlabel	39
Gambar 4. 4 <i>Generate Dataset</i>	40
Gambar 4. 5 <i>Split Dataset Train, Valid dan Test</i>	41
Gambar 4. 6 <i>Split Dataset</i> Masing-Masing Kelas.....	42
Gambar 4. 7 <i>Preprocessing Options</i>	43
Gambar 4. 8 <i>Augmentation Option</i>	44
Gambar 4. 9 Format <i>dataset</i> YOLOv4-tiny	45
Gambar 4. 10 <i>Dataset</i> YOLOv4-tiny.....	46
Gambar 4. 11 <i>Generate Dataset</i>	46
Gambar 4. 12 <i>Format Export Dataset</i>	47
Gambar 4. 13 Sistem Deteksi YOLO.....	47
Gambar 4. 14 Output YOLO.....	48
Gambar 4. 15 <i>Bounding Box</i> YOLO	48
Gambar 4. 16 Normalisasi <i>w</i> dan <i>h</i>	49
Gambar 4. 17 <i>Bounding Box</i> dan Kategori	49
Gambar 4. 18 <i>Pipeline</i> Alur YOLO	50

Gambar 4. 19 Merubah <i>Runtime</i> Menjadi GPU.....	51
Gambar 4. 20 Unduh <i>Dataset</i> Melalui API Roboflow.....	52
Gambar 4. 21 Konfigurasi File <i>.cfg</i> YOLOv4-Tiny.....	54
Gambar 4. 22 Kode Perintah Menjalankan Proses Pelatihan Model YOLOv4-Tiny	54
Gambar 4. 23 Hasil Luaran Model YOLOv4-tiny	55
Gambar 4. 24 <i>Export dataset</i> YOLOv5 PyTorch.....	56
Gambar 4. 25 <i>Cloning</i> dan Instal <i>Dependency</i> YOLOv5	57
Gambar 4. 26 Kode Perintah Menjalankan Pelatihan YOLOv5	58
Gambar 4. 27 Hasil Luaran Model YOLOv5.....	58
Gambar 4. 28 Instalasi <i>Dependency</i> YOLOv7.....	60
Gambar 4. 29 <i>Export Dataset</i> YOLOv7	60
Gambar 4. 30 Kode Perintah Menjalankan Proses Pelatihan YOLOv7.....	60
Gambar 4. 31 Hasil Luaran Model YOLOv7.....	61
Gambar 4. 32 Instalasi <i>Ultralytics</i>	62
Gambar 4. 33 Baris Kode Unduh <i>Dataset</i> dari <i>Roboflow</i>	62
Gambar 4. 34 Perintah untuk Menjalankan Proses Pelatihan YOLOv8.....	63
Gambar 4. 35 Hasil Luaran Model YOLOv8.....	63
Gambar 4. 36 Kode Perintah Melakukan Evaluasi Model YOLOv4-Tiny.....	64
Gambar 4. 37 Kode Perintah Melakukan Evaluasi Model YOLOv5.....	66
Gambar 4. 38 <i>Confusion Matrix</i> Model YOLOv5	66
Gambar 4. 39 Kode Perintah Melakukan Evaluasi Model YOLOv7.....	69
Gambar 4. 40 <i>Confusion Matrix</i> Model YOLOv7	69
Gambar 4. 41 Kode Perintah Melakukan Evaluasi Model YOLOv8.....	71
Gambar 4. 42 <i>Confusion Matrix</i> Model YOLOv8.....	72
Gambar 4. 43 Hasil Evaluasi Model YOLOv8	74
Gambar 4. 44 Hasil Deteksi Model YOLOv5.....	81
Gambar 4. 45 Hasil Deteksi Model YOLOv8.....	82
Gambar 4. 46 Citra Tidak Terdeteksi.....	83
Gambar 4. 47 Obyek Tumpang Tindih	83
Gambar 4. 48 Kontras dan Saturasi Warna Obyek	84
Gambar 4. 49 Variasi Skala Obyek.....	84

