

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI TUGAS AKHIR.....	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR MODUL PROGRAM.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah.....	4
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
1.6. Metodologi Penelitian	6
1.7. Sistematika Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. <i>Smart City</i>	8
2.1.1. <i>Internet Of Things</i>	9
2.1.2. <i>Intelligent Transportation System</i>	10
2.2. <i>Computer Vision</i>	13
2.3. OpenCv.....	16
2.4. Pengolahan Citra	17
2.4.1. Segmentasi.....	19
2.4.2. <i>Filtering</i>	26
2.4.3. <i>Detection dan Tracking</i>	33
2.5. <i>Cloud Computing</i>	34
2.6. <i>Web Service</i>	36
2.6.1. <i>Service Oriented Architecture (SOA)</i>	36
2.6.2. <i>RESTful Web Service</i>	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN DAN PERANCANGAN SISTEM.....	42
3.1. Metodologi Penelitian	42
3.2. Tahap I.....	43
3.2.1. Studi Pustaka	43
3.2.2. Analisis Kebutuhan Sistem.....	44
3.3. Tahap II.....	45
3.3.1. Perancangan Proses	45
3.3.1.1. Arsitektur Sistem	45
3.3.1.2. <i>Flowchart</i>	47
3.3.1.2.1. <i>Flowchart Raspberry Pi</i>	47

