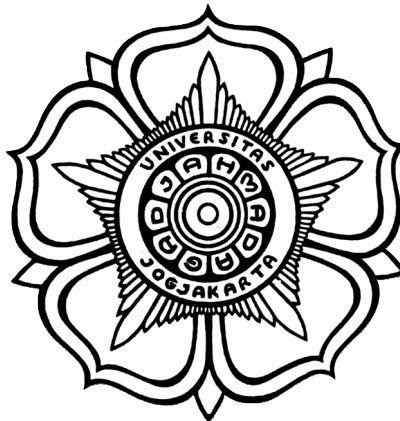


DISERTASI

**ANALISIS ARAH PERGERAKAN PADA VIDEO
MENGUNAKAN CIRI OPTICAL FLOW**

**ANALYSIS OF MOVEMENT DIRECTIONS ON VIDEO
USING OPTICAL FLOW FEATURES**



**ACHMAD SOLICHIN
11/326062/SPA/00416**

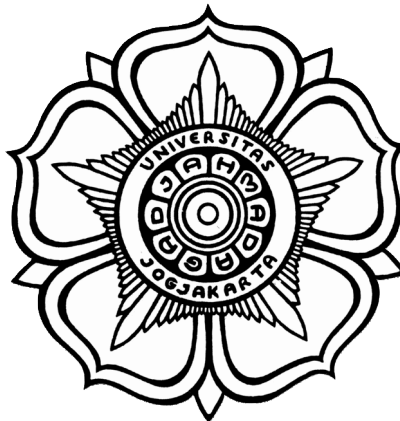
**PROGRAM STUDI S3 ILMU KOMPUTER
DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER DAN ELEKTRONIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA
2017**

DISERTASI

**ANALISIS ARAH PERGERAKAN PADA VIDEO
MENGUNAKAN CIRI OPTICAL FLOW**

**ANALYSIS OF MOVEMENT DIRECTIONS ON VIDEO
USING OPTICAL FLOW FEATURES**

Disertasi untuk memperoleh derajat
Doktor dalam Ilmu Komputer
pada Universitas Gadjah Mada



ACHMAD SOLICHIN
11/326062/SPA/00416

PROGRAM STUDI S3 ILMU KOMPUTER
DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER DAN ELEKTRONIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA
2017

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS ARAH PERGERAKAN PADA VIDEO MENGUNAKAN CIRI OPTICAL FLOW

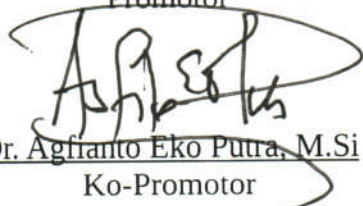
ACHMAD SOLICHIN

11/326062/SPA/00416

Dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Program Studi S3 Ilmu Komputer
Departemen Ilmu Komputer dan Elektronika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Gadjah Mada
Pada tanggal 6 Maret 2017



Drs. Agus Harjoko, M.Sc., Ph.D
Promotor



Dr. Agrianto Eko Putra, M.Si
Ko-Promotor



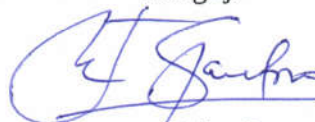
Prof. Dr. Triyono, S.U.
Ketua Penguji



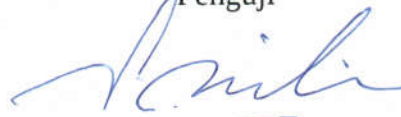
Dr. Yohanes Suyanto, M.I.Kom.
Penguji



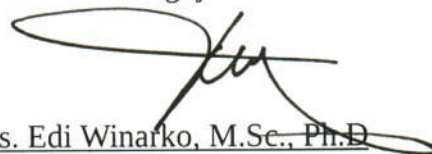
Moh. Edi Wibowo, S.Kom., M.Kom., Ph.D
Penguji



Dr. Ir. Albertus Joko Santoso, M.T.
Penguji



Dr. Eng. Sunu Wibirama, S.T., M.Eng
Penguji



Drs. Edi Winarko, M.Sc., Ph.D
Penguji

Mengetahui
a.n. Dekan FMIPA-UGM
Wakil Dekan Bidang Akademik dan
Kemahasiswaan

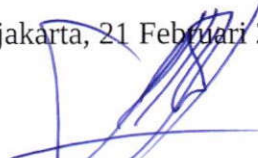


Dr. rer. nat. Nurul Hidayat Aprilita, M.Eng.
NIP. 197304071998031002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Disertasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Doktor di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Jogjakarta, 21 Februari 2017



Achmad Solichin

Karya ini dipersembahkan untuk

Chotimatul Musyarofah (istri)

Muhammad Lintang Mulyanto dan Muhammad Alvin Fathoni (putra)

Civitas Akademika Universitas Budi Luhur, Jakarta

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan kasih sayang-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian dalam rangka menyelesaikan studi pada Program Doktor dengan judul “Analisis Arah Pergerakan pada *Video* Menggunakan Ciri *Optical Flow*”. Laporan penelitian ini disusun sebagai persyaratan untuk mencapai derajat Sarjana Strata-3 pada Program Doktor Ilmu Komputer, Departemen Ilmu Komputer dan Elektronika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada.

Penulis sepenuhnya menyadari bahwa penelitian dan laporan ini tidak akan selesai disusun tanpa bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulusnya kepada :

1. Bapak Drs. Djaetun HS dan Bapak Kasih Hanggoro, MBA selaku Pimpinan Yayasan Pendidikan Budi Luhur Çakti, serta seluruh jajaran yang terkait, atas segala dukungan yang begitu besar, baik secara materi maupun non materi, demi kelancaran penulis dalam menempuh studi lanjut di UGM.
2. Bapak Prof. Ir. Suryo Hapsoro Tri Utomo, Ph.D selaku Rektor periode 2012-2016 dan Bapak Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Didik Sulistyanto selaku Rektor Universitas Budi Luhur Jakarta, yang telah memberikan kesempatan serta dukungan selama penulis mengikuti program Doktor di UGM.
3. Bapak Prof. Dr. Triyono, S.U. selaku Dekan FMIPA UGM dan sebagai Ketua Tim Penguji Disertasi, atas kesempatan untuk mengikuti pendidikan Program Doktor di UGM dan segala masukan dan koreksinya.
4. Bapak Drs. Agus Harjoko, M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Departemen Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA, Universitas Gadjah Mada, sekaligus sebagai Promotor yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan,

motivasi dan segala usaha dengan penuh kesungguhan sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan disertasi ini.

5. Bapak Edi Winarko, M.Sc., Ph.D, selaku Ketua Program Studi S3 Ilmu Komputer, FMIPA UGM sekaligus sebagai Penguji Disertasi, serta seluruh pengelola program studi yang telah memberikan berbagai bantuan baik secara akademis maupun non-akademis.
6. Bapak Dr. Agfianto Eko Putra, M.Si. selaku Sekretaris Program Studi S3 Ilmu Komputer, FMIPA UGM, sekaligus sebagai Ko-promotor yang banyak memberi masukan, saran, dan nasihat selama masa studi.
7. Bapak Dr. Yohanes Suyanto, M.I.Kom., Bapak Moh. Edi Wibowo, S.Kom., M.Kom., Ph.D, Bapak Dr. Ir. Albertus Joko Santoso, M.T. (Universitas Atma Jaya Yogyakarta), dan Bapak Dr. Eng. Sunu Wibirama, S.T., M.Eng (Fakultas Teknik, UGM) sebagai Tim Penguji Disertasi atas segala saran dan masukannya.
8. Rekan-rekan sesama Pejuang S3 yang telah bersama-sama dalam suka dan duka selama studi S3 di Universitas Gadjah Mada.
9. Istri, anak dan keluarga tercinta atas segala memberikan dukungan, motivasi dan pengertiannya selama penulis menempuh studi S3 di Universitas Gadjah Mada.

Akhir kata, kesempurnaan hanya milik Allah SWT, banyak kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan laporan ini, walaupun penulis sudah berusaha semaksimal mungkin. Saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan dari semua pihak.

Jogyakarta, 21 Februari 2017

Achmad Solichin

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 Ketetangaan 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 ketetangaan piksel pada citra (Kadir dan Susanto, 2013).....	27
Gambar 3.4 Operasi ketetangaan 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

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

akurasi seberapa akurat sistem dapat mengklasifikasikan data dengan benar, perbandingan antara data yang terklasifikasi benar dengan keseluruhan data.

analisis regresi metode statistika yang digunakan untuk menentukan kemungkinan bentuk hubungan antara variabel-variabel.

Anova analysis of variances; analisis varian

AVI audio video interleave; sebuah format video yang dibuat oleh Microsoft, merupakan salah satu format standar dalam perekaman video.

DDER *direction detection error rate* (tingkat kesalahan deteksi arah pergerakan)

frame satuan terkecil dalam video; satu gambar tunggal dari sebuah video.

frame rate adalah jumlah bingkai gambar atau frame yang ditunjukkan setiap detik dalam membuat gambar bergerak; diwujudkan dalam satuan **fps** (**frames per second**), semakin tinggi angka fps-nya, semakin mulus gambar Bergeraknya.

grid area atau wilayah dengan ukuran tertentu, yang merupakan bagian dari suatu frame atau citra tunggal.

histogram diagram yang menggambarkan frekuensi setiap nilai intensitas yang muncul dari sekumpulan data.

HOOF *Histogram of Oriented Optical Flow*; histogram arah yang diperoleh dari sekumpulan ciri *optical flow*.

OF optical flow

optical flow pola pergerakan objek, permukaan dan tepi yang terlihat secara visual yang disebabkan oleh gerakan relatif antara pengamat (manusia atau kamera) dan objek.

presisi tingkat kemampuan sistem dalam mengklasifikasikan data positif, jumlah data kategori positif yang diklasifikasikan dengan benar dibandingkan dengan keseluruhan data positif.

RGB red green blue; salah satu domain warna citra digital yang terdiri dari warna merah, hijau dan biru.

recall persentase data kategori positif yang terklasifikasikan dengan benar oleh sistem.

success rate tingkat keberhasilan; kemampuan sistem dalam mendeteksi pergerakan dengan benar.

threshold nilai ambang batas.

uji f pengujian statistik yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel independen secara bersama-sama terhadap variabel dependen.

uji f pengujian statistik yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel independen secara terpisah (parsial) terhadap variabel dependen.

UMN University of Minnesota.

video gambar-gambar dalam frame, di mana frame demi frame diproyeksikan melalui lensa proyektor secara mekanis sehingga pada layar terlihat gambar hidup.

INTISARI

Dalam penelitian di bidang analisis video, arah pergerakan objek di dalam video merupakan hal yang penting. Arah pergerakan dapat digunakan untuk keperluan analisis pergerakan, pelacakan, deteksi dan pengenalan kejadian (*event detection and recognition*). *Optical flow* merupakan salah satu ciri yang cukup banyak digunakan dalam proses analisis arah pergerakan. Beberapa kelemahan dari penelitian sebelumnya antara lain video yang digunakan belum diujicobakan pada video dengan situasi objek yang ramai dan beragam, analisis arah pergerakan belum melibatkan beberapa *frame*, dan memerlukan tahap segmentasi dan deteksi objek terlebih dahulu.

Pada penelitian ini diusulkan sebuah model penentuan arah pergerakan objek yang didasarkan pada ciri *optical flow*. Untuk meningkatkan kecepatan komputasi, ciri *optical flow* diturunkan menjadi *histogram of oriented optical flow* (HOOF) yang diekstraksi secara lokal pada *grid* dengan ukuran tertentu. Dengan pembagian *grid* tersebut, penentuan arah pergerakan menjadi lebih detail. Selain itu, analisis tidak hanya dilakukan antar *grid* di dalam satu *frame*, namun juga dianalisis antar beberapa *frame* sekaligus (*multi-frame*). Video masukan yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari dataset UMN.

Berdasarkan hasil pengujian, menunjukkan bahwa nilai akurasi, presisi dan *recall* pendeteksian pergerakan sudah baik, yaitu sebesar 93% untuk akurasi, 73,07% untuk presisi dan 84,25% untuk *recall*. Sementara itu, pada pengujian tingkat keberhasilan (*success rate*) proses deteksi arah pergerakan, tingkat keberhasilan terbaik dicapai pada pengujian dengan ukuran *grid* 16x16, jeda (interval) *frame* sebesar 1 dan jumlah *frame* yang dianalisis sebanyak 2 *frame*. Selanjutnya hasil pengujian menggunakan parameter terbaik menunjukkan nilai akurasi sebesar 98,1%, presisi 35,6%, *recall* 41,2% dan tingkat kesalahan deteksi arah sebesar 25,28%. Tingkat keberhasilan sangat dipengaruhi oleh parameter ukuran *grid*, jeda (interval) *frame* dan jumlah *frame* yang dianalisis. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan dalam penelitian yang melibatkan proses analisis pergerakan objek di dalam video seperti deteksi kerusakan dan pergerakan massa di tempat-tempat umum.

Kata kunci: analisis video, arah pergerakan, *optical flow*, HOOF.

ABSTRACT

In studies in the field of video analysis, the movement direction of the object in a video is important. Movement direction can be used for analyzing movements, tracking, event detection and recognition. Optical flow is a feature that is widely used in the analysis of movement direction process. Some of the weakness of previous studies are the video dataset has not been tested on a video with crowd and riot situation, yet the movement direction involves the analysis of a few frames, and require segmentation and object detection stage first.

In this study proposed a new model for determining the movement direction of the object based on the optical flow features. To increase the speed of computational time, optical flow features derived into a Histograms of Oriented Optical Flow (HOOF) features. We extracted them locally on the grid with a certain size. Moreover, to determine the movement direction we also analyzed multiple frames at once. In this study, we use UMN dataset that has a density level frame at 30 frames per second (fps).

Based on the experiment results, showing that the value of accuracy, precision, and recall of the movement detection is good, amounting to 93% for accuracy, 73.07% for precision and 84.25% for recall. Meanwhile, in the testing of the success rate of movement direction detection, the best success rate achieved in the testing with the grid size 16x16, interval frame by 1 and the number of frames that were analyzed by two frames. Furthermore, the results of testing using the best parameter shows the value of an accuracy of 98.1%, 35.6% precision, 41.2% recall, and direction detection error rate (DDER) 25,28%. The success rate is strongly influenced by the parameters of the grid size, the interval frame and some frames being analyzed. The results of this study are expected to provide benefits in the analysis of the object movement in a video such as the riots detection and abnormal movement in public places.

Keywords: video analysis, movement direction, optical flow, HOOF.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara yang terdiri dari beragam etnis, suku, bahasa dan budaya, Indonesia memiliki potensi kerusuhan yang cukup tinggi. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) mencatat sejak tahun 1998 hingga 2014 telah terjadi 113 kali konflik / kerusuhan sosial (BNPB, 2015). Jumlah korban akibat konflik atau kerusuhan tersebut juga tidak sedikit. Menurut data BNPB, jumlah korban meninggal sebanyak 6.022 orang, terluka 4.123 orang, hilang 476 orang dan mengungsi sebanyak 60.777 orang. Banyaknya jumlah korban dalam suatu peristiwa kerusuhan sosial dapat ditekan jika kerusuhan dapat diketahui secara dini. Oleh karena itu, diperlukan penelitian berkelanjutan untuk mendeteksi kerusuhan menggunakan teknologi informasi dan komputer.

Menurut Mustofa (2000), dalam bidang kriminologi dan sosiologi, kerusuhan sosial yang melibatkan banyak orang merupakan bagian dari tingkah laku kolektif. Maksud dari tingkah laku kolektif adalah suatu kajian yang menitikberatkan pada pola-pola dan urutan-urutan peristiwa yang terjadi dalam situasi yang problematis (Lang dan Lang, 1968). Menurut Lang dan G.E. Lang (1968) terdapat 3 (tiga) ciri utama tingkah laku kolektif yaitu *spontanitas*, *volatilitas*, dan *transitoris*. Setiap peristiwa kerusuhan sosial terjadi secara spontan, artinya peristiwa kerusuhan sosial bukanlah merupakan peristiwa yang dapat diperkirakan atau direkayasa. Individu-individu yang terlibat didalamnya pada mulanya mungkin merupakan individu yang taat hukum dan tidak menyukai kekerasan. Namun dalam situasi problematis ketika individu-individu tersebut terlibat dalam suatu tingkah laku kolektif seperti kerusuhan sosial, secara tiba-tiba saja mereka melakukan tindakan pengrusakan dan sebagainya.

Ciri kerusuhan selanjutnya adalah *volatilitas*, artinya mudah berubah

dalam waktu singkat. Dalam situasi kerusuhan, orang-orang yang terlibat didalamnya dalam memiliki perilaku yang berubah dalam waktu singkat seperti tiba-tiba berlari atau berteriak-teriak. Sedangkan ciri yang ketiga adalah *transitoris* yaitu suatu kerusuhan pada umumnya cepat reda atau tidak berlangsung lama.

Berdasarkan ciri-ciri kerusuhan di atas, arah pergerakan objek merupakan salah satu yang sangat penting dalam proses deteksi kerusuhan. Jika arah pergerakan objek pada video dapat dideteksi dan diketahui dengan baik, maka pola pergerakan objek akan dapat diketahui dan dianalisis. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk membangun sebuah model yang dapat menentukan arah pergerakan objek pada video menggunakan teknologi visi komputer (*computer vision*).

Computer vision atau visi komputer merupakan serangkaian metode untuk menangkap, mengolah, menganalisis dan memahami citra digital yang diperoleh dari suatu alat perekam seperti kamera. Pada dasarnya *computer vision* berusaha meniru bagaimana manusia menangkap, mengolah, menganalisis dan memahami lingkungannya. Salah satu pemanfaatan konsep *computer vision* di bidang transportasi dan keamanan lingkungan adalah untuk menganalisis perilaku objek bergerak seperti kendaraan, orang, dan objek lainnya. Saat ini proses analisis objek pada suatu sistem pengawasan berbasis kamera (*camera-based surveillance*) masih banyak yang dilakukan secara manual. Tentunya hal tersebut memiliki banyak kelemahan seperti adanya permasalahan kebebasan pribadi (*privacy*), hasil analisis yang tidak konsisten karena penurunan konsentrasi dan tidak fleksibel saat terjadi penambahan jumlah kamera (Fleck dan Straber, 2008). Dengan memanfaatkan konsep *computer vision*, proses analisis dapat dilakukan secara otomatis dengan bantuan komputer sehingga jauh lebih efektif dan efisien.

Penelitian terkait analisis video sudah banyak dilakukan. Seperti dijelaskan Regazzoni dkk. (2010), arah penelitian terkait analisis video terbagi menjadi 3 (tiga) arah. Arah penelitian pertama berfokus bagaimana melakukan pemodelan kejadian serta mempelajari algoritme untuk melakukan deteksi, penelusuran dan

klasifikasi setiap kejadian. Kedua, penelitian berfokus pada proses analisis video yang berasal dari banyak kamera (Fleck dkk., 2006; Gavrilu dan Davis, 1996; Hofmann dan Gavrilu, 2011). Dan arah penelitian ketiga adalah mengembangkan suatu sistem analisis video secara *realtime* (Collins dkk., 2010; Haritaoglu dkk., 1998, 2000). Penelitian ini berada pada arah penelitian pertama walaupun hanya dibatasi pada arah pergerakan saja.

Dalam penelitian di bidang analisis video, arah pergerakan objek di dalam video merupakan hal yang penting. Arah pergerakan dapat digunakan untuk keperluan analisis pergerakan, pelacakan, deteksi dan pengenalan kejadian (*event detection and recognition*). Pada penelitian oleh Martínez dkk. (2012), arah pergerakan digunakan sebagai deskriptor untuk melakukan klasifikasi aktivitas manusia di dalam video. Sementara itu, *histogram* dari arah pergerakan juga dapat digunakan untuk menganalisis perilaku kerumunan (Dee dan Caplier, 2010). Pada penelitian tersebut, *histogram* arah pergerakan dijadikan indikator kecepatan pergerakan. Perubahan kecepatan digunakan untuk mendeteksi adanya pergerakan tidak normal pada video.

Berbagai metode dan ciri digunakan dalam penelitian terkait analisis arah pergerakan objek pada video. *Optical flow* merupakan salah satu ciri yang cukup banyak digunakan. Selain menggunakan ciri *optical flow*, penelitian lainnya juga menambahkan ciri *mixture of gaussian* (MOG) untuk melakukan proses deteksi arah dan kecepatan dari objek bergerak di dalam video (Smirg dkk., 2013). Walaupun hasil penelitian menunjukkan bahwa arah dan kecepatan objek dapat diketahui dengan baik, namun penelitian belum diujicobakan pada video dengan situasi objek yang ramai dan beragam. Selain itu, video masukan yang digunakan memiliki tingkat kerapatan *frame* yang rendah yaitu hanya 3 *frame* per detik.

Pada penelitian oleh Benabbas dkk. (2011a), ciri *optical flow* diekstraksi secara global dari setiap frame video menggunakan metode Kanade-Lucas-Tomasi (Lucas dan Kanade, 1981; Tomasi, 1991). Ciri *optical flow* dikelompokkan menjadi blok dengan ukuran tertentu dan setiap blok dinormalisasi menggunakan *directional map* dan distribusi von Mises (Ihaddadene dan Djeraba, 2008). Arah pergerakan digunakan untuk mendeteksi kejadian seperti berjalan, berlari,

pergerakan normal, evakuasi, berpisah, berkumpul dan menyebar. Arah pergerakan juga dapat digunakan untuk pengenalan objek manusia pada video (Benabbas, 2011). Riset-riset yang dilakukan oleh Yassine Benabbas tersebut sudah melakukan pembagian *frame* menjadi blok yang lebih kecil dan menganalisis arah pergerakan antar blok. Akan tetapi analisis arah pergerakan belum dilakukan untuk beberapa *frame* sekaligus.

Sementara itu, pada penelitian oleh Colque dkk. (2015), ciri *optical flow* dan besar vektor arah menjadi deskriptor pola pergerakan objek pada video. Metode analisis ketetanggaan terdekat sederhana diterapkan untuk mengidentifikasi pola pergerakan yang tidak wajar. Model yang diusulkan memerlukan proses pelatihan (*training*) sehingga memerlukan waktu komputasi yang cukup besar. Selain itu, arah *optical flow* yang digunakan hanya 4 arah, sehingga belum cukup mewakili arah pergerakan suatu objek.

Kelemahan lain dari beberapa penelitian yang bertujuan untuk mendeteksi arah pergerakan objek pada video adalah memerlukan proses deteksi objek terlebih dahulu. Dengan proses deteksi objek memang akan meningkatkan tingkat akurasi, namun memerlukan waktu deteksi yang lebih lama. Selain itu, deteksi objek tidak terlalu efektif diterapkan pada jenis video yang mengandung objek dalam jumlah banyak, seperti pada video kerusuhan dan keramaian orang. Oleh karena itu, diperlukan suatu model yang lebih sederhana dan tidak memerlukan segmentasi maupun deteksi objek terlebih dahulu.

Dalam rangka menyelesaikan beberapa persoalan dalam penelitian untuk menentukan arah pergerakan objek, pada penelitian ini diusulkan sebuah model penentuan arah pergerakan objek yang didasarkan pada ciri *optical flow*. Untuk meningkatkan kecepatan waktu komputasi, ciri *optical flow* diturunkan menjadi *histogram of oriented optical flow* (HOOF) yang diekstraksi secara lokal pada *grid* dengan ukuran tertentu. Analisis tidak hanya dilakukan antar *grid* di dalam satu *frame*, namun juga dilakukan pada beberapa *frame* sekaligus. *Video* masukan yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari *dataset* UMN yang memiliki tingkat kerapatan *frame* sebesar 30 *frame per second* (fps).

Kontribusi utama dari penelitian ini adalah berusaha membuat model yang

dapat melakukan analisis dan menentukan arah pergerakan pada *video* menggunakan ciri *optical flow* yang diturunkan menjadi *Histogram of Oriented Optical Flow* (HOOF). Model yang dihasilkan tidak memerlukan segmentasi, deteksi dan pelacakan objek terlebih dahulu. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi perkembangan penelitian di bidang analisis video, terutama dalam rangka mendeteksi kerusakan.

1.2 Rumusan Masalah

Metode penentuan arah pergerakan objek pada video yang ada saat ini membutuhkan proses deteksi dan segmentasi objek terlebih dahulu sehingga saat diterapkan pada video kerusakan sosial yang melibatkan banyak objek membutuhkan waktu komputasi yang tinggi, sehingga memerlukan peningkatan kecepatan metode penentuan arah pergerakan objek pada video dengan tetap mempertahankan nilai akurasi.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian yang dilakukan memiliki beberapa batasan permasalahan sebagai berikut:

1. *Video* masukan yang dianalisis menggunakan *dataset* aktivitas kerumunan dari University of Minnesota (UMN, 2006).
2. Jenis atau format video masukan adalah AVI (*Audio Video Interleave*).
3. Video masukan memiliki tingkat kerapatan 25-30 *frame per second* sesuai standard dari National Television System Committee (NTSC) dan Phase Alternating Line (PAL) (Wikipedia, 2017; Taylor, 2013).
4. Proses analisis tidak dilakukan secara *real time*.
5. Ciri dasar yang digunakan adalah *optical flow*.
6. Objek yang dianalisis dalam penelitian ini adalah objek manusia, karena terkait dengan *roadmap* penelitian di bidang kerusakan yang berkaitan dengan objek manusia.
7. Arah pergerakan dinormalisasi menjadi 12 arah yang mengikuti arah angka pada jam analog.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengembangkan model untuk menentukan arah pergerakan objek pada video kerumunan menggunakan ciri *optical flow* yang memiliki waktu komputasi yang lebih cepat dari metode sebelumnya dengan tetap mempertahankan nilai akurasinya. Untuk menghasilkan model dengan waktu komputasi yang lebih cepat, maka ciri *optical flow* diturunkan menjadi *Histogram of Oriented Optical Flow (HOOF)*, menghilangkan proses segmentasi dan deteksi objek, dan membagi frame menjadi grid dengan ukuran tertentu. Sedangkan untuk mempertahankan nilai akurasi yang tetap baik, penentuan arah pergerakan tidak hanya dilakukan dengan menganalisis HOOF pada satu frame tunggal saja, namun juga dilakukan pada beberapa *frame* sekaligus (*multi-frame*) dengan mengakumulasikan nilai HOOF.

Serangkaian pengujian juga dilakukan dalam penelitian ini untuk mengetahui tingkat keberhasilan (*success rate*), akurasi, presisi dan *recall* dari model penentuan arah pergerakan objek pada video.

Adapun manfaat penelitian yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Dapat dikembangkan untuk melakukan analisis pergerakan jemaah haji, analisis antrian, analisis kerumunan dan sebagainya.
2. Bermanfaat bagi penelitian deteksi kerusakan pada video.
3. Bermanfaat untuk pengembangan aplikasi pengamanan ruang publik seperti bandara, stasiun dan pusat perbelanjaan yang memberikan peringatan jika terdapat pengunjung dengan pergerakan tidak wajar.

1.5 Kontribusi Penelitian

Penentuan arah pergerakan objek pada video yang dilakukan sebelumnya memerlukan proses segmentasi dan deteksi objek terlebih dahulu sehingga memerlukan waktu komputasi yang cukup besar, terutama jika diterapkan pada video kerumunan. Pada penelitian ini dikembangkan model penentuan arah pergerakan objek pada video kerumunan tanpa melibatkan proses segmentasi dan deteksi objek, menggunakan ciri *optical flow* yang diturunkan menjadi HOOF,

membagi frame menjadi grid dengan ukuran tertentu, dan analisis akumulasi HOOOF untuk beberapa frame sekaligus (*multi-frame*). Penelitian ini menghasilkan model penentuan arah pergerakan objek pada video yang lebih cepat dibanding metode sebelumnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan penelitian ini disusun menjadi beberapa bab dengan sistematika sebagai berikut:

1. **Bab I Pendahuluan.** Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang pemilihan topik penelitian yaitu analisis arah pergerakan objek pada video serta kaitannya dengan peta jalan (*roadmap*) penelitian terkait dengan deteksi kerusakan pada video. Selain itu pada bagian ini juga dijelaskan mengenai rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta kontribusi penelitian.
2. **Bab II Tinjauan Pustaka.** Pada bab kedua dipaparkan mengenai berbagai penelitian terkait arah pergerakan objek pada video yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Melalui paparan dari bab ini diharapkan posisi penelitian yang penulis lakukan dan perbedaan dengan penelitian yang telah dilakukan menjadi lebih jelas.
3. **Bab III Landasan Teori.** Pada bagian ini dijelaskan mengenai teori-teori dasar terkait dengan topik penelitian yang dipilih. Secara umum, bab ini menjelaskan teori seperti dasar-dasar pengolahan citra digital, visi komputer, histogram citra, ekstraksi ciri pada citra hingga penjelasan terkait ciri *optical flow*.
4. **Bab IV Metode Penelitian.** Bagian keempat dari laporan penelitian ini menyajikan metode penelitian yang digunakan, termasuk langkah-langkah penelitian yang ditempuh serta model analisis arah pergerakan yang diusulkan. Pada bagian ini juga dijelaskan mengenai metode akuisisi data penelitian, dan rancangan pengujian serta validasi hasil pengujian yang telah dilakukan.
5. **Bab V Hasil dan Pembahasan.** Bagian ini memaparkan secara rinci

mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan, serta pembahasan dan analisis hasil penelitian.

6. **Bab VI Penutup.** Pada bagian ini dibahas mengenai kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta berbagai saran untuk pengembangan penelitian di masa mendatang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini dipaparkan mengenai penelitian-penelitian yang sudah dilakukan terkait dengan permasalahan yang ingin diselesaikan dalam penelitian ini. Tinjauan pustaka difokuskan pada riset-riset terkait analisis arah pergerakan objek pada *video*, terutama yang menggunakan ciri *optical flow* dan turunannya. Pada bab ini juga dipaparkan mengenai kelemahan-kelemahan riset sebelumnya dan permasalahan yang belum terselesaikan.

Dalam penelitian di bidang analisis *video*, arah pergerakan objek di dalam *video* merupakan hal yang penting. Arah pergerakan dapat digunakan untuk keperluan analisis pergerakan, pelacakan, deteksi dan pengenalan kejadian (*event detection and recognition*). Pada penelitian oleh Martínez dkk. (2012), arah pergerakan digunakan sebagai deskriptor untuk melakukan klasifikasi aktivitas manusia di dalam *video*. Arah pergerakan diperoleh dengan mengekstraksi ciri *optical flow* secara global untuk setiap *frame* pada *video*. Arah *optical flow* dikelompokkan menjadi 32 arah pergerakan. Penelitian menghasilkan deskriptor berdimensi 192 dan diuji menggunakan *dataset* Weizmann menghasilkan nilai akurasi sebesar 95%. Aktivitas diklasifikasikan menggunakan metode klasifikasi *Support Vector Machine* (SVM).

Sementara itu, pada penelitian lain *histogram* arah pergerakan (*histogram of motion direction*) digunakan sebagai deskriptor menganalisis perilaku dan kejadian di sebuah kerumunan (Dee dan Caplier, 2010). Pada penelitian tersebut, *histogram* arah pergerakan dijadikan indikator kecepatan pergerakan dan mendeteksi jenis kejadian pada *video*. Penelitian juga melakukan deteksi keberadaan pergerakan tidak normal pada *video*.

Penelitian terkait arah pergerakan juga dilakukan dalam penelitian oleh Smirg dkk. (2013). Penelitian tersebut mencoba mendeteksi arah dan kecepatan objek bergerak pada suatu *video*. Arah dan kecepatan objek dimanfaatkan untuk

mendeteksi pergerakan objek yang tidak wajar pada sebuah area yang memerlukan pengamanan tinggi, seperti area pembangkit listrik tenaga nuklir dan ruang penyimpanan barang-barang berbahaya. Pergerakan objek tidak wajar yang berhasil dideteksi antara lain pergerakan yang berlawanan arah dengan objek lainnya, pergerakan yang terlalu cepat, dan pergerakan yang menghalangi objek lainnya.

Deskriptor pergerakan yang didasarkan pada histogram arah pergerakan juga diusulkan dalam penelitian oleh Lertniphonphan dkk. (2011). Arah pergerakan diperoleh menggunakan ciri *optical flow* yang diekstraksi secara lokal pada siluet dari objek yang telah disegmentasi sebelumnya. Pada penelitian ini, histogram arah digunakan untuk mengidentifikasi 10 jenis pergerakan sederhana pada manusia. Metode pengelompokan yang digunakan adalah K-mean dan metode klasifikasi yang digunakan adalah KNN.

Penentuan arah pergerakan objek pada video dapat dilakukan dengan berbagai metode dan ciri. *Optical flow* merupakan salah satu ciri yang cukup potensial karena berbentuk vektor yang dapat ditentukan arah dan jaraknya. Menurut Rao dkk. (2013), arah pergerakan objek dapat ditentukan menggunakan ciri *optical flow* dengan tiga alternatif penerapan, yaitu *centroid optical flow*, *geometric moment*, *direction flow pattern*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga alternatif tersebut dapat digunakan. Sementara itu, penelitian lainnya melakukan proses deteksi arah dan kecepatan dari objek bergerak di dalam *video* (Smirg dkk., 2013). Selain menggunakan *optical flow*, penelitian juga menerapkan metode *mixture of gaussian* (MOG). Hasil penelitian menunjukkan bahwa arah dan kecepatan objek dapat diketahui dengan baik. Namun demikian, pada penelitian tersebut baru diujicobakan pada video dengan jumlah objek yang sedikit dan tidak dirancang untuk situasi yang ramai. Selain itu, video yang digunakan hanya memiliki kerapatan 3 *frame* per detik.

Pada penelitian oleh Benabbas dkk. (2011b), ciri *optical flow* diekstraksi secara global dari setiap *frame* video menggunakan metode Kanade-Lukas-Tomasi (Lucas dan Kanade, 1981; Tomasi, 1991). Ciri *optical flow*

dikelompokkan menjadi blok dengan ukuran tertentu dan setiap blok dinormalisasi menggunakan *directional map* dan distribusi von Mises. Arah pergerakan digunakan untuk mendeteksi kejadian seperti berjalan, berlari, pergerakan normal, evakuasi, berpisah, berkumpul dan menyebar. Sedangkan pada penelitian Benabbas lainnya, arah pergerakan digunakan untuk pengenalan perilaku manusia pada video (Benabbas dkk., 2011a).

Tabel 2.1 menyajikan berbagai penelitian terkait penentuan arah pergerakan objek pada video selama 10 tahun terakhir.

Tabel 2.1 Penelitian terkait arah pergerakan objek pada video

NO	PAPER	CIRI/METODE	DISTRIBUSI ARAH	KETERANGAN
1	(Singh dkk., 2008)	Ciri vektor berbasis arah	8 arah	Vektor arah diekstraksi dari kontur siluet objek, ciri digunakan untuk mengenali jenis pergerakan objek.
2	(Dee dan Caplier, 2010)	HOG	8 arah	Analisis perilaku kerumunan menggunakan <i>Histogram of Motion Direction</i> (HMD)
3	(Perš dkk., 2010)	<i>Optical flow</i> , HOF	8 arah	<i>Histogram of Optical flow</i> digunakan untuk merepresentasikan pergerakan tubuh manusia.
4	(Benabbas dkk., 2011b, 2011a)	<i>Optical flow</i> , distribusi von Mises dan K-means	Arah circular	Ekstraksi pola pergerakan digunakan untuk melakukan pengenalan perilaku objek pada video
5	(Lertniphonphan dkk., 2011)	<i>Optical flow</i> , HOOF	8 arah	Perhitungan arah objek dilakukan pada siluet objek, objek dibagi menjadi 8 area (<i>region</i>)
6	(Cui dkk., 2011)	<i>Optical flow</i> , HOOF	12 arah	Histogram dari arah digunakan untuk mengsegmentasi kerumunan (<i>crowded</i>) objek pada

Tabel 2.1 (Lanjutan)

NO	PAPER	CIRI/METODE	DISTRIBUSI ARAH	KETERANGAN
				video.
7	(Martínez dkk., 2012)	<i>Optical flow</i> , HOOF	32 arah	Arah pergerakan digunakan sebagai deskriptor untuk mengklasifikasikan pola pergerakan
8	(Smirg dkk., 2013)	<i>Optical flow</i> dan <i>Mixture of Gaussian</i> (MoG)	Sesuai arah <i>optical flow</i>	Data video masukan dengan 3 fps, belum diujicoba untuk video masukan dengan kerapatan <i>frame</i> tinggi.
9	(Khan, 2013)	Tepi objek dan KLT tracker	Sesuai arah <i>optical flow</i>	Objek disegmentasi berdasarkan ciri tepi objek dan metode penelusuran KLT, arah pergerakan ditentukan dengan metode <i>optical flow</i>
10	(Rao dkk., 2013)	<i>Optical flow</i> , Kalman filter	8 arah	Arah objek dapat dideteksi dengan metode yang diusulkan.
11	(Kundu dkk., 2014)	Pusat gravitasi dari <i>skeleton</i>	2 arah, kanan dan kiri	Penelitian mengusulkan algoritme untuk melakukan penelusuran arah pergerakan manusia berdasarkan <i>skeleton</i> .
12	(Colque dkk., 2015)	<i>Optical flow</i> , <i>Simple Nearest Neighbor Search</i>	4 arah	Deskriptor HOFM diimplementasikan untuk mendeteksi kejadian tidak wajar pada video.
13	(Solichin dkk., 2015)	<i>Optical flow</i> , <i>Grid-based HOOF</i>	12 arah	HOOF yang diekstraksi secara lokal pada grid dengan ukuran tertentu digunakan untuk menentukan arah pergerakan pada <i>grid</i> tersebut.

Berdasarkan hasil studi pustaka yang disajikan pada Tabel 2.1, terdapat berbagai macam ciri dan metode yang digunakan untuk menentukan arah pergerakan objek di dalam video. Sebanyak 77% peneliti menggunakan ciri *optical flow* untuk mendapatkan arah pergerakan objek, karena *optical flow* memiliki beberapa kelebihan. Salah satu kelebihan penggunaan ciri *optical flow* adalah analisis dapat dilakukan langsung pada piksel-piksel dari *frame* yang berurutan, sehingga tidak memerlukan proses deteksi terlebih dahulu. Namun demikian beberapa peneliti juga mencoba melakukan deteksi objek terlebih dahulu sebelum mengekstraksi ciri *optical flow*. Fleksibilitas dan kemudahan dalam proses ekstraksi dan analisis tersebut menjadikan ciri *optical flow* menjadi populer terutama untuk menganalisis pergerakan pada video.

Hal tersebut juga sejalan dengan hasil penelitian oleh Li dkk. (2015), yang menjelaskan secara rinci mengenai berbagai penelitian terkait analisis kerumunan pada video. Ciri *optical flow* dapat diekstraksi secara langsung untuk setiap piksel dari dua *frame* yang berturutan atau diamati (Brox dkk., 2004). *Optical flow* juga dapat diekstraksi secara global untuk keseluruhan *frame* dan secara lokal pada area tertentu.

Ciri *optical flow* dapat diekstraksi menggunakan berbagai metode. Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, sehingga perlu dilakukan pemilihan metode yang tepat untuk proses analisis arah pergerakan pada video. Tabel 2.2 menyajikan beberapa metode ekstraksi ciri *optical flow* yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti.

Untuk menentukan metode *optical flow* yang paling baik sangatlah sulit karena performa *optical flow* sangat bergantung pada jenis dan format datanya (Baker dkk., 2011). Namun demikian, Baker dkk. menyatakan bahwa metode Classic yang dikembangkan oleh Sun dkk. (2010) merupakan metode terbaik, setidaknya hingga bulan Juni 2010. Metode tersebut merupakan pengembangan dari metode klasik Horn-Schunck (Horn dan Schunck, 1981b).

Tabel 2.2 Metode ekstraksi ciri *optical flow*

NO	METODE	PENJELASAN	REFERENSI
1	Horn and Schunck	Metode global yang mengekstraksi ciri <i>optical flow</i> pada keseluruhan <i>frame</i> .	(Horn dan Schunck, 1981b)
2	Lucas and Kanade	Metode lokal yang mengekstraksi ciri <i>optical flow</i> pada area tertentu dengan memanfaatkan ketetanggaan piksel	(Lucas dan Kanade, 1981)
3	Combine LK + HS	Metode perhitungan <i>optical flow</i> dengan menggabungkan metode Lucas-Kanade dan Horn-Schunck	(Bruhn dkk., 2005)
4	Compensated HS	Metode perhitungan <i>optical flow</i> berdasarkan deteksi tepi Harris	(Ziyun dan Wei, 2010)
5	Region-based Horn-Schunck	Metode perhitungan <i>optical flow</i> dengan melakukan segmentasi citra terlebih dahulu, sehingga prosesnya menjadi lebih cepat. Namun demikian proses segmentasi tentu membutuhkan waktu komputasi tersendiri.	(Omer, 2012)
6	Color Image Optical Flow	Metode perhitungan nilai <i>optical flow</i> dalam ruang warna RGB	(Wei dkk., 2013)

Dari berbagai metode untuk mengestimasi nilai *optical flow*, metode Horn-Schunck dan Lucas-Kanade merupakan metoda klasik yang paling populer. Menurut McCarthy dan Barnes (2004), secara performanya, metode yang paling baik adalah Lucas-Kanade, walaupun pada kondisi tertentu metode yang lain lebih unggul. Senada dengan hal tersebut, Barron dkk. (1994) juga menyatakan bahwa metode Lucas-Kanade merupakan metode yang paling sederhana dan mudah diterapkan.

Pada penerapan metode Lucas-Kanade (Lucas dan Kanade, 1981), *optical flow* dapat diekstraksi pada area tertentu dari *frame*. Pemilihan area dari *frame*

pertama dan *frame* kedua perlu dilakukan dengan benar (Khan, 2013). Oleh karena itu, penerapan metode ini memerlukan tahap penelusuran objek terlebih dahulu. Metode seleksi dan penelusuran objek antar *frame* yang cukup banyak digunakan adalah algoritme SIFT (Lowe, 1999) dan SURF (Bay dkk., 2006). Namun menurut Khan (2013), kedua metode tersebut memerlukan komputasi yang besar.

Pada penelitian ini, diusulkan model pengenalan arah pergerakan pada video tanpa perlu melakukan proses segmentasi dan penelusuran objek. Dengan demikian metode Lucas-Kanade tidak tepat untuk digunakan. Dengan menghilangkan proses segmentasi dan penelusuran objek, proses penentuan arah pergerakan pada video diduga dapat lebih cepat, namun tetap memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan metode klasik Horn-Schunck (Horn dan Schunck, 1981b) untuk mengekstraksi ciri *optical flow*. Kelebihan dari metode Horn-Schunck adalah proses ekstraksi yang relatif lebih cepat dan tidak terlalu rumit karena dilakukan secara global pada keseluruhan *frame*. Metode juga tidak memerlukan proses segmentasi atau seleksi objek terlebih dahulu. Namun demikian, metode ini memiliki kekurangan yaitu hasil ekstraksi yang sangat dipengaruhi oleh keberadaan derau (*noise*). Keberadaan derau (*noise*) dapat ditangani dengan menerapkan *threshold* seperti sudah dilakukan pada penelitian Cui dkk. (2011) yang mengekstraksi ciri *optical flow* secara global.

Selain menggunakan *threshold*, keberadaan derau dapat dikurangi dengan melokalisir perhitungan ciri *optical flow* seperti dilakukan pada penelitian Solichin dkk. (2015). *Frame* dibagi menjadi area yang lebih kecil dalam bentuk *grid* dengan ukuran tertentu. Hasilnya keberadaan derau yang diakibatkan oleh faktor perubahan pencahayaan dapat diatasi dengan cukup baik.

Ciri *optical flow* pada umumnya direpresentasikan dalam bentuk bilangan kompleks yang terdiri dari komponen arah secara horisontal (*u*) dan vertikal (*v*). Arah *optical flow* dapat diperoleh dengan invers tangen dari pembagian komponen vertikal (*v*) dan horisontal (*u*) seperti tampak pada Persamaan 4.6.

Untuk mempermudah proses penentuan arah pergerakan, banyak peneliti yang menurunkan ciri *optical flow* menjadi ciri histogram dari arah *optical flow*. Variasi arah *optical flow* disederhanakan menjadi sejumlah arah yang lebih sedikit. Beberapa peneliti mengelompokkan arah *optical flow* menjadi 4 arah (Chaudhry dkk., 2009), 8 arah (Lertniphonphan dkk., 2011; Perš dkk., 2010), 9 arah (Wang dan Snoussi, 2013, 2014), 12 arah (Cui dkk., 2011; Solichin dkk., 2015) dan bahkan 32 arah (Martínez dkk., 2012). Pada penelitian ini, digunakan 12 arah pergerakan sesuai arah jarum jam analog.

Beberapa peneliti menggunakan istilah yang berbeda-beda untuk menyatakan histogram dari arah *optical flow*. Tabel 2.3 menyajikan beberapa istilah yang diusulkan dalam berbagai penelitian. Namun demikian, dalam penelitian ini digunakan istilah *Histogram of Oriented Optical Flow* (HOOF) seperti diusulkan dalam (Chaudhry dkk., 2009; Bandara dkk., 2016).

Tabel 2.3 Penelitian terkait *Histogram of Oriented Optical Flow*

NO	PENELITI	ISTILAH	TUJUAN PENELITIAN
1	(Chaudhry dkk., 2009)	<i>Histogram of oriented optical flow</i> (HOOF)	Pengenalan aksi / perilaku manusia
2	(Lertniphonphan dkk., 2011)	<i>Histogram of optical flow</i> (HOF)	Pengenalan aksi / perilaku manusia
3	(Tenbrinck dkk., 2013)	<i>Histogram-based optical flow</i>	Estimasi pergerakan untuk data ultrasound pada lingkungan medis
4	(Wang dan Snoussi, 2013)	<i>Histogram of the orientation of optical flow</i> (HOFs)	Mendeteksi pergerakan tidak normal pada video
5	(Colque dkk., 2015)	<i>Histogram of optical flow orientation and magnitude</i> (HOFM)	Mendeteksi kejadian tidak wajar pada video
6	(Bandara dkk., 2016)	<i>Histogram of oriented optical flow</i> (HOOF)	Melakukan pengelompokan (klasterisasi) objek pada video berdasarkan arah pergerakan.

