

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	1
HALAMAN PENGESAHAN.....	2
ABSTRACT.....	3
INTISARI.....	4
PERNYATAAN PLAGIARISME.....	5
DAFTAR ISI.....	6
DAFTAR TABEL.....	9
DAFTAR GAMBAR.....	10
BAB I PENDAHULUAN.....	12
1.1 Latar Belakang.....	12
1.2 Rumusan Masalah.....	14
1.3 Batasan Masalah.....	14
1.4 Tujuan Penelitian.....	15
1.5 Manfaat Penelitian.....	15
1.6 Sistematika Penulisan.....	15
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	17
BAB III LANDASAN TEORI.....	22
3.1 Citra Digital.....	22
3.2 Pengolahan Citra Digital.....	22
3.3 Jenis Citra Digital.....	23
3.3.1 Citra Biner.....	23
3.3.2 Grayscale.....	23
3.3.3 Citra Warna (True Color).....	24
3.3.3.1 Model Warna Red Green Blue (RGB).....	24
3.3.3.2 Konversi Citra RGB ke Grayscale.....	25
3.4 Median Filtering.....	26
3.5 Segmentasi Objek.....	27
3.6 Background Subtraction.....	27
3.6.1 Pemilihan Kandidat Background.....	28
3.6.2 Pendekatan Exclude Foreground.....	29
3.7 Perhitungan Nilai Image Similarity dengan Mean Squared Error (MSE).....	29
3.8 Thresholding.....	30
3.9 Gaussian Low-Pass Filtering.....	30
3.10 Operasi Morfologi.....	31
3.10.1 Dilasi.....	31
3.10.2 Erosi.....	32
3.10.3 Opening.....	32
3.10.4 Closing.....	32
BAB IV METODE PENELITIAN.....	33

4.1 Deskripsi Umum Penelitian.....	33
4.2 Tahapan Penelitian.....	34
4.3 Analisis Permasalahan.....	35
4.4 Akuisisi Data.....	35
4.5 Rancangan Algoritma.....	38
4.5.1 Gambaran Umum Algoritma.....	38
4.5.2 Pemilihan Kandidat Background.....	39
4.5.2.1 Exclude Foreground Area Slot Parkir.....	40
4.5.2.2 Perhitungan Similarity dengan Mean Squared Error (MSE).....	40
4.5.3 Pra-pemrosesan (Pre-processing) Data.....	41
4.5.3.1 Konversi Citra RGB ke Grayscale.....	41
4.5.3.2 Pengurangan Noise Menggunakan Median Filter.....	42
4.5.4 Background Subtraction.....	42
4.5.5 Thresholding.....	43
4.5.6 Gaussian Low-Pass Filtering.....	44
4.5.7 Perspective Transform.....	45
4.5.8 Operasi Morfologi.....	45
4.5.8.1 Opening.....	46
4.5.8.2 Closing.....	46
4.5.9 Deteksi Kendaraan pada Slot Parkir.....	47
4.6 Implementasi.....	47
4.7 Evaluasi Performa Metode.....	48
4.8 Penulisan Laporan.....	50
BAB V IMPLEMENTASI PENELITIAN.....	51
5.1 Lingkungan Penelitian.....	51
5.2 Persiapan Dataset.....	51
5.2.1 Mengubah Format Ground Truth Dataset.....	51
5.2.2 Menyesuaikan Ukuran Bounding Box Slot Parkir.....	52
5.3 Inialisasi Pustaka.....	53
5.4 Inialisasi Dataset.....	54
5.5 Implementasi Metode.....	57
5.5.1 Implementasi Fungsi Exclude Foreground.....	57
5.5.2 Implementasi Fungsi Pemilihan Kandidat Background.....	59
5.5.3 Implementasi Fungsi Transformasi Perspektif.....	61
5.5.4 Implementasi Fungsi Operasi Morfologi.....	63
5.5.5 Implementasi Fungsi Deteksi Slot Parkir.....	64
5.5.6 Implementasi Keseluruhan Metode Penelitian.....	64
5.6 Pengujian Metode.....	67
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN.....	70
6.1 Visualisasi Hasil Deteksi.....	70

