

## Daftar Isi

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KARYA ASLI TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT (Abstrak dalam bahasa inggris).....</b>	<b>vii</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Metodologi Penelitian.....	3
1.6.1 Metode Pengumpulan Data.....	3
1.6.2 Metode Pengembangan sistem.....	3
1.7 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Definisi Parkir .....	5
2.2 <i>Smart Parking System</i> .....	5
2.2.1 <i>Sensor-based</i> .....	5
2.2.2 <i>Image-based</i> .....	6
2.3 <i>Computer vision</i> .....	6
2.4 Pengolahan citra.....	7
2.4.1 <i>Hue Saturation Value (HSV)</i> .....	9
2.4.2 <i>Background Subtraction</i> .....	10
2.4.3 <i>Filtering</i> .....	11
a. <i>Blurring</i> .....	11
b. <i>Threshold</i> .....	12
c. <i>Median Filter</i> .....	13
d. <i>Operasi Morfologi</i> .....	14

2.4.4 Deteksi dan Klasifikasi .....	15
2.5 <i>Cloud Computing</i> .....	16
2.6 <i>Internet of Things</i> .....	17
2.7 <i>Web Service</i> .....	17
2.7.1 <i>Service Oriented Architecture (SOA)</i> .....	17
2.7.2 <i>RESTfull Web Service</i> .....	19
2.8 Penelitian Terkait.....	20
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN DAN PERANCANGAN SISTEM .....</b>	<b>23</b>
3.1 Metodologi Penelitian.....	23
3.2 Pengumpulan Data .....	24
3.2.1 Studi Pustaka.....	24
3.2.2 Observasi.....	25
3.3 Analisis Kebutuhan Sistem .....	25
3.4 Perancangan Sistem .....	25
3.4.1 Perancangan Arsitektur Sistem .....	25
3.4.2 Perancangan Proses Pengolahan Citra .....	26
3.4.2.1 Proses Penentuan Kandidat Citra Background .....	27
3.4.2.2 Proses Preprocessing .....	42
3.4.2.3 Proses Segmentasi Background Subtraction .....	49
3.4.2.4 Proses Filtering.....	59
3.4.2.5 Proses Deteksi .....	66
3.4.2.6 Proses Klasifikasi .....	68
3.4.2.7 Proses <i>Monitoring</i> .....	70
3.4.3 Perancangan Basis Data.....	70
3.4.4 Perancangan User Interface .....	71
3.5 Perancangan Pengujian .....	71
<b>BAB IV HASIL, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>73</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	73
4.1.1 Modul Cari Rata-rata Citra <i>Background</i> .....	73
4.1.2 Modul Cari Kandidat Citra <i>Background</i> .....	74
4.1.3 Modul <i>Preprocessing</i> .....	74
4.1.4 Modul Segmentasi <i>Background Subtraction</i> .....	75
4.1.5 Modul <i>Filtering</i> .....	76
4.1.6 Modul Deteksi.....	77
4.1.7 Modul Klasifikasi.....	78
4.1.8 Hasil <i>User Interface</i> .....	78
4.2 Pengujian.....	79

4.2.1 Pengujian Akurasi.....	79
4.2.1.1 Pengujian Deteksi Sistem dengan Jumlah Manual .....	80
4.2.1.2 Pengujian Akurasi Sistem .....	81
4.2.2 Pengujian Waktu Pemrosesan.....	85
4.3 Pembahasan.....	86
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>87</b>
5.1 Kesimpulan .....	87
5.2 Saran .....	87
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>88</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>92</b>