Secara garis besar, perbedaan antara penelitian yang dilakukan dengan penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Sebagian besar penelitian sebelumnya memerlukan proses segmentasi, deteksi atau pelacakan untuk menentukan arah pergerakan (Dee dan Caplier, 2010; Benabbas dkk., 2011a; Bandara dkk., 2016; Smirg dkk., 2013), sedangkan pada penelitian ini tidak memerlukan proses segmentasi, deteksi dan pelacakan.
2. Penelitian sebelumnya menggunakan metode ekstraksi ciri *optical flow* Lucas-Kanade dan turunannya, namun pada penelitian ini digunakan metode Horn-Schunck yang mengekstraksi ciri secara global.
3. Pada penelitian sebelumnya ekstraksi ciri HOOF dilakukan pada keseluruhan *frame*, namun pada penelitian ini ekstraksi ciri HOOF dilakukan untuk setiap grid yang berukuran $N \times N$.
4. Pada penelitian sebelumnya, proses analisis hanya dilakukan pada satu *frame* saja, sedangkan pada penelitian ini analisis arah pergerakan dilakukan untuk *frame* banyak (*multiple-frame*) dengan jumlah dan jeda (interval) tertentu.
5. Pada penelitian oleh Smirg dkk. (2013) menggunakan *dataset* berupa video dengan kerapatan yang rendah yaitu hanya 3 frame per detik, sedangkan pada penelitian ini menggunakan *dataset* video dengan kerapatan yang standar, yaitu 30 *frame* per detik.

BAB III

LANDASAN TEORI

Pada bagian ini dijelaskan mengenai berbagai teori, pengertian dan penjelasan tentang suatu istilah atau topik terkait penelitian. Bagian ini menjadi dasar pemikiran dalam menyusun langkah-langkah penelitian.

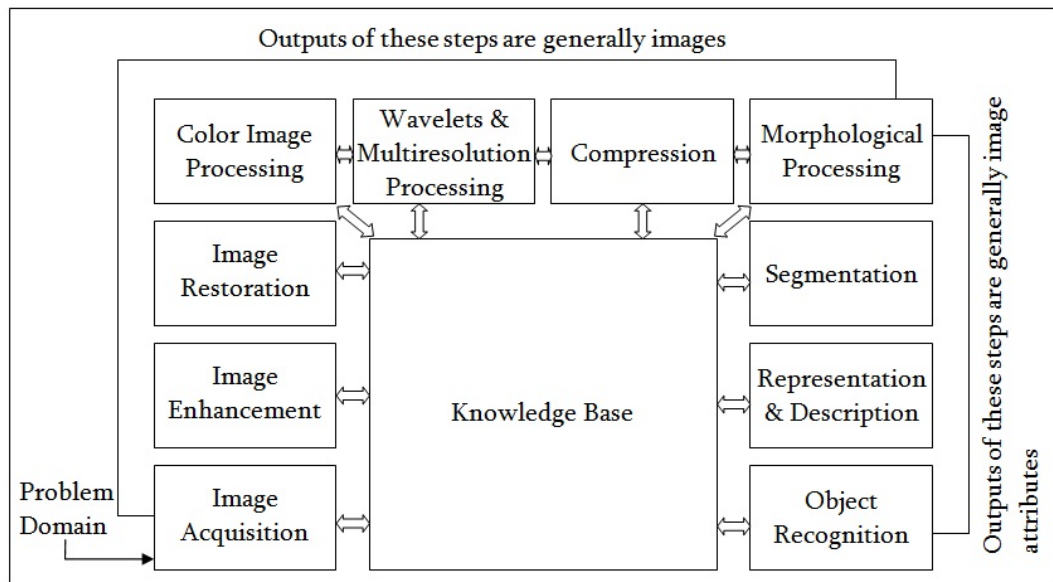
3.1 Pengolahan Citra Digital

Menurut Gonzalez dan Woods (2007), citra didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi dari $f(x, y)$. Nilai x dan y merupakan koordinat ruang, dan amplitudo dari f pada setiap titik (x, y) yang mana disebut intensitas atau derajat keabuan (*gray level*) dari citra pada titik tersebut. Jika nilai x , y dan f bersifat terbatas dan diskret, maka citra disebut sebagai citra digital. Dengan kata lain, citra digital merupakan kumpulan dari elemen-elemen yang menempati ruang tertentu dan memiliki nilai intensitas atau derajat keabuan tertentu. Elemen tersebut sering diistilahkan sebagai *picture element* atau disingkat *pixel*.

Sementara itu, pengolahan citra digital merupakan pengolahan citra digital menggunakan perangkat komputer untuk tujuan tertentu. Pengolahan citra digital tidak hanya melibatkan sebuah proses tunggal, namun dapat terdiri dari berbagai macam proses. Gambar 3.1 merupakan beberapa proses dasar dalam pengolahan citra digital. *Image acquisition* atau akuisisi citra merupakan proses awal dari rangkaian proses pengolahan citra digital. Tujuan dari proses ini adalah menangkap dan membentuk citra digital sesuai dengan format yang diinginkan.

Citra digital dapat diperoleh melalui proses digitalisasi dengan bantuan berbagai perangkat, antara lain kamera digital, pemindai (*scanner*) atau *CT Scanner* seperti yang digunakan di bidang kedokteran. Citra digital juga dapat diperoleh melalui proses pemecahan video yang berasal dari perangkat perekam video seperti *handycam*, *webcam*, kamera CCTV dan sebagainya. Namun demikian, tahap akuisisi citra pada sistem pengolahan citra digital tidak selalu membutuhkan perangkat masukan tersebut. Ada kalanya citra yang diolah sudah

dalam bentuk digital. Proses akuisisi tetap dilakukan melalui proses mengubah citra ke dalam format dan ukuran yang diinginkan, misalnya melakukan standardisasi ukuran citra ke dalam ukuran 500 x 500 piksel.



Gambar 3.1 Proses dasar pengolahan citra digital (Gonzalez dan Woods, 2007)

Image enhancement atau peningkatan kualitas citra merupakan proses yang cukup penting dalam pengolahan citra digital. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra digital sehingga akan mempermudah proses pengolahan citra selanjutnya. Beberapa jenis peningkatan kualitas citra yang sering dilakukan antara lain proses meningkatkan tingkat kecerahan, meningkatkan tingkat kontras citra, dan sebagainya. Jenis proses yang dilakukan tentunya sangat bergantung pada tujuan pengolahan citra digital secara keseluruhan.

Image restoration atau restorasi citra merupakan proses peningkatan kualitas citra seperti halnya *image enhancement*. Perbedaan keduanya adalah pada *image enhancement*, proses peningkatan kualitas citra bersifat subyektif, sedangkan *image restoration* bersifat objektif. Peningkatan kualitas citra didasarkan pada operasi statistik dan matematis tertentu terhadap citra. Salah satu

proses penting dalam hal restorasi citra adalah operasi penghilangan derau atau noise baik pada kawasan spasial maupun frekuensi. Beberapa teknik penghilangan derau pada ranah spasial antara lain menggunakan filter lolos-rendah (*low-pass filter*), filter lolos-tinggi (*high-pass filter*) dan filter rerata aritmetik (*arithmetic mean filter*). Sedangkan contoh filter pada kawasan frekuensi antara lain filter inversi dan filter Wiener.

Warna citra merupakan bagian penting dalam proses pengolahan citra digital. Warna merupakan ciri handal yang dapat digunakan dalam identifikasi objek di dalam citra. Selain itu, secara visual manusia dapat melihat lebih banyak kesan pada ruang warna dibanding pada ruang abu-abu (*gray*). Ruang warna atau model warna merupakan suatu bentuk standar yang menggambarkan spesifikasi warna pada citra digital. Saat ini dikenal berbagai model warna, antara lain model warna RGB yang membagi warna ke dalam 3 (tiga) komponen warna merah (*Red*), hijau (*Green*) dan biru (*Blue*). Model warna RGB merupakan model warna yang paling banyak digunakan dalam proses pengolahan citra digital. Selain itu, dikenal juga model warna seperti CMY (*cyan, magenta, yellow*), CMYK (*cyan, magenta, yellow, black*) dan HSI (*hue, saturation, intensity*).

Wavelets merupakan dasar dari proses pengolahan citra yang memiliki resolusi beragam. Salah satu pemanfaatan konsep *wavelets* adalah dalam kompresi citra (*image compression*). Kompresi citra adalah teknik yang dilakukan untuk memperkecil ukuran citra dengan tetap mempertahankan kualitas citra sesuai kebutuhan. Salah satu format citra terkompresi yang sudah menjadi standar adalah format citra JPEG (*Joint Photographic Experts Group*).

Segmentasi citra merupakan proses penting dalam pengolahan citra digital yang bertujuan untuk memisahkan objek yang akan diamati dengan objek lain yang tidak terlalu penting. Segmentasi yang lebih akurat akan meningkatkan tingkat keberhasilan proses deteksi dan pengenalan objek. Namun demikian, proses segmentasi citra merupakan proses yang paling sulit dalam pengolahan citra digital, terutama pada segmentasi otomatis. Operasi morfologi merupakan salah satu proses yang dapat digunakan untuk mempermudah segmentasi citra, antara lain dengan melakukan penebalan objek di dalam citra serta pencarian

rangka (*skeleton*) dari objek.

Secara umum tujuan proses pengolahan citra digital dapat dibagi menjadi beberapa tingkatan yaitu untuk melakukan deteksi, klasifikasi dan identifikasi atau pengenalan objek di dalam citra. Pada tahapan deteksi objek, kesimpulan yang diperoleh terdiri dari dua bagian yaitu ADA atau TIDAK ADA. Pada proses klasifikasi, objek di dalam citra dikelompokkan menjadi beberapa kelompok sesuai dengan kesamaan ciri dari objek-objek tersebut. Contoh aplikasinya adalah proses klasifikasi kendaraan dari hasil pengambilan citra lalu lintas. Tahapan selanjutnya adalah proses identifikasi atau pengenalan objek yang merupakan tahapan paling sulit dilakukan. Proses identifikasi tidak hanya melakukan pengelompokan objek, namun harus dapat mengenali objek sebagai satu individu tertentu. Contohnya dalam identifikasi pejalan kaki, jika terdapat pejalan kaki sistem harus dapat mengidentifikasi siapa pejalan kaki tersebut.

Menurut Kadir dan Susanto (2013), secara umum citra digital dapat dibagi menjadi 3 (tiga) jenis yaitu citra berwarna, citra berskala keabuan (*grayscale*) dan citra biner. Citra berwarna merupakan jenis citra yang menyajikan warna dalam ruang warna tertentu, seperti RGB (*Red Green Blue*), CMYK (*Cyan Magenta Yellow Key*), HSI (*Hue Saturation Intensity*) dan YIQ. Dari berbagai ruang warna tersebut, RGB merupakan ruang warna yang sering digunakan dalam pengolahan citra digital. Pada citra berwarna RGB, setiap titik diwakili oleh 3 (tiga) komponen warna R (merah), G (hijau) dan B (biru), yang masing-masing memiliki jangkauan nilai 0 hingga 255. Dengan demikian, dalam ruang warna RGB terdapat $256 \times 256 \times 256$ atau 16.777.216 kombinasi warna.

Citra berskala keabuan (citra *grayscale*) merupakan citra yang hanya memiliki satu kanal warna dalam rentang hitam hingga putih. Setiap titik pada citra keabuan memiliki intensitas yang bernilai antara 0 hingga 255. Nilai intensitas 0 menyatakan warna hitam dan 255 menyatakan warna putih. Sementara itu, pada citra biner hanya terdapat dua macam warna yaitu hitam dan putih, sehingga citra biner sering disebut sebagai citra hitam-putih. Untuk mendapatkan citra hitam-putih dari citra keabuan biasanya digunakan nilai ambang (*threshold*).

3.2 Video

Video secara sederhana dapat diartikan sebagai gambar bergerak. Dalam kehidupan sehari-hari, keberadaan video atau gambar bergerak sering ditemui dalam bentuk film, iklan dan acara di televisi. Secara teknis, video pada dasarnya terdiri dari puluhan, ratusan hingga jutaan gambar statis yang dirangkai dan ditampilkan bergantian sehingga seolah-olah terbentuk sebuah gerakan. Masing-masing gambar statis tersebut disebut *frame*.

Kata video berasal dari bahasa latin *video-vidi-visum* yang berarti melihat (mempunyai daya penglihatan) atau dapat melihat. Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) mengartikan kata video sebagai (1) bagian yang memancarkan gambar pada pesawat televisi dan (2) rekaman gambar hidup atau program televisi untuk ditayangkan lewat pesawat televisi (KBBI, 2016). Pengertian tersebut masih terlalu sempit untuk menggambarkan arti sebenarnya dari sebuah video. Sementara itu, Prof. Dr. Azhar Arsyad, MA memiliki pengertian yang lebih luas mengenai video. Beliau menyatakan bahwa video merupakan gambar-gambar dalam *frame*, di mana *frame* demi *frame* diproyeksikan melalui lensa proyektor secara mekanis sehingga pada layar terlihat gambar hidup (Arsyad, 2013).

Dilihat dari proses pembuatannya, video dapat dikelompokkan menjadi video analog dan video digital. Video analog merupakan video yang dihasilkan dalam industri pertelevisian. Saat ini format video analog masih menjadi standar dalam siaran televisi. Sementara itu, video digital merupakan video yang dihasilkan melalui teknologi komputer. Video digital dapat diartikan sebagai berkas komputer yang digunakan untuk menyimpan kumpulan berkas digital seperti video, *audio*, *metadata*, informasi, pembagian *chapter* dan judul sekaligus, yang dapat dimainkan atau digunakan melalui perangkat lunak tertentu pada komputer (Chandra, 2003).

Salah satu kelebihan dari bentuk video digital adalah ukuran *file*-nya yang relatif lebih kecil dibanding video analog. Setiap komponen dalam video digital dapat dimampatkan (kompresi) dengan menggunakan algoritme tertentu. Berdasarkan teknik kompresi yang digunakan, saat ini dikenal beberapa format

video digital (Lubis, 2013), antara lain:

1. AVI (*Audio Video Interleave*). Format AVI merupakan format video yang dibuat oleh Microsoft. Sebagian besar alat perekam video, baik analog maupun digital, menjadikan format ini sebagai format standar dalam perekaman video. Format AVI memiliki berbagai pilihan metode *compressor-decompressor (codec)* seperti Cinepak, Indeo, Microsoft Video, dan Clear Video. Perbedaan codec yang digunakan dapat mengakibatkan suatu video tidak dapat dijalankan pada komputer yang belum terpasang codec yang sesuai.
2. MPEG (*Motion Picture Expert Group*). MPEG merupakan format file video terkompresi *lossy* yang biasanya digunakan untuk format VCD dengan *audio* berformat MP3. Berdasarkan keperluan dan spesifikasinya, MPEG dibagi menjadi beberapa jenis yaitu MPEG-1, MPEG-2, MPEG-3 dan MPEG-4. Jenis MPEG-4 digunakan untuk keperluan *streaming*, distribusi melalui media CD, *video call* dan siaran televisi.
3. RMVB (*Real Media Variable Bitrate*). RMVB merupakan bentuk video digital yang dikeluarkan oleh Real Networks, Inc yang memiliki kecepatan bit variabel perpanjangan dari multimedia container Real Media format. Sebelum kemunculan Youtube, RMVB merupakan format video yang banyak digunakan karena memiliki kelebihan secara ukuran file yang lebih kecil namun kualitas lebih baik dibanding format AVI.
4. MKV (*Matroska Video*). Format video ini pertama kali dikenalkan pada tahun 2002 oleh pengembang bernama Lasse Kärkkäinen. Format MKV merupakan salah satu format video yang berlisensi terbuka (*open source*). Pada tahun 2010, format video ini dikembangkan menjadi format multimedia WebM.
5. WMV (*Windows Media Video*). WMV merupakan format file video terkompresi yang dikembangkan oleh Microsoft. WMV pada awalnya dirancang untuk keperluan *streaming* yang menyaingi format RMVB dari RealVideo. Video berformat WMV dapat dijalankan menggunakan berbagai

perangkat lunak multimedia seperti Windows Media Player, MPlayer, VLC *media player* dan Media Player Classic.

6. FLV (*Flash Video*). Jenis format FLV merupakan format *flash movie* yang secara khusus digunakan di internet. FLV menjadi format standar yang digunakan oleh situs penyedia video seperti Youtube dan Yahoo!Video. Kelebihan dari format ini adalah ukuran file yang jauh lebih kecil dibanding format MPEG dan AVI, namun memiliki kualitas dan resolusi yang lebih rendah.

3.3 *Computer Vision*

Computer vision atau visi komputer merupakan serangkaian metode untuk menangkap, mengolah, menganalisis dan memahami citra-citra secara digital yang diperoleh dari suatu alat perekam seperti kamera. Pada dasarnya *computer vision* berusaha meniru bagaimana manusia menangkap, mengolah, menganalisis dan memahami lingkungannya. Hal tersebut tentu bukanlah hal yang mudah untuk dilakukan, diperlukan penelitian bertahun-tahun dan terus berlangsung hingga saat ini.

Saat ini berbagai manfaat dari keberadaan *computer vision*, dapat dilihat di berbagai bidang seperti industri, transportasi, navigasi, keamanan dan robotika. Di bidang industri, *computer vision* digunakan antara lain untuk melakukan otomasi proses tertentu misalnya pengisian minuman pada industri minuman dalam kemasan. Contoh aplikasi di bidang transportasi antara lain pengaturan lampu lalu lintas di perempatan secara adaptif berdasarkan tingkat kepadatan suatu jalur. Sementara itu di bidang keamanan, penggunaan kamera pintar untuk merekam dan memberikan alarm jika terjadi hal-hal tertentu di suatu tempat sangat membantu petugas keamanan dalam melakukan pengamanan.

Secara umum, sistem *computer vision* terdiri dari 3 (tiga) bagian utama yaitu:

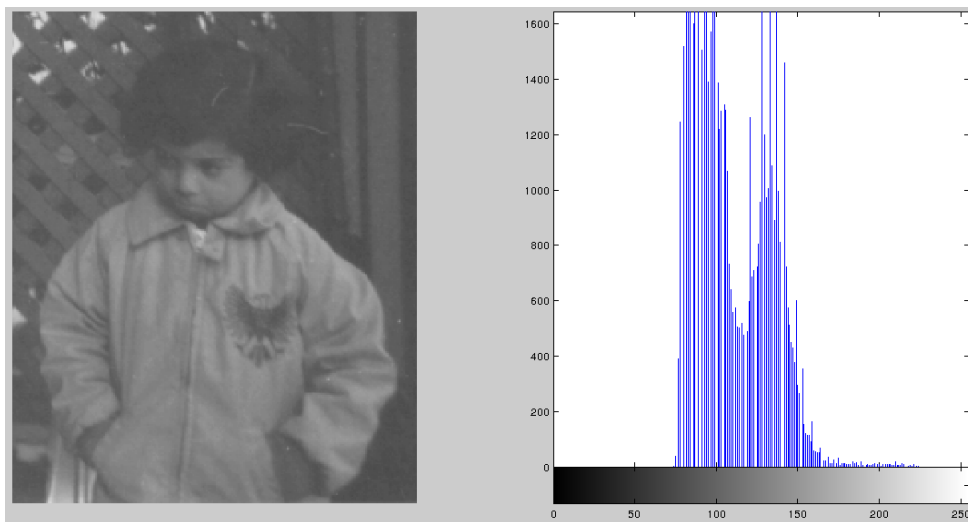
1. Kamera yang berperan sebagai “mata” untuk menangkap kondisi lingkungan dan mengubahnya ke dalam bentuk citra digital.

2. Komputer yang berperan sebagai “otak” untuk memproses, mengolah, menganalisis dan menentukan tindakan tertentu yang harus dilakukan oleh sistem. Pada sistem tertentu, keberadaan komputer dapat digantikan dengan suatu sistem tertanam (*embedded system*) di dalam perangkat kamera.
3. Penghubung kamera dan komputer sebagai media komunikasi antara kamera dan komputer.

Computer vision merupakan bidang yang bergantung dengan bidang ilmu yang lainnya. Bidang ilmu tersebut antara lain bidang kecerdasan tiruan (*artificial intelligence*), *machine learning*, *cognitive science*, algoritme dan matematika, pengolahan citra (*image processing*) dan komputer grafik.

3.4 Histogram Citra

Histogram citra merupakan diagram yang menggambarkan frekuensi setiap nilai intensitas yang muncul di seluruh pixel citra. Nilai histogram yang besar menunjukkan bahwa nilai intensitas tersebut juga besar.



Gambar 3.2 Contoh citra dan histogramnya (Kadir dan Susanto, 2013)

Operasi histogram dilakukan terhadap citra abu-abu (*grayscale*), sehingga citra berwarna harus diubah kedalam citra abu-abu terlebih dahulu. Citra abu-abu

memiliki derajat keabuan dari nilai 0 hingga 255. Misalkan nilai histogram pada derajat keabuan 10 bernilai 100, artinya pada citra tersebut terdapat intensitas atau derajat keabuan 10 berjumlah 100 buah. Gambar 3.2 menampilkan citra dan nilai histogram dari citra.

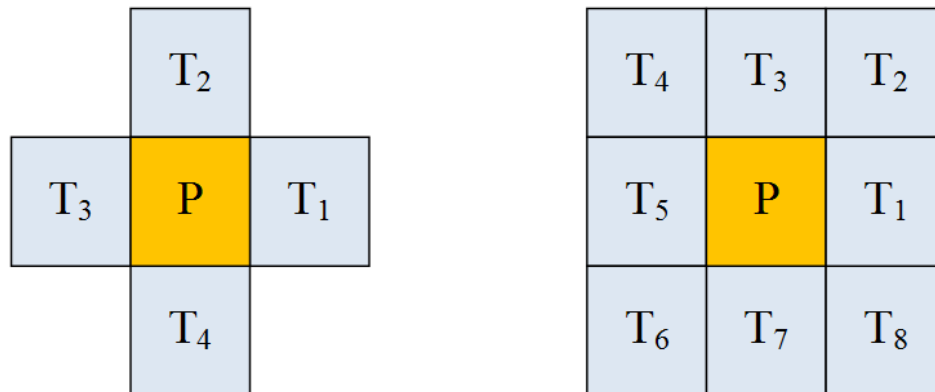
Pada pengolahan citra digital, histogram banyak digunakan untuk berbagai keperluan, antara lain (Kadir dan Susanto, 2013):

1. Untuk mengamati penyebaran intensitas warna dan dapat digunakan untuk pengambilan keputusan.
2. Untuk penentuan batas-batas dalam pemisahan objek dari latar belakangnya.
3. Untuk memberikan persentase komposisi warna dan tekstur intensitas untuk kepentingan deteksi dan identifikasi citra.
4. Untuk membandingkan citra satu dengan citra yang lainnya dalam proses pengenalan pola.

3.5 Operasi Ketetanggaan Piksel

Operasi ketetanggaan piksel merupakan operasi pengolahan citra untuk mendapatkan nilai suatu piksel yang melibatkan nilai piksel-piksel tetangganya (Kadir dan Susanto, 2013). Operasi ketetanggaan piksel muncul dengan asumsi bahwa setiap titik pada citra memiliki hubungan yang kuat dengan titik-titik di sekitarnya. Manfaat operasi ketetanggaan piksel antara lain untuk menghilangkan derau pada citra dan untuk menghaluskan (*smoothing*) citra.

Pada pengolahan citra digital, terdapat 2 (dua) jenis ketetanggaan yang sering digunakan, yaitu 4-ketetanggaan dan 8-ketetanggaan. Gambar 3.3 menyajikan perbedaan dari dua jenis ketetanggaan tersebut. Pada 4-ketetanggaan, T_1 , T_2 , T_3 , dan T_4 merupakan tetangga terdekat piksel P. Pada 8-ketetanggaan, terdapat 8 piksel yang menjadi tetangga piksel P yaitu T_1 , T_2 , T_3 , T_4 , T_5 , T_6 , T_7 dan T_8 .



Gambar 3.3 Jenis ketetanggaan piksel pada citra (Kadir dan Susanto, 2013)

Secara umum, dalam operasi ketetanggaan piksel, nilai piksel P dapat diperoleh dengan 3 (tiga) metode, yaitu *filter* batas, filter pererataan (mean) dan *filter* nilai tengah (median). Pada metode *filter* batas, nilai piksel P yang baru diperoleh dengan kondisi jika nilai asal lebih kecil dari nilai terkecil piksel-piksel tetangga, maka nilai piksel P diganti dengan nilai terkecil tersebut. Sebaliknya, jika nilai piksel P lebih besar dari nilai terbesar piksel-piksel tetangga, maka nilai piksel P akan diganti dengan nilai terbesar tersebut. Jika nilai piksel awal P berada diantara nilai terkecil dan terbesar piksel-piksel tetangganya, maka nilainya tidak berubah.

Pada *filter* pererataan (*mean*), nilai piksel P diperoleh dengan mencari nilai rata-rata dari piksel-piksel tetangganya. *Filter* pererataan pada umumnya tidak terlalu baik dalam proses penghilangan derau, namun cukup baik digunakan dalam proses penghalusan citra.

Jika menggunakan metode *filter* nilai tengah (*median*), piksel P diperoleh dengan mencari nilai tengah dari piksel-piksel tetangganya. Nilai tengah atau median merupakan nilai yang berada di posisi tengah setelah data diurutkan. Dengan *filter* nilai tengah (*median*), derau dapat dihilangkan dengan baik. Kelemahannya adalah memerlukan proses pengurutan data untuk mendapatkan nilai tengah. Gambar 3.4 menunjukkan contoh operasi ketetanggaan piksel dengan *filter median*.

10	9	11	11	7	8
6	4	10	12	7	8
7	8	12	8	5	6
6	6	5	4	3	3
5	5	4	4	4	3
2	11	11	4	4	3

→

10	9	11	11	7	8
6	9	10	12	7	8
7	8	12	8	5	6
6	6	5	4	3	3
5	5	4	4	4	3
2	11	11	4	4	3

<p> Nilai $P(2,2) = \text{median}(4,10,11,9,10,6,7,8,12)$ $= 9$ </p>

Gambar 3.4 Operasi ketetangaan piksel dengan filter median

3.6 Ekstraksi Ciri pada Citra

Ciri atau fitur merupakan sesuatu yang dapat membedakan suatu objek dengan objek yang lain. Demikian juga dengan citra digital, untuk membedakan antara citra satu dengan yang lainnya diperlukan ciri atau fitur tertentu yang dapat diambil dari setiap citra. Penggunaan ciri sebagai pembeda antara citra satu dengan yang lainnya sangat bergantung dengan tujuan dan kebutuhan proses ekstraksi. Sebagai contoh untuk mendeteksi lampu lalu lintas yang sedang menyala di suatu perempatan, ciri warna dan bentuk sangat tepat untuk digunakan. Namun untuk keperluan mendeteksi pejalan kaki di suatu keramaian, ciri warna tidak terlalu tepat untuk digunakan.

Menurut Mingqiang dkk. (2008), ciri yang dipilih untuk tujuan tertentu harus memiliki beberapa kriteria, yaitu:

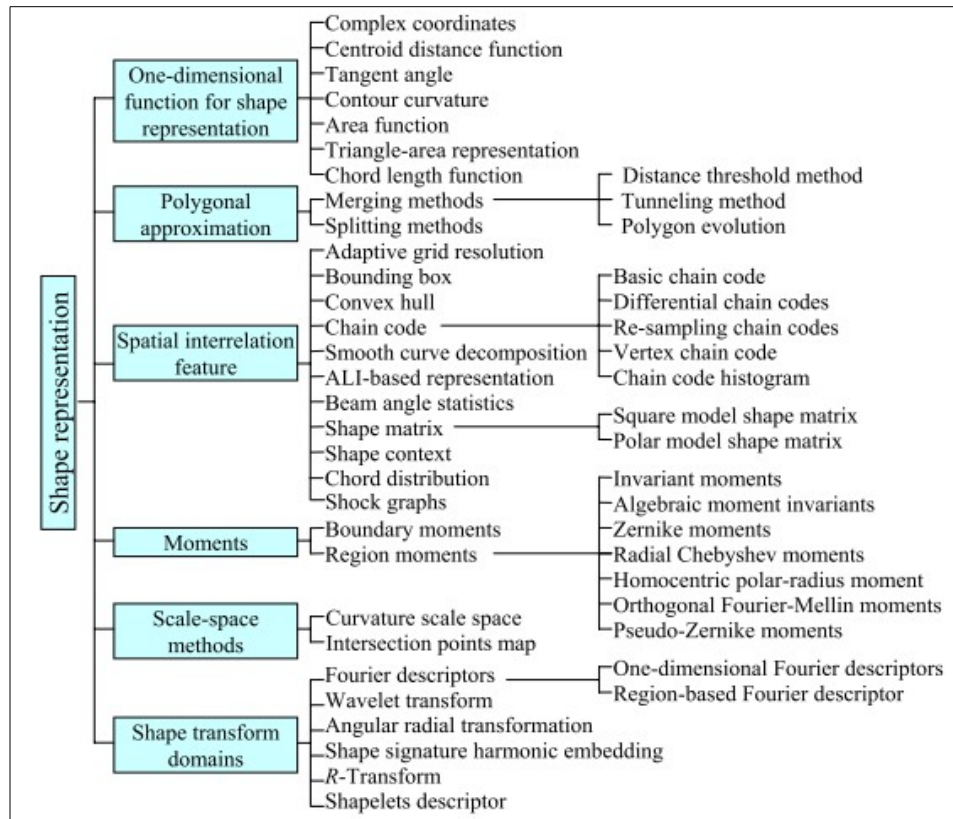
1. Dapat dijadikan identitas. Ciri merupakan sebuah nilai yang dapat digunakan untuk membedakan antara satu objek dengan objek yang

lainnya, artinya jika terdapat dua buah ciri diperbandingkan maka akan terlihat dengan jelas perbedaan antara keduanya.

2. Tidak dipengaruhi oleh proses perubahan citra seperti translasi, rotasi maupun perubahan ukuran. Dua objek yang sama tetapi berbeda posisi dan ukuran seharusnya dapat dideteksi sebagai objek yang sama.
3. Tidak dipengaruhi oleh transformasi *affine*. Transformasi *affine* merupakan transformasi linier pada citra yang melibatkan operasi perubahan ukuran, pemutaran, penggeseran dan pembengkokan sekaligus.
4. Tahan terhadap derau (*noise*). Sebagai contoh, dua daun yang sama namun salah satunya sedikit berlubang harus dapat dideteksi sebagai daun yang sama.
5. Tidak bergantung pada penumpukan, artinya jika objek sedikit tertutupi oleh objek yang lain, harus tetap memiliki ciri yang sama dengan objek yang tidak tertutupi.
6. Tidak bergantung secara statistik.

Berdasarkan definisi dan kriteria di atas, ciri yang dapat diekstraksi dari citra digital dan *video* sangatlah beragam. Kadir dan Susanto (2013) menjelaskan secara rinci beberapa ciri atau fitur pada citra digital, antara lain:

1. Ciri berhubungan dengan bentuk dan kontur, seperti tepian (*edge*), perimeter (keliling), luas, diameter, deskriptor Fourier, convex hull, soliditas, proyeksi, kotak pembatas (*bounding box*) dan sebagainya.
2. Ciri berhubungan dengan tekstur, seperti tekstur berbasis histogram, tekstur *Laws*, *lacunarity*, GLCM (*gray level cooccurrence matrices*) dan sebagainya.
3. Ciri yang didasarkan pada pergerakan, seperti *histogram of oriented gradient (HOG)* dan *optical flow*.



Gambar 3.5 Berbagai macam ciri bentuk (Mingqiang dkk., 2008)

Berkaitan dengan ciri bentuk dan kontur, Mingqiang dkk (2008). merangkum berbagai macam ciri tersebut seperti disajikan pada Gambar 3.5. Beberapa ciri bentuk yang populer antara lain titik koordinat, luasan area, *centroid*, sudut, *bounding box*, *convex hull*, tepian (*edge*), *chain code* dan deskriptor *fourier*. Ciri bentuk dan kontur banyak digunakan dalam berbagai aplikasi dan keperluan. Ciri bentuk digunakan dalam berbagai aplikasi penelusuran informasi citra yang dikenal dengan *Content-based Image Retrieval* (CBIR). Ciri bentuk juga digunakan deteksi, pengenalan (*recognition*) dan klasifikasi citra digital.

Selain menggunakan ciri bentuk, ciri lain yang sering digunakan dalam aplikasi temu kembali pada citra adalah tekstur. Secara visual, manusia dapat dengan mudah membedakan tekstur objek-objek di sekitarnya seperti batu, pasir, tembok dan sebagainya. Setiap objek memiliki pola dan tekstur yang berbeda. Hal

tersebut yang mendasari dijadikannya tekstur sebagai ciri dalam pengolahan citra digital.

Secara umum, penggunaan ciri tekstur dapat dibagi menjadi 2 (dua) kelompok (Kadir dan Susanto, 2013). Pertama adalah penggunaan ciri tekstur untuk keperluan segmentasi citra. Tekstur digunakan untuk memisahkan suatu objek dari lingkungan atau latar belakangnya. Kelompok kedua adalah penggunaan ciri tekstur untuk melakukan klasifikasi objek. Tekstur digunakan untuk mengelompokkan atau mengenali objek pada citra. Beberapa contoh penggunaan ciri tekstur menurut Tuceryan dan Jain (1998) adalah:

- Inspeksi secara otomatis pada industri tekstil, pengecatan mobil, pemakaian karpet dan sebagainya.
- Analisis citra medis, seperti untuk klasifikasi penyakit paru, diagnosis leukemia, deteksi kanker dan klasifikasi sel darah.
- Analisis penginderaan jarak-jauh, seperti pada klasifikasi area tanah perkebunan.

Proses ekstraksi ciri tekstur dapat dilakukan dengan berbagai cara. Metode sederhana untuk mendapatkan ciri tekstur adalah melalui perhitungan statistik dalam bentuk histogram citra. Beberapa ciri yang dihasilkan berdasarkan perhitungan statistik antara lain rerata intensitas, deviasi standar, *skewness*, energi, entropi dan tingkat kehalusan citra (Kadir dan Susanto, 2013).

Ciri lain yang termasuk dalam kategori ciri tekstur adalah GLCM atau *Gray Level Co-occurrence Matrices*, yang pertama kali diusulkan oleh Haralick pada tahun 1973. Ciri GLCM terdiri dari 28 ciri yang menjelaskan pola spasial suatu objek (Kulkarni, 1993). Namun demikian, pada penerapannya tidak semua ciri GLCM digunakan. Hanya beberapa ciri saja yang digunakan. Sebagai contoh, Newsam dan Kammath (2005) hanya menggunakan lima ciri yaitu *angular second moment (ASM)*, *contrast*, *inverse different moment (IDM)*, entropi dan korelasi.

Ciri bentuk, kontur dan tekstur yang telah disebutkan di atas pada

umumnya digunakan untuk mencirikan objek pada citra tunggal atau statis. Sementara itu, pada citra bergerak seperti video, terdapat beberapa ciri lain yang sering digunakan. Selain dikenali berdasarkan ciri fisik, objek pada video juga dapat dikenali berdasarkan ciri pergerakannya. Hal tersebut memanfaatkan keterkaitan antar citra yang berturutan. Dengan kata lain, ciri pada video dapat diperoleh dari setiap citra tunggal yang membentuk video, maupun hubungan antar citra di dalam video.

Histogram of Oriented Gradient (HOG) merupakan salah satu ciri yang banyak digunakan dalam mendeteksi, mengklasifikasi dan mengidentifikasi objek pada video. Contoh penggunaan ciri HOG dalam mendeteksi pejalan kaki dirangkum dengan baik oleh beberapa peneliti (Solichin dkk., 2014; Li dkk., 2012; Zheng dan Chen, 2012). Selain ciri HOG, saat ini peneliti banyak menggunakan ciri *optical flow* untuk mengidentifikasi pergerakan pada video. Ciri ini dikembangkan berdasarkan analisis antar-frame pada sebuah video.

3.7 Optical Flow

Optical Flow merupakan pola pergerakan objek, permukaan dan tepi yang terlihat secara visual yang disebabkan oleh gerakan relatif antara pengamat (manusia atau kamera) dan objek (Burton dan Radford, 1978; Wikipedia, 2011). Ciri *optical flow* menggambarkan arah aliran pencahayaan dari suatu objek bergerak yang relatif terhadap pengamat yang diam atau sebaliknya objek yang diam dan pengamat yang bergerak. Saat ini *optical flow* banyak digunakan di bidang robotika yang berkaitan dengan pemrosesan citra, *video* dan navigasi. Beberapa pemanfaatannya adalah untuk deteksi pergerakan, segmentasi objek bergerak dan prediksi arah pergerakan objek.

Sebenarnya istilah *optical flow* digunakan pertama kali di bidang penglihatan manusia dan dikenalkan oleh ahli psikologi James Jerome Gibson pada tahun 1940-an. Namun pada tahun 1980-81, Horn dan Schunck (1981b) menemukan cara sederhana untuk menghitung nilai *optical flow* berdasarkan keteraturan tertentu. Setelahnya muncul beberapa metode

perhitungan optical flow yang diusulkan oleh para ahli, seperti metode Lucas-Kanade (Lucas dan Kanade, 1981), Camus (Camus, 1997), Nagel (Nagel, 1987) dan Simoncelli (Simoncelli, 1994). Beberapa metode perhitungan dibahas dengan cukup baik oleh Barron dkk (1994), Krishnamurthy dkk (1995), dan Patel dan Shukla (2013).

Secara umum, nilai *optical flow* antara dua citra yang berdekatan didapat berdasarkan Persamaan 3.1 (Horn dan Schunck, 1981b; Barron dkk., 1992).

$$I_x u + I_y v + I_t = 0 \quad (3.1)$$

dengan

- I_x , I_y dan I_t merupakan nilai intensitas citra atau turunan tingkat kecerahan citra.
- u adalah nilai *optical flow* secara horisontal
- v adalah nilai *optical flow* secara vertikal

Persamaan 3.1 sangat bergantung dengan nilai u dan v . Untuk mendapatkan nilai u dan v dapat menggunakan beberapa metode antara lain metode Horn-Schunck dan Lucas-Kanade.

Pada metode Horn-Schunck (Horn dan Schunck, 1981b), nilai u dan v dihitung berdasarkan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Hitung nilai I_x dan I_y dengan menggunakan operasi konvolusi Sobel $\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$ dan lakukan transpose untuk setiap pixel pada citra yang pertama.
2. Hitung nilai I_t antara citra 1 dan 2 dengan menggunakan kernel $\begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix}$.
3. Asumsikan bahwa kecepatan (*velocity*) sebelumnya adalah 0, lalu hitung kecepatan rata-rata untuk setiap pixel menggunakan konvolusi kernel $\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$.
4. Lakukan perulangan sehingga menghasilkan nilai u dan v .

Sedangkan pada metode Lucas-Kanade (Lucas dan Kanade, 1981), nilai u dan v diperoleh secara lokal dengan membagi citra menjadi jendela (*window*) yang lebih kecil. Metode Lucas-Kanade mengasumsikan bahwa kecepatan pada setiap jendela adalah tetap. Lucas-Kanade dapat menggunakan penapis seperti penapis $[-1 \ 1]$ dan penapis Gaussian. Jika menggunakan penapis perbedaan (*Difference filter*) yaitu $[-1 \ 1]$, maka nilai u dan v dihitung berdasarkan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Hitung nilai I_x dan I_y dengan menggunakan operasi kernel $[-1 \ 8 \ 0 \ -8 \ 1]/12$ dan lakukan transpose.
2. Hitung nilai I_t antara citra 1 dan 2 dengan menggunakan kernel $[-1 \ 1]$.
3. Perhalus nilai *gradient* I_x , I_y dan I_t dengan kernel $[1 \ 4 \ 6 \ 4 \ 1]/16$
4. Setelah diperoleh nilai intensitas I_x , I_y dan I_t , selanjutnya dihitung nilai eigen untuk setiap jendela dan diterapkan nilai threshold tertentu untuk memperoleh nilai u dan v .

Metode Horn-Schunck dan Lucas-Kanade merupakan dua metode ekstraksi nilai *optical flow* klasik. Kedua metode tersebut sama-sama mengasumsikan hal yang sama yaitu tingkat kecerahan pada setiap citra dianggap sama (Zaman, 2011). Selain itu, pada metode Horn-Schunck secara global kecepatan piksel-piksel diasumsikan tidak terlalu berbeda. Sedangkan pada metode Lucas-Kanade, secara lokal kecepatan piksel yang bertetangga diasumsikan memiliki nilai yang tidak terlalu berbeda.

Perbedaan antara metode Horn-Schunck dan Lucas-Kanade terutama terletak pada bagaimana proses mendapatkan nilai *optical flow*. Metode Horn-Schunck mendapatkan nilai *optical flow* secara global, sedangkan Lucas-Kanade mengekstraksi ciri *optical flow* secara lokal. Selain itu, pada metode Lucas-Kanade, perbedaan nilai *optical flow* lebih halus untuk piksel yang bertetangga, sedangkan pada metode Horn-Schunck nilai *optical flow* lebih halus untuk piksel-piksel antara citra (*frame*) yang bertetangga.

3.8 Peng-ambangan (*Thresholding*)

Peng-ambangan atau *thresholding* pada pengolahan citra digital merupakan salah satu metode segmentasi yang paling sederhana. Sebagai contoh dalam proses pemisahan objek dari latar belakangnya. Nilai yang lebih kecil dari nilai ambang dikelompokkan sebagai area citra yang pertama, dan yang lebih besar atau sama dengan nilai ambang akan dimasukkan ke dalam kelompok citra yang kedua. Salah satu dari citra pertama dan kedua akan menjadi latar belakang, sisanya akan menjadi objek yang ingin dipisahkan (Kadir dan Susanto, 2013). Contoh lain penggunaan metode peng-ambangan adalah pada proses mengubah citra *grayscale* menjadi citra biner. Untuk setiap piksel, jika nilai intensitas melebihi ambang batas maka piksel tersebut diubah menjadi hitam. Sebaliknya jika nilai intensitas di bawah ambang batas maka akan menjadi putih.

Dalam perkembangannya, teknik *thresholding* tidak hanya digunakan untuk keperluan segmentasi citra. Metode *thresholding* juga berkembang sesuai kebutuhan dan kompleksitas data yang akan disegmentasi. Beberapa metode peng-ambangan yang banyak digunakan saat ini antara lain metode peng-ambangan Otsu, adaptif rerata, adaptif nilai tengah, dan adaptif nilai terbesar-terkecil (Kadir dan Susanto, 2013).

Metode Otsu dikembangkan pertama kali oleh Nobuyuki Otsu pada tahun 1979 (Otsu, 1979). Pada metode ini, nilai ambang ditentukan dengan cara membedakan dua kelompok berdasarkan distribusi histogram dari citra. Sementara itu, peng-ambangan adaptif (*adaptif thresholding*) merupakan peng-ambangan yang menggunakan ambang lokal. Nilai ambang dihitung secara adaptif berdasarkan statistik piksel-piksel yang bertetangga. Peng-ambangan lokal didasarkan pada asumsi bahwa bagian-bagian kecil dari citra memiliki nilai-nilai piksel yang hampir sama (Kadir dan Susanto, 2013).

Terdapat tiga pendekatan yang umumnya digunakan untuk menghitung nilai ambang dengan metode peng-ambangan lokal. Ketiga pendekatan tersebut yaitu metode adaptif rerata (*mean*), nilai tengah (*median*) dan nilai terbesar-terkecil (*max-min*). Selain itu, menurut Kadir dan Susanto (2013), pada beberapa kasus diterapkan juga nilai konstanta untuk mengoptimalkan hasil proses peng-

ambangan. Untuk menghitung nilai ambang dengan metode peng-ambangan lokal digunakan Persamaan 3.2, 3.3 dan 3.4 (Kadir dan Susanto, 2013). Persamaan 3.2 digunakan untuk menghitung nilai ambang (T) dengan metode adaptif rerata (mean), Persamaan 3.3 untuk metode adaptif nilai tengah (median) dan Persamaan 3.4 untuk metode adaptif terbesar-terkecil.

$$T = \frac{\sum f(y, x); (y, x) \in W}{N_w} - C \quad (3.2)$$

$$T = \text{median}(f(y, x); (y, x) \in W) - C \quad (3.3)$$

$$T = \frac{\max(f(y, x); (y, x) \in W) + \min(f(y, x); (y, x) \in W)}{2} - C \quad (3.4)$$

dengan

- T adalah nilai ambang (*threshold*)
- $f(y, x)$ adalah nilai piksel atau intensitas citra pada titik (y, x)
- W adalah area lokal dari citra yang diamati
- N_w adalah jumlah piksel atau titik pada area lokal W
- C adalah konstanta pengurang nilai ambang.

3.9 Confusion Matrix

Pengukuran terhadap kinerja suatu sistem klasifikasi merupakan hal yang penting. Kinerja sistem klasifikasi menggambarkan seberapa baik sistem dalam mengklasifikasikan data. *Confusion matrix* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja suatu metode klasifikasi. Pada dasarnya *confusion matrix* mengandung informasi yang membandingkan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem dengan hasil klasifikasi yang seharusnya (Prasetyo, 2012).

Berdasarkan jumlah keluaran kelasnya, sistem klasifikasi dapat dibagi menjadi 4 (empat) jenis yaitu klasifikasi *binary*, *multi-class*, *multi-label* dan *hierarchical* (Sokolova dan Lapalme, 2009). Pada klasifikasi *binary*, data masukan dikelompokkan ke dalam salah satu dari dua kelas. Jenis klasifikasi ini

merupakan bentuk klasifikasi yang paling sederhana dan banyak digunakan. Contoh penggunaannya antara lain dalam sistem yang melakukan deteksi orang atau bukan, sistem deteksi kendaraan atau bukan, dan sistem deteksi pergerakan atau bukan.

Sementara itu, pada bentuk klasifikasi *multi-class*, data masukan diklasifikasikan menjadi beberapa kelas. Sebagai contoh sistem yang dapat mengklasifikasikan jenis kendaraan seperti sepeda, sepeda motor, mobil, bus, truk, dan sebagainya. Bentuk klasifikasi *multi-label* pada dasarnya sama dengan *multi-class* yang mana data dikelompokkan menjadi beberapa kelas. Pada klasifikasi *multi-label*, data dapat dimasukkan dalam beberapa kelas sekaligus. Bentuk klasifikasi yang terakhir adalah *hierarchical*. Data masukan dikelompokkan menjadi beberapa kelas, namun kelas tersebut dapat dikelompokkan kembali menjadi kelas-kelas yang lebih sederhana secara hirarkis. Contohnya dalam penelitian ini, arah pergerakan dikelompokkan menjadi 12 arah pergerakan yang tentunya dapat disederhanakan menjadi 4 arah.

Pada pengukuran kinerja menggunakan *confusion matrix*, terdapat 4 (empat) istilah sebagai representasi hasil proses klasifikasi. Keempat istilah tersebut adalah *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positive* (FP) dan *False Negative* (FN). Nilai *True Negative* (TN) merupakan jumlah data negatif yang terdeteksi dengan benar, sedangkan *False Positive* (FP) merupakan data negatif namun terdeteksi sebagai data positif. Sementara itu, *True Positive* (TP) merupakan data positif yang terdeteksi benar. *False Negative* (FN) merupakan kebalikan dari *True Positive*, sehingga data positif, namun terdeteksi sebagai data negatif.