3.3.1.2.1.1. Flowchart Proses <i>Filtering</i>	49
3.3.1.2.1.2. <i>Flowchart</i> Proses Deteksi dan <i>Tracking</i>	54
3.3.1.2.2. <i>Flowchart</i> Proses Pada <i>Server (Classify)</i>	59
3.3.1.2.3. <i>Flowchart</i> Proses <i>Counting</i>	60
3.3.1.3. Perancangan Basis Data.....	62
3.3.1.3.1. <i>Entity Relationship Diagram (ERD)</i>	62
3.3.1.3.2. Perancangan Struktur Tabel.....	64
3.3.1.3.3. Perancangan Relasi Antar Tabel (RAT).....	66
3.3.1.4. Perancangan <i>User Interface</i>	67
3.3.1.4.1. Halaman Utama	67
3.3.1.4.2. Detail Menu Kamera	68
3.3.1.4.3. <i>Setting Camera</i>	69
3.3.1.4.4. Tambah Data.....	69
3.3.1.4.5. Ubah/ <i>Edit</i> Data	70
3.3.1.4.6. Hapus/ <i>Delete</i>	71
3.3.1.4.7. <i>Login</i>	71
3.3.1.5. Rancangan Pengujian	72
3.3.1.6. Rumus Untuk Perhitungan Pengujian.....	76
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN DAN PERANCANGAN SISTEM.....	78
4.1. Hasil Penelitian.....	78
4.1.1. <i>Resize Video</i>	78
4.1.2. <i>Background subtraction</i>	79
4.1.3. <i>Filtering</i>	79
4.1.4. <i>Detection dan Tracking</i>	80
4.1.5. Klasifikasi.....	82
4.1.6. Hasil <i>User Interface</i>	83
4.1.7. Region Of Interest (ROI).....	91
4.2. Pengujian	96
4.3. Implementasi	108
4.4. Pembahasan	111
BAB V PENUTUP	116
5.1. Kesimpulan.....	116
5.2. Saran	117
DAFTAR PUSTAKA	119
LAMPIRAN	xviii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Hubungan antara <i>computer vision</i> , <i>image processing</i> dan pengenalan pola	11
Gambar 2.2. <i>Struktur Traffic Control System di Jepang</i>	12
Gambar 2.3. Hubungan antara <i>computer vision</i> , <i>image processing</i> dan pengenalan pola	13
Gambar 2.4. <i>Hierarki Computer Vision</i>	15
Gambar 2.5. <i>Original Frame</i>	21
Gambar 2.6. Hasil <i>Frame Background Subtractor MOG</i>	21
Gambar 2.7. Hasil <i>Frame Background Subtractor MOG2</i>	22
Gambar 2.8. Hasil <i>Frame Background Subtractor GMG</i>	23
Gambar 2.9. <i>Flowchart Proses Background Substraction</i>	24
Gambar 2.10. <i>Image Thresholding</i>	28
Gambar 2.11. Proses Citra Dilasi	30
Gambar 2.12. Citra Dilasi.....	30
Gambar 2.13. Proses Citra Erosi	31
Gambar 2.14. Citra Erosi	31
Gambar 2.15. Citra <i>Opening</i>	32
Gambar 2.16. Citra <i>Closing</i>	32
Gambar 2.17. Arsitektur <i>Cloud Computing</i>	35
Gambar 2.18. SOA Sebagai Model Untuk Integrasi Teknologi Informasi Ke ITS.....	39
Gambar 2.19. Proses <i>request</i> Aplikasi dan REST	40
Gambar 2.20. Proses <i>response</i> Aplikasi dan REST.....	40
Gambar 2.21. RESTful <i>Web service</i> Arsitektur	41
Gambar 3.1. Tahapan Metodologi Penelitian	42
Gambar 3.2. Gambaran Umum Arsitektur Sistem	46
Gambar 3.3. Arsitektur Sistem	47
Gambar 3.4. <i>Flowchart</i> Raspberry Pi.....	48
Gambar 3.5. <i>Flowchart Filtering</i>	49
Gambar 3.6. Gambar (a) ukuran <i>image</i> sebelum di <i>resize</i> . Gambar (b) adalah ukuran <i>image</i> setelah di <i>resize</i>	50
Gambar 3.7. <i>Image</i> Yang Telah Dikenai Operasi <i>Background Substraction</i>	50
Gambar 3.8. <i>Image</i> Yang Telah Di <i>Threshold</i>	51
Gambar 3.9. <i>Image</i> Yang Telah Dikenai Proses <i>Bluring</i>	52
Gambar 3.10. <i>Image</i> Yang Telah Dikenai Proses <i>Thresholding</i> Setelah Operasi <i>Bluring</i>	53
Gambar 3.11. <i>Image</i> Hasil <i>Closing</i>	53
Gambar 3.12. <i>Flowchart</i> Proses Deteksi dan <i>Tracking</i>	54
Gambar 3.13. <i>Image</i> yang telah dikenai proses <i>convex hull</i>	55
Gambar 3.14. Proses Perulangan <i>List</i> Objek yang Telah <i>Tersorting</i>	56
Gambar 3.15. Proses Perulangan Kirim Data Objek Ke <i>Server</i>	57
Gambar 3.16. <i>Flowchart</i> Proses Klasifikasi pada <i>Server Cloud</i>	59
Gambar 3.17. <i>Flowchart</i> Proses <i>Counting</i>	61
Gambar 3.18. ERD Sistem	62
Gambar 3.19. Relasi Antar Tabel (RAT)	67
Gambar 3.20. <i>User Interface</i> Halaman Utama	68
Gambar 3.21. <i>User Interface</i> Detail Menu Kamera	68
Gambar 3.22. <i>User Interface</i> setting camera	69

Gambar 3.23. <i>User Interface</i> Tambah Data	70
Gambar 3.23. <i>User Interface</i> Ubah/Edit Data	70
Gambar 3.25. <i>User Interface</i> Hapus/delete Data	71
Gambar 3.26. <i>Login</i>	71
Gambar 4.1. Halaman <i>Login</i>	84
Gambar 4.2. Halaman Utama	84
Gambar 4.3. Halaman Kamera	85
Gambar 4.3. Halaman <i>Setting</i> Kamera	85
Gambar 4.4. Halaman Tambah Kamera	86
Gambar 4.5. Halaman Ubah/Edit Kamera	86
Gambar 4.6. Halaman Hapus Kamera	87
Gambar 4.7. Halaman <i>Setting</i> Golongan	87
Gambar 4.8. Halaman Tambah Golongan	88
Gambar 4.9. Halaman Ubah/Edit Golongan	88
Gambar 4.10. Halaman Hapus Golongan	89
Gambar 4.11. Halaman <i>Setting</i> Kendaraan	90
Gambar 4.12. Halaman Tambah Kendaraan	90
Gambar 4.13. Halaman Ubah/edit Kendaraan	91
Gambar 4.14. Halaman hapus Kendaraan	91
Gambar 4.15. ROI Pada <i>Frame</i>	92
Gambar 4.16. Arah Titik Pembuatan ROI	93
Gambar 4.17. Proyeksi Titik ROI Pada <i>Frame</i>	94
Gambar 4.18. <i>Flowchart</i> Utama	95