## Daftar Gambar

Gambar 2.1 Arsitektur <i>Smart Parking System</i> .....	5
Gambar 2.2 Topologi <i>Smart Parking</i> .....	6
Gambar 2.3 Tahapan <i>System</i> .....	7
Gambar 2.4 Hasil Konversi Citra RGB ke HSV.....	10
Gambar 2.5 Proses <i>Background Subtraction</i> .....	11
Gambar 2.6 <i>Image Thresholding</i> .....	13
Gambar 2.7 Citra <i>Median Filter</i> .....	13
Gambar 2.8 Citra Sebelum Morfologi <i>Opening</i> .....	14
Gambar 2.9 Citra Sesudah Morfologi <i>Opening</i> .....	14
Gambar 2.10 Citra Sesudah Morfologi <i>Closing</i> .....	15
Gambar 2.11 Klasifikasi <i>Parking Lot</i> .....	16
Gambar 2.12 Diagram Konseptual Komputasi Awan.....	16
Gambar 2.13 Test skenario SOA.....	19
Gambar 2.14 Skenario <i>request</i> .....	19
Gambar 2.15 Skenario <i>response</i> .....	20
Gambar 3.1 Tahapan Metodologi Penelitian.....	23
Gambar 3.2 Arsitektur Sistem.....	26
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Proses Keseluruhan Deteksi Parkir.....	27
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Mencari Kandidat Citra <i>Background</i> dengan Rata-rata <i>Pixel 255</i> .....	28
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> Konversi Citra RGB ke HSV.....	29
Gambar 3.6 Citra RGB.....	30
Gambar 3.7 Nilai Citra RGB Ukuran <i>7x7 Pixel</i> .....	30
Gambar 3.8 Nilai Citra HSV Ukuran <i>7x7 Pixel</i> .....	30
Gambar 3.9 Citra HSV.....	31
Gambar 3.10 <i>Flowchart</i> Segmentasi Warna Bayangan.....	31
Gambar 3.11 Hasil Segmentasi Citra Ukuran <i>7x7 Pixel</i> .....	32
Gambar 3.12 Citra Hasil Segmentasi HSV.....	32
Gambar 3.13 <i>Flowchart Median Filter</i> .....	33
Gambar 3.14 <i>Pixel</i> dengan Koordinat (5,1).....	34
Gambar 3.15 Urutan Data.....	34
Gambar 3.16 Hasil <i>Median Filter</i> pada Posisi <i>Pixel (5,1)</i> .....	34
Gambar 3.17 Hasil <i>Median Filter</i> Citra Ukuran <i>7x7 Pixel</i> .....	35
Gambar 3.18 Citra Hasil <i>Median Filter</i> .....	35
Gambar 3.19 <i>Flowchart</i> Hitung Jumlah <i>Pixel 255</i> .....	36
Gambar 3.20 <i>Flowchart</i> Menentukan Kandidat Citra <i>Background</i> .....	39
Gambar 3.21 Kandidat Citra <i>Background</i> pada Jam 14.00 – 14.15.....	40
Gambar 3.22 <i>Flowchart</i> Proses <i>Preprocessing</i> .....	42
Gambar 3.23 Citra <i>Foreground</i> dan Kandidat Citra <i>Background</i> .....	43
Gambar 3.24 Sampel Kandidat Citra <i>Background</i> RGB Ukuran <i>7x7 Pixel</i> .....	43
Gambar 3.25 Sampel Citra <i>Foreground</i> RGB Ukuran <i>7x7 Pixel</i> .....	43
Gambar 3.26 Sampel Kandidat Citra <i>Background</i> HSV Ukuran <i>7x7 Pixel</i> .....	43