Pada jenis klasifikasi *binary* yang hanya memiliki 2 keluaran kelas, *confusion matrix* dapat disajikan seperti pada Tabel 3.1 (Sokolova dan Lapalme, 2009).

Tabel 3.1 Confusion matrix untuk dua kelas (biner)

Kelas	Terklasifikasi Positif	Terklasifikasi Negatif
Positif	TP (True Positive)	FN (False Negative)
Negatif	FP (False Positive)	TN (True Negative)

Berdasarkan nilai *True Negative* (TN), *False Positive* (FP), *False Negative* (FN), dan *True Positive* (TP) dapat diperoleh nilai akurasi, presisi dan *recall*. Nilai akurasi menggambarkan seberapa akurat sistem dapat mengklasifikasikan data secara benar. Dengan kata lain, nilai akurasi merupakan perbandingan antara data yang terklasifikasi benar dengan keseluruhan data. Nilai akurasi dapat diperoleh dengan Persamaan 3.5. Nilai presisi menggambarkan jumlah data kategori positif yang diklasifikasikan secara benar dibagi dengan total data yang diklasifikasi positif. Presisi dapat diperoleh dengan Persamaan 3.6. Sementara itu, *recall* menunjukkan berapa persen data kategori positif yang terklasifikasikan dengan benar oleh sistem. Nilai *recall* diperoleh dengan Persamaan 3.7.

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} *100\% \quad (3.5)$$

$$Presisi = \frac{TP}{FP+TP} *100\% \quad (3.6)$$

$$Recall = \frac{TP}{FN+TP} *100\% \quad (3.7)$$

dengan

- TP adalah *True Positive*, yaitu jumlah data positif yang terklasifikasi dengan benar oleh sistem.
- TN adalah *True Negative*, yaitu jumlah data negatif yang terklasifikasi dengan benar oleh sistem.
- FN adalah *False Negative*, yaitu jumlah data negatif namun terklasifikasi salah oleh sistem.
- FP adalah *False Positive*, yaitu jumlah data positif namun terklasifikasi salah oleh sistem

Pada klasifikasi dengan jumlah keluaran kelas yang lebih dari dua (*multi-class*), cara menghitung akurasi, presisi dan recall dapat dilakukan dengan menghitung rata-rata dari nilai akurasi, presisi dan recall pada setiap kelas.

Persamaan 3.8, 3.9, dan 3.10 merupakan formula untuk menghitung nilai akurasi, presisi dan recall dari sistem klasifikasi multi-class (Sokolova dan Lapalme, 2009).

$$Akurasi = \frac{\sum_{i=1}^l \frac{TP_i + TN_i}{TP_i + TN_i + FP_i + FN_i}}{l} * 100\% \quad (3.8)$$

$$Presisi = \frac{\sum_{i=1}^l TP_i}{\sum_{i=1}^l (FP_i + TP_i)} * 100\% \quad (3.9)$$

$$Recall = \frac{\sum_{i=1}^l TP_i}{\sum_{i=1}^l (TP_i + FN_i)} * 100\% \quad (3.10)$$

dengan

- TP_i adalah *True Positive*, yaitu jumlah data positif yang terklasifikasi dengan benar oleh sistem untuk kelas ke-i.
- TN_i adalah *True Negative*, yaitu jumlah data negatif yang terklasifikasi dengan benar oleh sistem untuk kelas ke-i.
- FN_i adalah *False Negative*, yaitu jumlah data negatif namun terklasifikasi salah oleh sistem untuk kelas ke-i.
- FP_i adalah *False Positive*, yaitu jumlah data positif namun terklasifikasi salah oleh sistem untuk kelas ke-i
- l adalah jumlah kelas.

3.10 Analisis Regresi Berganda

Istilah regresi pertama kali diperkenalkan oleh Sir Francis Galton pada tahun 1877. Regresi dapat diartikan sebagai ramalan atau taksiran. Analisis regresi merupakan suatu model matematis yang dapat digunakan untuk mengetahui pola hubungan antara dua atau lebih variabel. Menurut Hasibuan (2012), analisis

regresi adalah metode statistika yang digunakan untuk menentukan kemungkinan bentuk hubungan antara variabel-variabel. Kutner dkk. (2004) mengartikan analisis regresi sebagai salah satu teknik analisis data dalam statistika yang seringkali digunakan untuk mengkaji hubungan antara beberapa variabel dan meramal suatu variabel.

Analisis regresi dibagi menjadi 2 (dua) jenis yaitu analisis regresi sederhana (*simple regression analysis*) dan analisis regresi berganda (*multiple regression analysis*) (Sujarweni, 2012; Sugiyono, 2010). Analisis regresi sederhana merupakan suatu proses untuk mendapatkan hubungan matematis dalam bentuk persamaan antara variabel terikat (dependen) tunggal dengan variabel bebas tunggal. Dengan kata lain, analisis regresi sederhana hanya melibatkan satu variabel bebas X yang dihubungkan dengan satu variabel terikat Y . Persamaan 3.11 merupakan bentuk umum model regresi sederhana.

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + \varepsilon_i \quad (3.11)$$

dengan

- Y adalah variabel terikat (dependen)
- a_0 adalah parameter intersep
- a_1 adalah koefisien regresi (slop)
- X_1 adalah variabel bebas (independen)
- ε_i adalah kesalahan penduga

Jenis yang kedua adalah analisis regresi berganda (*multiple regression analysis*). Jika pada analisis regresi sederhana hanya melibatkan satu variabel bebas (independen), pada analisis regresi berganda melibatkan 2 atau lebih variabel bebas. Pada beberapa kasus, variabel terikat (dependen) dipengaruhi oleh banyak variabel bebas (independen), sehingga tidak dapat diselesaikan dengan analisis regresi sederhana. Persoalan tersebut dapat diselesaikan dengan analisis regresi berganda.

Dengan analisis regresi berganda, tingkat pengaruh masing-masing

variabel bebas terhadap variabel terikat juga dapat diketahui. Bentuk umum dari analisis regresi berganda disajikan dengan Persamaan 3.12.

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + \dots + a_k X_k + \varepsilon_i \quad (3.12)$$

dengan

- Y adalah variabel terikat (dependen)
- a_0 adalah parameter intersep
- $a_1 \dots a_k$ adalah koefisien regresi (slop)
- $X_1 \dots X_k$ adalah variabel bebas (independen)
- ε_i adalah kesalahan penduga

Berkaitan dengan analisis regresi, sering dilakukan juga analisis terhadap koefisien determinasi (R^2) dan koefisien korelasi ganda (R). Koefisien determinasi (R^2) merupakan suatu nilai statistik yang dapat digunakan untuk mengetahui keberadaan hubungan pengaruh antara dua variabel. Nilai koefisien determinasi menunjukkan persentase variasi nilai variabel dependen yang dapat dijelaskan oleh persamaan regresi yang dihasilkan.

Pada analisis regresi berganda, koefisien R^2 menunjukkan seberapa besar persentase variasi variabel independen yang digunakan dalam model mampu menjelaskan variasi nilai variabel dependen. Nilai R^2 berada pada rentang 0 hingga 1 ($0 \leq R^2 \leq 1$). Menurut Sugiyono (2010), nilai R^2 juga dapat dinyatakan dengan persentase. R^2 sama dengan 0, maka tidak ada sedikitpun persentase sumbangan pengaruh yang diberikan variabel independen terhadap variabel dependen. Sebaliknya R^2 sama dengan 1, maka persentase sumbangan pengaruh yang diberikan variabel independen terhadap variabel dependen adalah sempurna, atau variasi variabel independen yang digunakan dalam model menjelaskan 100% variasi variabel dependen.

Nilai koefisien determinasi R^2 antara sejumlah variabel bebas (X) dengan variabel terikat (Y) dapat ditentukan dengan Persamaan 3.13 (Gujarati, 2004).

$$R^2 = \frac{(\sum X_i Y_i)^2}{\sum X_i^2 \sum Y_i^2} \quad (3.13)$$

dengan

- R^2 adalah koefisien determinasi
- Y adalah variabel terikat (dependen)
- X adalah variabel bebas (independen)

Sementara itu, koefisien korelasi ganda (R) pada dasarnya merupakan akar kuadrat dari koefisien determinasi (R^2). Nilai R dapat diperoleh dengan Persamaan 3.14 (Gujarati, 2004). Analisis koefisien korelasi ganda (R) dapat digunakan untuk mengetahui seberapa kuat hubungan antara variabel bebas (independen) dengan variabel terikat (dependen). Nilai R pada umumnya berkisar antara 0 hingga 1. Semakin besar nilai R menunjukkan semakin kuatnya korelasi antara variabel bebas (independen) dan variabel terikat (dependen). Kekuatan korelasi menunjukkan adanya pengaruh yang kuat antara suatu variabel dengan variabel yang lainnya.

$$R = \sqrt{R^2} \quad (3.14)$$

dengan nilai R adalah koefisien korelasi dan nilai R^2 adalah koefisien determinasi.

Korelasi atau hubungan antar-variabel dapat dibagi menjadi 3 (tiga) yaitu korelasi positif, korelasi negatif dan korelasi nihil (Hasibuan, 2012). Terjadi korelasi positif apabila perubahan pada variabel yang satu diikuti dengan perubahan variabel yang lain dengan arah yang sama (berbanding lurus). Artinya, apabila variabel yang satu meningkat, maka akan diikuti dengan peningkatan variabel lain. Korelasi negatif terjadi jika perubahan pada variabel yang satu diikuti dengan perubahan variabel yang lain dengan arah yang berlawanan (berbanding terbalik). Apabila variabel yang satu meningkat, maka akan diikuti dengan penurunan pada variabel yang lain dan sebaliknya. Sedangkan korelasi

nihil terjadi jika perubahan pada variabel yang satu diikuti perubahan pada variabel yang lain dengan arah yang tidak teratur (acak). Dengan kata lain, apabila variabel yang satu meningkat, kadang diikuti dengan peningkatan pada variabel yang lain dan kadang diikuti dengan penurunan pada variabel yang lain.

Nilai koefisien korelasi dapat diinterpretasikan menjadi beberapa penafsiran dalam rentang tertentu. Tabel 3.2 ditampilkan interpretasi nilai R (Sugiyono, 2010). Nilai interpretasi R dikategorisasikan menjadi 5 (lima) kategori yaitu sangat rendah, rendah, sedang, kuat dan sangat kuat.

Tabel 3.2 Interpretasi nilai koefisien R (Sugiyono, 2010)

Rentang Nilai R	Interpretasi
0,000 – 0,199	Sangat rendah
0,200 – 0,399	Rendah
0,400 – 0,599	Sedang
0,600 – 0,799	Kuat
0,800 – 1,000	Sangat kuat

BAB IV

METODE PENELITIAN

Dalam melaksanakan penelitian, diperlukan tahapan-tahapan yang terstruktur agar tujuan penelitian dapat tercapai dengan baik. Tahapan-tahapan penelitian tersebut menjadi acuan dalam melaksanakan penelitian. Pada bab ini dijelaskan mengenai tahapan-tahapan penelitian yang akan dilakukan. Pada bagian ini juga dijelaskan mengenai model analisis video untuk mendeteksi arah pergerakan objek di dalam video.

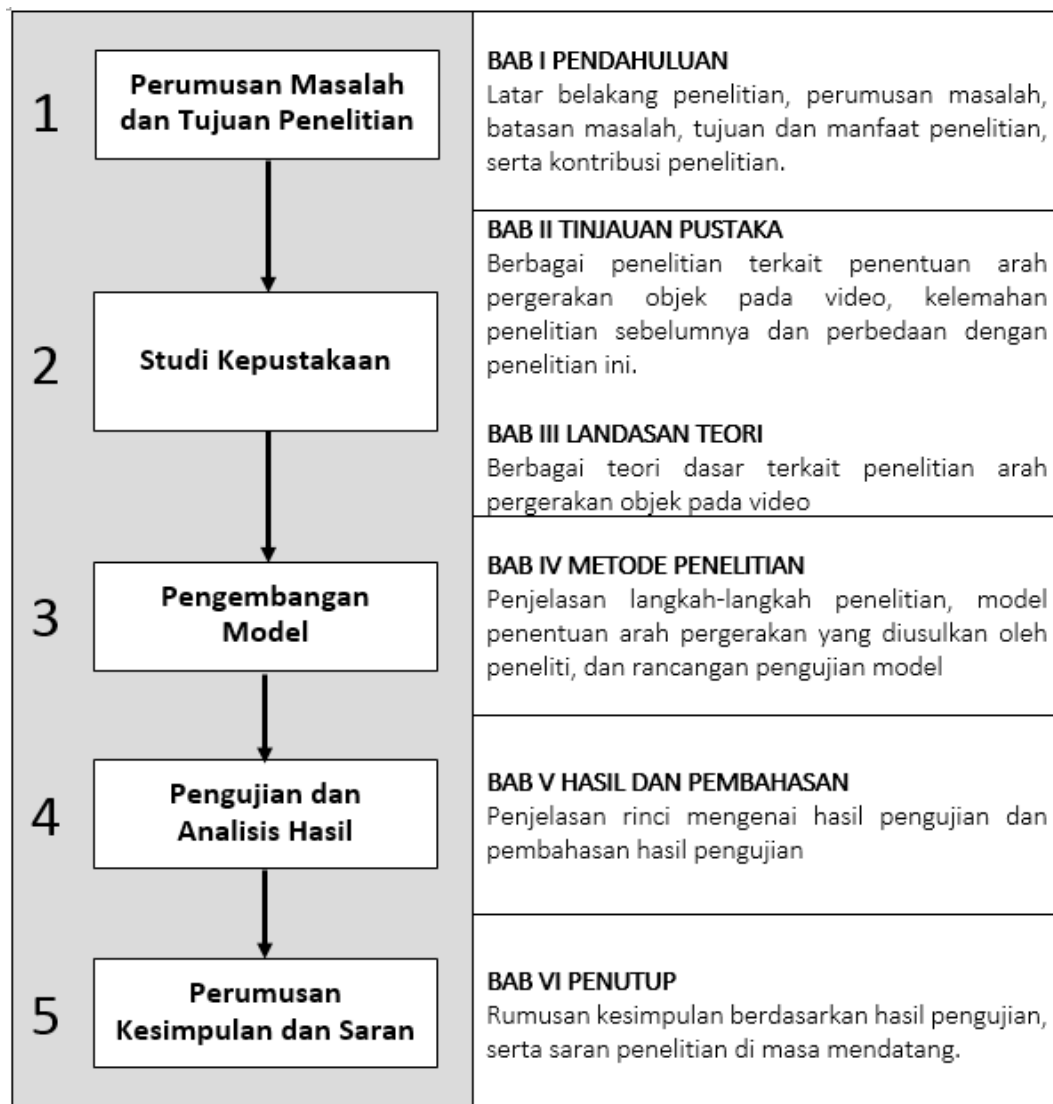
4.1 Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 4.1. Penelitian diawali dengan perumusan masalah dan tujuan penelitian. Rumusan masalah didasarkan pada latar belakang penelitian dan studi pendahuluan yang terkait dengan topik penelitian. Selain itu, disajikan juga batasan-batasan permasalahan yang dibahas dalam penelitian disertasi. Tahap pertama ini dijelaskan secara rinci pada bab pertama di dalam naskah disertasi.

Pada tahapan selanjutnya, dilakukan studi kepustakaan untuk melihat secara lebih jelas dan mendalam mengenai perkembangan penelitian yang terkait penentuan arah pergerakan objek pada video. Kelemahan dan kekurangan dari penelitian sebelumnya diidentifikasi dan berusaha diselesaikan dalam penelitian ini. Paparan mengenai studi kepustakaan secara lengkap disajikan dalam bab kedua yang berjudul Tinjauan Pustaka dalam naskah disertasi ini. Selain itu, berdasarkan studi kepustakaan, dirumuskan juga beberapa teori dasar yang terkait dengan topik penelitian. Teori dasar diperlukan sebagai landasan dalam menentukan solusi penyelesaian dari permasalahan penelitian. Teori dasar dijelaskan secara lengkap pada bab ketiga yaitu Landasan Teori.

Pada tahap ketiga dari penelitian ini, dikembangkan model penentuan arah pergerakan objek pada video yang diusulkan. Usulan model tersebut harus dapat

menyelesaikan permasalahan-permasalahan penelitian yang telah ditetapkan pada langkah sebelumnya. Selain rancangan model, pada tahapan ini juga dirancang beberapa skenario pengujian untuk menguji performa dari model yang dihasilkan. Usulan model secara rinci dijelaskan pada bab keempat yaitu Metode Penelitian.



Gambar 4.1 Tahapan penelitian

Sebelum diuji, rancangan model yang telah dibuat diimplementasikan terlebih dahulu menggunakan perangkat lunak Matlab. Hasilnya berupa prototipe dari model penentuan arah pergerakan objek pada video. Prototipe model yang dihasilkan selanjutnya diujicoba menggunakan data *video* uji. Secara lebih rinci,

beberapa rencana pengujian akan dilakukan terhadap prototipe model yang telah dibangun, dapat dilihat pada subbab 4.5. Hasil dari uji coba akan dicatat untuk selanjutnya dilakukan proses analisis. Tahapan terakhir dari penelitian ini adalah proses perumusan kesimpulan berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Selain itu, disusun saran-saran untuk pengembangan penelitian di masa mendatang.

4.2 Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian ini dibutuhkan peralatan dan bahan-bahan untuk menunjang pelaksanaan penelitian. Berikut ini penjelasan mengenai peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini.

4.2.1 Alat Penelitian

Peralatan penelitian yang digunakan terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan dalam perancangan, pembuatan dan pengujian model analisis arah pergerakan pada video adalah berupa seperangkat komputer beserta beberapa perangkat penunjangnya.

Adapun spesifikasi perangkat keras yang digunakan sebagai berikut:

- 1) Prosesor bertipe AMD A8-5550M APU 2.1 Ghz
- 2) RAM dengan kapasitas 8 GB
- 3) Harddisk dengan kapasitas 500 GB

Adapun spesifikasi perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Sistem operasi Windows 8 64bit
- 2) Microsoft Office 2013 dan Libre Office sebagai perangkat lunak pengolah laporan dan dokumentasi penelitian.
- 3) Matlab 2015a sebagai perangkat lunak untuk membangun dan

mengembangkan model analisis arah pergerakan objek pada video.

- 4) Apache, PHP dan MySQL sebagai perangkat lunak yang membantu tahap pengujian dan validasi hasil penelitian.
- 5) Mendeley Desktop sebagai perangkat lunak untuk membantu mengelola paper dan jurnal referensi.

4.2.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian utama yang digunakan pada penelitian ini berupa video dataset yang sesuai dengan permasalahan yang ingin diselesaikan. Video dataset yang digunakan harus memenuhi kriteria utama antara lain tersedia secara publik, termasuk video kerumunan dengan jumlah objek yang cukup banyak, memiliki variasi arah pergerakan yang beragam dan kejadian direkam di lingkungan luar (*outdoor*) dan tertutup (*indoor*).

Saat ini terdapat beberapa dataset yang tersedia secara publik dan memenuhi beberapa kriteria di atas. Tabel 4.1 menyajikan beberapa video dataset yang sering digunakan dalam penelitian yang melibatkan kerumunan objek (Zitouni dkk., 2016; Li dkk., 2015).

Menurut penelitian oleh (Zitouni dkk., 2016), secara statistik, dataset publik yang paling banyak digunakan dalam penelitian terkait analisis video kerumunan adalah PETS, UCSD, UMN dan UCF. Dataset PETS merupakan dataset yang paling banyak digunakan, namun memiliki kerapatan frame yang rendah, yaitu 7 fps. Sementara pada penelitian ini dibutuhkan dataset yang memiliki kerapatan normal antara 25-30 fps. Dengan demikian, dataset PETS tidak dapat digunakan dalam penelitian ini. Demikian juga dataset UCSD yang memiliki kerapatan 10 fps dan hanya tersedia lingkungan outdoor, tidak dapat digunakan dalam penelitian ini. Sementara itu, dataset UCF, CAVIAR dan CUHK memiliki banyak variasi spesifikasi video, jenis kejadian, jumlah objek dan lingkungan perekaman. Jika dataset tersebut digunakan harus dilakukan pra-pemrosesan untuk melakukan standarisasi terlebih dahulu.

Tabel 4.1 Video dataset untuk penelitian kerumunan objek

NO	DATASET	KETERANGAN	DIGUNAKAN OLEH
1	UMN (UMN, 2006)	Terdiri dari 11 kejadian dalam 3 lokasi berbeda; resolusi 320x240; lingkungan indoor dan outdoor; jumlah objek banyak; kerapatan 30 fps.	(Mehran dkk., 2009), (Wu dkk., 2010), (Thida dkk., 2013), (Wu dkk., 2014), (Zhang dkk., 2016)
2	PETS (Ferryman dan Shahrokni, 2009)	Terdiri dari 3 dataset (untuk perhitungan jumlah orang, penelusuran orang dan pengenalan kejadian; resolusi video 768x576; lingkungan outdoor; jumlah objek banyak; kerapatan 7 fps.	(Cho dan Kang, 2013), (Wu dkk., 2014)
3	UCF (Ali dan Shah, 2007)	Dataset kerumunan dari University of Central Florida yang terdiri dari berbagai kejadian dan lokasi; resolusi bervariasi; lingkungan indoor dan outdoor; jumlah objek beragam; kerapatan 25 fps.	(Kratz dan Nishino, 2012)
4	UCSD (Koh dkk., 2008)	Dataset dari UC San Diego yang terdiri dari 98 klip video pejalan kaki di lingkungan kampus; resolusi 238x158; lingkungan outdoor; jumlah objek banyak; kerapatan 10 fps.	(Li dkk., 2014), (Thida dkk., 2013)
5	CAVIAR (Robert dkk., 2002)	Video dataset dari University of Edinburgh terdiri dari berbagai kejadian yang terekam oleh kamera pengawas; jumlah objek sedikit dan beragam; lingkungan outdoor; resolusi 384x288; kerapatan 25 fps.	(Beleznai dan Bischof, 2009)
6	CUHK (Shao dkk., 2016)	Dataset terdiri dari 474 klip video yang diambil dari 215 situasi kerumunan; jumlah objek beragam; lingkungan indoor dan outdoor; resolusi beragam; kerapatan beragam.	(Shao dkk., 2014)
7	AGORASET (Allain dkk., 2012)	Dataset berupa simulasi kejadian (buatan) dengan berbagai kejadian; jumlah objek banyak; lingkungan indoor; resolusi 640x480; kerapatan 30 fps;	(Basset dkk., 2013)

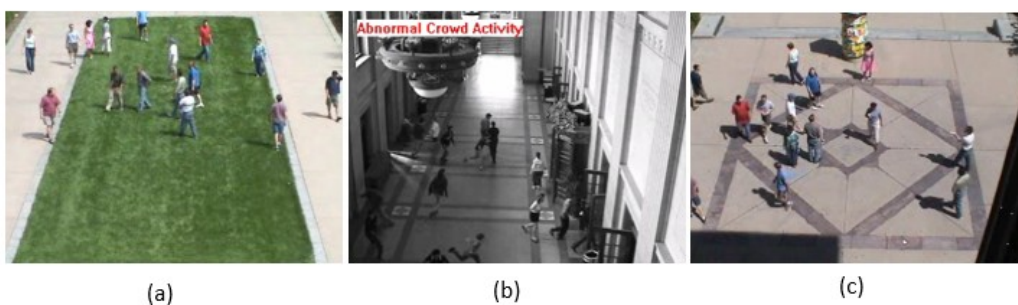
Berdasarkan spesifikasi dataset dan kebutuhan penelitian, dataset UMN merupakan dataset yang paling sesuai untuk digunakan dalam penelitian ini. *Dataset UMN* berupa video berformat AVI (*Audio Video Interleave*) berukuran

24.240 KB dengan resolusi sebesar 320x240. Video memiliki *frame rate* sebesar 30 fps dan durasi 4 menit 17 detik, sehingga total frame keseluruhan video adalah 7.740 *frame*. *Dataset* UMN dapat diunduh secara gratis dari laman <http://mha.cs.umn.edu/Movies/Crowd-Activity-All.avi>.

4.3 Metode Akuisisi Data

Pada penelitian ini, data masukan yang berupa video diperoleh dari data sekunder. Data masukan yang digunakan adalah dataset UMN (UMN, 2006) yang tersedia secara gratis.

Dataset UMN merupakan *dataset* yang digunakan untuk mendeteksi kejadian wajar dan tidak wajar. Seluruh kejadian melibatkan beberapa orang atau model. *Video* terdiri dari 11 kejadian yang terbagi dalam 3 situasi atau tempat berbeda. Setiap kejadian diawali dengan pergerakan normal seperti berjalan dan diakhiri dengan pergerakan tidak normal atau tidak wajar seperti berlari ke berbagai arah secara tiba-tiba. Adapun tempat perekaman video berada di dalam ruangan yaitu di sebuah lorong gedung, dan di luar ruangan yaitu di taman dan di halaman.



Gambar 4.2 Contoh beberapa tampilan video *dataset* UMN

Untuk mendukung penelitian, *dataset* UMN akan dipecah menjadi beberapa video berdasarkan kejadian dan tempat perekaman video. Video dipecah menjadi citra-citra tunggal, untuk selanjutnya dikelompokkan berdasarkan kejadian (*event*) yang terjadi di dalam video. Hasil pengelompokkan kejadian disajikan secara rinci pada Tabel 4.2.

```

1 FUNGSI extractVideo (video)
2   Inisialisasi direktori penyimpanan gambar
3   Jika direktori belum ada, buat direktori baru
4   Baca video
5   ULANG untuk setiap frame video,
6     img <= baca frame saat ini
7     Tulis dan simpan 'img' ke lokasi penyimpanan gambar
8   Akhir ULANG
9 Akhir FUNGSI

```

Gambar 4.3 Algoritme pemecahan video menjadi citra tunggal

Pemecahan video menjadi citra tunggal diimplementasikan menggunakan Matlab 2015a berdasarkan langkah atau algoritme seperti pada Gambar 4.3. Citra tunggal yang dihasilkan berupa citra bertipe JPG dan diberi nama file sesuai dengan nomor frame pada video. Dataset UMN berupa video yang terdiri dari 7.740 frame, sehingga citra hasil pemecahan video juga sebanyak 7.740 citra. Gambar 4.4 menyajikan contoh beberapa citra tunggal hasil pemecahan frame video.



Gambar 4.4 Contoh citra hasil pemecahan video

Selanjutnya citra hasil pemecahan frame dikelompokkan berdasarkan jenis kejadian di dalamnya, seperti sudah disajikan pada Tabel 4.2. Pengelompokkan dilakukan secara manual oleh peneliti dengan mengamati secara visual dan mengelompokkan setiap kejadian. Video dataset UMN terdiri dari 22 kejadian yang terbagi ke dalam 3 (tiga) lokasi berbeda. Selain kejadian, pada video juga terdapat 5-16 frame yang tidak mengandung pergerakan atau kejadian tertentu.

Tabel 4.2 Pemecahan video berdasarkan kejadian

N O	KEJADIAN	TEMPAT	DURASI	JUMLAH FRAME	NO FRAME
1	Berjalan normal ke berbagai arah.	Taman (outdoor)	16,0 detik	480	0001 – 0480
2	Berlari ke berbagai arah.	Taman (outdoor)	4,6 detik	140	0481 – 0620
3	Tidak ada kejadian (kosong)	Taman (outdoor)	0,2 detik	5	0621 – 0625
4	Berjalan normal ke berbagai arah	Taman (outdoor)	21,8 detik	656	0625 – 1280
5	Berlari ke berbagai arah.	Taman (outdoor)	5,4 detik	162	1281 – 1442
6	Tidak ada kejadian (kosong)	Taman (outdoor)	0,4 detik	10	1443 – 1453
7	Berdiri dan berjalan normal ke berbagai arah	Lorong (indoor)	10 detik	300	1454 – 1753
8	Berlari ke berbagai arah.	Lorong (indoor)	5,4 detik	240	1754 – 1993
9	Tidak ada kejadian (kosong)	Lorong (indoor)	0,3 detik	9	1994 – 2002
10	Berdiri dan berjalan normal ke berbagai arah	Lorong (indoor)	18,6 detik	558	2003 – 2560
11	Berlari ke satu arah.	Lorong (indoor)	4,0 detik	121	2561 – 2681
12	Tidak ada kejadian (kosong)	Lorong (indoor)	0,2 detik	6	2682 – 2687
13	Berdiri dan berjalan normal ke berbagai	Lorong (indoor)	16,2 detik	487	2688 – 3174

Tabel 4.2 (Lanjutan)

N O	KEJADIAN	TEMPAT	DURASI	JUMLAH FRAME	NO FRAME
	arah				
14	Berlari ke dua arah.	Lorong (indoor)	9,4 detik	282	3175 – 3456
15	Berdiri dengan pergerakan kecil	Lorong (indoor)	14,6 detik	438	3457 – 3894
16	Berlari ke satu arah.	Lorong (indoor)	4,1 detik	123	3895 – 4017
17	Tidak ada kejadian (kosong)	Lorong (indoor)	0,6 detik	18	4018 – 4035
18	Berdiri dan berjalan normal ke berbagai arah	Lorong (indoor)	24,3 detik	729	4036 – 4764
19	Berlari ke berbagai arah.	Lorong (indoor)	5,5 detik	166	4765 – 4930
20	Berdiri dan berjalan normal ke berbagai arah	Lorong (indoor)	14,5 detik	435	4931 – 5365
21	Berlari ke berbagai arah.	Lorong (indoor)	7,7 detik	232	5366 – 5597
22	Berjalan normal ke berbagai arah	Halaman (outdoor)	17,8 detik	534	5598 – 6131
23	Berlari ke berbagai arah.	Halaman (outdoor)	4,1 detik	124	6132 – 6255
24	Berjalan normal ke berbagai arah	Halaman (outdoor)	18,9 detik	567	6256 – 6822
25	Berlari ke satu arah.	Halaman (outdoor)	3,6 detik	110	6823 – 6932
26	Berjalan normal ke berbagai arah	Halaman (outdoor)	23,6 detik	708	6933 – 7640
27	Berlari ke berbagai arah.	Halaman (outdoor)	3,3 detik	99	7641 – 7740

Berdasarkan Tabel 4.2 di atas, peneliti memilih 5 (lima) potongan video yang digunakan sebagai data masukan dalam penelitian ini. Video dipilih sedemikian hingga cukup mewakili kejadian pergerakan objek yang berjalan normal dan pergerakan objek yang berlari. Variasi arah pergerakan dan lokasi perekaman juga menjadi pertimbangan dalam pemilihan potongan video. Tabel

4.3 menyajikan 5 (lima) potongan video yang digunakan sebagai data masukan dalam penelitian ini.

Tabel 4.3 Potongan video dataset UMN yang digunakan sebagai data masukan

N O	KEJADIAN	TEMPAT	DURASI	JUMLAH FRAME	NO FRAME
1	Berjalan normal ke berbagai arah.	Taman (<i>outdoor</i>)	16,0 detik	480	0001 – 0480
2	Berlari ke berbagai arah.	Taman (<i>outdoor</i>)	4,6 detik	140	0481 – 0620
3	Berdiri dan berjalan normal ke berbagai arah	Lorong (<i>indoor</i>)	18,6 detik	558	2003 – 2560
4	Berlari ke satu arah.	Lorong (<i>indoor</i>)	4,0 detik	121	2561 – 2681
5	Berlari ke dua arah.	Lorong (<i>indoor</i>)	9,4 detik	282	3175 – 3456

4.4 Usulan Model

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah model penentuan arah pergerakan objek pada video kerumunan menggunakan ciri *optical flow* yang memiliki waktu komputasi yang lebih cepat dari metode sebelumnya dengan tetap mempertahankan nilai akurasi. Untuk menghasilkan model dengan waktu komputasi yang lebih cepat, maka pada penelitian ini:

1. Ciri *optical flow* diturunkan menjadi *Histogram of Oriented Optical Flow (HOOF)* sehingga akan mengurangi dimensi fitur yang dianalisis. Untuk menurunkan ciri *optical flow* menjadi HOOF digunakan metode statistik yang sederhana sehingga diharapkan tidak terlalu membutuhkan waktu komputasi yang besar.
2. Menghilangkan proses segmentasi dan deteksi objek karena proses tersebut membutuhkan waktu komputasi yang cukup besar. Batasan video yang digunakan dalam penelitian ini adalah video kerumunan yang terdiri dari

banyak objek manusia, sehingga proses segmentasi dan deteksi objek tidak efektif untuk diterapkan.

3. Membagi frame menjadi grid dengan ukuran tertentu. Pembagian frame menjadi grid atau area yang lebih kecil selain bertujuan untuk tetap mempertahankan nilai akurasi yang baik, juga mempercepat proses komputasi karena akumulasi nilai HOOF tidak dilakukan pada keseluruhan frame, namun hanya pada grid.
4. Penentuan arah pergerakan tidak hanya dilakukan dengan menganalisis HOOF pada satu frame tunggal saja, namun juga dilakukan pada beberapa *frame* sekaligus (*multi-frame*) dengan mengakumulasi nilai HOOF. Hal tersebut bertujuan untuk mempertahankan nilai akurasi yang tetap baik.

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan maka dibuat model analisis video untuk menentukan arah pergerakan objek yang terdiri dari 2 (dua) proses utama yaitu proses ekstraksi ciri (*feature extraction*) dan analisis ciri (*feature analysis*) untuk menentukan arah pergerakan objek pada video. Gambar 4.5 menyajikan secara lengkap model analisis video yang diusulkan. Model ini merupakan kontribusi utama dari penelitian ini.

Secara umum model memiliki masukan berupa video dengan ukuran 320x240, *frame rate* antara 25-30 fps dan berformat AVI (*audio video interleave*). Model juga menerima beberapa parameter yang mempengaruhi proses pada tiap tahap. Parameter utama dari model yang diusulkan adalah sebagai berikut:

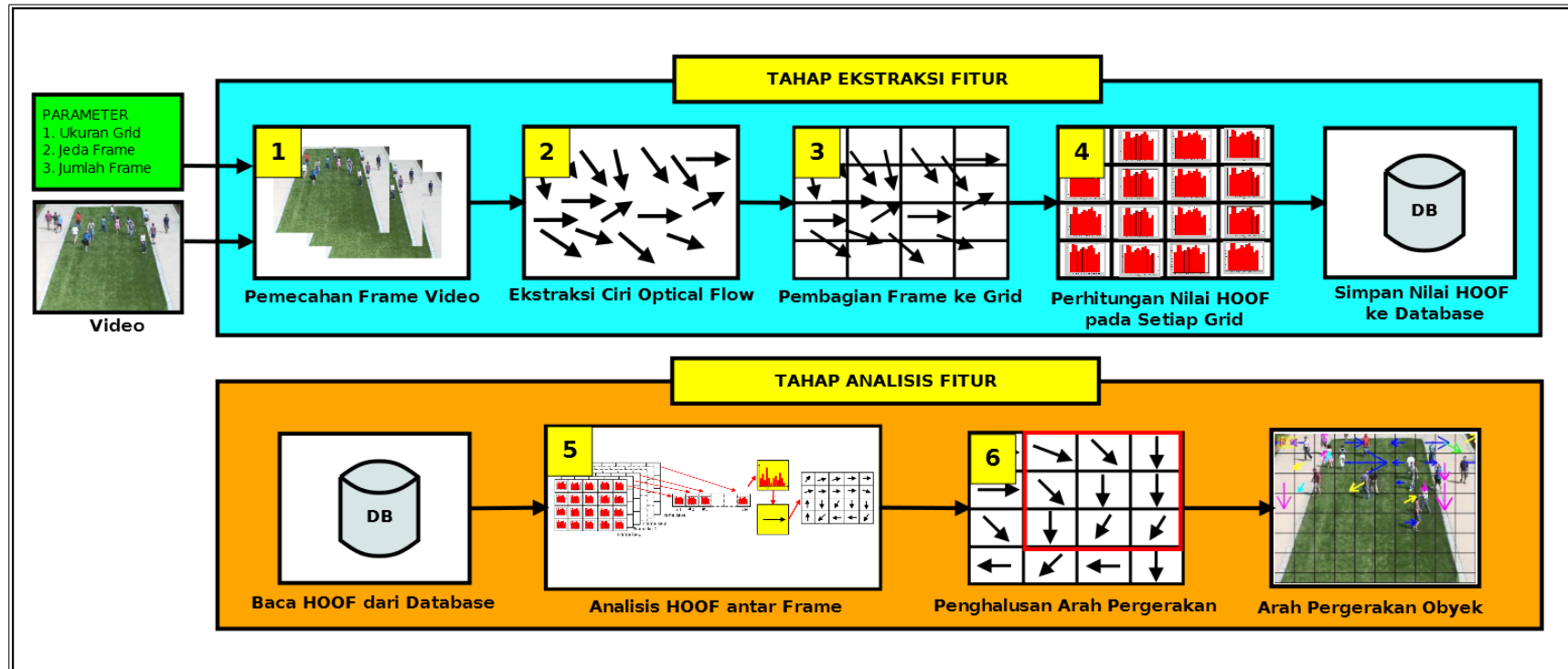
1. Ukuran *grid*, dinotasikan dengan N. Nilai N menentukan ukuran *grid* yang digunakan untuk membagi area *frame* dalam proses ekstraksi ciri HOOF. Pada penelitian ini, nilai N dibatasi dengan ukuran 8, 16, dan 32. Nilai tersebut merupakan bilangan genap 2^n , yang mana n merupakan bilangan bulat positif. Ketiga nilai tersebut dipilih berdasarkan pemikiran bahwa ukuran 8 mewakili ukuran grid yang lebih kecil dibanding ukuran objek (orang) pada video masukan, 16 mewakili ukuran yang sedang dan 32 mewakili ukuran grid yang lebih besar dibanding ukuran objek. Selain itu dengan ketiga ukuran tersebut, pada proses pembagian frame, seluruh grid yang dihasilkan memiliki ukuran

yang sama, karena video masukan berukuran 320x240.

2. Interval *frame*, dinotasikan dengan I_{frame} . Nilai I_{frame} mempengaruhi proses analisis ciri HOOF yang telah tersimpan di pangkalan data. Pada penelitian ini, jangkauan nilai I_{frame} dibatasi dengan nilai 1, 2, dan 4. Nilai jeda 1 artinya analisis *frame* dilakukan untuk setiap *frame* dan jeda 2 artinya *frame* berikutnya yang berdekatan akan diabaikan. Pemilihan nilai interval mengacu pada deret bilangan 2^n , dengan $n \in \{0, 1, 2\}$. Dengan ketiga variasi interval *frame* tersebut diharapkan dapat ditemukan interval *frame* optimal yang dapat digunakan dalam penentuan arah pergerakan objek pada video.
3. Jumlah *frame*, dinotasikan dengan P . Nilai P menentukan jumlah *frame* yang disertakan dalam proses analisis. Pada penelitian ini digunakan nilai P sebesar 2, 8 dan 32. Pemilihan nilai tersebut didasarkan pada bilangan 2^n sedemikian hingga ketiga bilangan tersebut mewakili variasi jumlah *frame* yang sedikit, sedang dan banyak. Jika interval *frame* yang dianalisis adalah 1, nilai P sebesar 32, dan kerapatan video masukan sebesar 30 fps, maka proses analisis video akan dilakukan setiap detik.

Proses ekstraksi ciri dimulai dengan memecah video menjadi *frame* dan mengekstraksi ciri *optical flow* untuk setiap *frame* tersebut. Selanjutnya *frame* dibagi menjadi sejumlah area (*grid*) dengan ukuran tertentu. Untuk setiap *grid*, diturunkan ciri *Histogram of Oriented Optical Flow* (HOOF) berdasarkan ciri *optical flow* yang telah diekstraksi pada langkah sebelumnya. Luaran dari tahap ekstraksi ciri adalah terbentuknya pangkalan data ciri.

Setelah pangkalan data ciri diperoleh, selanjutnya dilakukan analisis terhadap ciri yang telah disimpan. Ciri HOOF untuk setiap *grid* dari sejumlah *frame* dianalisis menggunakan metode statistik untuk mendapatkan arah pergerakan pada *grid* tersebut. Hasil analisis merupakan arah pergerakan pada *grid*. Arah pergerakan pada setiap *grid* juga dianalisis untuk memperoleh arah pergerakan objek pada video yang diperiksa. Setiap tahap dari model yang diusulkan, dijelaskan secara lebih rinci pada bagian berikut ini.



Gambar 4.5 Model analisis video untuk menentukan arah pergerakan

4.4.1 Pemecahan Video Menjadi Frame Tunggal

Data masukan untuk model analisis pergerakan objek pada video merupakan rekaman video yang diperoleh dari tahap pengambilan data. Secara bentuk, ukuran dan formatnya, video masukan sudah dilakukan standarisasi. Selanjutnya untuk setiap *frame* pada video, dilakukan pra-pemrosesan citra yaitu dengan mengubah citra berwarna (RGB) menjadi citra keabuan (*grayscale*). Citra keabuan merupakan citra yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap pikselnya. Pengubahan citra berwarna (RGB) yang memiliki tiga kanal menjadi citra keabuan dilakukan dengan metode *luminosity* rekomendasi dari ITU-R (ITU-R, 2011). Persamaan 4.1 merupakan perhitungan nilai piksel keabuan berdasarkan nilai piksel R, G dan B (ITU-R, 2011).

$$I_{(x,y)} = 0.2989 * R_{(x,y)} + 0.5870 * G_{(x,y)} + 0.1140 * B_{(x,y)} \quad (4.1)$$

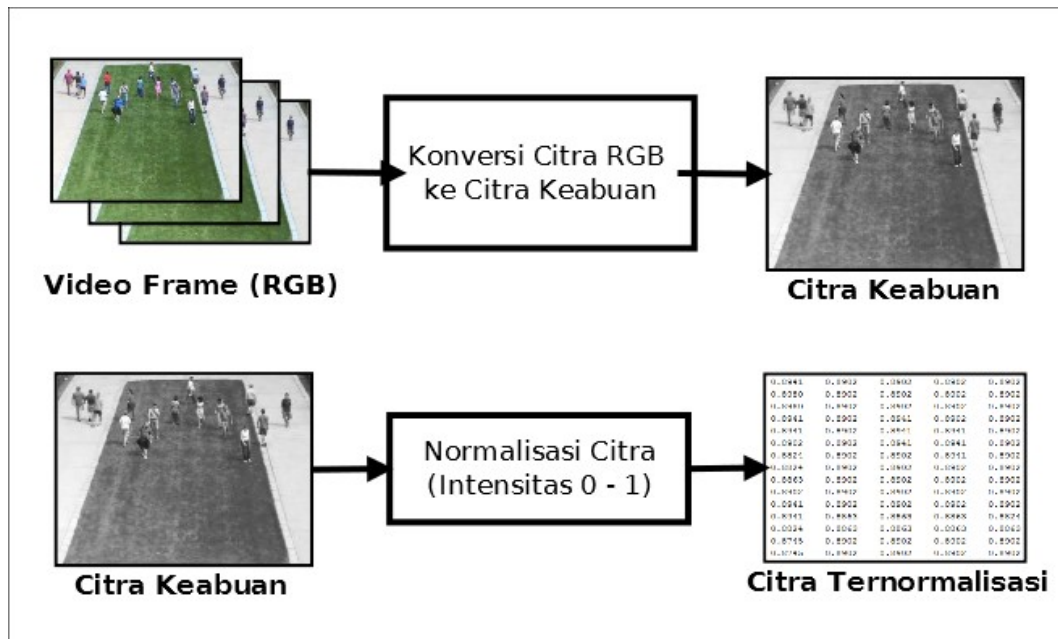
dengan

- $I_{(x,y)}$ merupakan nilai intensitas pada titik (x, y) dari citra.
- $R_{(x,y)}$ merupakan nilai piksel *red* (merah) pada titik (x, y) dari citra.
- $G_{(x,y)}$ merupakan nilai piksel *green* (hijau) pada titik (x, y) dari citra.
- $B_{(x,y)}$ merupakan nilai piksel *blue* (biru) pada titik (x, y) dari citra.

Tahap selanjutnya adalah melakukan normalisasi citra keabuan yang memiliki nilai intensitas 0 hingga 255 menjadi citra dengan nilai intensitas antara 0 hingga 1. Citra yang dihasilkan bertipe *single* atau pecahan dengan presisi tunggal. Proses normalisasi dilakukan dengan Persamaan 4.2. Sementara itu, Gambar 4.19 menunjukkan proses pemecahan *frame* dan langkah pemrosesan awal citra yang dilakukan.

$$I'_{(x,y)} = \frac{I_{(x,y)}}{255} \quad (4.2)$$

dengan $I'_{(x,y)}$ merupakan nilai intensitas ternormalisasi pada titik (x, y) dan $I_{(x,y)}$ merupakan nilai intensitas awal pada titik (x, y) dari citra.



Gambar 4.6 Pemecahan *frame* dan pra-pemrosesan video

Gambar 4.7 merupakan contoh citra yang dilakukan proses perubahan dari citra berwarna (RGB) menjadi citra berskala keabuan (*grayscale*) dan selanjutnya dinormalisasi menjadi citra bertipe *float* presisi tunggal (*single*).



Gambar 4.7 Contoh proses perubahan citra berwarna menjadi citra *grayscale* dan citra ternormalisasi

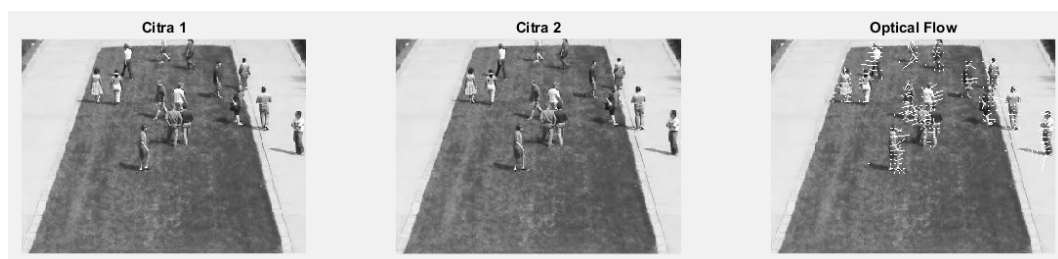
4.4.2 Ekstraksi Ciri *Optical Flow*

Proses ekstraksi ciri merupakan proses untuk mengambil ciri-ciri yang diperlukan dari suatu objek. Ciri yang digunakan dalam model yang diusulkan adalah *optical flow* dengan beberapa pertimbangan antara lain:

- Tingkat kecerahan citra pada *frame* yang berdekatan dianggap tidak memiliki perbedaan yang signifikan.
- Video bersifat kontinu artinya pergerakan setiap titik selalu bersambungan untuk setiap *frame*.
- Ciri *optical flow* dapat dijadikan dasar penentuan arah pergerakan objek. Ciri *optical flow* berupa vektor yang terdiri dari arah horisontal (u) dan vertikal (v).
- Proses deteksi objek bergerak menggunakan ciri *optical flow* tidak memerlukan proses penentuan latar belakang dan segmentasi terlebih dahulu.
- Ciri *optical flow* dapat digunakan secara lokal maupun global. Contoh metode yang melakukan ekstraksi ciri secara lokal adalah metode Lucas-Kanade dan metode ekstraksi *optical flow* secara global adalah Horn-Schunck.

