

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISASI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
INTISARI.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metodologi Penelitian.....	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
BAB III LANDASAN TEORI.....	10
3.1 <i>Forward Collision Warning</i> .....	10
3.2 <i>Artificial Neural Networks</i> .....	10
3.3 <i>Convolutional Neural Networks</i> .....	11
3.3.1 <i>Convolutional</i> .....	11
3.3.2 <i>Stride</i> .....	13
3.3.3 <i>Padding</i> .....	14
3.3.4 <i>Convolutional formula</i> .....	15
3.3.5 <i>Non-linearity</i> .....	16
3.3.6 <i>Pooling</i> .....	16
3.3.7 <i>Fully-connected layer</i> .....	17
3.4 <i>Single-shot Multibox Detector</i> .....	18
3.4.1 <i>Multi-scale feature maps for detection</i> .....	18

3.4.2	<i>Convolutional predictors for detection</i> .....	18
3.4.3	<i>Default boxes and aspect ratios</i> .....	18
3.5	MobileNetV3.....	19
3.6	YOLOv4.....	20
BAB IV ANALISIS DAN RANCANGAN SISTEM.....		23
4.1	Analisis Sistem.....	23
4.2	Tahapan Penelitian.....	25
4.3	Rancangan Sistem.....	26
4.3.1	Proses pada <i>smartphone</i> perekam video.....	27
4.3.2	Proses pada Raspberry Pi 4.....	27
4.3.2.1	Program detektor objek.....	28
4.3.2.2	Program estimasi jarak.....	29
4.3.2.3	Program perhitungan <i>latency</i> .....	31
4.3.3	Proses pada <i>smartphone display</i> keluaran.....	31
4.4	Pembuatan Dataset.....	31
4.5	Pelatihan Sistem.....	32
4.6	Pengujian Sistem.....	35
4.6.1	Pengujian pengenalan objek.....	35
4.6.2	Pengujian performa.....	35
4.6.3	Rencana pengujian.....	37
BAB V IMPLEMENTASI.....		38
5.1	Implementasi Perangkat Keras.....	38
5.2	Implementasi Perangkat Lunak.....	38
5.2.1	<i>Library</i> program deteksi.....	39
5.2.2	Program akuisisi video.....	39
5.2.3	Implementasi model pada program.....	41
BAB VI HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		47
6.1	Analisis Sistem.....	47
6.2	Data Penelitian.....	48
6.2.1	Data fase pelatihan.....	48
6.2.2	Data fase pengujian.....	50
6.3	Pembahasan.....	51

6.3.1 Pengujian pengenalan objek.....	51
6.3.1.1 Performa model hasil pelatihan.....	51
6.3.1.2 Performa model pada sistem.....	53
6.3.2 Pengujian performa sistem.....	55
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
7.1 Kesimpulan.....	61
7.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	62

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Korelasi Penelitian .....	8
Tabel 2.1 Tabel Lanjutan .....	9
Tabel 3.1 Spesifikasi MobileNetV3-Large (Howard A, 2019) .....	19
Tabel 4.1 Perangkat keras .....	23
Tabel 4.2 Perangkat lunak .....	24
Tabel 4.3 Spesifikasi Raspberry Pi 4 .....	25
Tabel 4.4 Dataset yang digunakan .....	32
Tabel 4.5 Daftar Performance Metrics .....	36
Tabel 4.6 Tabel Parameter Indikator Penelitian .....	37
Tabel 5.1 Hasil Kalibrasi Nilai $\eta$ .....	44
Tabel 6.1 <i>Performance Metrics</i> dari MobileNetV3 .....	53
Tabel 6.2 Jumlah Objek yang Terdeteksi MobileNetV3 .....	53
Tabel 6.3 <i>Performance Metrics</i> dari YOLOv4-tiny .....	53
Tabel 6.4 Jumlah Objek yang Terdeteksi YOLOv4-tiny .....	53
Tabel 6.5 Hasil <i>Latency</i> dari Sistem yang Telah Dibuat .....	56