Gambar 3.27 Sampel Citra <i>Foreground</i> HSV Ukuran 7x7 Pixel .....	44
Gambar 3.28 Konversi RGB ke HSV .....	44
Gambar 3.29 Hasil Segmentasi pada Kandidat Citra <i>Background</i> Ukuran 7x7 Pixel .....	44
Gambar 3.30 Hasil Segmentasi pada Citra <i>Foreground</i> Ukuran 7x7 Pixel .....	44
Gambar 3.31 Segmentasi Warna Bayangan .....	45
Gambar 3.32 Hasil <i>Median Filter</i> Kandidat Citra <i>Background</i> Ukuran 7x7 Pixel .....	45
Gambar 3.33 Hasil <i>Median Filter</i> Citra Ukuran 7x7 Pixel .....	45
Gambar 3.34 Citra <i>Median Filter</i> .....	45
Gambar 3.35 <i>Flowchart</i> Penentuan Citra <i>Background</i> .....	46
Gambar 3.36 Selisih Kandidat citra <i>background</i> dan <i>foreground</i> .....	47
Gambar 3.37 Hasil Selisih Kandidat citra <i>background</i> dan <i>foreground</i> .....	47
Gambar 3.38 <i>Flowchart</i> Hitung Jumlah Pixel 255 .....	48
Gambar 3.39 Contoh Citra <i>Background</i> Terpilih .....	49
Gambar 3.40 <i>Flowchart</i> Proses Segmentasi <i>Background Subtraction</i> .....	50
Gambar 3.41 <i>Flowchart</i> <i>Grayscale</i> .....	50
Gambar 3.42 Sampel Citra <i>Background Subtraction</i> RGB Ukuran 7x7 Pixel .....	51
Gambar 3.43 Sampel Citra <i>Foreground</i> RGB Ukuran 7x7 Pixel .....	51
Gambar 3.44 Sampel Citra <i>Background Gray</i> Ukuran 7x7 Pixel .....	51
Gambar 3.45 Sampel Citra <i>Foreground Gray</i> Ukuran 7x7 Pixel .....	52
Gambar 3.46 Citra <i>Grayscale</i> .....	52
Gambar 3.47 <i>Flowchart</i> <i>Blurring</i> .....	53
Gambar 3.48 Sampel Citra <i>Background Gray</i> Ukuran 7x7 Pixel .....	53
Gambar 3.49 Sampel Citra <i>Foreground Gray</i> Ukuran 7x7 Pixel .....	54
Gambar 3.50 Distribusi <i>Gaussian</i> .....	54
Gambar 3.51 <i>Mirror Padding</i> pada Sampel Citra <i>Background Grayscale</i> .....	54
Gambar 3.52 <i>Mirror Padding</i> pada Sampel Citra <i>Foreground Grayscale</i> .....	54
Gambar 3.53 Hasil <i>Blurring</i> Citra <i>Background</i> Terpilih .....	55
Gambar 3.54 Hasil <i>Blurring</i> Citra <i>Foreground</i> .....	55
Gambar 3.55 Citra <i>Blurring</i> .....	55
Gambar 3.56 Detail <i>Flowchart</i> Proses <i>Background Subtraction</i> .....	56
Gambar 3.57 Sampel <i>Blurring</i> Citra <i>Blurring</i> Terpilih .....	56
Gambar 3.58 Sampel <i>Blurring</i> Citra <i>Foreground</i> .....	56
Gambar 3.59 Hasil <i>Background Subtraction</i> .....	57
Gambar 3.60 Proses <i>Background Subtraction</i> .....	57
Gambar 3.61 <i>Flowchart</i> <i>Thresholding</i> .....	58
Gambar 3.62 Sampel Citra <i>Background Subtraction</i> .....	58
Gambar 3.63 Sampel Citra Hasil <i>Thresholding</i> .....	59
Gambar 3.64 Citra Hasil <i>Thresholding</i> .....	59
Gambar 3.65 <i>Flowchart</i> Proses <i>Filter</i> .....	60
Gambar 3.66 Sampel Citra Hasil <i>Blurring</i> .....	60
Gambar 3.67 Hasil <i>Blurring</i> .....	60
Gambar 3.68 Sampel Citra Hasil <i>Thresholding</i> .....	61
Gambar 3.69 Hasil <i>Thresholding</i> .....	61
Gambar 3.70 Sampel Citra <i>Thresholding</i> .....	61