Pada penelitian ini, nilai *optical flow* diperoleh menggunakan metode klasik Horn-Schunck (Horn dan Schunck, 1981a) dengan menerapkan konvolusi kernel (Barron dkk., 1994, 1992; Beauchemin dan Barron, 1995). Penjelasan rinci mengenai metode *optical flow* Horn-Schunck (HS) dijelaskan pada subbab 3.7. Ciri *optical flow* untuk setiap *frame* disimpan dan dianalisis pada tahapan selanjutnya.

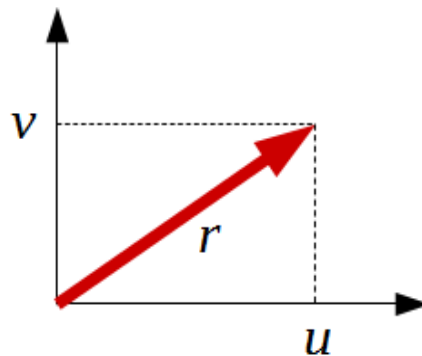
Gambar 4.8 menunjukkan visualisasi nilai ciri *optical flow* dari dua buah citra yang berturutan (frame ke-20 dan 21 dari video dataset UMN).



Gambar 4.8 Contoh ekstraksi ciri *optical flow* pada dua citra berurutan

Nilai *optical flow* diekstraksi menggunakan Matlab dalam format bilangan kompleks. Nilai *optical flow* yang dihasilkan berupa vektor yang terdiri dari komponen horisontal (u), vertikal (v), dan besaran vektor (r). Hubungan antara

komponen u , v dan r digambarkan pada Gambar 4.9. Nilai besaran vektor (r) dapat diperoleh dengan Persamaan 4.3 yang diturunkan dari teorema Pythagoras (Wikipedia, 2016).



Gambar 4.9 Hubungan komponen *optical flow* u , v dan r

$$r = \sqrt{u^2 + v^2} \quad (4.3)$$

Pada penelitian ini, proses ekstraksi ciri *optical flow* dilakukan untuk setiap frame dari video masukan. Nilai *optical flow* dari setiap frame disimpan dalam sebuah variabel untuk diproses pada tahap selanjutnya. Nilai *optical flow* mencerminkan pergerakan setiap titik dari *frame* video. Semakin besar nilai *optical flow* (r), semakin signifikan pergerakan yang terjadi. Dengan kondisi tersebut, maka pada penelitian ini diterapkan nilai ambang batas (*threshold*) untuk menghilangkan pergerakan yang kurang signifikan dari setiap *frame* video. Berdasarkan hasil uji coba program, pada penelitian ini digunakan nilai ambang batas sebesar 0,1. Jika nilai *optical flow* (r) kurang dari ambang batas, maka nilai *optical flow* diubah menjadi 0.

Secara umum, algoritme yang digunakan pada proses ekstraksi ciri *optical flow* dijabarkan pada Gambar 4.10.

```

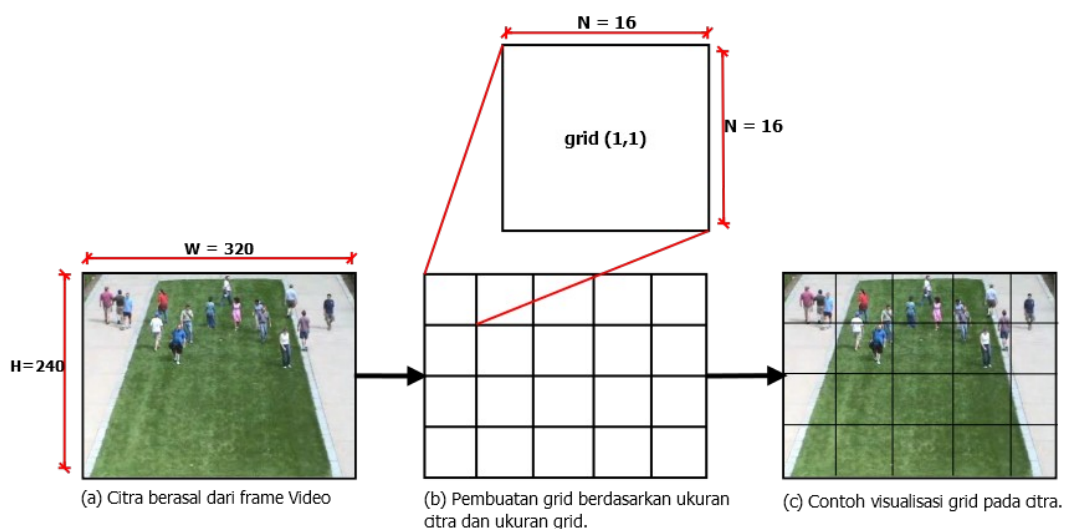
1  [MULAI]
2  inisialisasi nilai optical flow dengan 0
3  baca video
4  ULANG untuk setiap frame video,
5      baca frame saat ini
6      flow = hitung nilai u dan v optical flow
7      hitung nilai r = sqrt(imag(flow)^2 + real(flow)^2)
8      threshold = 0.1
9      JIKA nilai r >= threshold,
10         ambil nilai 'flow'
11     JIKA TIDAK,
12         flow = 0
13     akhir JIKA
14     simpan nilai flow
15 akhir ULANG
16 [SELESAI]

```

Gambar 4.10 Algoritme ekstraksi ciri *optical flow*

4.4.3 Pembagian *Frame* Menjadi *Grid*

Pembagian frame menjadi *grid* dilakukan berdasarkan parameter model seperti sudah dijelaskan pada subbab sebelumnya. Penentuan ukuran grid sangat bergantung pada video dataset yang digunakan. Ukuran yang terlalu besar atau kecil dapat menyebabkan informasi arah pergerakan menjadi hilang atau terdistorsi oleh arah pergerakan lainnya. Pada penelitian ini, diujicobakan beberapa ukuran grid, yaitu 8x8 piksel, 16x16 piksel dan 32x32 piksel.



Gambar 4.11 Proses Pembentukan *grid* berdasarkan ukuran citra dan *grid*

Dengan *grid* berukuran $N \times N$ pada sebuah citra berukuran lebar W dan tinggi H , maka akan diperoleh *grid* sejumlah $m \times n$. Nilai m diperoleh dengan membagi lebar citra (W) dengan ukuran *grid* (N). Sedangkan nilai n diperoleh dengan membagi tinggi citra (H) dengan ukuran *grid* (N). Jika pembagian menghasilkan nilai pecahan maka hasilnya dibulatkan ke atas.

Sementara itu, koordinat kotak pada *Grid* (m, n) adalah (x, y, w, h). Nilai x diperoleh dengan Persamaan 4.4 dan y dengan Persamaan 4.5. Untuk nilai w dan h merupakan ukuran *grid*, yaitu N .

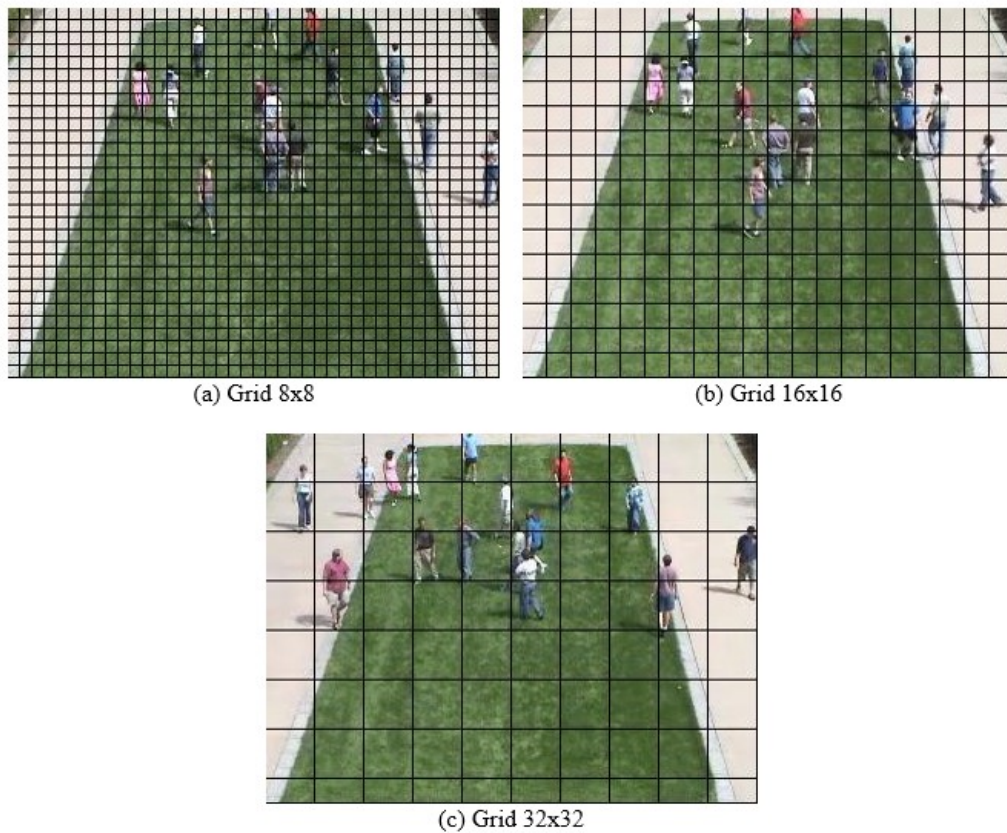
$$x = ((m - 1) * N) + 1 \quad (4.4)$$

$$y = ((n - 1) * N) + 1 \quad (4.5)$$

dengan

- x adalah titik koordinat x untuk *Grid* (m, n)
- y adalah titik koordinat y untuk *Grid* (m, n)
- m adalah nomor baris *grid*
- n adalah nomor kolom *grid*
- N adalah ukuran *grid*

Secara umum, proses pembentukan *grid* telah digambarkan pada Gambar 4.11. Pada penelitian ini, ukuran *grid* memiliki ukuran panjang dan lebar yang sama, atau berbentuk persegi. Adapun koordinat *grid* (m, n) adalah (x, y, N, N). Nilai x dan y ditentukan dengan Persamaan 4.4 dan 4.5, sementara N adalah ukuran *grid*. Gambar 4.12 menunjukkan contoh visualisasi *grid* dengan ukuran 8×8 , 16×16 dan 32×32 .



Gambar 4.12 Visualisasi ukuran grid

4.4.4 Perhitungan Nilai *Histogram of Oriented Optical Flow (HOOF)*

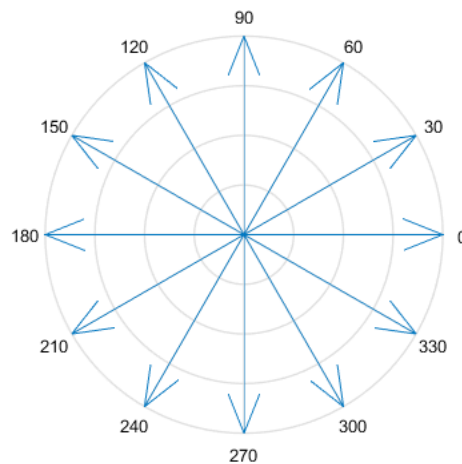
Histogram of Oriented Optical Flow (HOOF) merupakan nilai histogram yang diperoleh dari arah atau vektor *optical flow* (Chaudhry dkk., 2009; Lertniphonphan dkk., 2011; Perš dkk., 2010). Vektor *optical flow* dinormalisasi menjadi sejumlah arah. Beberapa penelitian mengelompokkan arah *optical flow* menjadi 4 arah (Chaudhry dkk., 2009), 8 arah (Lertniphonphan dkk., 2011), 9 arah (Wang dan Snoussi, 2014, 2013) atau lebih. Pada penelitian ini, arah pergerakan dikelompokkan menjadi 12 arah mengikuti pembagian arah jam analog. Selain menggunakan kompas, penentuan arah berdasarkan arah jarum jam analog juga sering digunakan, seperti di dunia penerbangan (Mariner, 2007).

Berdasarkan pengujian perbandingan nilai akurasi, presisi dan recall pengelompokkan arah *optical flow* menjadi 4 arah, 8 arah dan 12 arah seperti

ditampilkan pada Tabel 4.4 menunjukkan bahwa pengelompokan 12 arah memiliki nilai akurasi yang lebih baik dibanding arah lainnya. Hal tersebut menjadi salah satu pertimbangan pemilihan 12 arah dalam penelitian ini.

Tabel 4.4 Perbandingan akurasi, presisi dan *recall* arah pergerakan

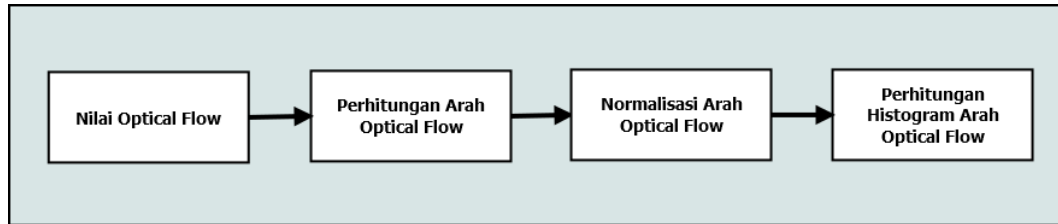
Pengelompokan arah	Akurasi	Presisi	<i>Recall</i>
12 arah	98,06%	35,64%	41,17%
8 arah	97,20%	36,80%	44,00%
4 arah	95,10%	43,50%	53,90%



Gambar 4.13 Pembagian pergerakan menjadi 12 arah

Pada tahap sebelumnya, untuk setiap piksel di dalam *frame*, nilai *optical flow* dihitung dan menghasilkan nilai dalam bilangan kompleks. Nilai *optical flow* terdiri dari dua komponen yaitu komponen arah horisontal (u) dan vertikal (v). Arah dari *optical flow* (dinotasikan dengan θ) pada suatu titik (x, y) dapat dihitung berdasarkan nilai u dan v menggunakan Persamaan 4.6. Nilai θ merupakan sudut antara 0 hingga 360 derajat.

$$\theta_{x,y} = \tan^{-1} \frac{v_{x,y}}{u_{x,y}} \quad (4.6)$$



Gambar 4.14 Proses perhitungan nilai HOOF

Gambar 4.14 menunjukkan proses perhitungan nilai HOOF secara lengkap. Setelah nilai arah *optical flow* dari setiap titik didapatkan, selanjutnya dilakukan normalisasi arah ke dalam 12 arah pergerakan. Arah ternormalisasi dinotasikan dengan θ_b dan memiliki kemungkinan nilai $\theta_b = \{0,30,60,90,120,150,180,210,240, 270, 300, 330\}$. Perhitungan normalisasi arah *optical flow* pada titik (x, y) dilakukan dengan Persamaan 4.7.

$$\theta_b(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{if } 0 \leq \theta_{x,y} < 15 \text{ or } 345 \leq \theta_{x,y} < 360 \\ 30 & \text{if } 15 \leq \theta_{x,y} < 45 \\ 60 & \text{if } 45 \leq \theta_{x,y} < 75 \\ 90 & \text{if } 75 \leq \theta_{x,y} < 105 \\ 120 & \text{if } 105 \leq \theta_{x,y} < 135 \\ 150 & \text{if } 135 \leq \theta_{x,y} < 165 \\ 180 & \text{if } 165 \leq \theta_{x,y} < 195 \\ 210 & \text{if } 195 \leq \theta_{x,y} < 225 \\ 240 & \text{if } 225 \leq \theta_{x,y} < 255 \\ 270 & \text{if } 255 \leq \theta_{x,y} < 285 \\ 300 & \text{if } 285 \leq \theta_{x,y} < 315 \\ 330 & \text{if } 315 \leq \theta_{x,y} < 345 \end{cases} \quad (4.7)$$

Setelah diperoleh arah dari setiap titik, selanjutnya nilai arah dinormalisasi menjadi 12 arah pergerakan, sehingga masing-masing arah berbeda 30 derajat. Keduabelas arah pergerakan tersebut dikodifikasi menjadi angka 1, 2, 3, ..., 12 dengan jangkauan masing-masing kode arah disajikan pada Tabel 4.5. Selain dua belas kode arah pada Tabel 4.5, peneliti juga menambahkan kode 13 yang sebagai kode yang berarti tidak ada arah pergerakan. Tidak adanya arah pergerakan perlu

dikodifikasi karena memungkinkan pada suatu titik tidak terdapat pergerakan sama sekali.

Tabel 4.5 Kodifikasi arah pergerakan

Kode Arah	Titik Tengah Arah	Jangkauan (derajat)	Jangkauan (radian)
3	0	$0^{\circ} \leq \theta < 15^{\circ}$ atau $345^{\circ} \leq \theta < 360^{\circ}$	$0 \leq \theta < 1/12 \pi$ atau $-1/12 \pi \leq \theta < \pi$
2	30	$15^{\circ} \leq \theta < 45^{\circ}$	$1/12 \pi \leq \theta < 3/12 \pi$
1	60	$45^{\circ} \leq \theta < 75^{\circ}$	$3/12 \pi \leq \theta < 5/12 \pi$
12	90	$75^{\circ} \leq \theta < 105^{\circ}$	$5/12 \pi \leq \theta < 7/12 \pi$
11	120	$105^{\circ} \leq \theta < 135^{\circ}$	$7/12 \pi \leq \theta < 9/12 \pi$
10	150	$135^{\circ} \leq \theta < 165^{\circ}$	$9/12 \pi \leq \theta < 11/12 \pi$
9	180	$165^{\circ} \leq \theta < 195^{\circ}$	$11/12 \pi \leq \theta < \pi$ atau $-11/12 \pi \leq \theta < -\pi$
8	210	$195^{\circ} \leq \theta < 225^{\circ}$	$-11/12 \pi \leq \theta < -9/12 \pi$
7	240	$225^{\circ} \leq \theta < 255^{\circ}$	$-9/12 \pi \leq \theta < -7/12 \pi$
6	270	$255^{\circ} \leq \theta < 285^{\circ}$	$-7/12 \pi \leq \theta < -5/12 \pi$
5	300	$285^{\circ} \leq \theta < 315^{\circ}$	$-5/12 \pi \leq \theta < -3/12 \pi$
4	330	$315^{\circ} \leq \theta < 345^{\circ}$	$-3/12 \pi \leq \theta < -1/12 \pi$

Persamaan 4.8 digunakan untuk menghitung akumulasi nilai HOOF untuk setiap *grid*. Proses perhitungan histogram arah *optical flow* dilakukan dengan menjumlah seluruh titik yang memiliki arah sudut *optical flow* tertentu. Proses perhitungan nilai HOOF dilakukan untuk setiap *grid*. Dengan demikian nilai HOOF pada *grid* (m, n) merupakan *histogram* yang diperoleh berdasarkan arah *optical flow* pada *grid* (m, n) saja.

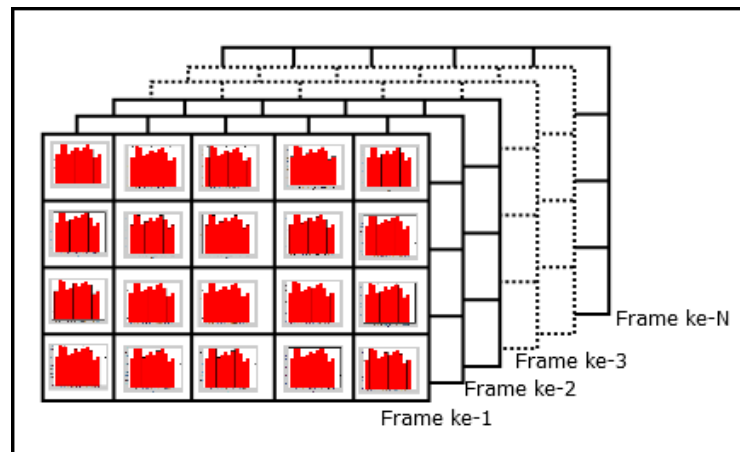
$$hoof(b) = \sum \theta_b(x, y); (x, y) \in W \quad (4.8)$$

dengan

- $hoof(b)$ merupakan nilai HOOF untuk kode arah b , yang mana $b \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13\}$

- $\theta_b(x,y)$ merupakan sudut yang sesuai dengan kode arah b , pada titik (x, y) sedemikian hingga titik (x, y) merupakan seluruh titik yang terletak pada area W .
- W merupakan area pada suatu *grid*.

Selanjutnya, nilai HOOF pada setiap *grid* disimpan pada sebuah pangkalan data ciri. Penyimpanan dilakukan untuk setiap *frame* dari video. Gambar 4.15 merupakan contoh representasi pangkalan data ciri HOOF untuk N *frame*, yang tersimpan pada sebuah file.

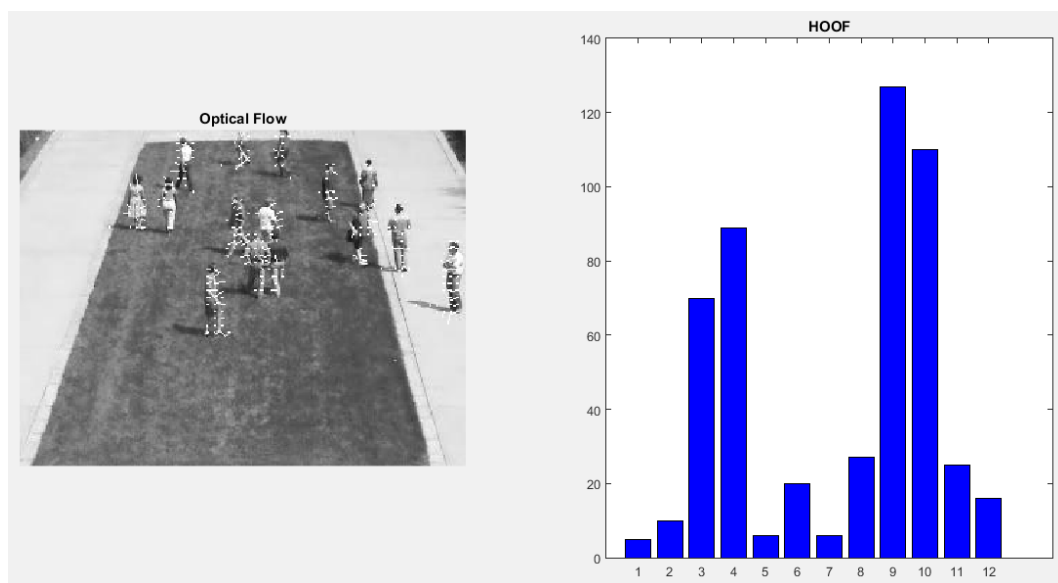


Gambar 4.15 Representasi pangkalan data ciri HOOF

Contoh visualisasi hasil perhitungan nilai HOOF ditunjukkan pada Gambar 4.16. Nilai *optical flow* yang diekstraksi dari suatu *frame*, diproses menjadi arah dan selanjutnya dinormalisasi menjadi 12 kode arah pergerakan dan 1 kode arah tanpa pergerakan. Nilai HOOF yang dihasilkan adalah pada contoh adalah $\{5, 10, 70, 89, 6, 20, 6, 27, 127, 110, 25, 16, 76289\}$. Visualisasi nilai HOOF untuk kode arah 1 sampai 12 ditampilkan pada Gambar 4.16 dalam bentuk diagram batang. Dari hasil perhitungan nilai HOOF juga tampak bahwa pergerakan yang paling dominan adalah kode arah 9, menunjukkan bahwa sebagian besar titik pada frame mengarah ke sudut 180 derajat atau searah dengan

angka 9 pada jam analog.

Pada penelitian ini, perhitungan nilai HOOF tidak dilakukan pada keseluruhan *frame*, namun dilakukan pada setiap grid. Ukuran grid ditentukan pada awal proses. Sebagai contoh, untuk ukuran grid 8x8, maka akan terdapat 64 arah pergerakan yang dihitung menjadi HOOF. Selanjutnya nilai HOOF yang diekstraksi dari setiap grid pada seluruh frame disimpan ke dalam pangkalan data. Representasi visual dari struktur pangkalan data yang digunakan tampak pada Gambar 4.15. Implementasi penyimpanan nilai HOOF penelitian ini dilakukan dengan Matlab dan disimpan dalam bentuk file MAT. File MAT merupakan format file biner terkompresi dari Matlab yang dapat digunakan untuk menyimpan suatu variabel secara permanen. File MAT dapat dibaca dan ditulis menggunakan Matlab.



Gambar 4.16 Contoh hasil perhitungan nilai HOOF

Gambar 4.17 merupakan contoh informasi salah satu file MAT yang berisi ciri HOOF dari suatu video. Berdasarkan informasi tersebut dapat diketahui bahwa ciri disimpan dalam matriks berukuran 4-dimensi. Pada contoh, ciri HOOF memiliki dimensi [480 30 40 13] yang menunjukkan bahwa terdapat 480 frame video yang tersimpan, masing-masing frame terdapat 30 x 40 grid, dan setiap grid

memiliki 13 data kode arah.

```
>> mat_info('flow_code/features3/fitur_video01_02_grid8.mat')
      name: 'OFFeatures'
      size: [480 30 40 13]
      bytes: 59904000
      class: 'double'
      global: 0
      sparse: 0
      complex: 0
      nesting: [1x1 struct]
      persistent: 0
```

Gambar 4.17 Contoh format penyimpanan ciri HOOF dalam file MAT

Gambar 4.18 merupakan algoritme lengkap proses perhitungan dan penyimpanan nilai HOOF untuk setiap frame pada video. Nilai HOOF dihitung berdasarkan nilai *optical flow*, selanjutnya disimpan ke dalam file MAT.

```
1 [MULAI]
2 inisialisasi ny = jumlah baris grid
3 inisialisasi nx = jumlah kolom grid
4 inisialisasi OFFeatures sebagai penampung nilai HOOF
5 ULANG untuk frame = setiap frame video,
6     ULANG untuk baris = setiap baris grid,
7     ULANG untuk kolom = setiap kolom grid,
8     ambil seluruh nilai optical flow pada (frame,
9     baris, kolom)
10         hitung sudut atau arah optical flow
11         hitung hoof
12         simpan hoof ke OFFeatures
13     akhir ULANG
14 akhir ULANG
15 simpan OFFeatures ke file MAT
16 [SELESAI]
```

Gambar 4.18 Algoritme perhitungan dan penyimpanan nilai HOOF

4.4.5 Analisis Ciri HOOF Antar *Frame*

Analisis ciri HOOF dilakukan terhadap pangkalan data ciri HOOF yang berasal dari proses ekstraksi ciri di tahap sebelumnya. Analisis dilakukan terhadap beberapa *frame* sekaligus untuk posisi *grid* yang sama seperti terlihat pada

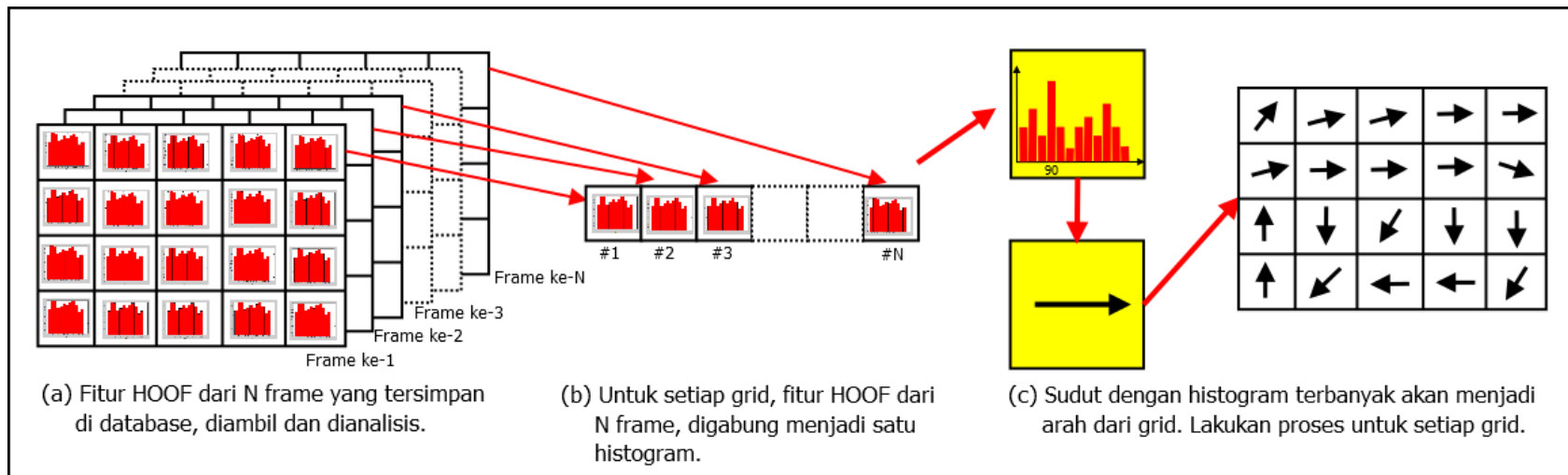
Gambar 4.19 bagian (a) dan (b). Jumlah *frame* yang dianalisis ditentukan berdasarkan parameter model yang diberikan (dinotasikan dengan P). Sebagai contoh, jika ingin menganalisis pergerakan pada posisi grid(1,1) maka seluruh nilai HOOF dari grid(1,1) untuk setiap *frame* yang diamati diambil dan dianalisis.

Proses analisis arah pergerakan dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu analisis ciri HOOF sesuai dengan parameter yang diberikan, penentuan arah pergerakan dan visualisasi arah pergerakan. Pada bagian pertama, dilakukan perhitungan nilai HOOF sesuai dengan parameter masukan dari model. Parameter utama model terdiri dari ukuran grid (N), jeda atau interval frame (I_{frame}) dan jumlah frame yang dianalisis (P).

Sebagai contoh, jika diberikan parameter jeda frame (I_{frame}) sebesar 2, jumlah frame (P) sebesar 8, maka nilai HOOF diambil dari 8 frame yang berturut-turut dengan jeda frame sebesar 2 (frame berikutnya akan diabaikan). Dengan demikian, untuk menentukan arah pergerakan pada frame ke-100, maka nilai HOOF yang diambil secara berturut-turut {86, 88, 90, 92, 94, 96, 98, 100}. Namun jika parameter jeda frame diatur dengan nilai 1, maka frame yang dianalisis adalah {93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100}.

Pada tahap analisis nilai HOOF juga diterapkan proses peng-ambangan (*thresholding*) untuk menentukan suatu *grid* akan dianalisis nilai HOOF-nya atau tidak. Untuk *grid* yang mengandung pergerakan maka akan diproses, sedangkan yang tidak mengandung pergerakan tidak perlu diproses. Dengan demikian proses komputasinya menjadi lebih cepat.

Selanjutnya untuk menentukan metode peng-ambangan, dilakukan pengujian yang membandingkan beberapa metode perhitungan nilai ambang. Metode yang dipbandingkan adalah metode peng-ambangan Otsu, adaptif rerata (*mean*), adaptif nilai tengah (*median*) dan adaptif terbesar-terkecil (*max-min*). Untuk setiap metode peng-ambangan, juga diujicoba dengan menerapkan sebuah nilai konstanta (C) untuk melihat apakah diperlukan penggunaan konstanta atau tidak.



Gambar 4.19 Proses analisis ciri HOOF untuk mendapatkan arah pergerakan

Tabel 4.6 Perbandingan metode peng-ambangan Otsu, rerata (mean), nilai tengah (median) dan terbesar-terkecil (max-min)

Ukuran	Metode Peng-ambangan							
	Maxmin	Maxmin, C=50	Mean	Mean, C=50	Median	Median, C=50	Otsu	Otsu, C=50
Accuracy	98,41%	98,32%	98,31%	98,09%	98,12%	98,05%	98,39%	98,29%
Precision	22,29%	21,46%	20,80%	19,36%	18,78%	19,13%	20,10%	21,05%
Recall	11,77%	16,77%	16,55%	20,63%	18,48%	20,61%	11,60%	17,72%

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.6, maka dapat disimpulkan bahwa metode peng-ambangan yang paling baik digunakan adalah metode terbesar-terkecil (max-min). Selain itu konstanta tidak perlu ditambahkan karena jika ditambahkan justru nilai akurasi dan presisinya menurun.

Berdasarkan persamaan peng-ambangan metode adaptif terbesar-terkecil (max-min) seperti pada Persamaan 3.4, ditetapkan metode perhitungan nilai ambang seperti disajikan pada Persamaan 4.9. Nilai ambang (T) diperoleh dengan menambahkan nilai HOOF yang terbesar dengan nilai HOOF yang terkecil, lalu dibagi dengan nilai 2. Hasilnya dikurangi dengan sebuah nilai konstanta. Dalam hal ini, nilai konstanta dapat diabaikan karena berdasarkan hasil percobaan pada Tabel 4.6 nilai konstanta (C) tidak perlu digunakan.

$$T = \frac{\max(\text{hoof}) + \min(\text{hoof})}{2} - C \quad (4.9)$$

dengan

- T merupakan nilai ambang (*threshold*)
- *hoof* adalah nilai *histogram of oriented optical flow* dari keseluruhan grid pada suatu *frame*
- C merupakan nilai konstanta pengurang nilai ambang.

Arah pergerakan pada suatu grid diperoleh dengan mengakumulasikan seluruh nilai HOOF dari keseluruhan grid yang dianalisis. Nilai HOOF grid dari frame yang terpilih akan diakumulasikan dan dihitung kembali sehingga didapat nilai HOOF grid yang merupakan akumulasi dari beberapa frame sekaligus. Dengan kata lain, analisis tidak hanya dilakukan untuk satu frame tunggal, namun dilakukan untuk banyak frame (*multi-frame*). Proses akumulasi nilai HOOF antar grid dilakukan menggunakan Persamaan 4.10.

$$hoof_b(m, n) = \sum_{frame=1}^P hoof_b(m, n) \quad (4.10)$$

dengan $hoof_b(m, n)$ merupakan histogram arah b dari beberapa frame pada grid (m, n) . Notasi P merupakan jumlah frame yang dianalisis.

Setelah histogram akumulasi diperoleh, arah pergerakan ditentukan berdasarkan kode arah yang memiliki jumlah histogram terbanyak. Arah pergerakan tersebut menjadi arah pergerakan dari grid yang diamati. Proses menggabungkan histogram dilakukan untuk setiap grid sedemikian hingga seluruh grid dari serangkaian *frame* dapat ditentukan arah pergerakan objeknya seperti terlihat pada Gambar 4.19 butir (c).

Gambar 4.20 menyajikan algoritme lengkap proses analisis dan penentuan arah pergerakan. Hasil analisis ditampilkan secara visual dalam bentuk anak panah sesuai arah dan besar pergerakan.

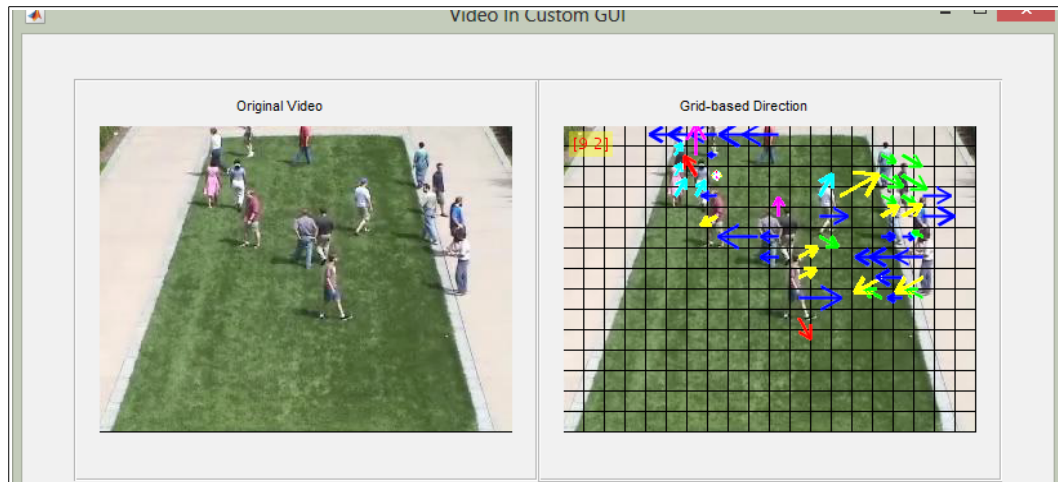
Visualisasi arah pergerakan diimplementasikan menggunakan Matlab untuk setiap frame yang dianalisis. Gambar 4.21 merupakan contoh visualisasi arah pergerakan dari video masukan 'video01.avi' dengan parameter model ukuran grid 16, jeda frame 1 dan jumlah frame yang dianalisis 2. Pada gambar ditampilkan 4 (empat) bagian. Bagian pertama menampilkan video asli, bagian kedua menampilkan video yang sudah dibagi menjadi grid dan menyajikan arah pergerakan dari setiap *grid*. Bagian ketiga adalah rangkuman arah pergerakan yang dominan dari setiap frame dan bagian keempat adalah diagram batang arah pergerakan dari setiap *frame*.

```

1  [MULAI]
2  inisialisasi fitur hoof, jumlah_frame, interval, ukuran
3  grid
4  inisialisasi ukuran grid standar
5  baca file fitur hoof
6  JIKA ukuran grid > ukuran grid standar,
7      gabungkan fitur hoof sesuai ukuran grid
8  JIKA tidak,
9      langsung ambil fitur hoof
10 akhir JIKA
11
12 gabungkan fitur hoof untuk sejumlah frame dan interval
13 sesuai parameter
14
15 ULANG frame = setiap fitur hoof yang dianalisis,
16     ULANG untuk baris = setiap baris grid,
17     ULANG untuk kolom = setiap kolom grid,
18     ambil seluruh nilai optical flow pada (frame,
19     baris, kolom)
20     jumlahkan nilai hoof grid untuk setiap kode arah
21     simpan nilai hoof grid
22     akhir ULANG
23     akhir ULANG
24 akhir ULANG
25
26 ULANG untuk frame = setiap frame terpilih,
27     ambil nilai hoof untuk frame terpilih
28     lakukan smoothing arah dengan 8-ketetanggaan
29     hitung threshold histogram arah
30     ULANG untuk baris = setiap baris grid,
31     ULANG untuk kolom = setiap kolom grid,
32     JIKA histogram arah >= threshold dan tidak
33     bernilai 0,
34     tampilkan arah pergerakan
35     akhir JIKA
36     akhir ULANG
37     akhir ULANG
38 akhir ULANG
39 [SELESAI]

```

Gambar 4.20 Algoritme analisis arah pergerakan

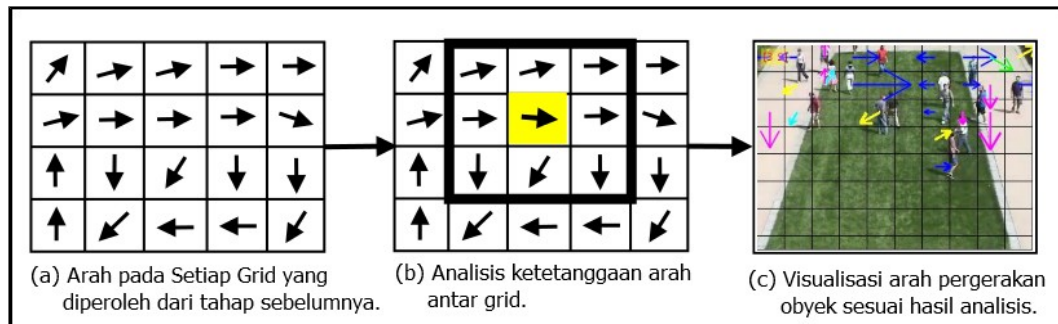


Gambar 4.21 Contoh hasil visualisasi model

4.4.6 Penghalusan Arah Pergerakan Setiap *Grid*

Arah pergerakan dari setiap *grid* yang telah diperoleh dari proses sebelumnya, selanjutnya diperhalus untuk mendapatkan arah pergerakan yang lebih tepat. Gambar 4.22 menjelaskan mengenai proses penghalusan arah pergerakan setiap *grid*.

Secara umum, penghalusan arah pergerakan dilakukan dengan memperhatikan arah pergerakan dari *grid* yang bertetangga. Pada penelitian ini digunakan penghalusan 8-ketetanggaan. Arah dari suatu *grid* yang diamati diperoleh dengan memperoleh nilai tengah (median) dari seluruh *grid* yang bertetangga. Penelusuran *grid* dilakukan tanpa melibatkan *grid* paling tepi. Proses penelusuran *grid* dilakukan ke arah mendatar hingga *grid* terakhir pada sisi horisontal. Setelah penelusuran secara mendatar selesai, dilanjutkan dengan menelusuri *grid* secara menurun (vertikal). Demikian seterusnya hingga seluruh *grid* dari suatu frame selesai ditelusuri dan didapatkan arah pergerakan *grid* hasil proses penghalusan.



Gambar 4.22 Proses analisis arah setiap grid untuk menentukan arah pergerakan video

Pada penelitian ini digunakan metode median dari 8-ketetanggaan untuk mendapatkan nilai arah *grid* karena berdasarkan hasil ujicoba metode median lebih baik dibanding metode lainnya. Berdasarkan perbandingan nilai akurasi, presisi dan *recall* antara metode penghalusan *majority voting*, *median* (nilai tengah) dan tanpa metode penghalusan seperti disajikan pada Tabel 4.7, metode nilai tengah terbukti lebih baik dibanding metode lainnya.

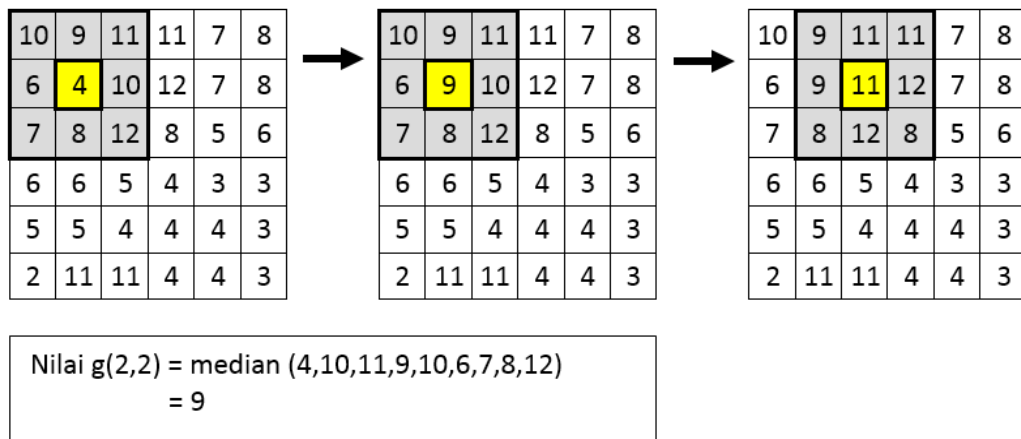
Tabel 4.7: Hasil uji coba perbandingan metode penghalusan arah

Ukuran	Metode Penghalusan (<i>Smoothing</i>)		
	Majority Vote	Median	Tanpa <i>Smoothing</i>
Akurasi	98,25%	98,18%	98,22%
Presisi	17,21%	18,44%	15,57%
<i>Recall</i>	12,08%	14,15%	11,66%

1	[MULAI]
2	inisialisasi A = nilai arah dari seluruh grid
3	inisialisasi jumbaris = jumlah grid secara baris
4	inisialisasi jumkolom = jumlah grid secara kolom
5	ULANG untuk b = grid ke-2 hingga jumbaris-1,
6	ULANG untuk k = grid ke-2 hingga jumkolom-1,
7	hitung nilai median arah grid(b,k) dan tetangganya
8	ubah nilai arah grid(b,k) dengan hasil median
9	akhir ULANG
10	akhir ULANG
11	simpan nilai arah seluruh grid yang baru
12	[SELESAI]

Gambar 4.23 Algoritme penghalusan arah pergerakan grid

Gambar 4.23 menyajikan algoritme penghalusan arah pergerakan *grid* untuk suatu *frame*. Parameter yang diberikan adalah nilai arah dari keseluruhan *grid*. Algoritme tersebut diimplementasikan untuk menghaluskan arah *grid* seperti contoh visualisasi yang ditampilkan pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Contoh penghalusan arah grid

4.5 Rancangan Pengujian

Pengujian terhadap keseluruhan sistem yang dihasilkan bertujuan untuk mengetahui kemampuan dari sistem analisis arah pergerakan pada video. Pengujian dilakukan menggunakan data video hasil rekaman sesuai sudah dijelaskan pada subbab 4.3. Secara umum, rangkaian pengujian dilakukan untuk mengetahui:

1. Nilai akurasi, presisi dan recall dari proses deteksi pergerakan objek pada video,
2. Nilai tingkat keberhasilan (*success rate*) model dalam rangka menentukan parameter pengujian yang terbaik.
3. Nilai akurasi, presisi dan recall dari model penentuan arah pergerakan menggunakan parameter pengujian terbaik,
4. Pengaruh masing-masing parameter pengujian terhadap tingkat keberhasilan,

5. Perbandingan kecepatan proses ekstraksi ciri HOOOF dari model usulan dengan metode yang menggunakan segmentasi dan deteksi objek.

4.5.1 Pengujian Akurasi, Presisi dan *Recall* Deteksi Pergerakan

Pengujian tahap ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi, presisi dan *recall* dari model yang dibangun dalam mendeteksi pergerakan pada video. Selain itu, pengujian juga dilakukan untuk mengetahui pengaruh nilai ambang batas (*threshold*) yang digunakan terhadap nilai akurasi, presisi dan *recall* dari proses deteksi pergerakan. Pengujian dilakukan dengan menghitung tingkat keberhasilan model dalam menentukan grid yang mengandung pergerakan serta grid tidak mengandung pergerakan.