6.2 Perbandingan Penggunaan Proses Exclude Foreground.....	71
6.3 Analisis Mendalam Hyperparameter Tuning.....	73
6.3.1 Pengaruh Ukuran Kernel Median Filtering.....	73
6.3.2 Pengaruh Threshold pada Proses Thresholding Pertama.....	77
6.3.3 Pengaruh Ukuran Kernel Gaussian Low-Pass Filtering.....	80
6.3.4 Pengaruh Threshold pada Proses Thresholding Kedua.....	84
6.3.5 Pengaruh Threshold Deteksi Slot Parkir.....	87
6.4 Komparasi Metode.....	91
6.5 Diskusi Kasus Batasan Metode.....	96
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	99
7.1 Kesimpulan.....	99
7.2 Saran.....	100
DAFTAR PUSTAKA.....	101

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komparasi Metode Penelitian.....	18
Tabel 5.1 Spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan.....	49
Tabel 6.1 Komparasi metrik evaluasi dari penggunaan proses <i>exclude foreground</i> ...	70
Tabel 6.2 Komparasi performa metode berdasarkan ukuran kernel pada <i>median filtering</i>	72
Tabel 6.3 Komparasi performa metode berdasarkan <i>threshold</i> pada proses <i>thresholding</i> pertama.....	75
Tabel 6.4 Komparasi performa metode berdasarkan ukuran kernel pada <i>gaussian low-pass filtering</i>	79
Tabel 6.5 Komparasi performa metode berdasarkan <i>threshold</i> pada proses <i>thresholding</i> kedua.....	82
Tabel 6.6 Komparasi performa metode berdasarkan <i>threshold</i> deteksi.....	86
Tabel 6.7 Komparasi metrik evaluasi dari metode yang diusulkan dengan metode oleh Pratomo et al. (2021).....	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Sistem koordinat kartesian model warna RGB (Ghosh et al., 2018).....	23
Gambar 3.2 Citra warna (RGB), <i>grayscale</i> dan biner (Mangaras et al., 2022).....	23
Gambar 4.1 Sampel <i>dataset</i> pada kamera 6 dari kondisi cerah (<i>sunny</i>), berawan (<i>overcast</i>), dan hujan (<i>rainy</i>).....	35
Gambar 4.2 Sampel <i>dataset</i> pada kamera 7 dari kondisi cerah (<i>sunny</i>), berawan (<i>overcast</i>), dan hujan (<i>rainy</i>).....	35
Gambar 4.3 Rancangan algoritma metode yang diusulkan.....	37
Gambar 4.4 Contoh hasil penerapan <i>exclude foreground</i>	38
Gambar 4.5 Contoh <i>dataset</i> yang dikonversi menjadi citra <i>grayscale</i>	39
Gambar 4.6 Contoh <i>dataset</i> sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) diimplementasikan <i>median filter</i> dengan kernel 3x3.....	40
Gambar 4.7 Contoh gambar target (kiri), <i>background</i> terpilih (tengah), dan hasil proses <i>background subtraction</i> (kanan).....	41
Gambar 4.8 Contoh <i>dataset</i> sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) proses <i>thresholding</i> ...	42
Gambar 4.9 Contoh hasil <i>thresholding</i> sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) proses <i>Gaussian Low-Pass Filtering</i>	43
Gambar 4.10 Contoh <i>dataset</i> sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) proses operasi morfologi <i>opening</i>	44
Gambar 4.11 Contoh <i>dataset</i> sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) proses operasi morfologi <i>closing</i>	45
Gambar 5.1 <i>Dataset ground truth</i> sebelum (atas) dan sesudah (bawah) dilakukan pengubahan format.....	50
Gambar 5.2 Proses penyesuaian ukuran <i>bounding box</i> slot parkir.....	51
Gambar 5.3 Penyajian kode untuk implementasi pemanggilan pustaka.....	52
Gambar 5.4 Penyajian kode untuk menentukan <i>path dataset</i>	53
Gambar 5.5 Penyajian kode untuk menyimpan data <i>ground truth</i>	54
Gambar 5.6 Penyajian kode untuk menyimpan informasi <i>bounding box</i> slot parkir..	54
Gambar 5.7 Penyajian kode untuk menyimpan informasi poligon <i>foreground</i>	55
Gambar 5.8 Penyajian kode fungsi <i>exclude foreground</i>	56
Gambar 5.9 Penyajian kode fungsi untuk otomatisasi fungsi <i>exclude foreground</i>	57
Gambar 5.10 Penyajian kode fungsi untuk menghitung nilai MSE dari dua citra.....	58
Gambar 5.11 Penyajian kode fungsi untuk mencari gambar <i>background</i> terbaik.....	59
Gambar 5.12 Penyajian kode fungsi untuk melakukan transformasi perspektif.....	60
Gambar 5.13 Penyajian kode fungsi operasi morfologi.....	61
Gambar 5.14 Penyajian kode fungsi deteksi slot parkir.....	62
Gambar 5.15 Penyajian kode proses <i>exclude foreground</i>	63
Gambar 5.16 Penyajian kode implementasi keseluruhan metode penelitian.....	65
Gambar 5.17 Penyajian kode inialisasi struktur penyimpanan hasil pengujian.....	65
Gambar 5.18 Penyajian kode untuk melakukan evaluasi performa metode.....	66
Gambar 5.19 Penyajian kode untuk visualisasi performa metode.....	67

