

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN.....	xvi
INTISARI.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Kontribusi Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	9
BAB 3 LANDASAN TEORI.....	18
3.1 Pengolahan Citra Digital.....	18
3.2 Video.....	22
3.3 <i>Computer Vision</i> .....	24
3.4 Histogram Citra.....	25
3.5 Operasi Ketetanggaan Piksel.....	26
3.6 Ekstraksi Ciri pada Citra.....	28
3.7 Optical Flow.....	32
3.8 Peng-ambangan ( <i>Thresholding</i> ).....	35

3.9	<i>Confusion Matrix</i> .....	36
3.10	Analisis Regresi Berganda.....	39
BAB 4	METODE PENELITIAN.....	44
4.1	Tahapan Penelitian.....	44
4.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	46
4.2.1	Alat Penelitian.....	46
4.2.2	Bahan Penelitian.....	47
4.3	Metode Akuisisi Data.....	49
4.4	Usulan Model.....	53
4.4.1	Pemecahan <i>Video</i> Menjadi <i>Frame</i> Tunggal.....	57
4.4.2	Ekstraksi Ciri <i>Optical Flow</i> .....	58
4.4.3	Pembagian <i>Frame</i> Menjadi <i>Grid</i> .....	61
4.4.4	Perhitungan Nilai <i>Histogram of Oriented Optical Flow</i> (HOOF).....	63
4.4.5	Analisis Ciri HOOF Antar <i>Frame</i> .....	69
4.4.6	Penghalusan Arah Pergerakan Setiap <i>Grid</i> .....	75
4.5	Rancangan Pengujian.....	77
4.5.1	Pengujian Akurasi, Presisi dan <i>Recall</i> Deteksi Pergerakan.....	78
4.5.2	Pengujian Tingkat Keberhasilan Penentuan Arah Pergerakan.....	79
4.5.3	Pengujian Akurasi, Presisi dan <i>Recall</i> Penentuan Arah Pergerakan .....	81
4.5.4	Validasi Hasil Pengujian.....	84
BAB 5	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	87
5.1	Pengujian Akurasi, Presisi dan <i>Recall</i> Deteksi Pergerakan.....	87
5.2	Pengujian Tingkat Keberhasilan (SR) Penentuan Arah Pergerakan.....	88
5.2.1	Tingkat Keberhasilan (SR) per <i>Video</i> Masukan.....	88
5.2.2	Tingkat Keberhasilan (SR) per Ukuran <i>Grid</i> .....	89
5.2.3	Tingkat Keberhasilan (SR) per Jeda (Interval) <i>Frame</i> .....	90
5.2.4	Tingkat Keberhasilan (SR) per Jumlah <i>Frame</i> yang Dianalisis....	92
5.2.5	Tingkat Keberhasilan (SR) Keseluruhan Model.....	94
5.2.6	Parameter Pengujian Terbaik.....	96

5.3 Pengujian Akurasi, Presisi dan <i>Recall</i> Penentuan Arah Pergerakan.....	98
5.4 Pengaruh Ukuran Grid, Interval dan Jumlah Frame terhadap Tingkat Keberhasilan (SR) Penentuan Arah Pergerakan.....	102
5.4.1 Analisis Korelasi Ganda (R) dan Determinasi ( $R^2$ ).....	103
5.4.2 Analisis Regresi Secara Bersama-sama (Uji F).....	104
5.4.3 Analisis Regresi Secara Parsial ( Uji t ).....	105
5.4.4 Analisis Anova Dua Arah ( <i>Anova Two Way</i> ).....	107
5.5 Perbandingan Kinerja Model pada Analisis <i>Multi-Frame</i> dengan <i>Single-Frame</i> .....	109
5.6 Perbandingan Kecepatan Model Usulan.....	110
5.7 Kelebihan dan Kekurangan Model.....	112
5.8 Implikasi Hasil Penelitian Terhadap <i>Roadmap</i> Penelitian.....	113
BAB 6 PENUTUP.....	115
6.1 Kesimpulan.....	115
6.2 Saran.....	116
DAFTAR PUSTAKA.....	117
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	125

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terkait arah pergerakan objek pada video.....	11
Tabel 2.2 Metode ekstraksi ciri optical flow.....	14
Tabel 2.3 Penelitian terkait Histogram of Oriented Optical Flow.....	16
Tabel 3.1 Confusion matrix untuk dua kelas (biner).....	37
Tabel 3.2 Interpretasi nilai koefisien R (Sugiyono, 2010).....	43
Tabel 4.1 Video dataset untuk penelitian kerumunan objek.....	48
Tabel 4.2 Pemecahan video berdasarkan kejadian.....	51
Tabel 4.3 Potongan video dataset UMN yang digunakan sebagai data masukan. .	53
Tabel 4.4 Perbandingan akurasi, presisi dan recall arah pergerakan.....	64
Tabel 4.5 Kodifikasi arah pergerakan.....	66
Tabel 4.6 Perbandingan metode peng-ambangan Otsu, rerata (mean), nilai tengah (median) dan terbesar-terkecil (max-min).....	72
Tabel 4.7: Hasil uji coba perbandingan metode penghalusan arah.....	76
Tabel 4.8 Nilai simpangan arah pergerakan.....	83
Tabel 4.9 Penelitian yang melakukan evaluasi secara subjektif dengan melibatkan pakar.....	84
Tabel 5.1 Hasil pengujian akurasi, presisi dan recall deteksi pergerakan.....	87
Tabel 5.2 Hasil pengujian tingkat keberhasilan per video masukan.....	88
Tabel 5.3 Hasil pengujian tingkat keberhasilan (SR) per ukuran grid.....	89
Tabel 5.4 Hasil pengujian tingkat keberhasilan (SR) terhadap ukuran grid, interval dan jumlah frame.....	95
Tabel 5.5 Confusion matrix hasil pengujian kinerja model.....	99
Tabel 5.6 Nilai akurasi, presisi, recall model penentuan arah pergerakan.....	100
Tabel 5.7 Hasil perkalian data yang terklasifikasi arah dengan konstanta simpangan arah.....	101
Tabel 5.8 Tabel Anova uji regresi berganda.....	104
Tabel 5.9 Tabel coeffisiens hasil uji regresi berganda.....	106
Tabel 5.10 Hipotesis pengaruh variabel bebas secara parsial.....	106