Skenario pengujian tahap ini menggunakan 2 (dua) video masukan dan 4 (empat) nilai *threshold*. Dengan demikian terdapat 8 skenario pengujian. Dari masing-masing skenario, diambil 10 frame acak untuk diuji dan dihitung nilai akurasi, presisi dan *recall*. Proses pemilihan frame untuk pengujian dilakukan secara acak dengan menggunakan program khusus yang mengeksekusi fungsi *random*. Untuk pengujian deteksi pergerakan dan pengujian tingkat keberhasilan (pengujian tahap 1 dan 2) digunakan fungsi *random murni*. Namun pada pengujian tingkat akurasi, presisi dan *recall* arah pergerakan (pengujian ketiga) digunakan fungsi *random terpilih* dimana frame yang sudah digunakan dalam pengujian tahap 1 dan 2 tidak diikutsertakan dalam proses *random*.

Perhitungan nilai akurasi, presisi dan *recall* berdasarkan formula *confusion matrix* seperti digambarkan pada Gambar 4.25 (Sokolova dan Lapalme, 2009). Sebelum menghitung nilai akurasi, presisi dan *recall*, terlebih dahulu dihitung nilai *True Negative (TN)*, *False Positive (FP)*, *False Negative (FN)*, dan *True Positive (TP)*. Nilai *True Negative (TN)* merupakan jumlah grid yang tidak mengandung gerakan dan terdeteksi benar sebagai grid yang tidak mengandung gerakan, sedangkan *False Positive (FP)* merupakan grid yang seharusnya tidak mengandung gerakan namun terdeteksi sebagai grid yang mengandung gerakan. Sementara itu, *True Positive (TP)* merupakan grid yang mengandung gerakan dan

terdeteksi benar oleh sistem sebagai grid yang mengandung gerakan. *False Negative* (FN) merupakan kebalikan dari *True Positive*, sehingga grid yang seharusnya mengandung gerakan, namun terdeteksi sebagai grid yang bukan gerakan.

		Hasil Prediksi	
		Bukan Gerakan	Gerakan
Hasil Validasi	Jumlah Seluruh Grid (N)		
	Bukan Gerakan	True Negative (TN)	False Positive (FP)
	Gerakan	False Negative (FN)	True Positive (TP)

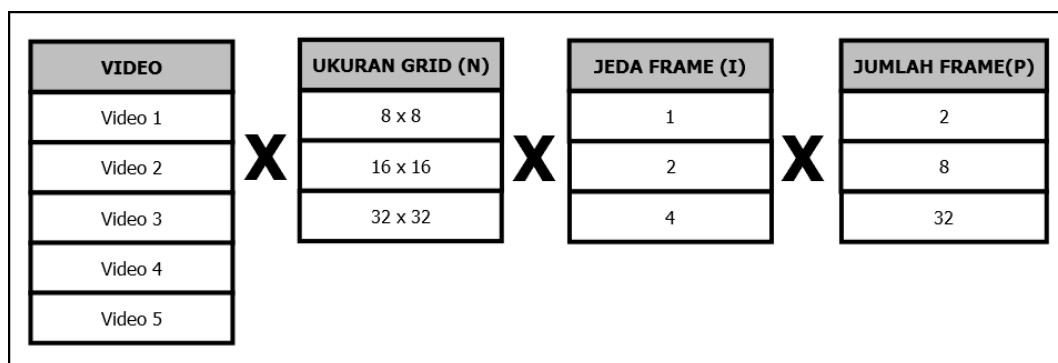
Gambar 4.25 Confusion matrix deteksi pergerakan

Berdasarkan nilai *True Negative* (TN), *False Positive* (FP), *False Negative* (FN), dan *True Positive* (TP) dapat diperoleh nilai akurasi, presisi dan *recall* dengan Persamaan 3.5, 3.6, dan 3.7. Nilai akurasi menggambarkan seberapa akurat sistem dapat mendeteksi pergerakan. Nilai presisi menggambarkan saat sistem mendeteksi sebuah pergerakan, berapa persen tervalidasi benar. Sedangkan *recall* menunjukkan berapa persen pergerakan yang terdeteksi benar oleh sistem.

4.5.2 Pengujian Tingkat Keberhasilan Penentuan Arah Pergerakan

Adapun pengujian terhadap usulan model dilakukan dengan beberapa skenario seperti digambarkan secara ringkas pada Gambar 3.3. Skenario pengujian melibatkan 4 (empat) parameter yaitu video ujicoba, ukuran *grid* (N), interval *frame* (I) dan jumlah *frame* (P). Masing-masing parameter terdiri dari 5 (lima) video ujicoba, 3 ukuran *grid* (N), 3 interval *frame* (I), dan 3 jumlah *frame* (P). Dengan demikian akan dihasilkan 135 rangkaian percobaan.

Adapun variasi ukuran grid (N) yang dipilih adalah 8x8, 16x16 dan 32x32 sesuai dengan ukuran objek di dalam dataset yang berkisar antara 5 piksel hingga 40 piksel. Dengan variasi ukuran grid ini diharapkan diperoleh ukuran grid yang optimal. Sementara itu, untuk nilai interval (I) atau jeda frame divariasikan dengan nilai 1, 2, dan 4 sesuai urutan deret 2^n . Sedangkan nilai jumlah frame yang dianalisis (P) divariasikan dengan nilai 2, 8 dan 32, yang masing-masing mewakili parameter jumlah *frame* dalam kategori sedikit, sedang dan banyak. Dengan variasi ini, akan diuji berapa jumlah frame optimal untuk melakukan analisis arah pergerakan.



Gambar 4.26 Skenario pengujian model usulan

Selanjutnya dari 135 rangkaian percobaan tersebut, diambil 10 (sepuluh) *frame* secara acak sebagai data uji. Total keseluruhan frame yang diuji adalah 1350 frame. Hasil dari setiap pengujian berupa arah pergerakan dari setiap *grid* di dalam video yang diujicobakan. Hasil pengujian dicatat dan selanjutnya dilakukan verifikasi oleh pakar secara manual. Verifikasi diperlukan untuk menghasilkan tingkat akurasi dari model yang diusulkan serta melihat pengaruh dari masing-masing parameter pengujian.

Tingkat keberhasilan (*success rate*) proses deteksi dari suatu frame yang diuji, dihitung berdasarkan jumlah *grid* yang terdeteksi secara benar dibandingkan dengan jumlah *grid* yang terdeteksi oleh sistem. Selanjutnya, tingkat keberhasilan (*success rate*) dari keseluruhan data yang diuji dirata-rata sehingga dihasilkan nilai keberhasilan dari keseluruhan model. Keberhasilan proses deteksi arah pergerakan objek pada video dari prototipe model yang telah dibangun divalidasi

oleh pakar secara visual. Persamaan 4.11 menyajikan perhitungan persentasi tingkat keberhasilan (*success rate*) yang digunakan untuk menghitung performa dari satu frame yang diuji. Sedangkan Persamaan 4.12 menyajikan perhitungan nilai SR (*success rate*) untuk keseluruhan frame yang diuji.

$$SR_{frame} = \frac{\sum Grid_{benar}}{\sum Grid_{terdeteksi}} * 100\% \quad (4.11)$$

dengan

- SR_{frame} merupakan persentase tingkat keberhasilan (*success rate*) dari suatu frame uji.
- $Grid_{benar}$ adalah grid dari suatu frame uji yang arah pergerakannya tervalidasi benar.
- $Grid_{terdeteksi}$ adalah seluruh grid dari suatu frame uji yang terdeteksi oleh sistem.

$$SR_{total} = \frac{\sum_{i=1}^N SR_i}{N} \quad (4.12)$$

dengan

- SR_{total} merupakan persentase tingkat keberhasilan (*success rate*) dari keseluruhan frame yang diuji.
- SR_i adalah persentase tingkat keberhasilan dari frame yang ke-i.
- N adalah jumlah seluruh frame yang diuji.

4.5.3 Pengujian Akurasi, Presisi dan Recall Penentuan Arah Pergerakan

Selain melakukan pengujian tingkat keberhasilan (*success rate*), pada penelitian ini juga dilakukan pengujian nilai akurasi, presisi dan *recall* dari usulan model penentuan arah pergerakan pada video. Pengujian bertujuan untuk mengetahui kinerja model yang diusulkan. Pengujian nilai akurasi, presisi dan *recall* dilakukan menggunakan parameter terbaik berdasarkan hasil pengujian tingkat keberhasilan yang telah dijelaskan pada subbab 4.5.2.

Parameter terbaik dari model yang terdiri dari ukuran grid, jeda (interval) frame dan jumlah frame yang dianalisis, diujicoba kembali menggunakan seluruh data masukan. Data masukan berupa 5 (lima) *video* seperti sudah disajikan pada Tabel 4.3. Untuk setiap video diambil sampel 10 *frame* secara acak, dengan tanpa melibatkan *frame* yang pernah diuji pada pengujian sebelumnya. Misalkan *frame* nomor 145 telah terpilih pada pengujian tingkat keberhasilan (*success rate*) model maka *frame* tersebut tidak diikutsertakan dalam pengujian nilai akurasi, presisi dan *recall* ini.

Pada tahap pengujian ini, digunakan metode *confusion matrix* yang diterapkan pada klasifikasi dengan jumlah keluaran kelas yang lebih dari dua atau *multi-class*. Adapun kelas dalam pengujian ini terdiri dari 13 (tiga belas) label kelas yang masing-masing mewakili 12 arah pergerakan dan satu tambahan label kelas untuk menampung grid yang tidak memiliki arah. Keseluruhan label kelas yang digunakan yaitu {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12}. Label kelas 0 menunjukkan tidak ada arah pergerakan.

Setelah *frame* terpilih divalidasi arah pergerakannya, dilakukan perhitungan kinerja sistem menggunakan *confusion matrix*. Perhitungan nilai akurasi, presisi dan *recall* masing-masing dilakukan menggunakan Persamaan 3.8, 3.9, dan 3.10. Nilai akurasi menggambarkan seberapa akurat sistem dalam mengklasifikasikan arah pergerakan dengan benar. Nilai presisi menggambarkan saat sistem mendeteksi adanya suatu arah pergerakan, berapa persen tervalidasi dengan benar. Sedangkan nilai *recall* menunjukkan tingkat efektifitas sistem dalam mengenali setiap label kelas (Sokolova dan Lapalme, 2009).

Selain nilai akurasi, presisi dan *recall*, diusulkan sebuah ukuran performa model klasifikasi arah pergerakan objek pada video yaitu tingkat kesalahan deteksi arah pergerakan (*direction detection error rate = DDER*). Tingkat kesalahan deteksi arah (*direction detection error rate*) menunjukkan tingkat kesalahan (*error*) dari sistem dalam mengklasifikasikan arah pergerakan dengan benar. Tingkat kesalahan didasarkan pada seberapa jauh arah yang terdeteksi oleh sistem dengan arah sebenarnya. Sebagai contoh jika arah sebenarnya dari pergerakan objek adalah arah jam 3, sementara sistem mendeteksi sebagai arah

jam 9 maka hal tersebut memiliki tingkat kesalahan yang paling tinggi karena arahnya berlawanan. Sedangkan jika arah jam 3, terklasifikasi sebagai arah jam 3 juga maka tingkat kesalahan adalah 0 (paling kecil).

Tabel 4.8 Nilai simpangan arah pergerakan

KELAS	Terklasifikasi sebagai kelas-											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	1	2	3	4	5	6	5	4	3	2	1
2	1	0	1	2	3	4	5	6	5	4	3	2
3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	5	4	3
4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	5	4
5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	5
6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6
7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5
8	5	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4
9	4	5	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3
10	3	4	5	6	5	4	3	2	1	0	1	2
11	2	3	4	5	6	5	4	3	2	1	0	1
12	1	2	3	4	5	6	5	4	3	2	1	0

Nilai DDER diperoleh berdasarkan Persamaan 4.13.

$$DDER = \frac{\sum_{i=1}^N ND(b_1, b_2) * CD(b_1, b_2)}{N * \delta} * 100\% \quad (4.13)$$

dengan

- DDER adalah tingkat kesalahan deteksi arah
- N adalah jumlah data arah yang dievaluasi
- b1 dan b2 adalah kodifikasi arah, b1, b2 = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12}
- ND (b1, b2) adalah jumlah data dengan arah b1 yang terdeteksi sebagai b2.
- CD (b1, b2) konstanta simpangan arah dari b1 ke b2. Nilai CD diperoleh berdasarkan Tabel 4.8.
- δ nilai simpangan arah terbesar, dalam penelitian ini bernilai 6.

4.5.4 Validasi Hasil Pengujian

Validasi hasil pengujian dilakukan secara manual oleh pakar. Validasi oleh pakar secara manual juga sering dilakukan pada penelitian yang berkaitan dengan persepsi visual seperti menganalisis video, pengamatan citra dan pola pergerakan objek di dalam video. Pada penelitian oleh Sujatha dan Mudenagudi yang melakukan *review* terhadap berbagai penelitian terkait ekstraksi *keyframe* dari video, dikatakan bahwa untuk melakukan evaluasi terhadap model yang diusulkan dapat dilakukan secara objektif dengan ukuran tertentu maupun subjektif dengan bantuan pakar. Namun demikian, sebagian besar penelitian melakukan evaluasi secara subjektif dengan bantuan pakar (Sujatha dan Mudenagudi, 2011). Sementara itu, Ren dkk. (2008) juga melibatkan pakar untuk melakukan evaluasi terhadap hasil penelitian yang dilakukan secara manual.

Tabel 4.9 Penelitian yang melakukan evaluasi secara subjektif dengan melibatkan pakar

PAPER	TOPIK PENELITIAN	KETERANGAN
(Munteanu dan Rosa, 2004)	Image enhancement	Evaluasi hasil penelitian dilakukan secara objektif dan subjektif dengan melibatkan 6 pakar.
(Ren dkk., 2008)	Video summarization	Evaluasi hasil penelitian dilakukan oleh pakar terhadap ukuran 4C (coverage, conciseness, coherence, context)
(Sujatha dan Mudenagudi, 2011)	Review paper tentang video summarization	Evaluasi terhadap model sebagian besar dilakukan secara subjektif (melibatkan pakar)
(Munteanu dan Rosa, 2004)	Motion flow analysis	Pakar berperan dalam membuat label / annotation pada video secara manual
(P. Geetha dkk., 2012)	Video summarization	Pakar bertugas untuk melakukan pengamatan visual dalam membangun deskriptor Attention quantifier

Tabel 4.9 menyajikan berbagai penelitian di bidang visi komputer yang melakukan evaluasi hasil penelitian secara subjektif dengan melibatkan pakar. Beberapa penelitian tersebut menunjukkan bahwa validasi atau evaluasi sistem menggunakan pakar sering dilakukan pada penelitian di bidang visi komputer.

Pada penelitian ini, validasi pakar diperlukan untuk memverifikasi arah pergerakan yang dihasilkan oleh sistem (model). Pakar akan disajikan satu pasang gambar yang diuji. Gambar pertama tidak memiliki arah pergerakan, sedangkan gambar kedua merupakan hasil penentuan arah pergerakan. Pakar memeriksa, men-verifikasi dan mencatat arah pergerakan yang dihasilkan oleh model.



Gambar 4.27 Contoh penyajian data pengujian untuk divalidasi oleh pakar

Pada penelitian ini, dilakukan validasi oleh satu orang pakar, namun dengan jumlah data uji yang cukup banyak. Adapun kriteria pakar yang dapat melakukan validasi adalah sebagai berikut:

1. Usia antara 20-40 tahun.
2. Tidak buta warna, baik sebagian atau seluruh warna.
3. Tidak memiliki cacat atau kekurangan yang menyebabkan tidak sempurnanya fungsi penglihatan.
4. Harus dapat membaca dan memahami arah jam analog.
5. Dapat menjalankan video dengan program pemutar video di perangkat komputer.

Pada penelitian ini, pakar terlibat pada beberapa skenario pengujian, yaitu pada (1) pengujian akurasi, presisi dan recall deteksi pergerakan; (2) pengujian tingkat keberhasilan (success rate) penentuan arah pergerakan; dan (3) pengujian akurasi, presisi dan recall penentuan arah pergerakan.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai hasil pengujian dan pembahasan berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan.

5.1 Pengujian Akurasi, Presisi dan *Recall* Deteksi Pergerakan

Pengujian akurasi, presisi dan *recall* proses deteksi pergerakan dilakukan menggunakan dua video masukan yaitu “video01.avi” dan “video02.avi”. Masing-masing video masukan diuji sebanyak 4 (empat) kali, dan untuk setiap pengujian diambil 10 frame uji secara acak. Parameter yang digunakan dalam pengujian ini adalah ukuran *grid* (N) = 16, *interval frame* (I_{frame}) = 1 dan jumlah *frame* yang dianalisis (P) = 2. Hasil pengujian nilai akurasi, presisi dan *recall* selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Adapun rangkuman hasil pengujian terhadap nilai akurasi, presisi dan *recall* secara lengkap ditampilkan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil pengujian akurasi, presisi dan *recall* deteksi pergerakan

Video	Frame Uji	Akurasi (%)	Presisi (%)	Recall (%)
video01.avi	10	93,54	82,02	77,19
video01.avi	10	92,60	80,93	75,45
video01.avi	10	92,57	76,68	86,65
video01.avi	10	94,17	82,92	87,27
video02.avi	10	93,07	77,07	79,18
video02.avi	10	90,97	57,06	86,36
video02.avi	10	93,37	61,84	92,47
video02.avi	10	93,73	66,06	89,44
RATA-RATA		93,00	73,07	84,25

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 5.1, tampak bahwa rata nilai akurasi dari keseluruhan data uji adalah 93%, nilai presisi 73,07% dan *recall* sebesar 84,25%. Ketiga nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu

mendeteksi pergerakan dengan baik. Sistem usulan dapat membedakan antara pergerakan dan bukan pergerakan.

5.2 Pengujian Tingkat Keberhasilan (SR) Penentuan Arah Pergerakan

5.2.1 Tingkat Keberhasilan (SR) per Video Masukan

Tabel 5.2 menyajikan hasil pengujian yang dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan (*success rate*) dari model penentuan arah pergerakan untuk setiap video masukan. Walaupun menghasilkan tingkat keberhasilan yang berbeda-beda, namun dari hasil pengujian terlihat bahwa tidak terdapat hubungan yang kuat antara video masukan dengan tingkat keberhasilan, baik dari sisi jenis kejadian maupun lokasi kejadian.

Dengan demikian, tingkat keberhasilan model tidak dipengaruhi oleh jenis pergerakan objek di dalam video serta lokasi perekaman video. Hal tersebut terlihat dari nilai tingkat keberhasilan (*success rate*) yang tidak memiliki tren yang linier atau teratur. Model dapat diterapkan pada jenis kejadian dan lokasi kejadian yang berbeda. Hal tersebut tentunya cukup menguntungkan bagi pengembangan model di masa mendatang.

Tabel 5.2 Hasil pengujian tingkat keberhasilan per video masukan

Video Masukan	Jenis Kejadian	Tempat	Jumlah Pengujian	Success Rate (%)
video01.avi	Berjalan normal ke berbagai arah	Outdoor	270	47,98
video02.avi	Berlari ke berbagai arah	Outdoor	270	24,51
video03.avi	Berdiri dan berjalan normal ke berbagai arah	Indoor	270	36,48
video04.avi	Berlari ke satu arah	Indoor	270	26,93
video05.avi	Berlari ke dua arah	Indoor	270	35,89
RATA-RATA				34,36

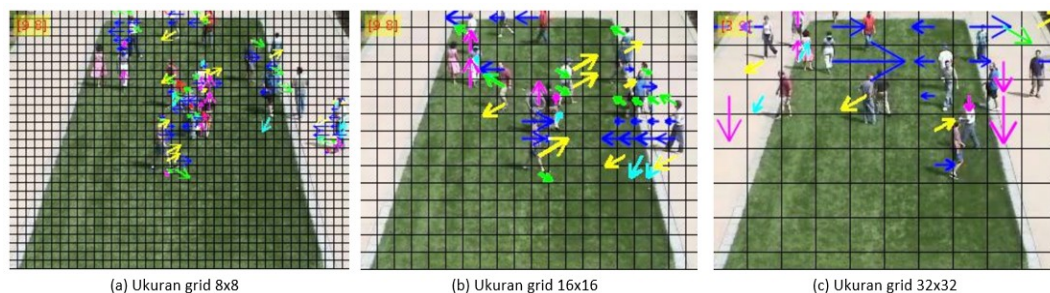
5.2.2 Tingkat Keberhasilan (SR) per Ukuran Grid

Tabel 5.3 menyajikan hasil pengujian tingkat keberhasilan (*success rate*) untuk setiap ukuran *grid* yang digunakan. Berdasarkan tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa ukuran *grid* yang memiliki tingkat keberhasilan proses deteksi arah pergerakan yang tertinggi adalah 16x16. Nilai tingkat keberhasilan (SR) yang tertinggi adalah 37,23%.

Tabel 5.3 Hasil pengujian tingkat keberhasilan (SR) per ukuran *grid*

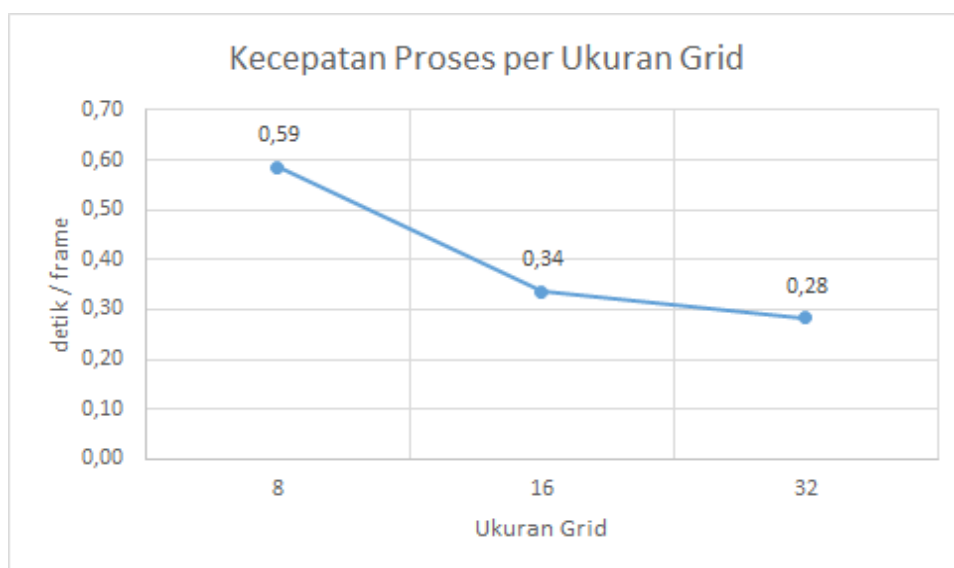
Ukuran Grid (N)	Jumlah Pengujian	Success Rate (%)
8	450	30,80
16	450	37,23
32	450	35,05
RATA-RATA		34,36

Sementara itu, tingkat keberhasilan terendah dicapai pada *grid* dengan ukuran 8x8, yaitu sebesar 30,80%. Hal tersebut terjadi karena objek pada video memiliki ukuran yang jauh lebih besar dibanding ukuran *grid*. Satu objek dapat bersinggungan pada 8-12 buah *grid*. Saat sebagian kecil objek bersinggungan pada sebuah *grid*, maka bagian dari objek tersebut tidak dianggap sebagai sebuah pergerakan oleh sistem, atau terjadi kesalahan deteksi arah pergerakan. Gambar 5.1 menampilkan perbandingan berbagai ukuran *grid* dengan ukuran objek di dalam video. Pada ukuran *grid* 8x8 terlihat bahwa satu objek bersinggungan dengan beberapa *grid*. Sebaliknya pada ukuran *grid* 32x32, satu *grid* dapat menampung beberapa objek sekaligus.



Gambar 5.1 Perbandingan berbagai ukuran *grid* dengan ukuran objek di video

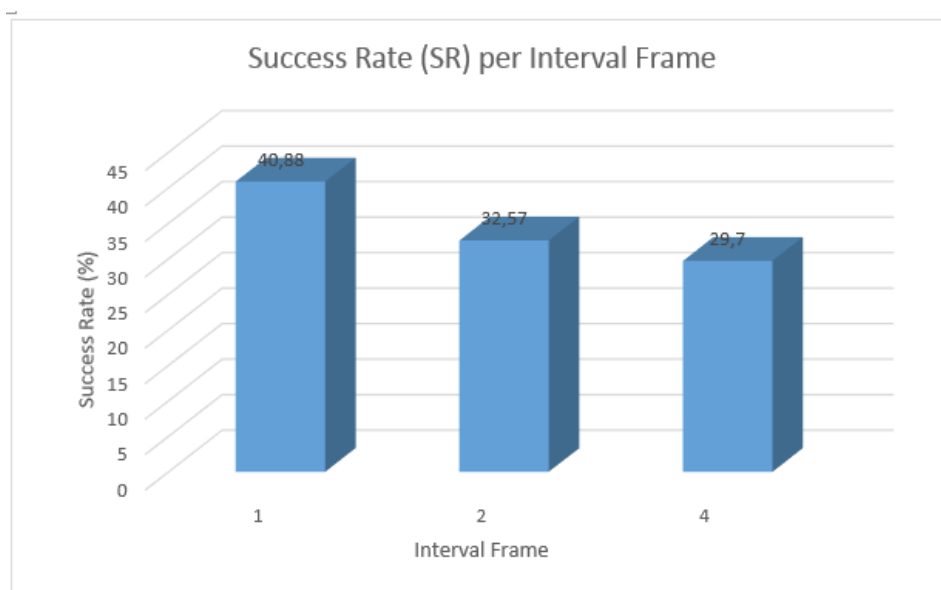
Gambar 5.2 menyajikan grafik kecepatan proses penentuan arah pergerakan untuk setiap ukuran grid. Untuk ukuran grid 8x8, kecepatan proses penentuan arah pergerakan dari usulan model adalah sebesar 0,59 detik/frame, ukuran grid 16x16 sebesar 0,34 detik/frame dan ukuran 32x32 sebesar 0,28 detik/frame. Semakin besar ukuran grid, maka semakin cepat waktu yang dibutuhkan untuk proses penentuan arah pergerakan. Hal tersebut dikarenakan semakin besar ukuran *grid*, maka semakin sedikit jumlah *grid* yang dianalisis.



Gambar 5.2 Kecepatan proses penentuan arah pergerakan per ukuran *grid*

5.2.3 Tingkat Keberhasilan (SR) per Jeda (Interval) *Frame*

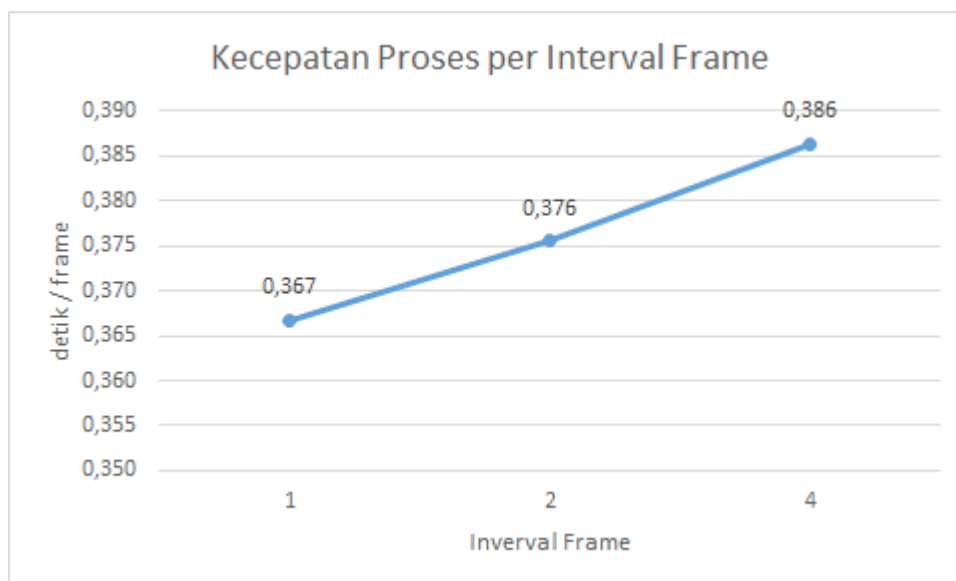
Gambar 5.3 menampilkan grafik hasil pengujian tingkat keberhasilan untuk setiap interval. Hasil pengujian menunjukkan dengan jelas bahwa semakin besar jeda *frame* yang digunakan, maka semakin turun performa sistem. Nilai SR terbesar dicapai pada pengujian menggunakan nilai interval 1. Nilai SR paling tinggi sebesar 40,88 %. Sedangkan nilai SR terendah dicapai pada pengujian dengan nilai interval sebesar 4. Secara rasional, nilai jeda atau interval antar frame yang lebih besar mengakibatkan hilangnya informasi pergerakan. Dengan demikian, semakin besar interval frame yang digunakan, maka semakin kecil nilai keberhasilan sistem dalam mendeteksi arah pergerakan.



Gambar 5.3 Grafik hasil pengujian tingkat keberhasilan (SR) per interval frame

Jeda atau interval frame juga menunjukkan tingkat kerapatan video yang digunakan. Dengan dataset UMN yang memiliki kerapatan 30 fps maka pada pengujian dengan interval 1, video yang digunakan memiliki kerapatan 30 fps. Sedangkan pada interval 2 maka video memiliki kerapatan 15 fps, dan pada interval 4 maka video memiliki kerapatan 7,5 fps. Dengan demikian bahwa model yang diusulkan memiliki hasil yang lebih baik pada dataset dengan kerapatan video sebesar 30 fps. Kerapatan tersebut sesuai dengan standar dari National Television System Committee (NTSC) dan Phase Alternating Line (PAL) (Wikipedia, 2017; Taylor, 2013).

Berdasarkan hasil pengujian terhadap kecepatan proses analisis arah pergerakan untuk setiap jeda (interval) frame seperti ditampilkan pada Gambar 5.4, dapat disimpulkan bahwa parameter jeda frame tidak terlalu mempengaruhi kecepatan proses. Walaupun demikian, hasil percobaan menunjukkan bahwa semakin tinggi interval frame yang digunakan maka kecepatan proses akan semakin lama.

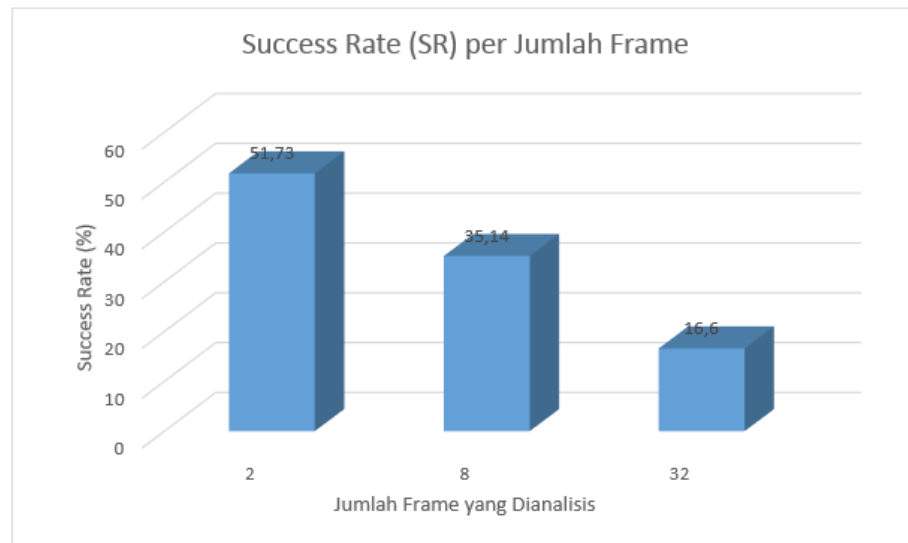


Gambar 5.4 Kecepatan proses penentuan arah pergerakan untuk setiap interval frame yang digunakan

5.2.4 Tingkat Keberhasilan (SR) per Jumlah Frame yang Dianalisis

Pada pengujian dalam penelitian ini, terdapat 3 (tiga) parameter jumlah frame yang digunakan, yaitu {2, 8, 32}. Jumlah frame menentukan berapa banyak frame yang dijadikan referensi dalam menentukan arah pergerakan pada video. Gambar 5.5 menyajikan nilai tingkat keberhasilan (*success rate*) untuk setiap jumlah frame yang dianalisis.

Berdasarkan hasil pengujian tingkat keberhasilan (SR) yang disajikan pada Gambar 5.5, dapat ditarik sebuah kesimpulan. Semakin besar jumlah *frame* yang dianalisis, maka ternyata semakin kecil tingkat keberhasilannya. Dari hasil pengujian terlihat bahwa pada pengujian dengan jumlah *frame* yang dianalisis adalah 2, tingkat keberhasilan sistem mendeteksi arah pergerakan cukup tinggi, yaitu sebesar 51,73%. Pada pengujian dengan jumlah frame sebanyak 8 adalah 35,14%. Sedangkan pada jumlah frame sebesar 32, tingkat keberhasilan hanya sebesar 16%. Hal tersebut terjadi semakin banyak frame maka semakin jauh pergerakan yang terjadi, dan variasi pergerakannya juga semakin banyak.



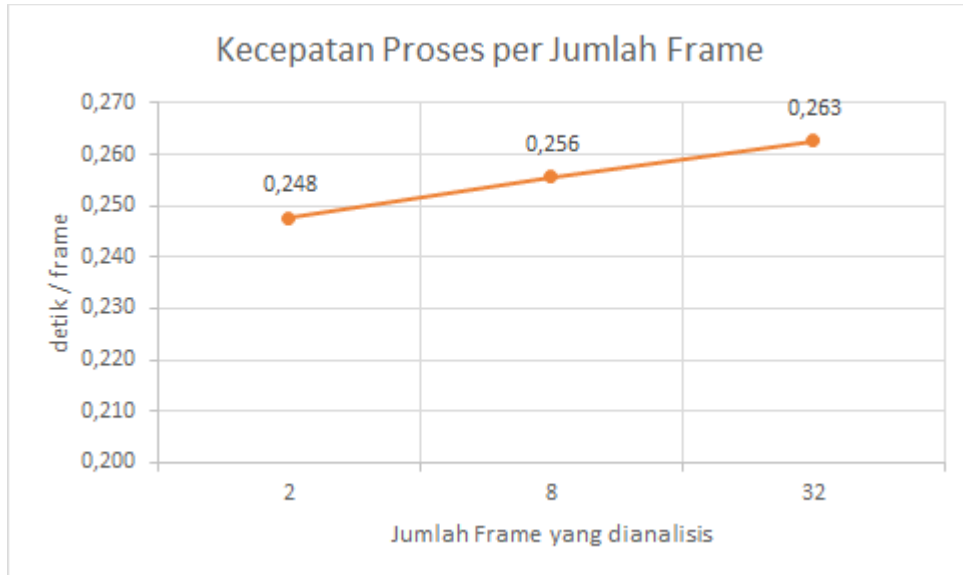
Gambar 5.5 Grafik hasil pengujian tingkat keberhasilan (SR) per jumlah frame yang dianalisis

Kecepatan rata-rata manusia berjalan dan berlari adalah 5-9 km/jam atau sekitar 1,4-2,7 meter/detik (Mohler dkk., 2007). Dengan demikian, untuk video dengan kerapatan 25-30 frame per detik, maka dalam rentang 32 frame manusia dapat bergeser sejauh 2-3 meter. Pada sebuah video, jarak tersebut sudah cukup jauh. Oleh karena itu, analisis pergerakan yang melibatkan jumlah frame yang terlalu banyak mengakibatkan tingkat akurasi semakin kecil.

Berdasarkan hasil tersebut, untuk melakukan analisis arah pergerakan dengan ciri *optical flow*, tidak perlu menganalisis pada keseluruhan *frame*, cukup pada beberapa *frame* saja. Semakin sedikit *frame* yang dianalisis, maka semakin cepat proses komputasi dan analisisnya. Hasil tersebut tentu cukup menguntungkan dalam mempercepat proses analisis dan deteksi arah pergerakan objek pada video.

Selain itu, jika dilihat dari sisi waktu komputasi, banyaknya jumlah frame yang dianalisis ternyata tidak terlalu mengakibatkan perbedaan waktu yang signifikan. Gambar 5.6 menyajikan kecepatan proses deteksi arah pergerakan untuk setiap jumlah frame yang dianalisis. Dengan jumlah frame yang dianalisis sebanyak 2 sistem membutuhkan waktu proses deteksi sebesar 0,248 detik/frame,

untuk 8 frame sebesar 0,256 detik/frame dan untuk 32 frame sebesar 0,263 detik/frame. Perbedaan waktu diantara ketiganya tidaklah terlalu besar.



Gambar 5.6 Kecepatan proses penentuan arah pergerakan untuk setiap jumlah frame

5.2.5 Tingkat Keberhasilan (SR) Keseluruhan Model

Pada Tabel 5.12, disajikan hasil pengujian nilai tingkat keberhasilan (*success rate*) untuk setiap kombinasi parameter ukuran *grid* (N), interval frame (I_{frame}) dan jumlah frame yang dianalisis (P). Ternyata nilai SR yang dihasilkan memiliki variasi yang sangat beragam. Hal tersebut terjadi karena nilai SR sangat bergantung pada nilai parameter yang digunakan.

Keberagaman tingkat keberhasilan (*success rate*) yang dihasilkan dapat terlihat secara statistik dengan menghitung nilai simpangan baku (*standard deviation*), rata-rata (mean) serta nilai terkecil dan terbesarnya. Simpangan baku dari hasil pengujian sebesar 23,67% menunjukkan bahwa distribusi datanya sangat tersebar dan bervariasi. Sementara itu jangkauan nilai terkecil dan terbesarnya juga sangat lebar yaitu antara 0% hingga 100%.

Tabel 5.4 Hasil pengujian tingkat keberhasilan (SR) terhadap ukuran *grid*, interval dan jumlah *frame*

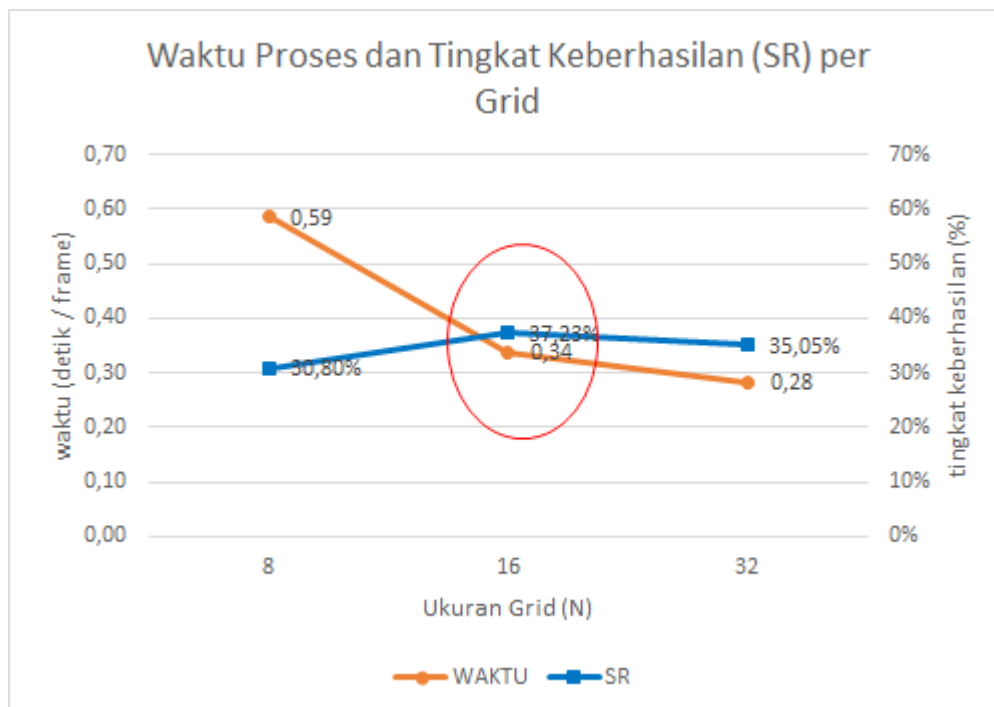
Ukuran Grid (N)	Interval (I_{frame})	Jumlah Frame (P)	Jumlah Pengujian	Success Rate (%)
8	1	2	50	54,92
8	1	8	50	43,59
8	1	32	50	22,24
8	2	2	50	40,81
8	2	8	50	28,23
8	2	32	50	14,56
8	4	2	50	39,06
8	4	8	50	28,47
8	4	32	50	6,83
16	1	2	50	66,43
16	1	8	50	45,69
16	1	32	50	23,22
16	2	2	50	59,59
16	2	8	50	35,75
16	2	32	50	12,40
16	4	2	50	52,53
16	4	8	50	31,62
16	4	32	50	9,41
32	1	2	50	51,98
32	1	8	50	37,65
32	1	32	50	24,24
32	2	2	50	51,31
32	2	8	50	31,91
32	2	32	50	19,45
32	4	2	50	49,11
32	4	8	50	33,38
32	4	32	50	17,08

Berdasarkan hasil pengujian juga dapat diketahui bahwa rata-rata tingkat keberhasilan model yang diusulkan dalam mendeteksi arah pergerakan objek di

dalam video adalah 34,36%. Hasil tersebut masih di bawah 50% dan masih perlu ditingkatkan di masa mendatang.

5.2.6 Parameter Pengujian Terbaik

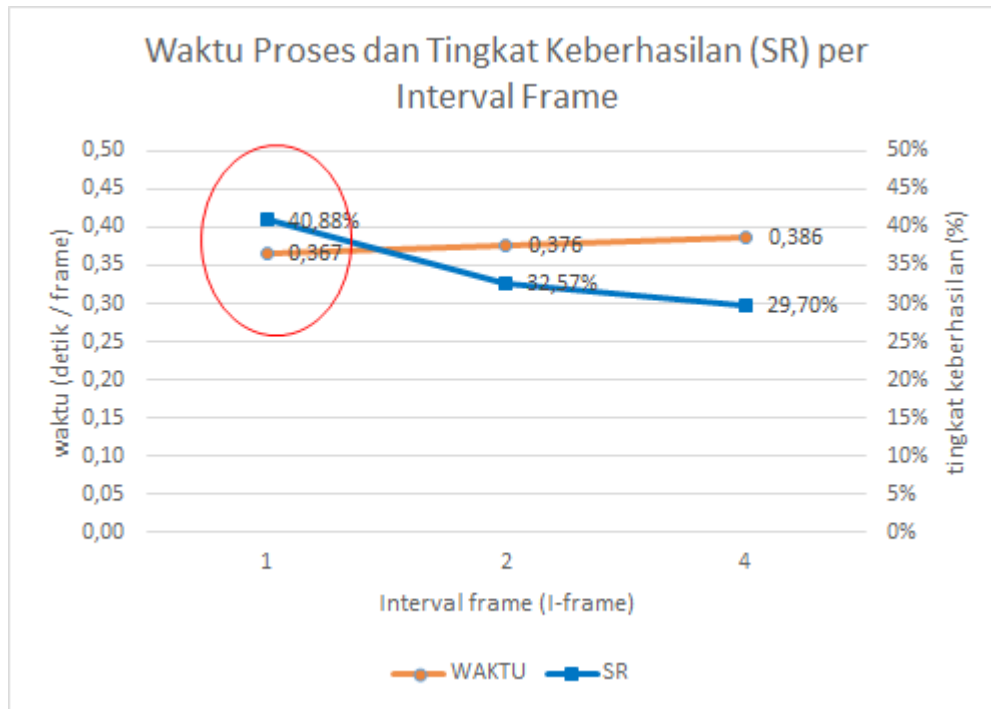
Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 5.4, terlihat bahwa nilai tingkat keberhasilan (*success rate*) terbaik dicapai pada parameter pengujian dengan ukuran grid 16, interval frame 1 dan jumlah frame sebanyak 2. Untuk memperkuat kesimpulan tersebut, dilakukan analisis parameter terbaik berdasarkan dua ukuran yaitu tingkat keberhasilan (*success rate*) dan kecepatan proses (waktu) untuk setiap parameter pengujian secara terpisah.



Gambar 5.7 Grafik kecepatan proses (waktu) dan tingkat keberhasilan untuk setiap ukuran grid (N)

Gambar 5.7 menyajikan grafik kecepatan proses (waktu) dan tingkat keberhasilan untuk setiap ukuran grid (N). Dari grafik tersebut terlihat bahwa nilai tingkat keberhasilan terbaik dicapai pada ukuran grid 16, sementara untuk kecepatan proses dicapai pada ukuran grid 32. Seperti sudah dijelaskan pada bagian sebelumnya bahwa ukuran grid sangat mempengaruhi tingkat keberhasilan

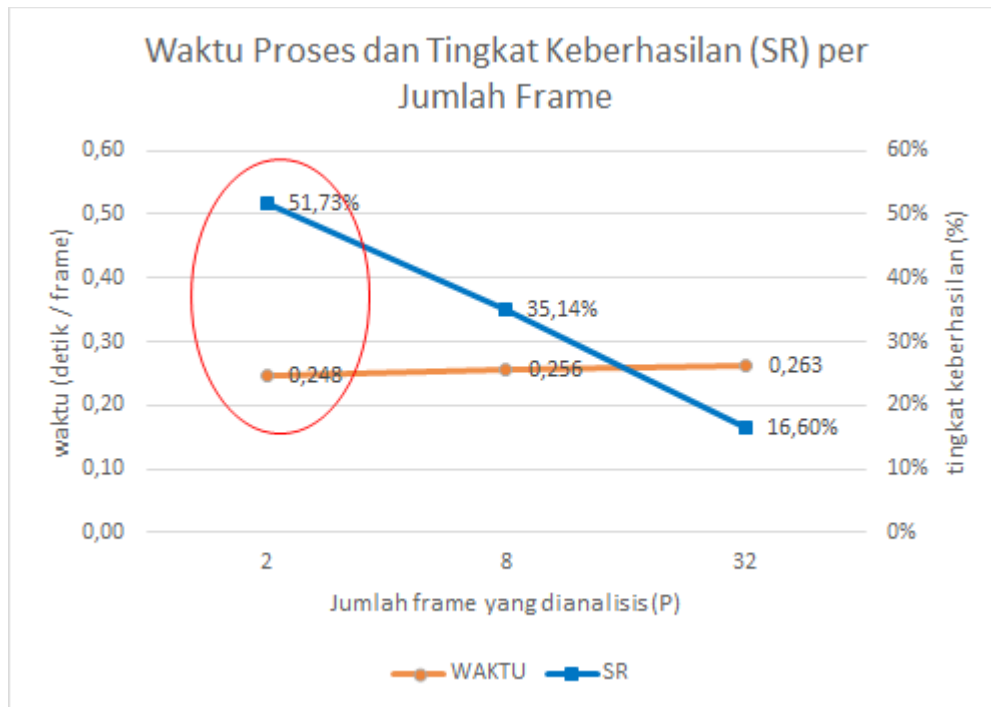
proses penentuan arah pergerakan objek dan nilai yang optimal bergantung pada ukuran objek di dalam video datasetnya. Sementara kecepatan proses akan semakin kecil seiring dengan semakin besarnya ukuran grid yang digunakan. Dari grafik tersebut, titik potong optimal tercapai pada ukuran grid 16, sehingga parameter ukuran grid yang terbaik adalah 16x16.



