

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI TUGAS AKHIR	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR MODUL PROGRAM	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Tahapan Penelitian	3
1.6.1 Metodologi Penelitian	3
1.6.2 Metodologi Pengembangan Sistem.....	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Deteksi Objek	5
2.2 <i>Region of Interest</i>	5
2.3 <i>Object Tracking</i>	5
2.4 <i>Cloud Computing</i>	6
2.5 RESTful Web Service	6
2.6 <i>Deep Learning</i>	7
2.7 <i>Convolutional Neural Network</i>	7
2.7.1 <i>Convolution Layer</i>	8
2.7.2 <i>Padding</i>	9

2.7.3 <i>Subsampling Layer</i>	10
2.8 <i>You Only Look Once (YOLO)</i>	10
2.8.1 <i>Filter</i>	12
2.8.2 <i>Max Batches</i>	12
2.8.3 <i>Prediksi Bounding Box</i>	12
2.8.4 <i>Intersection Over Union (IOU)</i>	14
2.8.5 <i>Non-Max Suppression</i>	15
2.9 <i>Confusion Matrix</i>	16
2.10 <i>Studi Pustaka (State of the Art)</i>	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SISTEM ..	20
3.1 <i>Metodologi Penelitian</i>	20
3.1.1 <i>Pembuatan Dataset</i>	20
3.1.1.1 <i>Pengumpulan Data</i>	20
3.1.1.2 <i>Pelabelan Data</i>	21
3.1.2 <i>Proses Training YOLOv4-Tiny</i>	23
3.1.2.1 <i>Feature Extractor</i>	24
3.1.2.2 <i>Detector</i>	26
3.1.3 <i>Pengujian</i>	32
3.1.3.1 <i>Penerapan Region of Interest</i>	32
3.1.3.2 <i>Pengujian Akurasi</i>	33
3.1.3.3 <i>Pengujian Kecepatan Waktu Pemrosesan</i>	34
3.2 <i>Metode Pengembangan Sistem</i>	34
3.2.1 <i>Analisis Kebutuhan Sistem</i>	35
3.2.1.1 <i>Kebutuhan Fungsional</i>	35
3.2.1.2 <i>Kebutuhan Non Fungsional</i>	36
3.2.2 <i>Perancangan Sistem</i>	36
3.2.2.1 <i>Perancangan Arsitektur Sistem</i>	36
3.2.2.2 <i>Perancangan Diagram Alir</i>	37
3.2.2.3 <i>Perancangan Basis Data</i>	44
3.2.2.4 <i>Perancangan User Interface</i>	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1 <i>Hasil Penelitian</i>	51
4.2.1 <i>Inisialisasi Model</i>	53
4.2.2 <i>Pengambilan Citra</i>	53

4.2.3 Proses Penerapan ROI.....	53
4.2.4 Pendeteksian Kendaraan	54
4.2.5 Proses Perhitungan Kendaraan.....	55
4.3 Pengujian.....	56
4.2.1 Pengujian Akurasi	56
4.2.2 Pengujian Kecepatan Waktu Pemrosesan	65
4.3 Perbandingan dengan <i>State of The Art</i>	66
4.4 Pembahasan.....	67
BAB V PENUTUP.....	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN.....	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Proses pengembangan <i>waterfall model</i>	4
Gambar 2.1 Ilustrasi <i>Region of Interest</i>	5
Gambar 2.2 Proses <i>request/response client – server</i> dengan REST	7
Gambar 2.3 Diagram <i>deep learning</i>	7
Gambar 2.4 Arsitektur CNN secara umum	8
Gambar 2.5 Ilustrasi konvolusi	9
Gambar 2.6 Penerapan <i>zero padding</i>	9
Gambar 2.7 Operasi <i>max pooling</i>	10
Gambar 2.8 Ilustrasi YOLO	11
Gambar 2.9 <i>Grid scale</i>	13
Gambar 2.10 Ilustrasi IOU	14
Gambar 2.11 Ilustrasi <i>area of overlap</i> dan <i>area of union</i>	14
Gambar 2.12 Ilustrasi <i>non-max suppression</i>	16
Gambar 3.1 Tahapan penelitian	20
Gambar 3.2 Pelabelan gambar menggunakan <i>Roboflow</i>	22
Gambar 3.3 Hasil pelabelan gambar	22
Gambar 3.4 Jumlah <i>class object</i> hasil Pelabelan gambar	22
Gambar 3.5 Diagram alir <i>feature extractor</i>	24
Gambar 3.6 Proses konvolusi.....	25
Gambar 3.7 Operasi <i>max pooling</i>	26
Gambar 3.8 Diagram alir proses <i>detector</i>	26
Gambar 3.9 Proses pembagian <i>grid cell</i>	27
Gambar 3.10 Prediksi <i>bounding box</i>	27
Gambar 3.11 Ilustrasi pencarian nilai <i>bounding box</i>	28
Gambar 3.12 Implementasi IOU	29
Gambar 3.13 Implementasi <i>non maximum suppression</i>	32
Gambar 3.14 <i>Frame asli</i>	33
Gambar 3.15 <i>Frame</i> hasil penerapan <i>Region of Interest</i>	33
Gambar 3.16 Tahap metodologi pengembangan sistem	35
Gambar 3.17 Arsitektur sistem <i>monitoring</i>	37