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Tabel <i>camera</i>	64
Tabel 3.2. Tabel <i>user</i>	64
Tabel 3.3. Tabel Kendaraan.....	65
Tabel 3.4. Tabel Golongan Kendaraan.....	65
Tabel 3.5. Tabel <i>Record</i> Kendaraan	66
Tabel 3.6. Rancangan Tabel Data Video.....	73
Tabel 3.7. Rancangan Tabel Pengujian Sistem Pada Setiap Golongan.....	73
Tabel 3.8. Rancangan Tabel Pengujian Akurasi Sistem Pada Setiap Golongan	75
Tabel 3.9. Rancangan Tabel <i>Processing Time</i>	76
Tabel 4.1. Data Konfigurasi Pengambilan Video.....	96
Tabel 4.2. Tabel Hasil Pengujian Jumlah Sistem Dengan Manual Pada Beberapa Video Di Kondisi Pagi, Siang, Sore Dan Malam	97
Tabel 4.3. Tabel Akurasi Pengujian Pada Golongan 1.....	99
Tabel 4.4. Lanjutan Tabel Akurasi Pengujian Pada Golongan 1	100
Tabel 4.5. Lanjutan Tabel Akurasi Pengujian Pada Golongan 1	101
Tabel 4.6. Lanjutan Tabel Akurasi Pengujian Pada Golongan 1	102
Tabel 4.7. Tabel Rata-Rata Akurasi Semua Golongan	103
Tabel 4.8. Tabel Pengujian <i>Processing time</i> Laptop.....	104
Tabel 4.9. Tabel Pengujian <i>Processing time</i> Raspberry Pi2	105
Tabel 4.10. Tabel Pengujian <i>Processing time</i> Raspberry Pi3	105
Tabel 4.11. Tabel <i>processing time</i> ROI pada laptop	106
Tabel 4.12. Tabel <i>processing time</i> ROI pada Raspberry Pi3.....	107
Tabel 4.13. Tabel <i>processing time</i> ROI pada Odroid Xu4	107
Tabel 4.14. Tabel Akurasi Pengujian Secara <i>Realtime</i>	108
Tabel. 4.15. Tabel Akurasi Pengujian Realtime Raspberry Pi3	109
Tabel 4.16. Tabel <i>Processing Time Realtime</i> Raspberry Pi3	109
Tabel 4.17. Tabel Akurasi Pengujian Realtime Odroid Xu4	109
Tabel 4.18. Tabel <i>Processing Time Realtime</i> Odroid Xu4.....	110
Tabel 4.19. Tabel Perbandingan Spesifikasi Raspberry Pi2 Dan Raspberry Pi3	113
Tabel 4.20. Tabel Perbandingan Spesifikasi Raspberry Pi2, Raspberry Pi3 Dan Odroid Xu4..	114

DAFTAR MODUL PROGRAM

Modul Program 4.1. <i>Resize Video</i>	78
Modul Program 4.2. Aplikasi Fungsi <i>Background Subtractor</i>	79
Modul Program 4.3. Aplikasi Fungsi <i>Background Subtractor</i>	79
Modul Program 4.4. Aplikasi Fungsi <i>Contouring</i>	80
Modul Program 4.5. Modul Program Deteksi Objek	80
Modul Program 4.6. Modul Program <i>Tracking</i> Objek.....	81
Modul Program 4.7. Modul Program Klasifikasi.....	82
Modul Program 4.8. Fungsi ROI.....	92
Modul Program 4.9. Pemanggilan Dan Pengaplikasian Fungsi ROI Dari <i>Frame</i>	93
Modul Program 4.11. Proyeksi Titik ROI Ke <i>Frame</i> Utama.....	94