Gambar 5.8 Grafik kecepatan proses (waktu) dan tingkat keberhasilan untuk setiap interval frame (I-frame)

Grafik kecepatan proses dan tingkat keberhasilan penentuan arah pergerakan untuk setiap interval frame ditunjukkan pada Gambar 5.8. Berdasarkan grafik tersebut, jika dilihat dari nilai kecepatan proses untuk setiap parameter interval frame terlihat bahwa waktu proses semakin naik seiring dengan nilai interval frame yang semakin besar. Kecepatan proses terbaik dicapai pada parameter interval frame sebesar 1, dengan kecepatan sebesar 0,367 detik / frame. Sejalan dengan hal tersebut, jika dilihat dari nilai tingkat keberhasilan, maka nilai tingkat keberhasilan terbesar juga dicapai dengan parameter interval frame sebesar 1. Nilai tingkat keberhasilan terbaik adalah 40,88%. Dengan demikian dapat

disimpulkan bahwa parameter interval frame terbaik yang direkomendasikan untuk digunakan adalah 1 (satu).



Gambar 5.9 Grafik kecepatan proses (waktu) dan tingkat keberhasilan untuk setiap jumlah frame yang dianalisis (P)

Selanjutnya pada Gambar 5.9 ditampilkan grafik kecepatan proses (waktu) dan tingkat keberhasilan (*success rate*) untuk setiap parameter jumlah frame yang dianalisis (nilai P). Berdasarkan grafik tersebut, tampak jelas bahwa semakin besar jumlah frame yang dianalisis maka dari sisi waktu proses semakin besar dan dari sisi tingkat keberhasilan semakin menurun. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa parameter jumlah frame yang optimal adalah bernilai 2 frame.

5.3 Pengujian Akurasi, Presisi dan *Recall* Penentuan Arah Pergerakan

Pengujian akurasi, presisi dan *recall* terhadap usulan model penentuan arah pergerakan pada video dilakukan menggunakan parameter pengujian terbaik yaitu ukuran grid 16, interval frame 1 dan jumlah frame yang dianalisis sebanyak

2. Nilai akurasi, presisi dan *recall* dihitung dengan metode *confusion matrix*. Arah pergerakan untuk setiap grid diklasifikasikan menjadi 13 label kelas yang terdiri dari himpunan {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12}. Label kelas 0 menunjukkan bahwa tidak terdapat pergerakan pada suatu grid.

Tabel 5.5 Confusion matrix hasil pengujian kinerja model

KELAS	Terklasifikasi sebagai kelas-													TOTAL
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
0	12472	25	198	105	9	15	128	36	231	111	10	6	157	13503
1	26	49	6	13	0	0	3	1	2	9	1	0	2	112
2	38	4	127	8	1	0	5	3	4	4	0	0	5	199
3	43	8	6	86	1	1	2	4	9	12	1	0	8	181
4	1	0	8	1	9	0	0	2	2	0	0	1	0	24
5	15	8	7	9	1	6	1	1	0	3	0	0	2	53
6	28	0	10	22	4	1	25	1	4	15	0	1	14	125
7	6	2	3	5	1	1	0	26	10	14	4	0	4	76
8	33	2	12	2	0	0	6	0	106	4	4	2	8	179
9	56	10	6	19	0	0	6	3	1	124	5	5	18	253
10	12	0	4	0	0	0	0	1	11	0	12	0	0	40
11	17	3	5	4	0	1	5	2	14	18	2	13	2	86
12	44	6	11	18	0	2	13	0	7	15	0	0	53	169
TOTAL	12791	117	403	292	26	27	194	80	401	329	39	28	273	15000

Tabel 5.5 menyajikan hasil pengujian kinerja model dalam menentukan arah pergerakan. Nilai pada setiap isi tabel menunjukkan jumlah *grid*. Sebagai contoh, untuk kelas 0 (tanpa pergerakan) dari keseluruhan *grid* terdapat 12.472 yang terdeteksi benar sebagai kelas 0, sebanyak 25 *grid* terdeteksi sebagai arah 1, sebanyak 198 *grid* terdeteksi sebagai arah 2, dan seterusnya. Total keseluruhan *grid* yang diuji adalah 5 (*video* masukan) x 10 (jumlah *frame* acak) x 300 (jumlah *grid* setiap *frame*) = 15.000 *grid*.

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 5.5 dilakukan perhitungan nilai akurasi, presisi, *recall* dan beberapa nilai yang lain seperti disajikan pada Tabel 5.6. Berdasarkan hasil pengujian, nilai akurasi model penentuan arah pergerakan terbilang cukup tinggi. Rata-rata nilai akurasi untuk seluruh kelas adalah 98,1%. Hal tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu mengklasifikasikan arah pergerakan dengan benar. Dengan demikian kinerja sistem berada dalam kategori baik.

Hasil sedikit berbeda tampak pada nilai presisi. Nilai presisi menggambarkan jumlah arah yang diklasifikasikan secara benar dibagi dengan total grid yang memiliki arah. Rata-rata nilai presisi dari keseluruhan kelas hanya sebesar 35,6%. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat presisi dari hasil deteksi arah pergerakan masih perlu diperbaiki. Demikian juga nilai *recall* yang menunjukkan tingkat efektifitas sistem dalam mengenali setiap label kelas masih cukup rendah, yaitu sebesar 41,2%.

Sementara itu, jika kelas dikelompokkan kembali menjadi dua kelompok besar yaitu, terdapat pergerakan dan tidak, maka dapat terlihat bahwa kemampuan sistem dalam mendeteksi adanya pergerakan cukup baik. Hal tersebut ditunjukkan dengan tingginya nilai akurasi, presisi dan recall pada label kelas 0. Dengan kata lain, sistem dapat mengidentifikasi grid mana yang mengandung gerakan dan grid mana yang tidak mengandung pergerakan. Hasil ini sesuai dengan pengujian tingkat akurasi, presisi dan recall terhadap deteksi pergerakan yang telah dijelaskan pada subbab 5.1.

Tabel 5.6 Nilai akurasi, presisi, *recall* model penentuan arah pergerakan

Kelas	Akurasi	Presisi	Recall
0	91,0%	97,5%	92,4%
1	99,1%	41,9%	43,8%
2	97,7%	31,5%	63,8%
3	98,0%	29,5%	47,5%
4	99,8%	34,6%	37,5%
5	99,5%	22,2%	11,3%
6	98,2%	12,9%	20,0%
7	99,3%	32,5%	34,2%
8	97,5%	26,4%	59,2%
9	97,8%	37,7%	49,0%
10	99,6%	30,8%	30,0%
11	99,4%	46,4%	15,1%
12	97,8%	19,4%	31,4%
Rata-rata	98,1%	35,6%	41,2%

Selain nilai akurasi, presisi dan *recall* proses deteksi arah pergerakan, pada penelitian ini dihitung juga nilai DDER (*direction detection error rate*)

berdasarkan Persamaan 4.13. Nilai DDER menunjukkan tingkat kesalahan deteksi arah pergerakan dari model usulan. Semakin tinggi nilai DDER maka tingkat kesalahan deteksi semakin besar dan performa model usulan semakin rendah.

Berdasarkan hasil pengujian kinerja model pada Tabel 5.5 khususnya untuk data yang mengandung pergerakan dan nilai konstanta simpangan arah pada Tabel 4.8, selanjutnya dihitung perkalian antara keduanya untuk mendapatkan nilai DDER. Hasil perkalian disajikan pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Hasil perkalian data yang terklasifikasi arah dengan konstanta simpangan arah

KELAS	Terklasifikasi sebagai kelas-											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	6	26	0	0	15	6	10	36	3	0	2
2	4	0	8	2	0	20	15	24	20	0	0	10
3	16	6	0	1	2	6	16	45	72	5	0	24
4	0	16	1	0	0	0	6	8	0	0	5	0
5	32	21	18	1	0	1	2	0	12	0	0	10
6	0	40	66	8	1	0	1	8	45	0	5	84
7	12	15	20	3	2	0	0	10	28	12	0	20
8	10	72	10	0	0	12	0	0	4	8	6	32
9	40	30	114	0	0	18	6	1	0	5	10	54
10	0	16	0	0	0	0	3	22	0	0	0	0
11	6	15	16	0	6	25	8	42	36	2	0	2
12	6	22	54	0	10	78	0	28	45	0	0	0

Selanjutnya dihitung total data dari Tabel 5.7 dan diperbandingkan dengan hasil perkalian dari total data yang terklasifikasikan sebagai pergerakan pada Tabel 5.5 dengan nilai δ sesuai dengan Persamaan 4.13 sehingga dihasilkan nilai DDER sebesar 25,28%. Berdasarkan nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa saat sistem mendeteksi arah pergerakan, tingkat kesalahan dalam menentukan arah pergerakan sebesar 25,28%.

5.4 Pengaruh Ukuran Grid, Interval dan Jumlah Frame terhadap Tingkat Keberhasilan (SR) Penentuan Arah Pergerakan

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh tingkat keberhasilan penentuan arah pergerakan (SR) sebesar 34,36%. Nilai tersebut masih belum terlalu baik. Oleh karena itu, diperlukan analisis faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat keberhasilan model. Pada bagian ini dianalisis seberapa kuat pengaruh ukuran grid, interval dan jumlah frame terhadap tingkat keberhasilan (SR) penentuan arah pergerakan.

Untuk melihat pengaruh ukuran grid, interval (jeda) antar frame serta jumlah frame yang dianalisis, dilakukan dengan 2 (dua) metode yaitu Uji Regresi Berganda dan dilanjutkan dengan Uji Anova Dua Arah (*Two-Way Anova*). Menurut Sujarweni (2012), uji regresi berganda dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh 2 atau lebih variabel bebas (independen) terhadap variabel terikat (dependen). Dalam penelitian ini, variabel bebas terdiri dari ukuran grid, interval frame dan jumlah frame yang dianalisis. Sedangkan variabel terikat adalah tingkat keberhasilan (SR = *success rate*) penentuan arah pergerakan.

Model Summary (sr)					
R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate		
,61	,37	,37	18,82		

ANOVA (sr)					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	277508,08	3	92502,69	261,30	,000
Residual	472956,26	1336	354,01		
Total	750464,34	1339			

Coefficients (sr)					
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	54,87	1,71	,00	32,18	,000
grid	,13	,05	,05	2,50	,013
interval	-3,44	,41	-,18	-8,36	,000
jmlframe	-1,06	,04	-,58	-26,64	,000

Gambar 5.10 Hasil pengujian regresi berganda

Hasil pengujian regresi berganda menggunakan perangkat lunak gratis PSPP ditunjukkan pada Gambar 5.10. Berdasarkan hasil tersebut, dapat dilakukan beberapa analisis.

5.4.1 Analisis Korelasi Ganda (R) dan Determinasi (R^2)

Analisis korelasi ganda (R) digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel independen (grid, interval, jmlframe) terhadap variabel dependen (SR) secara serentak. Koefisien ini menunjukkan seberapa besar hubungan yang terjadi antara variabel independen (grid, interval, jmlframe) secara serentak terhadap variabel dependen (SR). Jangkauan nilai R berkisar antara 0 sampai 1. Nilai semakin mendekati 1 berarti hubungan yang terjadi semakin kuat. Sebaliknya nilai semakin mendekati 0 maka hubungan yang terjadi semakin lemah.

Menurut Sugiyono (2010), pedoman untuk memberikan interpretasi koefisien korelasi R adalah sebagai berikut:

- 0,00 – 0,199 = sangat rendah
- 0,20 – 0,399 = rendah
- 0,40 – 0,599 = sedang
- 0,60 – 0,799 = kuat
- 0,80 – 1,000 = sangat kuat

Berdasarkan hasil analisis pada Gambar 5.10 bagian “*model summary*” tampak nilai R sebesar 0,61. Jika diinterpretasikan maka korelasi R berada dalam kategori “kuat”. Hal tersebut menunjukkan bahwa terjadi hubungan yang kuat antara variabel bebas (ukuran grid, interval frame dan jumlah frame) dengan variabel terikat (tingkat keberhasilan).

Selanjutnya, dapat dilihat persentase pengaruh variabel bebas (grid, interval, jmlframe) secara serentak terhadap variabel terikat (SR) dengan analisis determinasi (R^2). Koefisien R^2 menunjukkan seberapa besar persentase variasi variabel independen yang digunakan dalam model mampu menjelaskan variasi variabel dependen. R^2 sama dengan 0, maka tidak ada sedikitpun persentase sumbangan pengaruh yang diberikan variabel independen terhadap variabel dependen, atau variasi variabel independen yang digunakan dalam model tidak

menjelaskan sedikitpun variasi variabel dependen. Sebaliknya R^2 sama dengan 1, maka persentase sumbangan pengaruh yang diberikan variabel independen terhadap variabel dependen adalah sempurna, atau variasi variabel independen yang digunakan dalam model menjelaskan 100% variasi variabel dependen.

Berdasarkan tabel “*model summary*” pada Gambar 5.10 diperoleh angka R^2 (*R Square*) sebesar 0,37 atau 37%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase pengaruh variabel independen (grid, interval, jmlframe) terhadap variabel dependen (SR) sebesar 37%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa persentase pengaruh variabel bebas tidak terlalu besar. Dengan kata lain, tingkat keberhasilan (SR) model dalam mendeteksi arah pergerakan sebanyak 63% dipengaruhi atau dijelaskan oleh variabel lain yang tidak dimasukkan dalam model penelitian ini. Diperlukan kajian lebih lanjut untuk menemukan variabel tersebut.

5.4.2 Analisis Regresi Secara Bersama-sama (Uji F)

Uji F digunakan untuk mengetahui apakah variabel independen (grid, interval, jmlframe) secara bersama-sama berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen (SR). Signifikan berarti hubungan yang terjadi dapat berlaku untuk populasi (dapat digeneralisasikan). Dengan kata lain apakah kesimpulan yang didapat berdasarkan pengujian sampel data dapat berlaku juga untuk keseluruhan populasi.

Tabel 5.8 Tabel Anova uji regresi berganda

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	277.508,08	3	92502,69	261,30	0,000
Residual	472.956,26	1336	354,01		
Total	750.464,34	1339			

Berdasarkan hasil keluaran analisis regresi dapat diketahui nilai F seperti tampak pada Tabel 5.8 yaitu sebesar 261,30. Selanjutnya untuk melakukan uji F langkah pertama adalah merumuskan hipotesis, sebagai berikut:

- H_0 : Tidak ada pengaruh secara signifikan antara ukuran grid, interval dan jumlah frame secara bersama-sama terhadap tingkat keberhasilan (SR).

- H_a : Ada pengaruh secara signifikan antara ukuran grid, interval dan jumlah frame secara bersama-sama terhadap tingkat keberhasilan (SR).

Langkah berikutnya adalah menentukan tingkat signifikansi (α), nilai F hitung dan F tabel. Tingkat signifikansi (nilai α) yang digunakan dalam analisis regresi adalah 5% atau 0,05 (Sujarweni, 2012). Nilai F hitung diperoleh dari hasil perhitungan sesuai Tabel 5.8 yaitu sebesar 261,30. Sementara itu, nilai F tabel dapat dihitung berdasarkan Tabel distribusi F menggunakan parameter α sebesar 5%, derajat kebebasan 1 (df-1) sebesar 3 dan derajat kebebasan 2 (df-2) sebanyak 1336. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai F tabel = 2,611563227.

Nilai F hitung dan F tabel dapat digunakan untuk menentukan apakah H_0 ditolak atau diterima. Jika nilai F hitung $<$ F tabel maka H_0 diterima, dan sebaliknya jika F hitung $>$ F tabel maka H_0 ditolak. Dengan nilai F hitung = 261,30 dan F tabel = 2,611563227 (F hitung $>$ F tabel), maka **H_0 ditolak** atau **H_a diterima**. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa **ada pengaruh secara signifikan antara ukuran grid, interval dan jumlah frame secara bersama-sama terhadap tingkat keberhasilan (SR)**.

5.4.3 Analisis Regresi Secara Parsial (Uji t)

Uji t digunakan untuk mengetahui apakah dalam model regresi variabel independen (grid, interval, jmlframe) secara parsial berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen (tingkat keberhasilan). Uji t dilakukan untuk masing-masing variabel bebas (independen). Berdasarkan hasil pengujian regresi berganda menggunakan perangkat lunak gratis PSPP disajikan nilai t untuk masing-masing variabel independen seperti pada Tabel 5.9.

Berdasarkan hasil pada Tabel 5.9, selanjutnya dapat dilakukan uji t untuk melihat pengaruh masing-masing variabel dependen secara parsial terhadap tingkat keberhasilan (SR). Untuk mempermudah pengujian, dibuat hipotesis untuk masing-masing variabel independen, seperti terlihat pada Tabel 5.10. Hipotesis akan diuji untuk setiap variabel independen.

Tabel 5.9 Tabel *coeffisiens* hasil uji regresi berganda

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	54,87	1,71	0,00	32,18	0,000
grid	0,13	0,05	0,05	2,50	0,013
interval	- 3,44	0,41	- 0,18	- 8,36	0,000
jmlframe	- 1,06	0,04	- 0,58	- 26,64	0,000

Tabel 5.10 Hipotesis pengaruh variabel bebas secara parsial

Variabel Bebas	Hipotesis
grid	Ho-1 : Secara parsial tidak ada pengaruh signifikan antara grid dengan tingkat keberhasilan (SR). Ha-1 : Secara parsial ada pengaruh signifikan antara grid dengan tingkat keberhasilan (SR).
interval	Ho-2 : Secara parsial tidak ada pengaruh signifikan antara interval dengan tingkat keberhasilan (SR). Ha-2 : Secara parsial ada pengaruh signifikan antara interval dengan tingkat keberhasilan (SR).
jmlframe	Ho-3 : Secara parsial tidak ada pengaruh signifikan antara jmlframe dengan tingkat keberhasilan (SR). Ha-3 : Secara parsial ada pengaruh signifikan antara jmlframe dengan tingkat keberhasilan (SR).

Untuk menyimpulkan suatu hipotesis diterima atau ditolak, terlebih dahulu ditentukan nilai t hitung dan t tabel. Nilai t hitung diperoleh berdasarkan hasil uji regresi berganda pada Tabel 5.9. Sedangkan nilai t tabel dihitung menggunakan tabel distribusi t. Hipotesis Ho diterima jika $-t \text{ tabel} < t \text{ hitung} < t \text{ tabel}$, dan sebaliknya Ho ditolak jika $-t \text{ hitung} < -t \text{ tabel}$ atau $t \text{ hitung} > t \text{ tabel}$.

Berdasarkan aturan tersebut, kesimpulan dari masing-masing hipotesis pada Tabel 5.10 disajikan pada Tabel 5.11. Dari hasil perhitungan, ternyata seluruh hipotesis nol ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa masing-masing variabel bebas (grid, interval dan jmlframe) memiliki pengaruh secara parsial terhadap tingkat keberhasilan (SR).

Tabel 5.11 Kesimpulan hipotesis pengaruh variabel bebas secara parsial

Variabel	α	t hitung	t tabel	Kesimpulan
grid	0,05	2,50	1,96	Ho-1 ditolak
interval	0,05	- 8,36	1,96	Ho-2 ditolak
jmlframe	0,05	- 26,64	1,96	Ho-3 ditolak

5.4.4 Analisis Anova Dua Arah (*Anova Two Way*)

Selain menggunakan analisis regresi berganda, untuk melihat hubungan antara variabel bebas (grid, interval dan jumlah frame yang dianalisis) dan variabel terikat (SR = tingkat keberhasilan) juga dapat menggunakan analisis Anova dua arah. Hasil pengujian data hasil penelitian dengan ANOVA dua arah ditunjukkan pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Hasil pengujian pengaruh ukuran *grid*, interval dan jumlah *frame* dengan Anova dua-arah

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	317.784,19	26	12.222,47	37,09	0,000
Intercept	1.582.264,95	1	1.582.264,95	4.801,50	0,000
grid	9.981,29	2	4.990,65	15,14	0,000
interval	27.839,62	2	13.919,81	42,24	0,000
jmlframe	260.451,22	2	130.225,61	395,18	0,000
grid * interval	5.796,81	4	1.449,20	4,40	0,002
grid * jmlframe	11.116,69	4	2.779,17	8,43	0,000
interval * jmlframe	1.121,99	4	280,50	0,85	0,493
grid * interval * jmlframe	1.476,57	8	184,57	0,56	0,811
Error	432.680,16	1313	329,54		
Total	2.332.729,30	1340			
Corrected Total	750.464,34	1339			

Berdasarkan Tabel 5.12, nilai “*corrected model*” menunjukkan pengaruh semua variabel independen yaitu grid, interval dan jeda terhadap variabel dependen (nilai SR). Dengan nilai signifikansi (Sig.) adalah 0, atau nilai Sig. lebih

kecil dari nilai Alfa yaitu 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa model tersebut *valid*. Selanjutnya akan diuji pengaruh masing-masing variabel dependen terhadap nilai tingkat keberhasilan (*success rate*).

Pertama akan dilakukan pengujian pengaruh ukuran grid terhadap tingkat keberhasilan model. Untuk mempermudah dalam proses analisis, pertama dibuat hipotesis sebagai berikut:

- H_0 : Tidak terdapat perbedaan nilai SR dilihat dari ukuran grid yang digunakan.
- H_a : Terdapat perbedaan nilai SR dilihat dari ukuran grid yang digunakan.

Apabila H_0 diterima menunjukkan bahwa ukuran grid tidak berpengaruh terhadap keberhasilan model dalam mendeteksi arah pergerakan. Namun sebaliknya, jika H_0 ditolak maka H_a diterima, atau menunjukkan bahwa ukuran grid memiliki pengaruh signifikan terhadap keberhasilan proses deteksi. Untuk menentukan diterima atau ditolaknya hipotesis, digunakan nilai probabilitas atau signifikansi. Pada Tabel 5.12, nilai signifikansi terlihat pada kolom Sig. Karena nilai signifikansi pada baris “grid” bernilai 0,00 atau lebih kecil dari 0,05 (nilai Alfa) maka **H_0 ditolak** atau **H_a diterima**. Dengan kata lain, **ukuran grid memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai tingkat keberhasilan (*success rate*)**.

Kedua, dilakukan uji pengaruh nilai interval frame yang digunakan terhadap tingkat keberhasilan model. Untuk mempermudah dalam proses analisis pengaruh nilai interval terhadap tingkat keberhasilan (SR), dibuat hipotesis sebagai berikut:

- H_0 : Tidak terdapat perbedaan nilai SR dilihat dari interval frame yang digunakan.
- H_a : Terdapat perbedaan nilai SR dilihat dari interval frame yang digunakan.

Apabila H_0 diterima menunjukkan bahwa nilai interval (jeda) frame tidak berpengaruh terhadap keberhasilan model dalam mendeteksi arah pergerakan. Namun sebaliknya, jika H_0 ditolak maka H_a diterima, dan menunjukkan bahwa interval frame memiliki pengaruh signifikan terhadap keberhasilan proses deteksi.

Untuk menentukan diterima atau ditolaknya hipotesis, digunakan nilai probabilitas atau signifikansi. Pada Tabel 5.12, nilai signifikansi terlihat pada kolom Sig. Karena nilai signifikansi pada baris “interval” bernilai 0,00 atau lebih kecil dari 0,05 (nilai Alfa) maka **Ho ditolak** atau **Ha diterima**. Dengan kata lain, **interval frame memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai tingkat keberhasilan (*success rate*)**.

Ketiga, dilakukan uji pengaruh jumlah frame yang dianalisis terhadap tingkat keberhasilan model. Untuk mempermudah dalam proses analisis pengaruh jumlah frame yang diikutsertakan dalam proses analisis terhadap tingkat keberhasilan (SR), dibuat hipotesis sebagai berikut:

- Ho : Tidak terdapat perbedaan nilai SR dilihat dari jumlah frame yang digunakan.
- Ha : Terdapat perbedaan nilai SR dilihat dari jumlah frame yang digunakan.

Apabila Ho diterima menunjukkan bahwa nilai jumlah frame tidak berpengaruh terhadap keberhasilan model dalam mendeteksi arah pergerakan. Namun sebaliknya, jika Ho ditolak maka Ha diterima, dan menunjukkan bahwa jumlah frame memiliki pengaruh signifikan terhadap keberhasilan proses deteksi. Untuk menentukan diterima atau ditolaknya hipotesis, digunakan nilai probabilitas atau signifikansi. Pada tabel, nilai signifikansi terlihat pada kolom Sig. Karena nilai signifikansi pada baris “jmlframe” bernilai 0,00 atau lebih kecil dari 0,05 (nilai Alfa) maka **Ho ditolak** atau **Ha diterima**. Dengan kata lain, **jumlah frame memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai tingkat keberhasilan (*success rate*)**.

5.5 Perbandingan Kinerja Model pada Analisis *Multi-Frame* dengan *Single-Frame*

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, proses penentuan arah pergerakan objek pada video direkomendasikan untuk diterapkan dengan jumlah frame yang dianalisis (P) sebanyak 2 frame. Gambar 5.5 menunjukkan bahwa

pengujian model dengan nilai P sebanyak 2 memiliki tingkat keberhasilan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengujian model untuk nilai P sebanyak 4 dan 8. Selanjutnya pada bagian ini disajikan hasil pengujian yang melakukan perbandingan tingkat akurasi, presisi dan recall antara model yang diusulkan (nilai $P = 2$) dengan model analisis frame tunggal (*single frame*). Penentuan arah pergerakan yang hanya melibatkan frame tunggal (*single frame*) sudah peneliti lakukan pada penelitian sebelumnya.

Tabel 5.13 Hasil perbandingan kinerja model pada analisis *multi-frame* dan *single-frame*

Ukuran	Multi Frame	Single Frame
Akurasi	98,06%	98,02%
Presisi	35,64%	30,83%
Recall	41,17%	33,15%

Tabel 5.13 menyajikan hasil perbandingan kinerja model (akurasi, presisi dan *recall*) pada analisis *frame* banyak (*multi-frame*) dengan analisis *frame* tunggal (*single-frame*). Dari tabel terlihat bahwa nilai akurasi, presisi dan recall menunjukkan nilai yang lebih tinggi pada percobaan dengan *frame* banyak (*multi-frame*) dibandingkan dengan percobaan frame tunggal (*single frame*). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan multi-frame pada proses penentuan arah pergerakan objek di dalam video lebih direkomendasikan dibandingkan dengan penggunaan *frame* tunggal.

5.6 Perbandingan Kecepatan Model Usulan

Pada penelitian ini diusulkan sebuah metode penentuan arah pergerakan objek pada video kerumunan yang tidak melibatkan proses segmentasi dan deteksi objek terlebih dahulu, menggunakan ciri *optical flow* yang diturunkan menjadi HOOF, membagi frame menjadi grid dengan ukuran tertentu, dan analisis akumulasi HOOF untuk beberapa frame sekaligus (*multi-frame*). Tujuan utama penelitian ini adalah menghasilkan metode atau model penentuan arah pergerakan yang memiliki waktu komputasi yang lebih cepat dari metode sebelumnya dengan tetap mempertahankan nilai akurasi.

Tabel 5.14 Perbandingan waktu komputasi metode usulan dengan metode lain

VIDEO	JML FRAME	WAKTU KOMPUTASI PER VIDEO UJI				WAKTU KOMPUTASI PER FRAME				PERBANDINGAN WAKTU DENGAN & TANPA DETEKSI	
		DENGAN DETEKSI		TANPA DETEKSI		DENGAN DETEKSI		TANPA DETEKSI		OF	HOOF
		OF	HOOF	OF	HOOF	OF	HOOF	OF	HOOF		
1	480	696,01	53,17	30,18	143,73	1,45	0,11	0,06	0,30	23,06	0,37
2	140	130,28	15,52	9,30	41,04	0,93	0,11	0,07	0,29	14,01	0,38
3	558	1014,84	59,24	34,11	167,62	1,82	0,11	0,06	0,30	29,75	0,35
4	121	148,24	15,35	7,40	35,19	1,23	0,13	0,06	0,29	20,03	0,44
5	282	372,62	44,12	16,01	81,70	1,32	0,16	0,06	0,29	23,28	0,54
RATA2		472,40	37,48	19,40	93,86	1,35	0,12	0,06	0,29	22,03	0,42

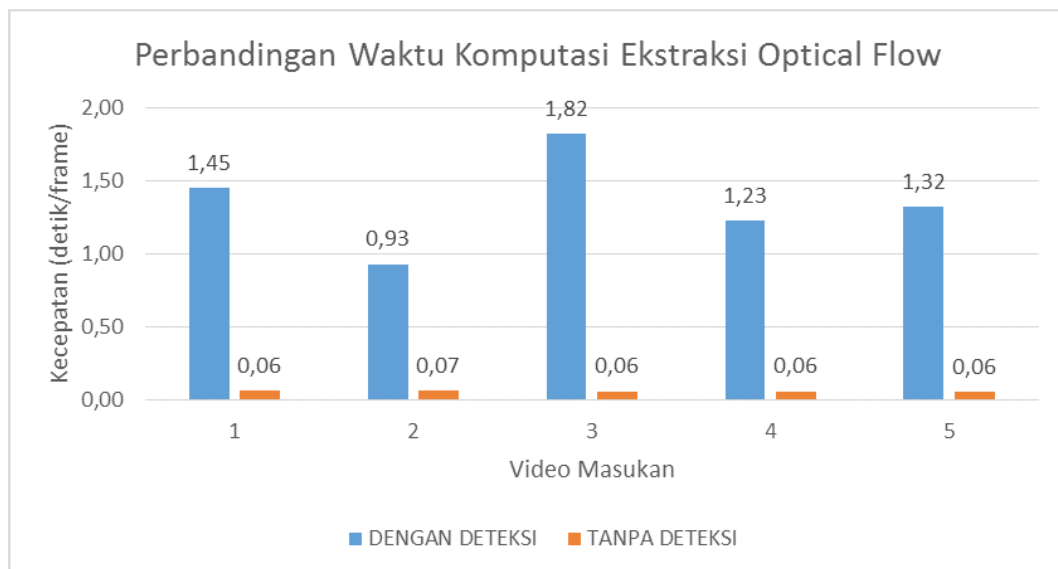
Keterangan Tabel 5.14 :

- **OF** = *Optical Flow*,
- **HOOF** = *Histogram of Oriented Optical Flow*,
- **DENGAN DETEKSI** = Metode lain,
- **TANPA DETEKSI** = metode yang diusulkan peneliti.

Untuk mengetahui kinerja model yang dihasilkan, terutama dari sisi waktu dibandingkan dengan metode lain yang memerlukan proses segmentasi dan deteksi objek, dilakukan pengujian dengan membandingkan model usulan dengan metode sebelumnya. Namun demikian, peneliti mengalami kesulitan dalam menemukan metode sejenis yang memiliki teknik yang sama dalam

menentukan arah pergerakan objek. Oleh karena itu, pada penelitian ini hanya diperbandingkan waktu komputasi untuk proses ekstraksi ciri HOOF saja. Adapun waktu komputasi proses penentuan arah pergerakan objek tidak diperbandingkan, karena beragamnya teknik yang digunakan oleh peneliti lain dengan hasil keluaran yang tidak sama.

Tabel 5.14 menyajikan perbandingan waktu komputasi proses ekstraksi ciri optical flow dan HOOF antara metode yang diusulkan dalam penelitian ini dengan metode lain yang memerlukan proses segmentasi dan deteksi objek. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa waktu komputasi ekstraksi ciri *optical flow* pada metode yang diusulkan dalam penelitian ini jauh lebih baik dibanding metode lainnya.



Gambar 5.11 Perbandingan waktu komputasi proses ekstraksi optical flow dan HOOF

Gambar 5.11 menyajikan perbandingan waktu komputasi pada proses ekstraksi ciri optical flow dan HOOF. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa untuk waktu komputasi ciri optical flow, menghilangkan proses segmentasi dan deteksi objek menghemat waktu komputasi sebesar 22 kali lebih hemat. Sementara itu, untuk waktu komputasi ekstraksi ciri HOOF metode tanpa segmentasi memang lebih lambat dibanding metode dengan segmentasi, yaitu

sekitar 42% lebih lambat. Hal tersebut dapat dipahami karena dengan melakukan deteksi dan segmentasi objek terlebih dahulu, jumlah area yang dihitung nilai HOOF-nya akan lebih sedikit atau terbatas hanya pada area yang tersegmentasi saja.

5.7 Kelebihan dan Kekurangan Model

Model penentuan arah pergerakan objek pada video berbasis *grid* dan HOOF yang diusulkan memiliki beberapa kelebihan antara lain:

1. Model tidak memerlukan tahap segmentasi dan deteksi objek sehingga menghemat waktu komputasi.
2. Waktu komputasi proses ekstraksi fitur *optical flow* dan HOOF mencapai 22 kali lebih cepat dibandingkan model yang menerapkan tahap segmentasi dan deteksi objek.
3. Tingkat akurasi model penentuan arah pergerakan objek pada *video* sudah baik yaitu sebesar 98,1% dan tingkat kesalahan deteksi arah sebesar 25,28%.

Namun demikian, terdapat beberapa kelemahan dari model penentuan arah pergerakan objek yang dikembangkan, antara lain tingkat presisi dan *recall* yang relatif rendah sehingga perlu ditingkatkan di masa mendatang. Berdasarkan hasil pengujian, tingkat presisi penentuan arah pergerakan sebesar 35,6% dan tingkat *recall* sebesar 41,2%.

5.8 Implikasi Hasil Penelitian Terhadap *Roadmap* Penelitian

Penelitian ini menghasilkan sebuah model penentuan arah pergerakan objek pada video. Setelah dilakukan pengujian terhadap model yang diusulkan, dihasilkan nilai akurasi model dalam mendeteksi arah pergerakan sebesar 98,1% dengan tingkat kesalahan deteksi sebesar 25,28%. Model yang diusulkan tidak memerlukan tahap segmentasi dan deteksi objek sehingga dapat menghemat waktu komputasi sebesar 22 kali lebih baik dibandingkan metode yang memerlukan proses segmentasi dan deteksi objek.

Dengan hasil tersebut, penelitian ini memiliki implikasi yang baik

terhadap *roadmap* penelitian di bidang visi komputer (*computer vision*), terutama dalam melakukan deteksi kerusakan dari suatu *video*. Penggunaan *grid* terbukti dapat mendeteksi arah pergerakan objek pada *video* dengan baik, walaupun tanpa menyertakan proses segmentasi dan deteksi objek terlebih dahulu. Penggunaan *grid* dan penerapan metode peng-ambangan (*thresholding*) juga menjadikan waktu komputasi proses penentuan arah pergerakan lebih cepat.

Kemampuan usulan model untuk menentukan arah pergerakan dan kecepatan komputasi yang cukup baik, memiliki potensi untuk diterapkan dan dikembangkan dalam penelitian untuk mendeteksi kerusakan sosial yang melibatkan banyak orang di dalamnya. Jika arah pergerakan objek dapat dikenali dengan baik, maka pola pergerakan objek dapat dianalisis dan dapat digunakan untuk mengklasifikasikan pola pergerakan kerusakan atau bukan. Arah pergerakan objek juga merupakan salah satu fitur yang dapat dikembangkan menjadi ciri-ciri kerusakan sosial. Sementara itu, kecepatan komputasi sangat diperlukan dalam proses deteksi kerusakan sosial karena kerusakan sosial pada umumnya berlangsung dengan cepat sehingga perlu proses deteksi yang cepat juga. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat berimplikasi baik terhadap perkembangan penelitian terutama dalam hal deteksi kerusakan sosial.

BAB VI PENUTUP

Pada bab ini dijelaskan secara singkat dan jelas mengenai kesimpulan dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini. Bab ini juga disajikan beberapa saran untuk penelitian mendatang.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan pada bagian sebelumnya, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Model analisis video untuk penentuan arah pergerakan objek pada video berdasarkan ciri *optical flow* yang diturunkan menjadi *Histogram of Oriented Optical Flow* (HOOF) terbukti dapat digunakan untuk mendeteksi arah pergerakan objek pada video.
2. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, model dapat mendeteksi pergerakan objek dengan nilai akurasi sebesar 93%, presisi 73,07% dan *recall* 84,25%.
3. Pengujian juga menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan model dipengaruhi oleh 3 (tiga) parameter utama yaitu ukuran grid, jeda (interval) frame dan jumlah frame yang digunakan. Tingkat keberhasilan model lebih baik pada pengujian dengan ukuran grid 16x16, jeda (interval) frame sebesar 1 dan jumlah frame yang dianalisis sebanyak 2 *frame*.
4. Pengujian model menggunakan parameter terbaik untuk mendeteksi arah pergerakan pada video menghasilkan rata-rata nilai akurasi sebesar 98,1%, presisi 35,6%, *recall* 41,2% dan tingkat kesalahan deteksi arah sebesar 25,28%.
5. Berdasarkan hasil analisis korelasi berganda (R) dan determinasi (R²), diperoleh kesimpulan bahwa parameter ukuran grid, interval frame dan jumlah

frame menghasilkan nilai R sebesar 0,61 yang berarti memiliki pengaruh yang kuat terhadap hasil tingkat keberhasilan model.

6. Model yang dihasilkan dalam penelitian ini memiliki waktu komputasi ekstraksi ciri HOOF yang lebih cepat dibandingkan metode sejenis yang memerlukan segmentasi dan deteksi objek terlebih dahulu, dengan rata-rata waktu komputasi ekstraksi optical flow sebesar 0,06 detik / frame dan ekstraksi HOOF sebesar 0,29 detik/frame. Hasil tersebut 22 kali lebih cepat dibandingkan metode yang menerapkan segmentasi dan deteksi terlebih dahulu.

6.2 Saran

Berikut ini beberapa saran untuk pengembangan model dan penelitian selanjutnya:

1. Ukuran grid sangat mempengaruhi tingkat keberhasilan (*success rate*) proses deteksi arah pergerakan. Pada penelitian ini digunakan ukuran grid yang statis atau tetap. Pada penelitian selanjutnya dapat diujicoba untuk menggunakan ukuran grid yang dinamis menyesuaikan dengan ukuran objek di dalam video.
2. Untuk meningkatkan nilai akurasi dan tingkat keberhasilan model, dapat diujicobakan penggunaan nilai ambang batas (*threshold*) yang tepat pada saat proses ekstraksi ciri HOOF.
3. Pada penelitian ini, digunakan 12 (dua belas) arah pergerakan. Pada penelitian selanjutnya, dapat diujicobakan untuk menggunakan jumlah arah pergerakan yang lebih tinggi maupun yang lebih rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S. dan Shah, M., 2007. A Lagrangian particle dynamics approach for crowd flow segmentation and stability analysis. In *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. hal. 1–6.
- Allain, P., Courty, N. dan Corpetti, T., 2012. AGORASET : a dataset for crowd video analysis. In *1st ICPR International Workshop on Pattern Recognition and Crowd Analysis*. hal. 1–6.
- Arsyad, A., 2013. *Media Pembelajaran* 16 ed., Rajawali Press.
- Baker, S., Scharstein, D., Lewis, J.P., Roth, S., Black, M.J. dan Szeliski, R., 2011. A database and evaluation methodology for optical flow. *International Journal of Computer Vision*, 92(1), hal.1–31.
- Bandara, A.M.R.R., Ranathunga, L. dan Abdullah, N.A., 2016. A feature clustering approach based on Histogram of Oriented Optical Flow and superpixels. In *2015 IEEE 10th International Conference on Industrial and Information Systems, ICIIS 2015 - Conference Proceedings*. hal. 480–484.
- Barron, J., Fleet, D. dan Beauchemin, S., 1994. Performance of optical flow techniques. *International journal of computer Vision*, 12(1), hal.43–77.
- Barron, J.L., Fleet, D.J., Beauchemin, S.S. dan Burkitt, T.A., 1992. Performance of Optical Flow Techniques. In *1992 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. hal. 236–242.
- Basset, A., Bouthemy, P. dan Kervrann, C., 2013. Frame-by-frame crowd motion classification from affine motion models. In *2013 10th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance, AVSS 2013*. hal. 282–287.
- Bay, H., Tuytelaars, T. dan Van Gool, L., 2006. SURF: Speeded up robust features. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 3951 LNCS, hal.404–417.
- Beauchemin, S.S.S. dan Barron, J.L.L., 1995. The Computation of Optical Flow. *ACM Computing Surveys*, 27(3), hal.433–467.
- Beleznai, C. dan Bischof, H., 2009. Fast human detection in crowded scenes by contour integration and local shape estimation. *2009 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops, CVPR Workshops 2009*, hal.2246–2253.

- Benabbas, Y., 2011. Human behavior analysis from videos using optical flow. , (33), hal.1–49.
- Benabbas, Y., Amir, S., Lablack, A. dan Djeraba, C., 2011a. Human Action Recognition Using Direction and Magnitude Models of Motion. In *International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP) 2011*. hal. 277–285.
- Benabbas, Y., Ihaddadene, N. dan Djeraba, C., 2011b. Motion pattern extraction and event detection for automatic visual surveillance. *EURASIP Journal on Image and Video Processing*, 2011, hal.1–15.
- BNPB, 2015. Data dan Informasi Bencana Indonesia. *Badan Nasional Penanggulangan Bencana*. Available at: <http://dibi.bnpb.go.id> [Diakses April 7, 2017].
- Brox, T., Papenberg, N. dan Weickert, J., 2004. High Accuracy Optical Flow Estimation Based on a Theory for Warping. *Computer Vision - ECCV 2004*, 4(May), hal.25–36.
- Bruhn, A., Weickert, J. dan Schnorr, C., 2005. Lucas / Kanade Meets Horn / Schunck : Combining Local and Global Optic Flow Methods. *International Journal of Computer Vision*, 61(3), hal.211–231.
- Burton, A. dan Radford, J., 1978. *Thinking in Perspective: Critical Essays in the Study of Thought Processes*, Routledge.
- Camus, T., 1997. Real-Time Quantized Optical Flow. *Real-Time Imaging*, 3(2), hal.71–86.
- Chandra, I., 2003. *Utility Audio/Video*, Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Chaudhry, R., Ravichandran, A., Hager, G. dan Vidal, R., 2009. Histograms of oriented optical flow and Binet-Cauchy kernels on nonlinear dynamical systems for the recognition of human actions. In *2009 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. Ieee, hal. 1932–1939.
- Cho, S.-H. dan Kang, H.-B., 2013. Abnormal Behavior Detection Using Hybrid Agents in Crowded Scenes. *Pattern Recognition Letters*, 44, hal.64–70.
- Collins, R.T. dkk., 2010. *A System for Video Surveillance and Monitoring*,
- Colque, R.V.H.M., Junior, C.A.C. dan Schwartz, W.R., 2015. Histograms of Optical Flow Orientation and Magnitude to Detect Anomalous Events in Videos. In *Conference on Graphics, Patterns and Images (SIBGRAPI 2015)*. hal. 1–9.
- Cui, S., Li, N. dan Liu, Z., 2011. Multi-directional crowded objects segmentation based on optical flow histogram. In *Proceedings - 4th International Congress on Image and Signal Processing, CISP 2011*. hal. 552–555.
- Dee, H.M. dan Caplier, A., 2010. Crowd Behaviour Analysis Using Histograms of Motion Direction. In *2010 IEEE 17th International Conference on Image*

- Processing*. Hong Kong, hal. 1545–1548.
- Ferryman, J. dan Shahrokni, A., 2009. PETS2009: Dataset and challenge. In *Twelfth IEEE International Workshop on Performance Evaluation of Tracking and Surveillance (PETS-Winter)*. hal. 143–148.
- Gonzalez, R.C. dan Woods, R.E., 2007. *Digital Image Processing (3rd Edition)* 3 ed., Prentice Hall.
- Gujarati, D.N., 2004. *Basic Econometrics* 4 ed.,
- Haritaoglu, I., Harwood, D. dan Davis, L.S., 2000. W4: Real-time Surveillance of People and Their Activities. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 22(8), hal.809–830.
- Haritaoglu, I., Harwood, D. dan Davis, L.S., 1998. W4S : A Real-Time System for Detecting and Tracking People in 2 1/2 D. In *IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 1998. hal. 962.
- Hasibuan, L.F., 2012. *Analisis Pengaruh Retribusi Daerah dan Ekspor Barang Konsumsi Terhadap Penerimaan Pemerintah Propinsi Sumatera Utara*. Universitas Sumatera Utara.
- Horn, B.K.P. dan Schunck, B.G., 1981a. Determining Optical Flow. *Elsevier Artificial Intelligence*, 17(1–3), hal.185–203.
- Horn, B.K.P.P. dan Schunck, B.G., 1981b. Determining Optical Flow. *Elsevier Artificial Intelligence*, 17(1–3), hal.185–203.
- ITU-R, 2011. *BT 601: Studio encoding parameters of digital television for standard 4: 3 and wide-screen 16: 9 aspect ratios*,
- Kadir, A. dan Susanto, A., 2013. *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra Digital*, Yogyakarta: Andi.
- KBBI, 2016. Video. kbbi.kemdikbud.go.id. Available at: <http://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/video> [Diakses Desember 10, 2016].
- Khan, S.D., 2013. Estimating speeds and directions of pedestrians in real-time videos: A solution to road-safety problem. In *CEUR Workshop Proceedings*. hal. 1–14.
- Koh, W.L., Lin, L. dan Zhou, S., 2008. Modelling and Simulation of Pedestrian Behaviours. In *2008 22nd Workshop on Principles of Advanced and Distributed Simulation*. Ieee, hal. 43–50.
- Kratz, L. dan Nishino, K., 2012. Tracking Pedestrians Using Local Spatio-Temporal Motion Patterns in Extremely Crowded Scenes. *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 34(5), hal.987–1002.
- Krishnamurthy, R., Moulin, P. dan Woods, J., 1995. Optical flow techniques applied to video coding. In *International Conference on Image Processing*, 1995. hal. 570–573.