Gambar 5.20 Penyajian kode pemanggilan fungsi evaluasi dan visualisasi.....	67
Gambar 6.1 Hasil deteksi dari beberapa gambar target.....	69
Gambar 6.2 Perbandingan rata-rata <i>precision</i> untuk ukuran kernel <i>median filtering</i>	72
Gambar 6.3 Perbandingan rata-rata <i>recall</i> untuk ukuran kernel <i>median filtering</i>	73
Gambar 6.4 Perbandingan rata-rata akurasi untuk ukuran kernel <i>median filtering</i>	74
Gambar 6.5 Perbandingan rata-rata <i>F1-score</i> untuk ukuran kernel <i>median filtering</i>	74
Gambar 6.6 Perbandingan rata-rata <i>precision</i> untuk <i>threshold</i> pada proses <i>thresholding</i> pertama.....	76
Gambar 6.7 Perbandingan rata-rata <i>recall</i> untuk <i>threshold</i> pada proses <i>thresholding</i> pertama.....	77
Gambar 6.8 Perbandingan rata-rata akurasi untuk <i>threshold</i> pada proses <i>thresholding</i> pertama.....	77
Gambar 6.9 Perbandingan rata-rata <i>F1-score</i> untuk <i>threshold</i> pada proses <i>thresholding</i> pertama.....	78
Gambar 6.10 Perbandingan rata-rata <i>precision</i> untuk ukuran kernel <i>gaussian low-pass filtering</i>	79
Gambar 6.11 Perbandingan rata-rata <i>recall</i> untuk ukuran kernel <i>gaussian low-pass filtering</i>	80
Gambar 6.12 Perbandingan rata-rata akurasi untuk ukuran kernel <i>gaussian low-pass filtering</i>	81
Gambar 6.13 Perbandingan rata-rata <i>F1-score</i> untuk ukuran kernel <i>gaussian low-pass filtering</i>	81
Gambar 6.14 Perbandingan rata-rata <i>precision</i> untuk <i>threshold</i> pada proses <i>thresholding</i> kedua.....	83
Gambar 6.15 Perbandingan rata-rata <i>recall</i> untuk <i>threshold</i> pada proses <i>thresholding</i> kedua.....	84
Gambar 6.16 Perbandingan rata-rata akurasi untuk <i>threshold</i> pada proses <i>thresholding</i> kedua.....	84
Gambar 6.17 Perbandingan rata-rata <i>F1-score</i> untuk <i>threshold</i> pada proses <i>thresholding</i> kedua.....	85
Gambar 6.18 Perbandingan rata-rata <i>precision</i> untuk <i>threshold</i> deteksi.....	87
Gambar 6.19 Perbandingan rata-rata <i>recall</i> untuk <i>threshold</i> deteksi.....	87
Gambar 6.20 Perbandingan rata-rata akurasi untuk <i>threshold</i> deteksi.....	88
Gambar 6.21 Perbandingan rata-rata <i>F1-score</i> untuk <i>threshold</i> deteksi.....	89
Gambar 6.22 Performa metode yang diusulkan dengan kombinasi parameter terbaik..	90
Gambar 6.23 Perbandingan <i>F1-score</i> antara Metode yang Diusulkan dengan Metode oleh Pratomo et al. (2021).....	93
Gambar 6.24 Contoh <i>false negative</i> yang terjadi akibat warna mobil gelap yang menyerupai aspal pada area parkir.....	95
Gambar 6.25 Contoh <i>false positive</i> yang terjadi akibat perbedaan bayangan objek di antara gambar target dan gambar <i>background</i> terpilih.....	96