

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN ATAU RUMUS</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Metodologi Penelitian .....	4
<b>BAB II</b> .....	<b>1</b>
2.1 Landasan Teori .....	1
2.1.1 Sistem Deteksi.....	1
2.1.2 Sepak Bola .....	1
2.1.3 Deteksi Objek.....	1
2.1.4 Citra Warna dan Klasifikasi Citra .....	2
2.1.5 <i>Deep Learning</i> .....	2
2.1.6 <i>Convolutional Neural Networks</i> .....	5
2.1.7 <i>Yoo Look Only Once (YOLO)</i> .....	7
2.1.8 <i>Computer Vision</i> .....	8
2.1.9 <i>Roboflow</i> .....	8
2.1.10 <i>Google Colab</i> .....	8
2.1.11 <i>Python</i> .....	9
2.1.12 <i>Confusion Matrix</i> .....	9
2.2 <i>State-of-the-Art</i> .....	9
2.3 Matriks Penelitian.....	17

<b>BAB III.....</b>	<b>1</b>
3.1    Metodologi Penelitian .....	1
3.2    Tahapan Implementasi Model YOLO .....	6
<b>BAB IV.....</b>	<b>1</b>
4.1    Pengumpulan Data.....	1
4.1.1    Sumber Dataset .....	1
4.1.2    Konfirmasi.....	1
4.1.3    Unduh Dataset .....	3
4.2    Anotasi Objek.....	4
4.2.1    Impor Dataset .....	4
4.2.2    Pilih Jumlah <i>Frame</i> .....	5
4.2.3    Anotasi Objek.....	6
4.3    Pemrosesan Data .....	9
4.3.1    Gambar Sumber.....	9
4.3.2    Tahapan train/test split .....	9
4.3.3    Praproses Data.....	10
4.3.4    Augmentasi Data.....	11
4.3.5    Hasil Pemrosesan Data.....	12
4.4    Penggunaan Model .....	13
4.4.1    Google Colab .....	13
4.4.2    Unduh Depedensi .....	16
4.5    Pengujian dan Hasil .....	21
4.5.1    Training Model.....	21
4.5.2    Evaluasi Model.....	25
4.5.3    Hasil Evaluasi Model .....	41
4.5.4    Hasil Deteksi .....	44
4.6    Perbandingan Performa Model.....	51
<b>BAB V.....</b>	<b>1</b>
5.1    Kesimpulan.....	1
5.2    Saran.....	2

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Matriks Penelitian .....	17
Tabel 4. 1 Metadata.....	8
Tabel 4. 2 Hasil Pemrosesan Data.....	12
Tabel 4. 3 Parameter Pelatihan paada Model YOLOv7.....	22
Tabel 4. 4 Parameter Pelatihan pada Model YOLOv8 .....	23
Tabel 4. 5 Parameter Pelatihan Model pada YOLOv9 .....	24
Tabel 4. 6 Perbandingan Parameter .....	25
Tabel 4. 7 Hasil Evaluasi YOLOv7 .....	42
Tabel 4. 8 Hasil Evaluasi YOLOv8 .....	43
Tabel 4. 9 Hasil Evaluasi YOLOv9 .....	43
Tabel 4. 10 Hasil Deteksi Pada Gambar .....	45
Tabel 4. 11 Perbandingan Performa Model .....	51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur model <i>deep learning</i> .....	3
Gambar 2. 2 Kumpulan layer pada jaringan <i>deep learning</i> .....	3
Gambar 2. 3 <i>Perceptron</i> .....	4
Gambar 2. 4 Arsitektur CNN .....	6
Gambar 2. 5 Arsitektur YOLO .....	7
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian.....	1
Gambar 3. 2 Tahapan Implementasi Model YOLO.....	6
Gambar 4. 1 Sumber Dataset yang Digunakan .....	1
Gambar 4. 2 Konfirmasi pada Dataset .....	2
Gambar 4. 3 Unduh Dataset .....	3
Gambar 4. 4 Impor Video .....	4
Gambar 4. 5 Memilih Jumlah <i>Frame</i> .....	5
Gambar 4. 6 Proses <i>Upload</i> Dataset .....	6
Gambar 4. 7 Proses Anotasi Objek .....	7
Gambar 4. 8 Dataset Keseluruhan.....	7
Gambar 4. 9 Tahap Memasukkan Gambar .....	9
Gambar 4. 10 Tahap Pembagian Dataset .....	10
Gambar 4. 11 Praproses Data.....	10
Gambar 4. 12 Penerapan Augmentasi pada Dataset .....	11
Gambar 4. 13 Pencarian <i>Google Colab</i> melalui Browser .....	13
Gambar 4. 14 Tampilan Awal <i>Google Colab</i> .....	14
Gambar 4. 15 Tampilan <i>Jupyter Notebook</i> .....	14
Gambar 4. 16 Mengaktifkan Fitur GPU.....	15
Gambar 4. 17 Memilih Fitur GPU .....	15
Gambar 4. 18 Mengaktifkan GPU pada Sel.....	16
Gambar 4. 19 Membuat Fungsi <i>HOME</i> .....	16
Gambar 4. 20 Unduh Model YOLOv7 .....	17
Gambar 4. 21 Unduh Dataset .....	17
Gambar 4. 22 Pengunduhan Bobot .....	18