Gambar 3.18 Diagram alir sistem <i>monitoring</i>	38
Gambar 3.19 Proses deteksi YOLOv4-Tiny	39
Gambar 3.20 Diagram alir <i>object tracking</i>	40
Gambar 3.21 Diagram alir hitung kendaraan.....	41
Gambar 3.22 Diagram alir hitung berdasarkan jenis kendaraan.	43
Gambar 3.23 <i>Data Flow Diagram Level 0</i>	45
Gambar 3.24 <i>Data Flow Diagram Level 1</i>	45
Gambar 3.25 ERD sistem <i>monitoring</i>	46
Gambar 3.26 RAT sistem <i>monitoring</i>	46
Gambar 3.27 Rancangan halaman <i>home</i>	48
Gambar 3.28 Rancangan halaman tambah cctv	48
Gambar 3.29 Rancangan halaman tambah <i>monitoring via CCTV</i>	49
Gambar 3.30 Rancangan halaman tambah <i>monitoring via video</i>	49
Gambar 3.31 Rancangan halaman <i>input jarak</i>	49
Gambar 3.32 Rancangan halaman <i>monitoring</i>	50
Gambar 4.1 Hasil penerapan <i>ROI</i>	54
Gambar 4.2 Hasil proses pendeteksian objek kendaraan.	55
Gambar 4.3 Hasil proses perhitungan kendaraan.....	56
Gambar 4.4 Hasil Pengujian sistem data <i>original_4.jpg</i>	57
Gambar 4.5 Hasil Pengujian sistem data <i>roi_4.jpg</i>	58
Gambar 4.6 Hasil pengujian data citra <i>original_8.jpg</i>	59
Gambar 4.7 Hasil pengujian data citra <i>roi_8.jpg</i>	59
Gambar 4.8 Hasil pengujian data citra <i>original_22.jpg</i>	60
Gambar 4.9 Hasil pengujian data citra <i>roi_22.jpg</i>	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.II.1 <i>Confusion matrix</i>	16
Tabel 2.II.2 Penelitian sebelumnya.....	18
Tabel 2.3 Lanjutan Penelitian sebelumnya.	19
Tabel 3.1 Pembagian golongan jenis kendaraan bermotor	21
Tabel 3.2 Rata-rata <i>bounding box</i> tiap <i>class object</i>	22
Tabel 3.3 Model YOLOv4-Tiny	23
Tabel 3.4 Lanjutan Model YOLOv4-Tiny	24
Tabel 3.5 Proses komputasi konvolusi.....	25
Tabel 3.6 Lanjutan Proses komputasi konvolusi.....	26
Tabel 3.7 Proses komputasi <i>max pooling</i>	26
Tabel 3.8 Perancangan pengujian menggunakan <i>confusion matrix</i>	34
Tabel 3.9 Perancangan pengujian waktu pemrosesan per-detik.	34
Tabel 3.10 Spesifikasi kebutuhan perangkat lunak.....	36
Tabel 3.11 Spesifikasi kebutuhan perangkat keras I (P1)	36
Tabel 3.12 Spesifikasi kebutuhan perangkat keras II (P2).....	36
Tabel 3.13 Struktur tabel CCTV	47
Tabel 3.14 Struktur tabel <i>monitoring</i>	47
Tabel 4.1 Tabel hasil <i>training</i> ulang model YOLOv4 <i>Tiny</i>	52
Tabel 4.2 Tabel Data Pengujian Sistem Data <i>original_4.jpg</i>	57
Tabel 4.3 Tabel Data Pengujian Sistem Data <i>roi_4</i>	58
Tabel 4.4 Tabel data pengujian citra <i>original_8.jpg</i>	59
Tabel 4.5 Tabel data pengujian citra <i>original_8.jpg</i>	60
Tabel 4.6 Tabel data pengujian citra <i>original_22.jpg</i>	61
Tabel 4.7 Tabel data pengujian citra <i>roi_22.jpg</i>	61
Tabel 4.8 Hasil pengujian akurasi menggunakan data <i>original</i>	62
Tabel 4.9 Lanjutan hasil pengujian akurasi menggunakan data <i>original</i>	63
Tabel 4.10 <i>Confusion matrix</i> hasil pengujian data <i>original</i>	63
Tabel 4.11 Hasil pengujian akurasi menggunakan <i>Region of Interest</i>	64
Tabel 4.12 Lanjutan Hasil pengujian akurasi menggunakan <i>Region of Interest</i> ...	65
Tabel 4.13 <i>Confusion matrix</i> pengujian data <i>region of interest</i>	65

Tabel 4.14 Hasil Pengujian *Processing Time*. 66
Tabel 4.15 Perbandingan sistem referensi dengan sistem penelitian tugas akhir. 67