Gambar 3.71 Struktur Elemen .....	62
Gambar 3.72 <i>Flowchart</i> Proses <i>Dilasi</i> .....	62
Gambar 3.73 Contoh <i>Hit</i> pada Titik <i>Pixel</i> (2,2) .....	63
Gambar 3.74 Sampel Hasil <i>Dilasi</i> .....	63
Gambar 3.75 <i>Flowchart</i> Proses <i>Erosi</i> .....	64
Gambar 3.76 Contoh Struktur Elemen <i>Fit</i> dengan Citra Hasil <i>Dilasi</i> .....	64
Gambar 3.77 Sampel Hasil <i>Erosi</i> .....	65
Gambar 3.78 Hasil <i>Morfologi Closing</i> .....	65
Gambar 3.79 Sampel Hasil <i>Median Filter</i> .....	65
Gambar 3.80 Hasil <i>Median Filter</i> .....	66
Gambar 3.81 <i>Flowchart</i> Proses Deteksi Parkir .....	66
Gambar 3.82 <i>Flowchart</i> Proses Pembuatan ROI .....	67
Gambar 3.83 <i>Region of Interest</i> (ROI) .....	67
Gambar 3.84 <i>Flowchart</i> Menghitung <i>Pixel</i> 255 pada Setiap ROI .....	68
Gambar 3.85 <i>Flowchart</i> Proses Klasifikasi .....	69
Gambar 3.86 <i>Flowchart</i> Proses <i>Monitoring</i> .....	70
Gambar 3.87 Rancangan <i>User Interface Monitoring</i> .....	71
Gambar 4.1 <i>User Interface Monitoring</i> .....	78
Gambar 4.2 Sampel Data Uji 3 .....	82
Gambar 4.3 Hasil Pengolahan Citra Data Uji 3 .....	82
Gambar 4.4 Hasil <i>Region of Interest</i> .....	83
Gambar 4.5 Hasil Pendeteksian Data Uji 3 dengan Ambang Batas 0,1 .....	82
Gambar 4.6 Hasil Pendeteksian Data Uji 3 dengan Ambang Batas 0,4 .....	82
Gambar 4.7 Hasil Pendeteksian Data Uji 3 dengan Ambang Batas 0,8 .....	83
Gambar 4.8 Grafik Rata-rata Akurasi.....	83

## Daftar Tabel

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu .....	20
Tabel 2.2 Lanjutan Penelitian Terdahulu.....	21
Tabel 2.3 Lanjutan Penelitian Terdahulu.....	22
Tabel 3.1 Jumlah <i>Pixel</i> 255 pada Setiap <i>Frame</i> Bayangan Sebagian Jam 14.00 – 14.15 ...	37
Tabel 3.2 Hasil Rata-rata Citra <i>Background</i> .....	38
Tabel 3.3 Tentukan Kandidat Citra <i>Background</i> Bayangan Sebagian Jam 14.00 – 14.15 ..	40
Tabel 3.4 Hasil Kandidat Citra <i>Background</i> .....	41
Tabel 3.5 Hasil Deteksi <i>Pixel</i> 255 ROI.....	68
Tabel 3.6 Contoh Hasil Klasifikasi.....	69
Tabel 3.7 Tabel Database Lahan Parkir.....	70
Tabel 3.8 Rancangan Tabel Pengujian Akurasi.....	72
Tabel 3.9 Rancangan Tabel Pengujian Waktu Pemrosesan.....	72
Tabel 4.1 Data Konfigurasi Pengambilan Citra Uji.....	79
Tabel 4.2 Lanjutan Data Konfigurasi Pengambilan Citra Uji.....	80
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Parkir Manual dan Menggunakan Sistem Deteksi .....	80
Tabel 4.4 Lanjutan Hasil Pengujian Parkir Manual dan Menggunakan Sistem Deteksi .....	81
Tabel 4.5 Hasil Klasifikasi pada data Uji 3 .....	83
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Waktu Pemrosesan .....	85
Tabel 4.7 Lanjutan Hasil Pengujian Waktu Pemrosesan .....	86