Gambar 4. 23 Unduh Model YOLOv8 .....	19
Gambar 4. 24 Unduh Pustaka dari <i>IPhyton</i> .....	19
Gambar 4. 25 Unduh Dataset .....	19
Gambar 4. 26 Unduh Model YOLOv9 .....	20
Gambar 4. 27 Unduh Pustaka <i>Roboflow</i> .....	20
Gambar 4. 28 Unduh Bobot .....	20
Gambar 4. 29 Unduh Dataset .....	21
Gambar 4. 30 Pelatihan Model YOLOv7 .....	22
Gambar 4. 31 Pelatihan Model YOLOv8 .....	23
Gambar 4. 32 Pelatihan Model YOLOv9 .....	24
Gambar 4. 33 Matriks Performa Model YOLOv7 .....	26
Gambar 4. 34 Matriks Evaluasi Bagian mAP 0.5 Model YOLOv7.....	26
Gambar 4. 35 Evaluasi Nilai <i>Loss</i> Model YOLOv8 .....	27
Gambar 4. 36 Evaluasi Nilai <i>Loss</i> Validasi Model YOLOv8.....	27
Gambar 4. 37 Evaluasi Bagian <i>mAP</i> 0.5 Model YOLOv8 .....	28
Gambar 4. 38 Evaluasi Nilai <i>Loss</i> Model YOLOv9 .....	28
Gambar 4. 39 Evaluasi Nilai <i>Loss</i> Validasi Model YOLOv9.....	29
Gambar 4. 40 Evaluasi Bagian mAP 0.5 Model YOLOv9 .....	29
Gambar 4. 41 Kurva <i>F1-Score</i> pada Model YOLOv7.....	30
Gambar 4. 42 Kurva <i>F1-Score</i> pada Model YOLOv8.....	31
Gambar 4. 43 Kurva <i>F1-Score</i> pada Model YOLOv9.....	32
Gambar 4. 44 Kurva <i>Precision</i> Model YOLOv7 .....	33
Gambar 4. 45 Kurva <i>Precision</i> Model YOLOv8 .....	34
Gambar 4. 46 Kurva <i>Precision</i> Model YOLOv9 .....	34
Gambar 4. 47 Kurva <i>Precision-Recall</i> Model YOLOv7 .....	35
Gambar 4. 48 Kurva <i>Precision-Recall</i> Model YOLOv8 .....	36
Gambar 4. 49 Kurva <i>Precision-Recall</i> Model YOLOv9 .....	37
Gambar 4. 50 Kurva <i>Recall</i> Model YOLOv7 .....	38
Gambar 4. 51 Kurva <i>Recall</i> Model YOLOv8 .....	38
Gambar 4. 52 Kurva <i>Recall</i> Model YOLOv9 .....	39
Gambar 4. 53 Evaluasi <i>Confusion Matrix</i> pada Model YOLOv7.....	40

Gambar 4. 54 Evaluasi <i>Confusion Matrix</i> pada Model YOLOv8.....	40
Gambar 4. 55 Evaluasi <i>Confusion Matrix</i> pada Model YOLOv9.....	41
Gambar 4. 56 Hasil Deteksi Objek pada Video Menggunakan YOLOv7 .....	48
Gambar 4. 57 Hasil Deteksi Objek pada Video Menggunakan YOLOv7 .....	48
Gambar 4. 58 Hasil Deteksi Objek pada Video Menggunakan YOLOv8 .....	49
Gambar 4. 59 Hasil Deteksi Objek pada Video Menggunakan YOLOv8 .....	49
Gambar 4. 60 Hasil Deteksi Objek pada Video Menggunakan YOLOv9 .....	50
Gambar 4. 61 Hasil Deteksi Objek pada Video Menggunakan YOLOv9 .....	50

## DAFTAR PERSAMAAN ATAU RUMUS

(2.1) Rumus fungsi aktivasi .....	5
(2.2) Rumus fungsi aktivasi.....	5
(2.3) Rumus softmax.....	5
(2.4) Rumus Akurasi .....	9
(2.5) Rumus Presisi .....	9
(2.6) Rumus <i>Recall</i> .....	9
(2.7) Rumus skor F1.....	9

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 Lembar Surat Keputusan Tugas Akhir
- Lampiran 2 Lembar Daftar Hadir Seminar Tugas Akhir
- Lampiran 3 Lembar Revisi Seminar Tugas Akhir
- Lampiran 4 Lembar Revisi Seminar Tugas Akhir
- Lampiran 5 Lembar Revisi Laporan Tugas Akhir
- Lampiran 6 Lembar Revisi Laporan Tugas Akhir
- Lampiran 7 Lembar Revisi Laporan Tugas Akhir
- Lampiran 8 Lembar Revisi Laporan Tugas Akhir