Tabel 5.11 Kesimpulan hipotesis pengaruh variabel bebas secara parsial.....	107
Tabel 5.12 Hasil pengujian pengaruh ukuran grid, interval dan jumlah frame dengan Anova dua-arah.....	107
Tabel 5.13 Hasil perbandingan kinerja model pada analisis multi-frame dan single-frame.....	110
Tabel 5.14 Perbandingan waktu komputasi metode usulan dengan metode lain.	111

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Proses dasar pengolahan citra digital (Gonzalez dan Woods, 2007)..	19
Gambar 3.2 Contoh citra dan histogramnya (Kadir dan Susanto, 2013).....	25
Gambar 3.3 Jenis ketetanggaan piksel pada citra (Kadir dan Susanto, 2013).....	27
Gambar 3.4 Operasi ketetanggaan piksel dengan filter median.....	28
Gambar 3.5 Berbagai macam ciri bentuk (Mingqiang dkk., 2008).....	30
Gambar 4.1 Tahapan penelitian.....	45
Gambar 4.2 Contoh beberapa tampilan video dataset UMN.....	49
Gambar 4.3 Algoritme pemecahan video menjadi citra tunggal.....	50
Gambar 4.4 Contoh citra hasil pemecahan video.....	50
Gambar 4.5 Model analisis video untuk menentukan arah pergerakan.....	56
Gambar 4.6 Pemecahan frame dan pra-pemrosesan video.....	58
Gambar 4.7 Contoh proses perubahan citra berwarna menjadi citra grayscale dan citra ternormalisasi.....	58
Gambar 4.8 Contoh ekstraksi ciri optical flow pada dua citra berurutan.....	59
Gambar 4.9 Hubungan komponen optical flow u, v dan r.....	60
Gambar 4.10 Algoritme ekstraksi ciri optical flow.....	61
Gambar 4.11 Proses Pembentukan grid berdasarkan ukuran citra dan grid.....	61
Gambar 4.12 Visualisasi ukuran grid.....	63
Gambar 4.13 Pembagian pergerakan menjadi 12 arah.....	64
Gambar 4.14 Proses perhitungan nilai HOOF.....	65
Gambar 4.15 Representasi pangkalan data ciri HOOF.....	67
Gambar 4.16 Contoh hasil perhitungan nilai HOOF.....	68
Gambar 4.17 Contoh format penyimpanan ciri HOOF dalam file MAT.....	69
Gambar 4.18 Algoritme perhitungan dan penyimpanan nilai HOOF.....	69
Gambar 4.19 Proses analisis ciri HOOF untuk mendapatkan arah pergerakan.....	71
Gambar 4.20 Algoritme analisis arah pergerakan.....	74
Gambar 4.21 Contoh hasil visualisasi model.....	75
Gambar 4.22 Proses analisis arah setiap grid untuk menentukan arah pergerakan	

video.....	76
Gambar 4.23 Algoritme penghalusan arah pergerakan grid.....	76
Gambar 4.24 Contoh penghalusan arah grid.....	77
Gambar 4.25 Confusion matrix deteksi pergerakan.....	79
Gambar 4.26 Skenario pengujian model usulan.....	80
Gambar 4.27 Contoh penyajian data pengujian untuk divalidasi oleh pakar.....	85
Gambar 5.1 Perbandingan berbagai ukuran grid dengan ukuran objek di video...89	
Gambar 5.2 Kecepatan proses penentuan arah pergerakan per ukuran grid.....	90
Gambar 5.3 Grafik hasil pengujian tingkat keberhasilan (SR) per interval frame.....	91
Gambar 5.4 Kecepatan proses penentuan arah pergerakan untuk setiap interval frame yang digunakan.....	92
Gambar 5.5 Grafik hasil pengujian tingkat keberhasilan (SR) per jumlah frame yang dianalisis.....	93
Gambar 5.6 Kecepatan proses penentuan arah pergerakan untuk setiap jumlah frame.....	94
Gambar 5.7 Grafik kecepatan proses (waktu) dan tingkat keberhasilan untuk setiap ukuran grid (N).....	96
Gambar 5.8 Grafik kecepatan proses (waktu) dan tingkat keberhasilan untuk setiap interval frame (I-frame).....	97
Gambar 5.9 Grafik kecepatan proses (waktu) dan tingkat keberhasilan untuk setiap jumlah frame yang dianalisis (P).....	98
Gambar 5.10 Hasil pengujian regresi berganda.....	102
Gambar 5.11 Perbandingan waktu komputasi proses ekstraksi optical flow dan HOOF.....	112