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Ilustrasi proses convolution pada jaringan .....	11
Gambar 3.2 Ilustrasi <i>neural network</i> dengan berbagai filter .....	13
Gambar 3.3 <i>Stride</i> 1, Jendela tapis bergeser satu kali untuk tiap koneksi .....	13
Gambar 3.4 Efek <i>stride</i> pada keluaran .....	14
Gambar 3.5 Ilustrasi <i>zero-padding</i> .....	15
Gambar 3.6 Ilustrasi <i>max-pooling</i> .....	16
Gambar 3.7 Ilustrasi <i>fully-connected layer</i> .....	17
Gambar 3.8 Blok pembangun pada model SSD (Liu W, 2016) .....	19
Gambar 3.9 Arsitektur jaringan dari YOLOv4 (Abdurahman F, 2020) .....	21
Gambar 3.10 Arsitektur jaringan dari YOLOv4-tiny .....	22
Gambar 4.1 Tahapan Penelitian .....	25
Gambar 4.2 Diagram blok rancangan sistem .....	27
Gambar 4.3 Ilustrasi proses pengambilan citra melalui kamera digital .....	29
Gambar 4.4 Contoh pemberian label .....	32
Gambar 4.5 Diagram alir proses pelatihan model YOLOv4-tiny .....	33
Gambar 4.6 Diagram alir proses pelatihan model MobilenetV3 .....	34
Gambar 5.1 Implementasi Perangkat Keras .....	38
Gambar 5.2 Program Akusisi Video .....	39
Gambar 5.3 Program Inisiasi Akusisi Video .....	40
Gambar 5.4 Program Akuisisi <i>Frame</i> Citra dari Video .....	40
Gambar 5.5 Program Pengambilan Detail Model pada Model MobileNetV3 .....	41
Gambar 5.6 Program Inferensi pada Model MobileNetV3 .....	41
Gambar 5.7 Program Persiapan Model YOLOv4-tiny .....	42
Gambar 5.8 Program Inferensi Pada Model YOLOv4-tiny .....	42
Gambar 5.9 Pemanggilan Fungsi Inferensi .....	42
Gambar 5.10 Program <i>Bounding Box</i> pada MobileNetV3 .....	42
Gambar 5.11 Program Perhitungan Estimasi Jarak .....	43
Gambar 5.12 Program <i>Bounding Box</i> pada YOLOv4-tiny .....	45
Gambar 5.13 Program Filter <i>Bounding Box</i> setelah Inferensi .....	45
Gambar 5.14 Persiapan Perhitungan Latensi .....	46
Gambar 5.15 Program Perhitungan Latensi .....	46
Gambar 6.1 Sampel Citra dari Video yang Direkam oleh Dashcam .....	49
Gambar 6.2 Sampel Citra dari Video yang Direkam oleh <i>Smartphone</i> .....	49
Gambar 6.3 File Teks Anotasi Citra .....	49
Gambar 6.4 Hasil Keluaran dari MobilenetV3 .....	50
Gambar 6.5 Hasil Keluaran dari YOLOv4-tiny .....	51
Gambar 6.6 mAP dari Model MobilenetV3 .....	52
Gambar 6.7 mAP dari Model YOLOv4-tiny .....	52
Gambar 6.8 Contoh Hasil Keluaran logging dari latency .....	55
Gambar 6.9 Kesalahan Pendeteksian Becak Sebagai Motor .....	58

Gambar 6.10 Kesalahan Pendeteksian Andong Sebagai Mobil .....	58
Gambar 6.11 Mobil Tidak Terdeteksi Karena Terlalu Dekat .....	59
Gambar 6.12 Kesalahan Pendeteksian Pada Kendaraan Arah Berlawanan .....	59
Gambar 6.13 Kesalahan Ukuran Penggambaran Bounding Box Pada Objek .....	60