- Kulkarni, A.D., 1993. *Artificial neural networks for image understanding*, John Wiley & Sons, Inc.
- Kundu, M., Sengupta, D. dan Dastidar, J.G., 2014. Tracking Direction of Human Movement – An Efficient Implementation using Skeleton. *International Journal of Computer Applications*, 96(13), hal.27–33.
- Kutner, M., Nachtsheim, C., Neter, J. dan Li, W., 2004. *Applied Linear Statistical Models* 5 ed., McGraw-Hill/Irwin.
- Lang, K. dan Lang, G., 1968. Collective Behavior. *International Encyclopaedia of the Social Sciences*.
- Lertniphonphan, K., Aramvith, S. dan Chalidabhongse, T.H., 2011. Human action recognition using direction histograms of optical flow. *2011 11th International Symposium on Communications & Information Technologies (ISCIT)*, hal.574–579.
- Li, B., Yao, Q. dan Wang, K., 2012. A review on vision-based pedestrian detection in intelligent transportation systems. In *9th IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC), 2012*. hal. 393–398.
- Li, T., Chang, H., Wang, M., Ni, B. dan Hong, R., 2015. Crowded Scene Analysis : A Survey. *IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY*, 25(3), hal.367–386.
- Li, W., Mahadevan, V. dan Vasconcelos, N., 2014. Anomaly detection and localization in crowded scenes. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 36(1), hal.18–32.
- Lowe, D.G., 1999. Object recognition from local scale-invariant features. In *Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on Computer Vision*. hal. 1150–1157.
- Lubis, N.S., 2013. *Analisis Perbandingan Kompresi File Video Dengan Motion Picture Expert Group-4 Dan Flash Video Dengan Menggunakan Algoritma Huffman*. Universitas Sumatera Utara.
- Lucas, B.D. dan Kanade, T., 1981. An Iterative Image Registration Technique with an Application to Stereo Vision. In *Proc. 7th International Conference on Artificial Intelligence (IJCAI) 1981*. hal. 121–130.
- Mariner, L., 2007. *Cleared for Takeoff: English for Pilots, Book 1* K LaVergne, ed., AE Link Publications.
- Martínez, F., Manzanera, A. dan Romero, E., 2012. A Motion Descriptor Based on Statistics of Optical Flow Orientations for Action Classification in Video-Surveillance. *Communications in Computer and Information Science*, 346(2), hal.267–274.
- McCarthy, C. dan Barnes, N., 2004. Optical Flow Techniques for Indoor Navigation with a Mobile Robot. In *Proceedings of the 2004 IEEE International Conference on Robotics & Automation*. hal. 5093–5098.

- Mehran, R., Oyama, A. dan Shah, M., 2009. Abnormal crowd behavior detection using social force model. In *2009 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. Ieee, hal. 935–942.
- Mingqiang, Y., Kidiyo, K. dan Joseph, R., 2008. A survey of shape feature extraction techniques. In P.-Y. Yin, ed. *Pattern Recognition*. hal. 43–90.
- Mohler, B.J., Thompson, W.B., Creem-Regehr, S.H., Pick, H.L. dan Warren, W.H., 2007. Visual flow influences gait transition speed and preferred walking speed. *Experimental Brain Research*, 181(2), hal.221–228.
- Munteanu, C. dan Rosa, A., 2004. Gray-Scale Image Enhancement as an Automatic Process Driven by Evolution. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics Part B: Cybernetics*, 34(2), hal.1292–1298.
- Mustofa, M., 2000. Memahami kerusuhan sosial, suatu kendala menuju masyarakat madani. *Jurnal Kriminologi Indonesia*, 1(1), hal.10–19.
- Nagel, H.H., 1987. On the estimation of optical flow: relations between different approaches and some new results. *Artificial Intelligence*, 33(3), hal.299–324.
- Newsam, S.D. dan Kamath, C., 2005. Comparing shape and texture features for pattern recognition in simulation data. In *Electronic Imaging 2005*. hal. 106–117.
- Omer, O. a., 2012. Region-based Horn-Schunck optical flow estimation. In *2012 Japan-Egypt Conference on Electronics, Communications and Computers*. Ieee, hal. 73–78.
- Otsu, N., 1979. A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 9(1), hal.62–66.
- P. Geetha, Pandeewari, S.T. dan Mohanan, S., 2012. Visual Attention Based Keyframes Extraction and Video Summarization. In *Computer Science & Information Technology*. hal. 179–190.
- Patel, E. dan Shukla, D., 2013. Comparison of Optical Flow Algorithms for Speed Determination of Moving Objects. *International Journal of Computer Applications*, 63(5).
- Perš, J., Sulić, V., Kristan, M., Perše, M., Polanec, K. dan Kovačič, S., 2010. Histograms of optical flow for efficient representation of body motion. *Pattern Recognition Letters*, 31(11), hal.1369–1376.
- Prasetyo, E., 2012. *Data Mining: Konsep dan Aplikasi menggunakan Matlab 1 ed.*, Yogyakarta: Andi Offset.
- Rao, A.S., Gubbi, J., Marusic, S., Maher, A. dan Palaniswami, M., 2013. Determination of object directions using optical flow for crowd monitoring. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 8034 LNCS(PART 2), hal.613–622.

- Ren, T., Liu, Y. dan Wu, G., 2008. Full-reference quality assessment for video summary. In *Proceedings - IEEE International Conference on Data Mining Workshops, ICDM Workshops 2008*. hal. 874–883.
- Robert, F., Santos-Victor, J. dan Crowley, J., 2002. Caviar Dataset. *Univ of Edinburgh*. Available at: <http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/CAVIAR/> [Diakses April 17, 2017].
- Shao, J., Loy, C.C. dan Wang, X., 2016. Learning Scene-Independent Group Descriptors for Crowd Understanding. In *IEEE Transaction on Circuits and Systems for Video Technology (TCSVT)*.
- Shao, J., Loy, C.C. dan Wang, X., 2014. Scene-Independent Group Profiling in Crowd. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2014*. hal. 2219–2226.
- Simoncelli, E.P., 1994. Design of multi-dimensional derivative filters. In *Proceedings of 1st International Conference on Image Processing*. IEEE Comput. Soc. Press, hal. 790–794.
- Singh, M., Basu, a. dan Mandal, M.K., 2008. Human Activity Recognition Based on Silhouette Directionality. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 18(9), hal.1280–1292.
- Smirg, O., Smekal, Z., Dutta, M.K. dan Kakani, B., 2013. Automatic Detection of the Direction and Speed of Moving Objects in the Video. In *Sixth International Conference on Contemporary Computing (IC3)*. hal. 86–90.
- Sokolova, M. dan Lapalme, G., 2009. A systematic analysis of performance measures for classification tasks. *Information Processing and Management*, 45(4), hal.427–437.
- Solichin, A., Harjoko, A. dan Putra, A.E., 2014. A Survey of Pedestrian Detection in Video. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, 5(10), hal.41–47.
- Solichin, A., Harjoko, A. dan Putra, A.E., 2015. Grid-based Histogram of Oriented Optical Flow for Analyzing Movements on Video Data. In *2015 International Conference on Data and Software Engineering*. hal. 114–119.
- Sugiyono, 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*, Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sujarweni, V.W., 2012. *SPSS untuk Paramedis* 1 ed., Gava Media.
- Sujatha, C. dan Mudenagudi, U., 2011. A Study on Keyframe Extraction Methods for Video Summary. In *2011 International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks*. Ieee, hal. 73–77.
- Sun, D., Roth, S. dan Black, M.J., 2010. Secrets of Optical Flow Estimation and Their Principles. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*.

- Taylor, R., 2013. A Beginner Guide to Frame Rates. *AFrame.Com*. Available at: <http://aframe.com/blog/2013/07/a-beginners-guide-to-frame-rates/> [Diakses April 21, 2017].
- Tenbrinck, D., Schmid, S., Jiang, X., Schäfers, K. dan Stypmann, J., 2013. Histogram-based optical flow for motion estimation in ultrasound imaging. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, 47(1–2), hal.138–150.
- Thida, M., Eng, H.L. dan Remagnino, P., 2013. Laplacian eigenmap with temporal constraints for local abnormality detection in crowded scenes. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 43(6), hal.2147–2156.
- Tomasi, C., 1991. *Detection and Tracking of Point Features*,
- Tuceryan, M. dan Jain, A.K., 1998. Texture Analysis. In C. H. Chen, L. F. Pau, & P. S. . Wang, ed. *The Handbook of Pattern Recognition and Computer Vision (2nd Edition)*. World Scientific Publishing Co., Inc., hal. 207–248.
- UMN, 2006. Unusual Crowd Activity Dataset of University of Minnesota, Department of Computer Science and Engineering. *UMN*. Available at: <http://mha.cs.umn.edu/movies/crowd-activity-all.avi> [Diakses Agustus 10, 2015].
- Wang, T. dan Snoussi, H., 2014. Detection of abnormal visual events via global optical flow orientation histogram. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 9(6), hal.988–998.
- Wang, T. dan Snoussi, H., 2013. Histograms of optical flow orientation for abnormal events detection. In *IEEE International Workshop on Performance Evaluation of Tracking and Surveillance, PETS*. hal. 45–52.
- Wei, G., Hou, Z., Li, W. dan Yu, W., 2013. Color Image Optical Flow Estimation Algorithm with Shadow Suppression. In *2013 Seventh International Conference on Image and Graphics*. Ieee, hal. 423–427.
- Wikipedia, 2017. NTSC. *Wikipedia*. Available at: <https://en.wikipedia.org/wiki/NTSC> [Diakses April 21, 2017].
- Wikipedia, 2011. Optical Flow. Available at: http://en.wikipedia.org/wiki/Optical_flow.
- Wu, S., Moore, B.E. dan Shah, M., 2010. Chaotic invariants of lagrangian particle trajectories for anomaly detection in crowded scenes. In *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. hal. 2054–2060.
- Wu, S., Wong, H.-S. dan Yu, Z., 2014. A Bayesian model for crowd escape behavior detection. *IEEE Transaction on Circuits and Systems for Video Technology (TCSVT)*, 24(1), hal.85–98.
- Zaman, T., 2011. [2D] Optical Flow. *www.timzaman.com*. Available at: <http://www.timzaman.com/2011/04/2d-optical-flow/> [Diakses Desember 1, 2016].

- Zhang, Y., Lu, H., Zhang, L. dan Ruan, X., 2016. Combining motion and appearance cues for anomaly detection. *Pattern Recognition*, 51(2016), hal.443–452.
- Zheng, G. dan Chen, Y., 2012. A review on vision-based pedestrian detection. In *2012 IEEE Global High Tech Congress on Electronics*. Ieee, hal. 49–54.
- Zitouni, M.S., Bhaskar, H., Dias, J. dan Al-Mualla, M.E., 2016. Advances and trends in visual crowd analysis: A systematic survey and evaluation of crowd modelling techniques. *Neurocomputing*, 186, hal.139–159.
- Ziyun, L. dan Wei, L., 2010. The Compensated HS Optical Flow Estimation Based on Matching Harris Corner Points. In *2010 International Conference on Electrical and Control Engineering*. Ieee, hal. 2279–2282.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. DAFTAR PUBLIKASI PENELITIAN DISERTASI

PUBLIKASI #1

- JUDUL : A Survey of Pedestrian Detection in Video
 PENULIS : Achmad Solichin, Agus Harjoko, Agfianto Eko Putra
 PUBLIKASI DI : International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA) Vol. 5 No 10, 2014
 TERBIT : Oktober 2014
 TERINDEKS : Microsoft Academic Search, EBSCOhost, Thomson Reuters (2015), Inspec, DOAJ, Ex Libris, Serials Solutions, Index Copernicus, GetCited, CiteSeerx, Google Scholar, Lib UGM
 ID PAPER : DOI : 10.14569/IJACSA.2014.051007
 ISSN : 2156-5570 (Online)
 ISSN : 2158-107X (Online)
 TAUTAN : http://thesai.org/Downloads/Volume5No10/Paper_7-A_Survey_of_Pedestrian_Detection_in_Video.pdf

PUBLIKASI #2

- JUDUL : Grid-based Histogram of Oriented Optical Flow for Analyzing Movements on Video Data
 PENULIS : Achmad Solichin, Agus Harjoko, Agfianto Eko Putra
 PUBLIKASI DI : 2015 International Conference on Data and Software Engineering (ICoDSE)
 TERBIT : 25-26 November 2015
 TERINDEKS : IEEE Explorer, Scopus, Lib UGM, Google Scholar
 ID PAPER : DOI: 10.1109/ICODSE.2015.7436982
 ISBN : 978-1-4673-8429-2
 IEEE Catalog Number CFP14AWL-USB
 TAUTAN : <http://ieeexplore.ieee.org/document/7436982/?arnumber=7436982>

LAMPIRAN 2. DATA PENGUJIAN AKURASI, PRESISI DAN RECALL DETEKSI PERGERAKAN

Keterangan:

- Pakar melakukan pengamatan secara visual terhadap arah pergerakan setiap grid, pengamatan dilakukan untuk setiap frame yang diuji
- Frame yang diuji dipilih secara acak menggunakan program khusus

video	grid	interval	jmlframe	threshold	nomorframe	totalbox	boxobject	falsepos	falseneg	truepos	trueneg	accuracy	precision	recall
video01.avi	16	1	2	10	19	300	40	12	15	28	245	0.9100	0.7000	0.6512
video01.avi	16	1	2	10	83	300	39	3	10	36	251	0.9567	0.9231	0.7826
video01.avi	16	1	2	10	189	300	52	15	15	37	233	0.9000	0.7115	0.7115
video01.avi	16	1	2	10	315	300	52	13	9	39	239	0.9267	0.7500	0.8125
video01.avi	16	1	2	10	316	300	52	13	9	39	239	0.9267	0.7500	0.8125
video01.avi	16	1	2	10	327	300	35	2	14	33	251	0.9467	0.9429	0.7021
video01.avi	16	1	2	10	357	300	29	1	9	28	262	0.9667	0.9655	0.7568
video01.avi	16	1	2	10	364	300	35	2	10	33	255	0.9600	0.9429	0.7674
video01.avi	16	1	2	10	408	300	53	10	9	43	238	0.9367	0.8113	0.8269
video01.avi	16	1	2	10	449	300	61	18	5	43	234	0.9233	0.7049	0.8958
video01.avi	16	1	2	20	91	300	45	2	12	43	243	0.9533	0.9556	0.7818
video01.avi	16	1	2	20	184	300	50	10	15	40	235	0.9167	0.8000	0.7273
video01.avi	16	1	2	20	212	300	47	11	17	36	236	0.9067	0.7660	0.6792
video01.avi	16	1	2	20	215	300	45	10	18	35	237	0.9067	0.7778	0.6604
video01.avi	16	1	2	20	236	300	62	18	11	44	227	0.9033	0.7097	0.8000
video01.avi	16	1	2	20	311	300	65	14	4	51	231	0.9400	0.7846	0.9273
video01.avi	16	1	2	20	341	300	44	6	13	38	243	0.9367	0.8636	0.7451
video01.avi	16	1	2	20	363	300	48	8	12	40	240	0.9333	0.8333	0.7692
video01.avi	16	1	2	20	368	300	31	2	14	29	255	0.9467	0.9355	0.6744
video01.avi	16	1	2	20	382	300	48	16	9	32	243	0.9167	0.6667	0.7805
video01.avi	16	1	2	30	48	300	63	12	5	51	232	0.9433	0.8095	0.9107
video01.avi	16	1	2	30	62	300	52	9	3	43	245	0.9600	0.8269	0.9348
video01.avi	16	1	2	30	135	300	50	7	8	43	242	0.9500	0.8600	0.8431
video01.avi	16	1	2	30	263	300	57	10	12	47	231	0.9267	0.8246	0.7966
video01.avi	16	1	2	30	304	300	56	11	13	45	231	0.9200	0.8036	0.7759
video01.avi	16	1	2	30	392	300	55	16	19	39	226	0.8833	0.7091	0.6724

video	grid	interval	jmlframe	threshold	nomorframe	totalbox	boxobject	falsepos	falseneg	truepos	trueneg	accuracy	precision	recall
video01.avi	16	1	2	30	435	300	64	17	5	47	231	0.9267	0.7344	0.9038
video01.avi	16	1	2	30	439	300	61	17	6	44	233	0.9233	0.7213	0.8800
video01.avi	16	1	2	30	460	300	81	25	2	56	217	0.9100	0.6914	0.9655
video01.avi	16	1	2	30	464	300	80	25	1	55	219	0.9133	0.6875	0.9821
video01.avi	16	1	2	40	68	300	49	10	9	39	242	0.9367	0.7959	0.8125
video01.avi	16	1	2	40	73	300	54	8	8	46	238	0.9467	0.8519	0.8519
video01.avi	16	1	2	40	124	300	51	0	9	51	240	0.9700	10.000	0.8500
video01.avi	16	1	2	40	125	300	57	3	8	54	235	0.9633	0.9474	0.8710
video01.avi	16	1	2	40	244	300	55	12	14	43	231	0.9133	0.7818	0.7544
video01.avi	16	1	2	40	264	300	58	13	7	45	235	0.9333	0.7759	0.8654
video01.avi	16	1	2	40	336	300	57	7	6	50	237	0.9567	0.8772	0.8929
video01.avi	16	1	2	40	361	300	56	10	4	46	240	0.9533	0.8214	0.9200
video01.avi	16	1	2	40	428	300	66	16	4	50	230	0.9333	0.7576	0.9259
video01.avi	16	1	2	40	461	300	82	26	1	56	217	0.9100	0.6829	0.9825
video02.avi	16	1	2	10	12	300	54	12	4	42	242	0.9467	0.7778	0.9130
video02.avi	16	1	2	10	19	300	42	9	10	33	248	0.9367	0.7857	0.7674
video02.avi	16	1	2	10	27	300	46	1	5	45	249	0.9800	0.9783	0.9000
video02.avi	16	1	2	10	35	300	50	4	9	46	241	0.9567	0.9200	0.8364
video02.avi	16	1	2	10	50	300	64	19	16	45	220	0.8833	0.7031	0.7377
video02.avi	16	1	2	10	57	300	61	26	16	35	223	0.8600	0.5738	0.6863
video02.avi	16	1	2	10	60	300	54	23	16	31	230	0.8700	0.5741	0.6596
video02.avi	16	1	2	10	73	300	42	9	9	33	249	0.9400	0.7857	0.7857
video02.avi	16	1	2	10	88	300	46	18	1	28	253	0.9367	0.6087	0.9655
video02.avi	16	1	2	10	120	300	2	0	1	2	297	0.9967	10.000	0.6667
video02.avi	16	1	2	20	2	300	198	143	0	55	102	0.5233	0.2778	10.000
video02.avi	16	1	2	20	13	300	63	12	5	51	232	0.9433	0.8095	0.9107
video02.avi	16	1	2	20	16	300	59	13	6	46	235	0.9367	0.7797	0.8846
video02.avi	16	1	2	20	38	300	74	14	5	60	221	0.9367	0.8108	0.9231
video02.avi	16	1	2	20	57	300	74	31	14	43	212	0.8500	0.5811	0.7544
video02.avi	16	1	2	20	109	300	11	7	1	4	288	0.9733	0.3636	0.8000
video02.avi	16	1	2	20	113	300	12	8	0	4	288	0.9733	0.3333	10.000
video02.avi	16	1	2	20	115	300	4	1	1	3	295	0.9933	0.7500	0.7500

video	grid	interval	jmlframe	threshold	nomorframe	totalbox	boxobject	falsepos	falseneg	truepos	trueneg	accuracy	precision	recall
video02.avi	16	1	2	20	122	300	3	0	1	3	296	0.9967	10.000	0.7500
video02.avi	16	1	2	20	135	300	9	9	0	0	291	0.9700	0.0000	NULL
video02.avi	16	1	2	30	24	300	61	4	3	57	236	0.9767	0.9344	0.9500
video02.avi	16	1	2	30	25	300	65	7	3	58	232	0.9667	0.8923	0.9508
video02.avi	16	1	2	30	38	300	81	13	2	68	217	0.9500	0.8395	0.9714
video02.avi	16	1	2	30	45	300	100	34	3	66	197	0.8767	0.6600	0.9565
video02.avi	16	1	2	30	75	300	56	20	1	36	243	0.9300	0.6429	0.9730
video02.avi	16	1	2	30	85	300	47	24	2	23	251	0.9133	0.4894	0.9200
video02.avi	16	1	2	30	92	300	51	23	3	28	246	0.9133	0.5490	0.9032
video02.avi	16	1	2	30	97	300	53	32	2	21	245	0.8867	0.3962	0.9130
video02.avi	16	1	2	30	105	300	24	14	1	10	275	0.9500	0.4167	0.9091
video02.avi	16	1	2	30	112	300	11	7	1	4	288	0.9733	0.3636	0.8000
video02.avi	16	1	2	40	41	300	83	19	2	64	215	0.9300	0.7711	0.9697
video02.avi	16	1	2	40	50	300	94	30	0	64	206	0.9000	0.6809	10.000
video02.avi	16	1	2	40	54	300	103	42	2	61	195	0.8533	0.5922	0.9683
video02.avi	16	1	2	40	78	300	60	16	4	44	236	0.9333	0.7333	0.9167
video02.avi	16	1	2	40	80	300	60	21	1	39	239	0.9267	0.6500	0.9750
video02.avi	16	1	2	40	83	300	50	14	2	36	248	0.9467	0.7200	0.9474
video02.avi	16	1	2	40	106	300	24	19	0	5	276	0.9367	0.2083	10.000
video02.avi	16	1	2	40	107	300	16	12	2	4	282	0.9533	0.2500	0.6667
video02.avi	16	1	2	40	117	300	2	0	2	2	296	0.9933	10.000	0.5000
video02.avi	16	1	2	40	129	300	2	0	0	2	298	10.000	10.000	10.000

**LAMPIRAN 3. DATA PENGUJIAN TINGKAT KEBERHASILAN (SUCCESS RATE)
MODEL PENENTUAN ARAH PERGERAKAN**

Keterangan:

- Pakar melakukan pengamatan secara visual terhadap arah pergerakan setiap grid, pengamatan dilakukan untuk setiap frame yang diuji
- Frame yang diuji dipilih secara acak menggunakan program khusus

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video01.avi	16	1	2	40	300	57	7	87.72
video01.avi	16	1	2	45	300	62	17	72.58
video01.avi	16	1	2	54	300	45	17	62.22
video01.avi	16	1	2	244	300	48	20	58.33
video01.avi	16	1	2	257	300	49	19	61.22
video01.avi	16	1	2	304	300	56	18	67.86
video01.avi	16	1	2	366	300	46	9	80.43
video01.avi	16	1	2	374	300	42	12	71.43
video01.avi	16	1	2	397	300	41	12	70.73
video01.avi	16	1	2	435	300	63	28	55.56
video01.avi	16	1	32	76	300	56	24	57.14
video01.avi	16	1	32	95	300	56	20	64.29
video01.avi	16	1	32	107	300	59	26	55.93
video01.avi	16	1	32	120	300	59	33	44.07
video01.avi	16	1	32	129	300	71	31	56.34
video01.avi	16	1	32	144	300	71	27	61.97
video01.avi	16	1	32	174	300	71	34	52.11
video01.avi	16	1	32	281	300	66	39	40.91
video01.avi	16	1	32	347	300	81	40	50.62
video01.avi	16	1	32	432	300	84	42	50.00
video01.avi	16	1	8	48	300	64	14	78.13
video01.avi	16	1	8	105	300	63	17	73.02
video01.avi	16	1	8	116	300	60	17	71.67
video01.avi	16	1	8	181	300	67	30	55.22
video01.avi	16	1	8	191	300	77	30	61.04
video01.avi	16	1	8	268	300	56	21	62.50
video01.avi	16	1	8	290	300	69	31	55.07
video01.avi	16	1	8	332	300	56	20	64.29
video01.avi	16	1	8	373	300	59	25	57.63
video01.avi	16	1	8	381	300	69	35	49.28
video01.avi	16	2	2	49	300	56	18	67.86
video01.avi	16	2	2	52	300	56	19	66.07
video01.avi	16	2	2	80	300	49	23	53.06
video01.avi	16	2	2	85	300	43	18	58.14
video01.avi	16	2	2	103	300	51	18	64.71
video01.avi	16	2	2	223	300	51	31	39.22
video01.avi	16	2	2	321	300	58	27	53.45
video01.avi	16	2	2	328	300	52	15	71.15
video01.avi	16	2	2	358	300	49	13	73.47
video01.avi	16	2	2	396	300	42	22	47.62
video01.avi	16	2	32	50	300	172	160	6.98

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video01.avi	16	2	32	80	300	62	29	53.23
video01.avi	16	2	32	113	300	62	49	20.97
video01.avi	16	2	32	191	300	77	66	14.29
video01.avi	16	2	32	216	300	105	88	16.19
video01.avi	16	2	32	308	300	85	69	18.82
video01.avi	16	2	32	335	300	88	73	17.05
video01.avi	16	2	32	453	300	76	63	17.11
video01.avi	16	2	32	456	300	76	63	17.11
video01.avi	16	2	32	473	300	76	60	21.05
video01.avi	16	2	8	19	300	53	22	58.49
video01.avi	16	2	8	75	300	52	14	73.08
video01.avi	16	2	8	95	300	58	23	60.34
video01.avi	16	2	8	114	300	59	19	67.80
video01.avi	16	2	8	191	300	71	27	61.97
video01.avi	16	2	8	207	300	58	21	63.79
video01.avi	16	2	8	294	300	72	31	56.94
video01.avi	16	2	8	316	300	81	42	48.15
video01.avi	16	2	8	351	300	47	20	57.45
video01.avi	16	2	8	479	300	85	31	63.53
video01.avi	16	4	2	23	300	56	26	53.57
video01.avi	16	4	2	49	300	49	19	61.22
video01.avi	16	4	2	87	300	45	12	73.33
video01.avi	16	4	2	94	300	54	11	79.63
video01.avi	16	4	2	151	300	60	28	53.33
video01.avi	16	4	2	164	300	66	22	66.67
video01.avi	16	4	2	236	300	69	33	52.17
video01.avi	16	4	2	268	300	41	17	58.54
video01.avi	16	4	2	372	300	46	18	60.87
video01.avi	16	4	2	431	300	63	25	60.32
video01.avi	16	4	32	63	300	170	160	5.88
video01.avi	16	4	32	160	300	89	79	11.24
video01.avi	16	4	32	276	300	112	104	7.14
video01.avi	16	4	32	293	300	112	104	7.14
video01.avi	16	4	32	355	300	112	102	8.93
video01.avi	16	4	32	356	300	112	102	8.93
video01.avi	16	4	32	391	300	98	90	8.16
video01.avi	16	4	32	426	300	98	87	11.22
video01.avi	16	4	32	446	300	98	87	11.22
video01.avi	16	4	32	474	300	98	87	11.22
video01.avi	16	4	8	30	300	168	148	11.90
video01.avi	16	4	8	121	300	55	20	63.64
video01.avi	16	4	8	141	300	63	24	61.90
video01.avi	16	4	8	172	300	78	27	65.38
video01.avi	16	4	8	221	300	62	23	62.90
video01.avi	16	4	8	287	300	80	31	61.25
video01.avi	16	4	8	303	300	79	33	58.23
video01.avi	16	4	8	320	300	79	33	58.23
video01.avi	16	4	8	346	300	61	23	62.30
video01.avi	16	4	8	412	300	75	42	44.00

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video01.avi	32	1	2	31	75	29	14	51.72
video01.avi	32	1	2	139	75	19	8	57.89
video01.avi	32	1	2	163	75	28	10	64.29
video01.avi	32	1	2	191	75	25	13	48.00
video01.avi	32	1	2	268	75	29	12	58.62
video01.avi	32	1	2	293	75	27	12	55.56
video01.avi	32	1	2	333	75	19	8	57.89
video01.avi	32	1	2	357	75	25	8	68.00
video01.avi	32	1	2	375	75	17	10	41.18
video01.avi	32	1	2	376	75	17	9	47.06
video01.avi	32	1	32	65	75	21	16	23.81
video01.avi	32	1	32	101	75	18	14	22.22
video01.avi	32	1	32	108	75	18	14	22.22
video01.avi	32	1	32	147	75	24	14	41.67
video01.avi	32	1	32	203	75	27	13	51.85
video01.avi	32	1	32	210	75	27	15	44.44
video01.avi	32	1	32	212	75	27	15	44.44
video01.avi	32	1	32	310	75	30	18	40.00
video01.avi	32	1	32	339	75	28	14	50.00
video01.avi	32	1	32	473	75	26	22	15.38
video01.avi	32	1	8	57	75	16	11	31.25
video01.avi	32	1	8	61	75	16	11	31.25
video01.avi	32	1	8	145	75	23	12	47.83
video01.avi	32	1	8	212	75	28	10	64.29
video01.avi	32	1	8	293	75	25	11	56.00
video01.avi	32	1	8	318	75	21	12	42.86
video01.avi	32	1	8	336	75	21	8	61.90
video01.avi	32	1	8	366	75	25	11	56.00
video01.avi	32	1	8	379	75	28	13	53.57
video01.avi	32	1	8	464	75	31	17	45.16
video01.avi	32	2	2	11	75	24	14	41.67
video01.avi	32	2	2	59	75	21	15	28.57
video01.avi	32	2	2	88	75	24	10	58.33
video01.avi	32	2	2	124	75	13	7	46.15
video01.avi	32	2	2	158	75	25	12	52.00
video01.avi	32	2	2	193	75	22	13	40.91
video01.avi	32	2	2	200	75	24	14	41.67
video01.avi	32	2	2	253	75	24	9	62.50
video01.avi	32	2	2	263	75	26	13	50.00
video01.avi	32	2	2	444	75	29	16	44.83
video01.avi	32	2	32	69	75	20	15	25.00
video01.avi	32	2	32	187	75	31	25	19.35
video01.avi	32	2	32	191	75	31	25	19.35
video01.avi	32	2	32	261	75	32	26	18.75
video01.avi	32	2	32	279	75	32	25	21.88
video01.avi	32	2	32	294	75	32	24	25.00
video01.avi	32	2	32	355	75	30	25	16.67
video01.avi	32	2	32	368	75	30	25	16.67
video01.avi	32	2	32	468	75	26	23	11.54

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video01.avi	32	2	32	479	75	26	20	23.08
video01.avi	32	2	8	18	75	25	13	48.00
video01.avi	32	2	8	29	75	25	13	48.00
video01.avi	32	2	8	49	75	22	10	54.55
video01.avi	32	2	8	93	75	24	10	58.33
video01.avi	32	2	8	172	75	29	20	31.03
video01.avi	32	2	8	189	75	27	16	40.74
video01.avi	32	2	8	304	75	26	13	50.00
video01.avi	32	2	8	310	75	28	12	57.14
video01.avi	32	2	8	320	75	28	12	57.14
video01.avi	32	2	8	350	75	25	8	68.00
video01.avi	32	4	2	67	75	15	6	60.00
video01.avi	32	4	2	166	75	28	17	39.29
video01.avi	32	4	2	188	75	21	9	57.14
video01.avi	32	4	2	234	75	24	10	58.33
video01.avi	32	4	2	298	75	26	11	57.69
video01.avi	32	4	2	343	75	18	3	83.33
video01.avi	32	4	2	390	75	30	14	53.33
video01.avi	32	4	2	430	75	29	14	51.72
video01.avi	32	4	2	441	75	29	17	41.38
video01.avi	32	4	2	446	75	29	14	51.72
video01.avi	32	4	32	41	75	65	60	7.69
video01.avi	32	4	32	91	75	65	60	7.69
video01.avi	32	4	32	94	75	65	57	12.31
video01.avi	32	4	32	167	75	33	27	18.18
video01.avi	32	4	32	194	75	33	27	18.18
video01.avi	32	4	32	245	75	33	26	21.21
video01.avi	32	4	32	283	75	31	22	29.03
video01.avi	32	4	32	332	75	31	22	29.03
video01.avi	32	4	32	382	75	31	25	19.35
video01.avi	32	4	32	385	75	30	25	16.67
video01.avi	32	4	8	28	75	61	51	16.39
video01.avi	32	4	8	97	75	23	9	60.87
video01.avi	32	4	8	175	75	26	15	42.31
video01.avi	32	4	8	178	75	26	14	46.15
video01.avi	32	4	8	220	75	24	9	62.50
video01.avi	32	4	8	285	75	29	15	48.28
video01.avi	32	4	8	323	75	24	11	54.17
video01.avi	32	4	8	327	75	24	11	54.17
video01.avi	32	4	8	463	75	28	19	32.14
video01.avi	32	4	8	468	75	28	20	28.57
video01.avi	8	1	2	8	1200	68	20	70.59
video01.avi	8	1	2	27	1200	85	10	88.24
video01.avi	8	1	2	36	1200	125	25	80.00
video01.avi	8	1	2	66	1200	66	6	90.91
video01.avi	8	1	2	96	1200	88	15	82.95
video01.avi	8	1	2	103	1200	81	9	88.89
video01.avi	8	1	2	118	1200	109	21	80.73
video01.avi	8	1	2	213	1200	74	15	79.73

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video01.avi	8	1	2	430	1200	75	27	64.00
video01.avi	8	1	2	431	1200	102	29	71.57
video01.avi	8	1	32	58	1200	212	92	56.60
video01.avi	8	1	32	88	1200	177	78	55.93
video01.avi	8	1	32	90	1200	177	78	55.93
video01.avi	8	1	32	173	1200	206	90	56.31
video01.avi	8	1	32	224	1200	189	81	57.14
video01.avi	8	1	32	234	1200	199	92	53.77
video01.avi	8	1	32	305	1200	167	79	52.69
video01.avi	8	1	32	334	1200	185	95	48.65
video01.avi	8	1	32	344	1200	185	95	48.65
video01.avi	8	1	32	378	1200	211	121	42.65
video01.avi	8	1	8	60	1200	161	56	65.22
video01.avi	8	1	8	63	1200	161	56	65.22
video01.avi	8	1	8	70	1200	148	41	72.30
video01.avi	8	1	8	163	1200	174	45	74.14
video01.avi	8	1	8	311	1200	119	36	69.75
video01.avi	8	1	8	317	1200	122	35	71.31
video01.avi	8	1	8	331	1200	103	33	67.96
video01.avi	8	1	8	349	1200	114	34	70.18
video01.avi	8	1	8	385	1200	128	37	71.09
video01.avi	8	1	8	454	1200	145	43	70.34
video01.avi	8	2	2	13	1200	69	20	71.01
video01.avi	8	2	2	61	1200	93	41	55.91
video01.avi	8	2	2	145	1200	145	66	54.48
video01.avi	8	2	2	174	1200	98	39	60.20
video01.avi	8	2	2	204	1200	80	30	62.50
video01.avi	8	2	2	205	1200	81	42	48.15
video01.avi	8	2	2	207	1200	81	42	48.15
video01.avi	8	2	2	218	1200	82	36	56.10
video01.avi	8	2	2	269	1200	65	33	49.23
video01.avi	8	2	2	357	1200	74	32	56.76
video01.avi	8	2	32	45	1200	546	426	21.98
video01.avi	8	2	32	62	1200	546	426	21.98
video01.avi	8	2	32	71	1200	235	146	37.87
video01.avi	8	2	32	134	1200	271	155	42.80
video01.avi	8	2	32	234	1200	253	146	42.29
video01.avi	8	2	32	272	1200	194	101	47.94
video01.avi	8	2	32	392	1200	244	156	36.07
video01.avi	8	2	32	393	1200	244	156	36.07
video01.avi	8	2	32	474	1200	151	77	49.01
video01.avi	8	2	32	476	1200	151	77	49.01
video01.avi	8	2	8	38	1200	177	83	53.11
video01.avi	8	2	8	158	1200	192	97	49.48
video01.avi	8	2	8	192	1200	176	80	54.55
video01.avi	8	2	8	206	1200	164	70	57.32
video01.avi	8	2	8	311	1200	132	49	62.88
video01.avi	8	2	8	325	1200	109	53	51.38
video01.avi	8	2	8	346	1200	115	48	58.26

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video01.avi	8	2	8	370	1200	142	58	59.15
video01.avi	8	2	8	393	1200	144	65	54.86
video01.avi	8	2	8	394	1200	144	65	54.86
video01.avi	8	4	2	22	1200	79	37	53.16
video01.avi	8	4	2	109	1200	118	51	56.78
video01.avi	8	4	2	130	1200	126	62	50.79
video01.avi	8	4	2	183	1200	99	48	51.52
video01.avi	8	4	2	324	1200	100	55	45.00
video01.avi	8	4	2	339	1200	85	39	54.12
video01.avi	8	4	2	351	1200	99	40	59.60
video01.avi	8	4	2	371	1200	83	34	59.04
video01.avi	8	4	2	405	1200	134	52	61.19
video01.avi	8	4	2	443	1200	108	58	46.30
video01.avi	8	4	32	53	1200	587	532	9.37
video01.avi	8	4	32	74	1200	587	525	10.56
video01.avi	8	4	32	86	1200	587	525	10.56
video01.avi	8	4	32	100	1200	587	537	8.52
video01.avi	8	4	32	147	1200	378	339	10.32
video01.avi	8	4	32	180	1200	378	339	10.32
video01.avi	8	4	32	188	1200	378	339	10.32
video01.avi	8	4	32	211	1200	378	340	10.05
video01.avi	8	4	32	428	1200	274	251	8.39
video01.avi	8	4	32	449	1200	274	251	8.39
video01.avi	8	4	8	164	1200	199	112	43.72
video01.avi	8	4	8	178	1200	199	112	43.72
video01.avi	8	4	8	203	1200	199	91	54.27
video01.avi	8	4	8	240	1200	207	109	47.34
video01.avi	8	4	8	267	1200	155	77	50.32
video01.avi	8	4	8	301	1200	184	66	64.13
video01.avi	8	4	8	336	1200	125	52	58.40
video01.avi	8	4	8	365	1200	128	59	53.91
video01.avi	8	4	8	468	1200	198	92	53.54
video01.avi	8	4	8	471	1200	198	92	53.54
video02.avi	16	1	2	36	300	61	23	62.30
video02.avi	16	1	2	56	300	77	31	59.74
video02.avi	16	1	2	59	300	63	40	36.51
video02.avi	16	1	2	65	300	62	27	56.45
video02.avi	16	1	2	69	300	47	22	53.19
video02.avi	16	1	2	107	300	16	11	31.25
video02.avi	16	1	2	111	300	4	1	75.00
video02.avi	16	1	2	122	300	3	1	66.67
video02.avi	16	1	2	137	300	8	8	0.00
video02.avi	16	1	2	139	300	0	0	NULL
video02.avi	16	1	32	37	300	152	120	21.05
video02.avi	16	1	32	43	300	152	120	21.05
video02.avi	16	1	32	56	300	152	127	16.45
video02.avi	16	1	32	74	300	112	95	15.18
video02.avi	16	1	32	82	300	112	93	16.96
video02.avi	16	1	32	96	300	112	100	10.71

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video02.avi	16	1	32	107	300	58	55	5.17
video02.avi	16	1	32	108	300	58	55	5.17
video02.avi	16	1	32	117	300	58	55	5.17
video02.avi	16	1	32	135	300	31	31	0.00
video02.avi	16	1	8	9	300	75	45	40.00
video02.avi	16	1	8	16	300	75	40	46.67
video02.avi	16	1	8	19	300	62	35	43.55
video02.avi	16	1	8	20	300	62	35	43.55
video02.avi	16	1	8	25	300	60	31	48.33
video02.avi	16	1	8	27	300	60	31	48.33
video02.avi	16	1	8	29	300	60	31	48.33
video02.avi	16	1	8	48	300	115	78	32.17
video02.avi	16	1	8	51	300	119	84	29.41
video02.avi	16	1	8	79	300	74	50	32.43
video02.avi	16	2	2	17	300	57	15	73.68
video02.avi	16	2	2	35	300	55	20	63.64
video02.avi	16	2	2	43	300	75	36	52.00
video02.avi	16	2	2	56	300	83	40	51.81
video02.avi	16	2	2	57	300	77	42	45.45
video02.avi	16	2	2	58	300	77	42	45.45
video02.avi	16	2	2	63	300	83	52	37.35
video02.avi	16	2	2	82	300	49	28	42.86
video02.avi	16	2	2	117	300	2	0	100.00
video02.avi	16	2	2	122	300	3	1	66.67
video02.avi	16	2	32	38	300	191	182	4.71
video02.avi	16	2	32	72	300	116	112	3.45
video02.avi	16	2	32	81	300	116	112	3.45
video02.avi	16	2	32	95	300	116	111	4.31
video02.avi	16	2	32	102	300	116	114	1.72
video02.avi	16	2	32	106	300	116	115	0.86
video02.avi	16	2	32	110	300	116	114	1.72
video02.avi	16	2	32	111	300	116	113	2.59
video02.avi	16	2	32	123	300	116	114	1.72
video02.avi	16	2	32	137	300	29	29	0.00
video02.avi	16	2	8	12	300	204	181	11.27
video02.avi	16	2	8	50	300	134	107	20.15
video02.avi	16	2	8	52	300	134	107	20.15
video02.avi	16	2	8	66	300	102	82	19.61
video02.avi	16	2	8	78	300	102	82	19.61
video02.avi	16	2	8	86	300	54	40	25.93
video02.avi	16	2	8	88	300	54	40	25.93
video02.avi	16	2	8	121	300	16	14	12.50
video02.avi	16	2	8	128	300	16	14	12.50
video02.avi	16	2	8	129	300	10	8	20.00
video02.avi	16	4	2	10	300	75	31	58.67
video02.avi	16	4	2	14	300	75	31	58.67
video02.avi	16	4	2	46	300	77	44	42.86
video02.avi	16	4	2	58	300	83	46	44.58
video02.avi	16	4	2	73	300	71	40	43.66

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video02.avi	16	4	2	75	300	71	40	43.66
video02.avi	16	4	2	79	300	71	40	43.66
video02.avi	16	4	2	102	300	52	42	19.23
video02.avi	16	4	2	117	300	9	7	22.22
video02.avi	16	4	2	139	300	300	300	0.00
video02.avi	16	4	32	47	300	207	186	10.14
video02.avi	16	4	32	50	300	207	186	10.14
video02.avi	16	4	32	53	300	207	186	10.14
video02.avi	16	4	32	59	300	207	193	6.76
video02.avi	16	4	32	62	300	207	193	6.76
video02.avi	16	4	32	67	300	207	194	6.28
video02.avi	16	4	32	72	300	207	198	4.35
video02.avi	16	4	32	84	300	207	201	2.90
video02.avi	16	4	32	104	300	207	203	1.93
video02.avi	16	4	32	119	300	207	207	0.00
video02.avi	16	4	8	18	300	199	160	19.60
video02.avi	16	4	8	43	300	143	117	18.18
video02.avi	16	4	8	49	300	143	119	16.78
video02.avi	16	4	8	51	300	143	119	16.78
video02.avi	16	4	8	63	300	143	119	16.78
video02.avi	16	4	8	86	300	85	74	12.94
video02.avi	16	4	8	94	300	85	75	11.76
video02.avi	16	4	8	108	300	56	51	8.93
video02.avi	16	4	8	137	300	10	10	0.00
video02.avi	16	4	8	140	300	10	10	0.00
video02.avi	32	1	2	19	75	28	13	53.57
video02.avi	32	1	2	40	75	29	15	48.28
video02.avi	32	1	2	41	75	31	12	61.29
video02.avi	32	1	2	58	75	38	22	42.11
video02.avi	32	1	2	94	75	15	11	26.67
video02.avi	32	1	2	95	75	16	11	31.25
video02.avi	32	1	2	101	75	16	11	31.25
video02.avi	32	1	2	116	75	4	3	25.00
video02.avi	32	1	2	124	75	1	1	0.00
video02.avi	32	1	2	126	75	2	1	50.00
video02.avi	32	1	32	34	75	42	31	26.19
video02.avi	32	1	32	38	75	42	30	28.57
video02.avi	32	1	32	42	75	42	30	28.57
video02.avi	32	1	32	48	75	42	31	26.19
video02.avi	32	1	32	79	75	34	25	26.47
video02.avi	32	1	32	88	75	34	28	17.65
video02.avi	32	1	32	97	75	23	19	17.39
video02.avi	32	1	32	99	75	23	19	17.39
video02.avi	32	1	32	122	75	23	23	0.00
video02.avi	32	1	32	126	75	23	23	0.00
video02.avi	32	1	8	16	75	26	14	46.15
video02.avi	32	1	8	17	75	27	16	40.74
video02.avi	32	1	8	60	75	38	25	34.21
video02.avi	32	1	8	66	75	34	21	38.24

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video02.avi	32	1	8	89	75	19	14	26.32
video02.avi	32	1	8	116	75	7	6	14.29
video02.avi	32	1	8	117	75	7	6	14.29
video02.avi	32	1	8	125	75	4	4	0.00
video02.avi	32	1	8	126	75	4	4	0.00
video02.avi	32	1	8	131	75	4	4	0.00
video02.avi	32	2	2	2	75	63	48	23.81
video02.avi	32	2	2	12	75	26	13	50.00
video02.avi	32	2	2	21	75	28	13	53.57
video02.avi	32	2	2	28	75	28	15	46.43
video02.avi	32	2	2	32	75	25	14	44.00
video02.avi	32	2	2	35	75	28	15	46.43
video02.avi	32	2	2	39	75	28	13	53.57
video02.avi	32	2	2	56	75	41	23	43.90
video02.avi	32	2	2	100	75	17	12	29.41
video02.avi	32	2	2	111	75	7	5	28.57
video02.avi	32	2	32	41	75	67	59	11.94
video02.avi	32	2	32	46	75	67	59	11.94
video02.avi	32	2	32	48	75	67	59	11.94
video02.avi	32	2	32	61	75	67	63	5.97
video02.avi	32	2	32	72	75	35	30	14.29
video02.avi	32	2	32	74	75	35	30	14.29
video02.avi	32	2	32	75	75	35	30	14.29
video02.avi	32	2	32	79	75	35	30	14.29
video02.avi	32	2	32	98	75	35	30	14.29
video02.avi	32	2	32	133	75	9	9	0.00
video02.avi	32	2	8	8	75	63	48	23.81
video02.avi	32	2	8	28	75	25	18	28.00
video02.avi	32	2	8	31	75	25	18	28.00
video02.avi	32	2	8	33	75	32	24	25.00
video02.avi	32	2	8	40	75	32	21	34.38
video02.avi	32	2	8	55	75	42	31	26.19
video02.avi	32	2	8	104	75	18	16	11.11
video02.avi	32	2	8	116	75	7	6	14.29
video02.avi	32	2	8	132	75	4	4	0.00
video02.avi	32	2	8	135	75	4	4	0.00
video02.avi	32	4	2	14	75	27	11	59.26
video02.avi	32	4	2	37	75	30	11	63.33
video02.avi	32	4	2	42	75	30	13	56.67
video02.avi	32	4	2	45	75	30	12	60.00
video02.avi	32	4	2	83	75	18	7	61.11
video02.avi	32	4	2	90	75	16	9	43.75
video02.avi	32	4	2	100	75	18	12	33.33
video02.avi	32	4	2	118	75	6	6	0.00
video02.avi	32	4	2	120	75	6	6	0.00
video02.avi	32	4	2	128	75	2	1	50.00
video02.avi	32	4	32	68	75	67	61	8.96
video02.avi	32	4	32	73	75	67	61	8.96
video02.avi	32	4	32	78	75	67	63	5.97

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video02.avi	32	4	32	82	75	67	62	7.46
video02.avi	32	4	32	97	75	67	64	4.48
video02.avi	32	4	32	108	75	67	66	1.49
video02.avi	32	4	32	117	75	67	66	1.49
video02.avi	32	4	32	120	75	67	66	1.49
video02.avi	32	4	32	129	75	8	8	0.00
video02.avi	32	4	32	130	75	8	8	0.00
video02.avi	32	4	8	13	75	61	43	29.51
video02.avi	32	4	8	17	75	61	43	29.51
video02.avi	32	4	8	33	75	42	26	38.10
video02.avi	32	4	8	65	75	27	16	40.74
video02.avi	32	4	8	82	75	27	19	29.63
video02.avi	32	4	8	86	75	27	22	18.52
video02.avi	32	4	8	107	75	18	17	5.56
video02.avi	32	4	8	109	75	18	17	5.56
video02.avi	32	4	8	129	75	4	4	0.00
video02.avi	32	4	8	133	75	4	4	0.00
video02.avi	8	1	2	5	1200	148	39	73.65
video02.avi	8	1	2	53	1200	144	54	62.50
video02.avi	8	1	2	64	1200	122	57	53.28
video02.avi	8	1	2	74	1200	109	59	45.87
video02.avi	8	1	2	82	1200	111	61	45.05
video02.avi	8	1	2	84	1200	97	44	54.64
video02.avi	8	1	2	91	1200	97	52	46.39
video02.avi	8	1	2	117	1200	5	3	40.00
video02.avi	8	1	2	120	1200	6	3	50.00
video02.avi	8	1	2	132	1200	3	0	100.00
video02.avi	8	1	32	49	1200	516	396	23.26
video02.avi	8	1	32	69	1200	422	337	20.14
video02.avi	8	1	32	78	1200	422	337	20.14
video02.avi	8	1	32	88	1200	422	320	24.17
video02.avi	8	1	32	92	1200	422	345	18.25
video02.avi	8	1	32	93	1200	422	345	18.25
video02.avi	8	1	32	99	1200	88	77	12.50
video02.avi	8	1	32	107	1200	88	77	12.50
video02.avi	8	1	32	110	1200	88	82	6.82
video02.avi	8	1	32	137	1200	23	23	0.00
video02.avi	8	1	8	10	1200	175	84	52.00
video02.avi	8	1	8	23	1200	233	115	50.64
video02.avi	8	1	8	40	1200	271	120	55.72
video02.avi	8	1	8	51	1200	329	165	49.85
video02.avi	8	1	8	53	1200	329	165	49.85
video02.avi	8	1	8	57	1200	280	126	55.00
video02.avi	8	1	8	66	1200	202	101	50.00
video02.avi	8	1	8	97	1200	72	38	47.22
video02.avi	8	1	8	103	1200	72	38	47.22
video02.avi	8	1	8	116	1200	20	16	20.00
video02.avi	8	2	2	13	1200	154	79	48.70
video02.avi	8	2	2	16	1200	154	79	48.70

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video02.avi	8	2	2	25	1200	206	128	37.86
video02.avi	8	2	2	39	1200	219	118	46.12
video02.avi	8	2	2	72	1200	160	111	30.63
video02.avi	8	2	2	73	1200	130	91	30.00
video02.avi	8	2	2	83	1200	125	88	29.60
video02.avi	8	2	2	93	1200	87	56	35.63
video02.avi	8	2	2	108	1200	33	29	12.12
video02.avi	8	2	2	132	1200	3	3	0.00
video02.avi	8	2	32	42	1200	777	707	9.01
video02.avi	8	2	32	45	1200	777	707	9.01
video02.avi	8	2	32	48	1200	777	707	9.01
video02.avi	8	2	32	53	1200	777	707	9.01
video02.avi	8	2	32	69	1200	416	376	9.62
video02.avi	8	2	32	79	1200	416	378	9.13
video02.avi	8	2	32	86	1200	416	378	9.13
video02.avi	8	2	32	102	1200	416	400	3.85
video02.avi	8	2	32	105	1200	416	400	3.85
video02.avi	8	2	32	113	1200	416	410	1.44
video02.avi	8	2	8	8	1200	630	540	14.29
video02.avi	8	2	8	11	1200	630	540	14.29
video02.avi	8	2	8	17	1200	346	276	20.23
video02.avi	8	2	8	31	1200	346	276	20.23
video02.avi	8	2	8	65	1200	319	259	18.81
video02.avi	8	2	8	66	1200	319	259	18.81
video02.avi	8	2	8	98	1200	78	64	17.95
video02.avi	8	2	8	109	1200	78	70	10.26
video02.avi	8	2	8	134	1200	11	11	0.00
video02.avi	8	2	8	135	1200	11	11	0.00
video02.avi	8	4	2	34	1200	233	181	22.32
video02.avi	8	4	2	40	1200	233	181	22.32
video02.avi	8	4	2	72	1200	168	135	19.64
video02.avi	8	4	2	85	1200	149	113	24.16
video02.avi	8	4	2	88	1200	149	113	24.16
video02.avi	8	4	2	105	1200	30	24	20.00
video02.avi	8	4	2	118	1200	9	6	33.33
video02.avi	8	4	2	119	1200	9	6	33.33
video02.avi	8	4	2	135	1200	3	3	0.00
video02.avi	8	4	2	136	1200	3	3	0.00
video02.avi	8	4	32	44	1200	812	702	13.55
video02.avi	8	4	32	57	1200	812	702	13.55
video02.avi	8	4	32	75	1200	812	772	4.93
video02.avi	8	4	32	90	1200	812	787	3.08
video02.avi	8	4	32	92	1200	812	787	3.08
video02.avi	8	4	32	108	1200	812	808	0.49
video02.avi	8	4	32	114	1200	812	808	0.49
video02.avi	8	4	32	136	1200	23	23	0.00
video02.avi	8	4	32	137	1200	23	23	0.00
video02.avi	8	4	32	140	1200	23	23	0.00
video02.avi	8	4	8	25	1200	657	547	16.74

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video02.avi	8	4	8	27	1200	657	547	16.74
video02.avi	8	4	8	30	1200	657	547	16.74
video02.avi	8	4	8	35	1200	563	463	17.76
video02.avi	8	4	8	50	1200	563	463	17.76
video02.avi	8	4	8	71	1200	365	330	9.59
video02.avi	8	4	8	81	1200	365	330	9.59
video02.avi	8	4	8	83	1200	365	330	9.59
video02.avi	8	4	8	97	1200	88	76	13.64
video02.avi	8	4	8	128	1200	88	76	13.64
video03.avi	16	1	2	124	300	12	3	75.00
video03.avi	16	1	2	127	300	7	0	100.00
video03.avi	16	1	2	195	300	4	1	75.00
video03.avi	16	1	2	258	300	5	2	60.00
video03.avi	16	1	2	274	300	17	5	70.59
video03.avi	16	1	2	300	300	15	1	93.33
video03.avi	16	1	2	358	300	8	2	75.00
video03.avi	16	1	2	426	300	6	3	50.00
video03.avi	16	1	2	512	300	7	2	71.43
video03.avi	16	1	2	538	300	9	4	55.56
video03.avi	16	1	32	82	300	20	12	40.00
video03.avi	16	1	32	141	300	28	22	21.43
video03.avi	16	1	32	147	300	28	22	21.43
video03.avi	16	1	32	203	300	23	13	43.48
video03.avi	16	1	32	210	300	23	13	43.48
video03.avi	16	1	32	317	300	33	24	27.27
video03.avi	16	1	32	318	300	33	24	27.27
video03.avi	16	1	32	425	300	17	11	35.29
video03.avi	16	1	32	426	300	17	11	35.29
video03.avi	16	1	32	470	300	19	14	26.32
video03.avi	16	1	8	94	300	18	9	50.00
video03.avi	16	1	8	259	300	17	8	52.94
video03.avi	16	1	8	328	300	18	4	77.78
video03.avi	16	1	8	329	300	19	6	68.42
video03.avi	16	1	8	348	300	15	10	33.33
video03.avi	16	1	8	417	300	14	6	57.14
video03.avi	16	1	8	465	300	15	6	60.00
video03.avi	16	1	8	468	300	15	8	46.67
video03.avi	16	1	8	501	300	23	10	56.52
video03.avi	16	1	8	521	300	18	8	55.56
video03.avi	16	2	2	126	300	9	2	77.78
video03.avi	16	2	2	163	300	2	0	100.00
video03.avi	16	2	2	175	300	8	5	37.50
video03.avi	16	2	2	185	300	6	2	66.67
video03.avi	16	2	2	226	300	4	1	75.00
video03.avi	16	2	2	327	300	11	1	90.91
video03.avi	16	2	2	344	300	11	3	72.73
video03.avi	16	2	2	443	300	9	1	88.89
video03.avi	16	2	2	464	300	8	3	62.50
video03.avi	16	2	2	482	300	4	1	75.00

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video03.avi	16	2	32	50	300	255	245	3.92
video03.avi	16	2	32	88	300	19	15	21.05
video03.avi	16	2	32	246	300	25	17	32.00
video03.avi	16	2	32	268	300	45	37	17.78
video03.avi	16	2	32	269	300	45	37	17.78
video03.avi	16	2	32	274	300	45	34	24.44
video03.avi	16	2	32	302	300	45	34	24.44
video03.avi	16	2	32	322	300	32	26	18.75
video03.avi	16	2	32	401	300	30	20	33.33
video03.avi	16	2	32	456	300	24	18	25.00
video03.avi	16	2	8	229	300	17	11	35.29
video03.avi	16	2	8	274	300	20	9	55.00
video03.avi	16	2	8	316	300	23	12	47.83
video03.avi	16	2	8	356	300	22	12	45.45
video03.avi	16	2	8	362	300	22	12	45.45
video03.avi	16	2	8	404	300	15	10	33.33
video03.avi	16	2	8	481	300	23	7	69.57
video03.avi	16	2	8	522	300	20	8	60.00
video03.avi	16	2	8	543	300	19	13	31.58
video03.avi	16	2	8	550	300	17	10	41.18
video03.avi	16	4	2	42	300	5	2	60.00
video03.avi	16	4	2	86	300	7	1	85.71
video03.avi	16	4	2	117	300	13	8	38.46
video03.avi	16	4	2	166	300	3	0	100.00
video03.avi	16	4	2	291	300	11	2	81.82
video03.avi	16	4	2	433	300	9	3	66.67
video03.avi	16	4	2	437	300	9	3	66.67
video03.avi	16	4	2	474	300	7	3	57.14
video03.avi	16	4	2	511	300	9	4	55.56
video03.avi	16	4	2	533	300	10	3	70.00
video03.avi	16	4	32	91	300	258	248	3.88
video03.avi	16	4	32	154	300	34	25	26.47
video03.avi	16	4	32	296	300	44	37	15.91
video03.avi	16	4	32	303	300	44	37	15.91
video03.avi	16	4	32	348	300	44	37	15.91
video03.avi	16	4	32	374	300	44	37	15.91
video03.avi	16	4	32	451	300	29	24	17.24
video03.avi	16	4	32	452	300	29	24	17.24
video03.avi	16	4	32	473	300	29	18	37.93
video03.avi	16	4	32	517	300	45	35	22.22
video03.avi	16	4	8	24	300	259	244	5.79
video03.avi	16	4	8	25	300	259	244	5.79
video03.avi	16	4	8	34	300	22	9	59.09
video03.avi	16	4	8	143	300	20	9	55.00
video03.avi	16	4	8	195	300	16	10	37.50
video03.avi	16	4	8	298	300	27	13	51.85
video03.avi	16	4	8	328	300	25	11	56.00
video03.avi	16	4	8	463	300	17	9	47.06
video03.avi	16	4	8	474	300	17	9	47.06

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video03.avi	16	4	8	524	300	31	14	54.84
video03.avi	32	1	2	15	75	4	2	50.00
video03.avi	32	1	2	63	75	2	1	50.00
video03.avi	32	1	2	72	75	4	2	50.00
video03.avi	32	1	2	131	75	4	2	50.00
video03.avi	32	1	2	228	75	5	2	60.00
video03.avi	32	1	2	340	75	8	6	25.00
video03.avi	32	1	2	449	75	4	2	50.00
video03.avi	32	1	2	494	75	6	4	33.33
video03.avi	32	1	2	548	75	7	3	57.14
video03.avi	32	1	2	558	75	3	1	66.67
video03.avi	32	1	32	45	75	13	11	15.38
video03.avi	32	1	32	100	75	10	4	60.00
video03.avi	32	1	32	159	75	11	8	27.27
video03.avi	32	1	32	225	75	13	9	30.77
video03.avi	32	1	32	250	75	13	9	30.77
video03.avi	32	1	32	417	75	9	7	22.22
video03.avi	32	1	32	424	75	9	7	22.22
video03.avi	32	1	32	443	75	9	7	22.22
video03.avi	32	1	32	465	75	12	11	8.33
video03.avi	32	1	32	502	75	14	10	28.57
video03.avi	32	1	8	60	75	10	8	20.00
video03.avi	32	1	8	99	75	7	3	57.14
video03.avi	32	1	8	111	75	8	5	37.50
video03.avi	32	1	8	136	75	7	5	28.57
video03.avi	32	1	8	186	75	6	4	33.33
video03.avi	32	1	8	220	75	8	6	25.00
video03.avi	32	1	8	229	75	8	5	37.50
video03.avi	32	1	8	231	75	8	5	37.50
video03.avi	32	1	8	344	75	11	7	36.36
video03.avi	32	1	8	432	75	4	1	75.00
video03.avi	32	2	2	199	75	3	1	66.67
video03.avi	32	2	2	218	75	4	3	25.00
video03.avi	32	2	2	241	75	6	5	16.67
video03.avi	32	2	2	320	75	8	5	37.50
video03.avi	32	2	2	392	75	4	2	50.00
video03.avi	32	2	2	415	75	4	1	75.00
video03.avi	32	2	2	424	75	4	0	100.00
video03.avi	32	2	2	459	75	3	1	66.67
video03.avi	32	2	2	470	75	5	4	20.00
video03.avi	32	2	2	534	75	4	2	50.00
video03.avi	32	2	32	41	75	68	66	2.94
video03.avi	32	2	32	120	75	15	10	33.33
video03.avi	32	2	32	137	75	11	8	27.27
video03.avi	32	2	32	226	75	14	10	28.57
video03.avi	32	2	32	257	75	21	18	14.29
video03.avi	32	2	32	299	75	21	18	14.29
video03.avi	32	2	32	362	75	17	15	11.76
video03.avi	32	2	32	428	75	14	10	28.57

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video03.avi	32	2	32	468	75	14	11	21.43
video03.avi	32	2	32	528	75	19	14	26.32
video03.avi	32	2	8	27	75	10	8	20.00
video03.avi	32	2	8	67	75	9	6	33.33
video03.avi	32	2	8	151	75	10	5	50.00
video03.avi	32	2	8	296	75	10	7	30.00
video03.avi	32	2	8	305	75	13	9	30.77
video03.avi	32	2	8	320	75	13	10	23.08
video03.avi	32	2	8	348	75	8	6	25.00
video03.avi	32	2	8	373	75	15	10	33.33
video03.avi	32	2	8	419	75	4	1	75.00
video03.avi	32	2	8	538	75	16	11	31.25
video03.avi	32	4	2	147	75	6	5	16.67
video03.avi	32	4	2	157	75	5	5	0.00
video03.avi	32	4	2	247	75	5	4	20.00
video03.avi	32	4	2	250	75	5	3	40.00
video03.avi	32	4	2	261	75	4	4	0.00
video03.avi	32	4	2	378	75	8	5	37.50
video03.avi	32	4	2	418	75	3	0	100.00
video03.avi	32	4	2	445	75	6	3	50.00
video03.avi	32	4	2	505	75	7	5	28.57
video03.avi	32	4	2	508	75	7	5	28.57
video03.avi	32	4	32	80	75	68	60	11.76
video03.avi	32	4	32	87	75	68	60	11.76
video03.avi	32	4	32	180	75	12	9	25.00
video03.avi	32	4	32	187	75	12	9	25.00
video03.avi	32	4	32	193	75	12	9	25.00
video03.avi	32	4	32	196	75	12	9	25.00
video03.avi	32	4	32	243	75	12	8	33.33
video03.avi	32	4	32	253	75	12	9	25.00
video03.avi	32	4	32	344	75	21	16	23.81
video03.avi	32	4	32	397	75	19	14	26.32
video03.avi	32	4	8	58	75	12	9	25.00
video03.avi	32	4	8	65	75	11	7	36.36
video03.avi	32	4	8	139	75	10	7	30.00
video03.avi	32	4	8	142	75	10	6	40.00
video03.avi	32	4	8	292	75	12	11	8.33
video03.avi	32	4	8	366	75	17	13	23.53
video03.avi	32	4	8	392	75	14	10	28.57
video03.avi	32	4	8	412	75	14	10	28.57
video03.avi	32	4	8	442	75	7	4	42.86
video03.avi	32	4	8	480	75	9	6	33.33
video03.avi	8	1	2	2	1200	882	850	3.63
video03.avi	8	1	2	6	1200	0	0	NULL
video03.avi	8	1	2	18	1200	5	3	40.00
video03.avi	8	1	2	72	1200	9	6	33.33
video03.avi	8	1	2	118	1200	17	10	41.18
video03.avi	8	1	2	199	1200	4	2	50.00
video03.avi	8	1	2	255	1200	6	3	50.00

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video03.avi	8	1	2	360	1200	8	2	75.00
video03.avi	8	1	2	406	1200	11	6	45.45
video03.avi	8	1	2	511	1200	12	7	41.67
video03.avi	8	1	32	155	1200	58	44	24.14
video03.avi	8	1	32	170	1200	56	43	23.21
video03.avi	8	1	32	234	1200	41	31	24.39
video03.avi	8	1	32	272	1200	70	59	15.71
video03.avi	8	1	32	315	1200	92	77	16.30
video03.avi	8	1	32	325	1200	99	84	15.15
video03.avi	8	1	32	390	1200	74	60	18.92
video03.avi	8	1	32	430	1200	63	50	20.63
video03.avi	8	1	32	548	1200	78	67	14.10
video03.avi	8	1	32	554	1200	78	67	14.10
video03.avi	8	1	8	81	1200	38	30	21.05
video03.avi	8	1	8	114	1200	33	25	24.24
video03.avi	8	1	8	164	1200	23	16	30.43
video03.avi	8	1	8	198	1200	10	6	40.00
video03.avi	8	1	8	344	1200	36	28	22.22
video03.avi	8	1	8	385	1200	37	27	27.03
video03.avi	8	1	8	423	1200	42	33	21.43
video03.avi	8	1	8	503	1200	34	18	47.06
video03.avi	8	1	8	509	1200	44	31	29.55
video03.avi	8	1	8	547	1200	50	37	26.00
video03.avi	8	2	2	28	1200	7	6	14.29
video03.avi	8	2	2	121	1200	16	8	50.00
video03.avi	8	2	2	129	1200	15	5	66.67
video03.avi	8	2	2	187	1200	7	6	14.29
video03.avi	8	2	2	199	1200	6	2	66.67
video03.avi	8	2	2	223	1200	8	5	37.50
video03.avi	8	2	2	382	1200	26	16	38.46
video03.avi	8	2	2	523	1200	11	4	63.64
video03.avi	8	2	2	537	1200	16	12	25.00
video03.avi	8	2	2	558	1200	1200	1200	0.00
video03.avi	8	2	32	66	1200	62	56	9.68
video03.avi	8	2	32	92	1200	62	55	11.29
video03.avi	8	2	32	177	1200	55	45	18.18
video03.avi	8	2	32	180	1200	55	45	18.18
video03.avi	8	2	32	266	1200	108	96	11.11
video03.avi	8	2	32	349	1200	101	89	11.88
video03.avi	8	2	32	375	1200	101	89	11.88
video03.avi	8	2	32	430	1200	112	100	10.71
video03.avi	8	2	32	444	1200	112	100	10.71
video03.avi	8	2	32	495	1200	75	58	22.67
video03.avi	8	2	8	89	1200	37	30	18.92
video03.avi	8	2	8	116	1200	34	29	14.71
video03.avi	8	2	8	151	1200	34	28	17.65
video03.avi	8	2	8	249	1200	25	19	24.00
video03.avi	8	2	8	253	1200	25	19	24.00
video03.avi	8	2	8	349	1200	42	37	11.90

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video03.avi	8	2	8	438	1200	31	25	19.35
video03.avi	8	2	8	473	1200	45	34	24.44
video03.avi	8	2	8	495	1200	50	36	28.00
video03.avi	8	2	8	506	1200	48	35	27.08
video03.avi	8	4	2	33	1200	6	6	0.00
video03.avi	8	4	2	120	1200	15	9	40.00
video03.avi	8	4	2	296	1200	33	20	39.39
video03.avi	8	4	2	304	1200	28	13	53.57
video03.avi	8	4	2	325	1200	24	10	58.33
video03.avi	8	4	2	356	1200	15	8	46.67
video03.avi	8	4	2	364	1200	15	6	60.00
video03.avi	8	4	2	388	1200	19	10	47.37
video03.avi	8	4	2	456	1200	12	3	75.00
video03.avi	8	4	2	483	1200	18	7	61.11
video03.avi	8	4	32	166	1200	63	53	15.87
video03.avi	8	4	32	172	1200	63	53	15.87
video03.avi	8	4	32	184	1200	63	55	12.70
video03.avi	8	4	32	246	1200	63	52	17.46
video03.avi	8	4	32	257	1200	132	122	7.58
video03.avi	8	4	32	326	1200	132	122	7.58
video03.avi	8	4	32	415	1200	93	81	12.90
video03.avi	8	4	32	429	1200	93	81	12.90
video03.avi	8	4	32	505	1200	93	85	8.60
video03.avi	8	4	32	526	1200	112	101	9.82
video03.avi	8	4	8	28	1200	883	853	3.40
video03.avi	8	4	8	163	1200	38	30	21.05
video03.avi	8	4	8	187	1200	38	27	28.95
video03.avi	8	4	8	209	1200	37	27	27.03
video03.avi	8	4	8	279	1200	70	53	24.29
video03.avi	8	4	8	304	1200	67	50	25.37
video03.avi	8	4	8	368	1200	73	63	13.70
video03.avi	8	4	8	498	1200	65	39	40.00
video03.avi	8	4	8	544	1200	73	53	27.40
video03.avi	8	4	8	545	1200	58	41	29.31
video04.avi	16	1	2	3	300	10	4	60.00
video04.avi	16	1	2	16	300	13	7	46.15
video04.avi	16	1	2	24	300	16	7	56.25
video04.avi	16	1	2	63	300	20	6	70.00
video04.avi	16	1	2	64	300	20	6	70.00
video04.avi	16	1	2	78	300	11	6	45.45
video04.avi	16	1	2	90	300	10	4	60.00
video04.avi	16	1	2	98	300	6	1	83.33
video04.avi	16	1	2	100	300	6	2	66.67
video04.avi	16	1	2	109	300	6	3	50.00
video04.avi	16	1	32	44	300	52	47	9.62
video04.avi	16	1	32	58	300	52	47	9.62
video04.avi	16	1	32	62	300	52	46	11.54
video04.avi	16	1	32	66	300	31	29	6.45
video04.avi	16	1	32	77	300	31	29	6.45

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video04.avi	16	1	32	80	300	31	29	6.45
video04.avi	16	1	32	88	300	31	30	3.23
video04.avi	16	1	32	94	300	31	30	3.23
video04.avi	16	1	32	109	300	7	6	14.29
video04.avi	16	1	32	115	300	7	6	14.29
video04.avi	16	1	8	28	300	21	14	33.33
video04.avi	16	1	8	32	300	21	14	33.33
video04.avi	16	1	8	33	300	35	23	34.29
video04.avi	16	1	8	50	300	45	36	20.00
video04.avi	16	1	8	53	300	45	36	20.00
video04.avi	16	1	8	57	300	30	19	36.67
video04.avi	16	1	8	67	300	21	12	42.86
video04.avi	16	1	8	74	300	14	9	35.71
video04.avi	16	1	8	88	300	16	13	18.75
video04.avi	16	1	8	105	300	7	6	14.29
video04.avi	16	2	2	13	300	12	4	66.67
video04.avi	16	2	2	18	300	15	7	53.33
video04.avi	16	2	2	44	300	25	12	52.00
video04.avi	16	2	2	54	300	21	8	61.90
video04.avi	16	2	2	72	300	13	4	69.23
video04.avi	16	2	2	73	300	15	5	66.67
video04.avi	16	2	2	79	300	12	4	66.67
video04.avi	16	2	2	82	300	17	6	64.71
video04.avi	16	2	2	92	300	9	5	44.44
video04.avi	16	2	2	107	300	6	3	50.00
video04.avi	16	2	32	43	300	245	235	4.08
video04.avi	16	2	32	50	300	245	235	4.08
video04.avi	16	2	32	54	300	245	235	4.08
video04.avi	16	2	32	57	300	245	235	4.08
video04.avi	16	2	32	71	300	28	25	10.71
video04.avi	16	2	32	81	300	28	25	10.71
video04.avi	16	2	32	86	300	28	25	10.71
video04.avi	16	2	32	106	300	28	26	7.14
video04.avi	16	2	32	107	300	28	26	7.14
video04.avi	16	2	32	120	300	28	28	0.00
video04.avi	16	2	8	27	300	27	19	29.63
video04.avi	16	2	8	31	300	27	19	29.63
video04.avi	16	2	8	39	300	59	50	15.25
video04.avi	16	2	8	40	300	59	50	15.25
video04.avi	16	2	8	46	300	59	49	16.95
video04.avi	16	2	8	53	300	49	41	16.33
video04.avi	16	2	8	58	300	49	42	14.29
video04.avi	16	2	8	63	300	49	42	14.29
video04.avi	16	2	8	83	300	17	11	35.29
video04.avi	16	2	8	87	300	17	11	35.29
video04.avi	16	4	2	7	300	254	239	5.91
video04.avi	16	4	2	16	300	13	8	38.46
video04.avi	16	4	2	19	300	16	8	50.00
video04.avi	16	4	2	43	300	26	14	46.15

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video04.avi	16	4	2	44	300	26	14	46.15
video04.avi	16	4	2	51	300	22	11	50.00
video04.avi	16	4	2	55	300	22	14	36.36
video04.avi	16	4	2	70	300	20	12	40.00
video04.avi	16	4	2	107	300	7	3	57.14
video04.avi	16	4	2	109	300	7	3	57.14
video04.avi	16	4	32	39	300	244	234	4.10
video04.avi	16	4	32	53	300	244	234	4.10
video04.avi	16	4	32	57	300	244	234	4.10
video04.avi	16	4	32	64	300	244	234	4.10
video04.avi	16	4	32	66	300	244	234	4.10
video04.avi	16	4	32	83	300	244	236	3.28
video04.avi	16	4	32	88	300	244	236	3.28
video04.avi	16	4	32	93	300	244	236	3.28
video04.avi	16	4	32	108	300	244	240	1.64
video04.avi	16	4	32	120	300	244	244	0.00
video04.avi	16	4	8	9	300	262	249	4.96
video04.avi	16	4	8	16	300	262	249	4.96
video04.avi	16	4	8	46	300	61	49	19.67
video04.avi	16	4	8	57	300	61	49	19.67
video04.avi	16	4	8	66	300	24	16	33.33
video04.avi	16	4	8	72	300	24	16	33.33
video04.avi	16	4	8	90	300	24	20	16.67
video04.avi	16	4	8	107	300	14	11	21.43
video04.avi	16	4	8	113	300	14	12	14.29
video04.avi	16	4	8	120	300	14	14	0.00
video04.avi	32	1	2	7	75	11	4	63.64
video04.avi	32	1	2	17	75	7	3	57.14
video04.avi	32	1	2	23	75	7	2	71.43
video04.avi	32	1	2	47	75	16	4	75.00
video04.avi	32	1	2	54	75	9	3	66.67
video04.avi	32	1	2	84	75	8	3	62.50
video04.avi	32	1	2	90	75	5	2	60.00
video04.avi	32	1	2	101	75	4	3	25.00
video04.avi	32	1	2	107	75	2	0	100.00
video04.avi	32	1	2	119	75	0	0	NULL
video04.avi	32	1	32	38	75	14	14	0.00
video04.avi	32	1	32	39	75	14	14	0.00
video04.avi	32	1	32	52	75	14	14	0.00
video04.avi	32	1	32	73	75	12	9	25.00
video04.avi	32	1	32	74	75	12	9	25.00
video04.avi	32	1	32	75	75	12	9	25.00
video04.avi	32	1	32	76	75	12	9	25.00
video04.avi	32	1	32	99	75	7	7	0.00
video04.avi	32	1	32	109	75	7	7	0.00
video04.avi	32	1	32	111	75	7	7	0.00
video04.avi	32	1	8	8	75	68	64	5.88
video04.avi	32	1	8	14	75	15	6	60.00
video04.avi	32	1	8	26	75	11	8	27.27

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video04.avi	32	1	8	27	75	11	8	27.27
video04.avi	32	1	8	36	75	14	6	57.14
video04.avi	32	1	8	56	75	12	9	25.00
video04.avi	32	1	8	68	75	5	3	40.00
video04.avi	32	1	8	74	75	6	4	33.33
video04.avi	32	1	8	91	75	4	4	0.00
video04.avi	32	1	8	95	75	4	4	0.00
video04.avi	32	2	2	7	75	14	10	28.57
video04.avi	32	2	2	35	75	12	5	58.33
video04.avi	32	2	2	40	75	12	2	83.33
video04.avi	32	2	2	60	75	6	6	0.00
video04.avi	32	2	2	74	75	5	0	100.00
video04.avi	32	2	2	80	75	7	4	42.86
video04.avi	32	2	2	96	75	4	3	25.00
video04.avi	32	2	2	97	75	4	1	75.00
video04.avi	32	2	2	98	75	4	1	75.00
video04.avi	32	2	2	115	75	2	2	0.00
video04.avi	32	2	32	37	75	61	56	8.20
video04.avi	32	2	32	43	75	61	56	8.20
video04.avi	32	2	32	55	75	61	56	8.20
video04.avi	32	2	32	69	75	13	9	30.77
video04.avi	32	2	32	73	75	13	9	30.77
video04.avi	32	2	32	77	75	13	11	15.38
video04.avi	32	2	32	86	75	13	11	15.38
video04.avi	32	2	32	96	75	13	11	15.38
video04.avi	32	2	32	109	75	13	13	0.00
video04.avi	32	2	32	110	75	13	13	0.00
video04.avi	32	2	8	14	75	68	61	10.29
video04.avi	32	2	8	38	75	17	11	35.29
video04.avi	32	2	8	51	75	14	9	35.71
video04.avi	32	2	8	55	75	14	10	28.57
video04.avi	32	2	8	62	75	14	10	28.57
video04.avi	32	2	8	77	75	7	4	42.86
video04.avi	32	2	8	85	75	6	5	16.67
video04.avi	32	2	8	96	75	6	6	0.00
video04.avi	32	2	8	116	75	4	4	0.00
video04.avi	32	2	8	120	75	4	4	0.00
video04.avi	32	4	2	10	75	9	5	44.44
video04.avi	32	4	2	18	75	9	4	55.56
video04.avi	32	4	2	38	75	17	5	70.59
video04.avi	32	4	2	58	75	11	7	36.36
video04.avi	32	4	2	60	75	11	5	54.55
video04.avi	32	4	2	62	75	11	5	54.55
video04.avi	32	4	2	65	75	7	2	71.43
video04.avi	32	4	2	80	75	6	2	66.67
video04.avi	32	4	2	82	75	8	3	62.50
video04.avi	32	4	2	87	75	8	4	50.00
video04.avi	32	4	32	45	75	66	59	10.61
video04.avi	32	4	32	46	75	66	59	10.61

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video04.avi	32	4	32	73	75	66	58	12.12
video04.avi	32	4	32	82	75	66	60	9.09
video04.avi	32	4	32	84	75	66	60	9.09
video04.avi	32	4	32	89	75	66	61	7.58
video04.avi	32	4	32	93	75	66	61	7.58
video04.avi	32	4	32	102	75	66	64	3.03
video04.avi	32	4	32	113	75	66	64	3.03
video04.avi	32	4	32	115	75	66	66	0.00
video04.avi	32	4	8	30	75	68	60	11.76
video04.avi	32	4	8	32	75	68	60	11.76
video04.avi	32	4	8	56	75	16	8	50.00
video04.avi	32	4	8	59	75	16	8	50.00
video04.avi	32	4	8	66	75	8	5	37.50
video04.avi	32	4	8	68	75	8	5	37.50
video04.avi	32	4	8	70	75	8	4	50.00
video04.avi	32	4	8	75	75	8	6	25.00
video04.avi	32	4	8	90	75	8	6	25.00
video04.avi	32	4	8	102	75	5	4	20.00
video04.avi	8	1	2	18	1200	32	22	31.25
video04.avi	8	1	2	22	1200	38	19	50.00
video04.avi	8	1	2	27	1200	36	18	50.00
video04.avi	8	1	2	50	1200	53	33	37.74
video04.avi	8	1	2	62	1200	47	27	42.55
video04.avi	8	1	2	64	1200	47	25	46.81
video04.avi	8	1	2	71	1200	25	11	56.00
video04.avi	8	1	2	74	1200	31	7	77.42
video04.avi	8	1	2	112	1200	7	3	57.14
video04.avi	8	1	2	120	1200	2	2	0.00
video04.avi	8	1	32	58	1200	127	107	15.75
video04.avi	8	1	32	66	1200	132	117	11.36
video04.avi	8	1	32	79	1200	132	117	11.36
video04.avi	8	1	32	83	1200	132	117	11.36
video04.avi	8	1	32	87	1200	132	117	11.36
video04.avi	8	1	32	92	1200	132	120	9.09
video04.avi	8	1	32	95	1200	132	122	7.58
video04.avi	8	1	32	107	1200	25	20	20.00
video04.avi	8	1	32	109	1200	25	20	20.00
video04.avi	8	1	32	111	1200	25	22	12.00
video04.avi	8	1	8	11	1200	66	43	34.85
video04.avi	8	1	8	17	1200	65	45	30.77
video04.avi	8	1	8	24	1200	65	45	30.77
video04.avi	8	1	8	32	1200	55	34	38.18
video04.avi	8	1	8	60	1200	67	43	35.82
video04.avi	8	1	8	71	1200	53	40	24.53
video04.avi	8	1	8	85	1200	37	27	27.03
video04.avi	8	1	8	87	1200	37	27	27.03
video04.avi	8	1	8	93	1200	23	20	13.04
video04.avi	8	1	8	107	1200	15	10	33.33
video04.avi	8	2	2	3	1200	891	866	2.81

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video04.avi	8	2	2	29	1200	64	37	42.19
video04.avi	8	2	2	31	1200	64	37	42.19
video04.avi	8	2	2	54	1200	42	24	42.86
video04.avi	8	2	2	59	1200	46	26	43.48
video04.avi	8	2	2	65	1200	54	30	44.44
video04.avi	8	2	2	72	1200	27	19	29.63
video04.avi	8	2	2	74	1200	39	20	48.72
video04.avi	8	2	2	76	1200	39	20	48.72
video04.avi	8	2	2	88	1200	28	18	35.71
video04.avi	8	2	32	66	1200	96	88	8.33
video04.avi	8	2	32	79	1200	96	88	8.33
video04.avi	8	2	32	83	1200	96	88	8.33
video04.avi	8	2	32	90	1200	96	90	6.25
video04.avi	8	2	32	98	1200	96	90	6.25
video04.avi	8	2	32	106	1200	96	91	5.21
video04.avi	8	2	32	115	1200	96	95	1.04
video04.avi	8	2	32	118	1200	96	96	0.00
video04.avi	8	2	32	119	1200	96	96	0.00
video04.avi	8	2	32	121	1200	96	96	0.00
video04.avi	8	2	8	11	1200	881	856	2.84
video04.avi	8	2	8	21	1200	68	48	29.41
video04.avi	8	2	8	28	1200	68	48	29.41
video04.avi	8	2	8	47	1200	167	144	13.77
video04.avi	8	2	8	67	1200	56	44	21.43
video04.avi	8	2	8	88	1200	39	30	23.08
video04.avi	8	2	8	94	1200	39	30	23.08
video04.avi	8	2	8	102	1200	31	26	16.13
video04.avi	8	2	8	110	1200	31	26	16.13
video04.avi	8	2	8	117	1200	10	8	20.00
video04.avi	8	4	2	9	1200	36	26	27.78
video04.avi	8	4	2	30	1200	58	37	36.21
video04.avi	8	4	2	42	1200	72	45	37.50
video04.avi	8	4	2	59	1200	68	43	36.76
video04.avi	8	4	2	73	1200	29	16	44.83
video04.avi	8	4	2	87	1200	34	21	38.24
video04.avi	8	4	2	91	1200	18	12	33.33
video04.avi	8	4	2	100	1200	13	7	46.15
video04.avi	8	4	2	109	1200	12	8	33.33
video04.avi	8	4	2	114	1200	6	6	0.00
video04.avi	8	4	32	32	1200	890	860	3.37
video04.avi	8	4	32	33	1200	890	860	3.37
video04.avi	8	4	32	34	1200	890	860	3.37
video04.avi	8	4	32	42	1200	890	855	3.93
video04.avi	8	4	32	46	1200	890	865	2.81
video04.avi	8	4	32	69	1200	890	875	1.69
video04.avi	8	4	32	75	1200	890	875	1.69
video04.avi	8	4	32	92	1200	890	880	1.12
video04.avi	8	4	32	117	1200	890	890	0.00
video04.avi	8	4	32	119	1200	890	890	0.00

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video04.avi	8	4	8	18	1200	855	835	2.34
video04.avi	8	4	8	42	1200	214	186	13.08
video04.avi	8	4	8	52	1200	214	186	13.08
video04.avi	8	4	8	53	1200	214	186	13.08
video04.avi	8	4	8	64	1200	214	196	8.41
video04.avi	8	4	8	66	1200	80	60	25.00
video04.avi	8	4	8	74	1200	80	60	25.00
video04.avi	8	4	8	82	1200	80	62	22.50
video04.avi	8	4	8	92	1200	80	62	22.50
video04.avi	8	4	8	102	1200	35	26	25.71
video05.avi	16	1	2	16	300	20	12	40.00
video05.avi	16	1	2	75	300	18	5	72.22
video05.avi	16	1	2	109	300	10	2	80.00
video05.avi	16	1	2	176	300	10	3	70.00
video05.avi	16	1	2	194	300	7	1	85.71
video05.avi	16	1	2	211	300	9	2	77.78
video05.avi	16	1	2	217	300	4	0	100.00
video05.avi	16	1	2	228	300	5	0	100.00
video05.avi	16	1	2	248	300	3	0	100.00
video05.avi	16	1	2	276	300	0	0	NULL
video05.avi	16	1	32	33	300	51	49	3.92
video05.avi	16	1	32	92	300	57	51	10.53
video05.avi	16	1	32	101	300	26	26	0.00
video05.avi	16	1	32	105	300	26	26	0.00
video05.avi	16	1	32	108	300	26	24	7.69
video05.avi	16	1	32	126	300	26	24	7.69
video05.avi	16	1	32	141	300	20	17	15.00
video05.avi	16	1	32	222	300	14	11	21.43
video05.avi	16	1	32	247	300	12	9	25.00
video05.avi	16	1	32	267	300	31	27	12.90
video05.avi	16	1	8	26	300	28	17	39.29
video05.avi	16	1	8	81	300	23	17	26.09
video05.avi	16	1	8	87	300	23	14	39.13
video05.avi	16	1	8	136	300	12	9	25.00
video05.avi	16	1	8	138	300	9	4	55.56
video05.avi	16	1	8	143	300	9	4	55.56
video05.avi	16	1	8	162	300	9	6	33.33
video05.avi	16	1	8	171	300	12	8	33.33
video05.avi	16	1	8	253	300	9	5	44.44
video05.avi	16	1	8	254	300	9	5	44.44
video05.avi	16	2	2	4	300	258	247	4.26
video05.avi	16	2	2	33	300	20	15	25.00
video05.avi	16	2	2	69	300	22	11	50.00
video05.avi	16	2	2	86	300	17	8	52.94
video05.avi	16	2	2	101	300	13	8	38.46
video05.avi	16	2	2	159	300	7	5	28.57
video05.avi	16	2	2	174	300	11	5	54.55
video05.avi	16	2	2	195	300	8	4	50.00
video05.avi	16	2	2	247	300	3	0	100.00

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video05.avi	16	2	2	267	300	0	0	NULL
video05.avi	16	2	32	45	300	247	244	1.21
video05.avi	16	2	32	73	300	47	46	2.13
video05.avi	16	2	32	83	300	47	44	6.38
video05.avi	16	2	32	112	300	47	45	4.26
video05.avi	16	2	32	114	300	47	45	4.26
video05.avi	16	2	32	126	300	47	45	4.26
video05.avi	16	2	32	130	300	21	19	9.52
video05.avi	16	2	32	224	300	15	10	33.33
video05.avi	16	2	32	226	300	15	10	33.33
video05.avi	16	2	32	260	300	31	27	12.90
video05.avi	16	2	8	11	300	254	249	1.97
video05.avi	16	2	8	76	300	18	15	16.67
video05.avi	16	2	8	112	300	19	13	31.58
video05.avi	16	2	8	114	300	14	11	21.43
video05.avi	16	2	8	126	300	14	8	42.86
video05.avi	16	2	8	132	300	11	7	36.36
video05.avi	16	2	8	138	300	11	7	36.36
video05.avi	16	2	8	234	300	11	6	45.45
video05.avi	16	2	8	236	300	11	5	54.55
video05.avi	16	2	8	269	300	28	24	14.29
video05.avi	16	4	2	22	300	24	18	25.00
video05.avi	16	4	2	80	300	20	12	40.00
video05.avi	16	4	2	93	300	14	4	71.43
video05.avi	16	4	2	132	300	11	3	72.73
video05.avi	16	4	2	153	300	9	6	33.33
video05.avi	16	4	2	213	300	9	2	77.78
video05.avi	16	4	2	227	300	7	2	71.43
video05.avi	16	4	2	232	300	7	2	71.43
video05.avi	16	4	2	235	300	7	3	57.14
video05.avi	16	4	2	261	300	21	21	0.00
video05.avi	16	4	32	62	300	248	242	2.42
video05.avi	16	4	32	63	300	248	242	2.42
video05.avi	16	4	32	90	300	248	242	2.42
video05.avi	16	4	32	103	300	248	243	2.02
video05.avi	16	4	32	135	300	20	16	20.00
video05.avi	16	4	32	148	300	20	16	20.00
video05.avi	16	4	32	186	300	20	16	20.00
video05.avi	16	4	32	187	300	20	18	10.00
video05.avi	16	4	32	216	300	20	18	10.00
video05.avi	16	4	32	240	300	20	18	10.00
video05.avi	16	4	8	42	300	58	49	15.52
video05.avi	16	4	8	89	300	21	15	28.57
video05.avi	16	4	8	95	300	21	15	28.57
video05.avi	16	4	8	110	300	20	15	25.00
video05.avi	16	4	8	114	300	20	15	25.00
video05.avi	16	4	8	172	300	12	7	41.67
video05.avi	16	4	8	232	300	10	5	50.00
video05.avi	16	4	8	245	300	10	5	50.00

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video05.avi	16	4	8	255	300	10	5	50.00
video05.avi	16	4	8	277	300	28	26	7.14
video05.avi	32	1	2	16	75	7	2	71.43
video05.avi	32	1	2	27	75	9	2	77.78
video05.avi	32	1	2	59	75	10	6	40.00
video05.avi	32	1	2	90	75	8	5	37.50
video05.avi	32	1	2	145	75	4	2	50.00
video05.avi	32	1	2	174	75	4	2	50.00
video05.avi	32	1	2	192	75	4	1	75.00
video05.avi	32	1	2	227	75	4	0	100.00
video05.avi	32	1	2	257	75	5	5	0.00
video05.avi	32	1	2	267	75	0	0	NULL
video05.avi	32	1	32	74	75	17	12	29.41
video05.avi	32	1	32	95	75	17	13	23.53
video05.avi	32	1	32	153	75	5	3	40.00
video05.avi	32	1	32	168	75	5	5	0.00
video05.avi	32	1	32	177	75	5	5	0.00
video05.avi	32	1	32	193	75	5	3	40.00
video05.avi	32	1	32	219	75	5	3	40.00
video05.avi	32	1	32	256	75	5	2	60.00
video05.avi	32	1	32	261	75	9	6	33.33
video05.avi	32	1	32	271	75	9	6	33.33
video05.avi	32	1	8	22	75	10	7	30.00
video05.avi	32	1	8	29	75	10	4	60.00
video05.avi	32	1	8	63	75	6	2	66.67
video05.avi	32	1	8	110	75	7	4	42.86
video05.avi	32	1	8	129	75	4	2	50.00
video05.avi	32	1	8	150	75	4	3	25.00
video05.avi	32	1	8	158	75	4	2	50.00
video05.avi	32	1	8	163	75	4	2	50.00
video05.avi	32	1	8	195	75	5	3	40.00
video05.avi	32	1	8	245	75	2	0	100.00
video05.avi	32	2	2	9	75	6	3	50.00
video05.avi	32	2	2	17	75	8	3	62.50
video05.avi	32	2	2	54	75	8	5	37.50
video05.avi	32	2	2	71	75	8	2	75.00
video05.avi	32	2	2	137	75	3	2	33.33
video05.avi	32	2	2	145	75	4	1	75.00
video05.avi	32	2	2	173	75	4	1	75.00
video05.avi	32	2	2	220	75	4	1	75.00
video05.avi	32	2	2	229	75	4	0	100.00
video05.avi	32	2	2	241	75	1	0	100.00
video05.avi	32	2	32	86	75	19	17	10.53
video05.avi	32	2	32	92	75	19	17	10.53
video05.avi	32	2	32	134	75	5	3	40.00
video05.avi	32	2	32	149	75	5	3	40.00
video05.avi	32	2	32	162	75	5	4	20.00
video05.avi	32	2	32	198	75	5	3	40.00
video05.avi	32	2	32	220	75	5	3	40.00

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video05.avi	32	2	32	231	75	5	3	40.00
video05.avi	32	2	32	236	75	5	3	40.00
video05.avi	32	2	32	243	75	5	3	40.00
video05.avi	32	2	8	38	75	14	11	21.43
video05.avi	32	2	8	64	75	18	15	16.67
video05.avi	32	2	8	96	75	11	7	36.36
video05.avi	32	2	8	98	75	8	5	37.50
video05.avi	32	2	8	102	75	8	5	37.50
video05.avi	32	2	8	111	75	8	5	37.50
video05.avi	32	2	8	126	75	5	4	20.00
video05.avi	32	2	8	151	75	4	3	25.00
video05.avi	32	2	8	232	75	5	2	60.00
video05.avi	32	2	8	276	75	2	1	50.00
video05.avi	32	4	2	104	75	7	4	42.86
video05.avi	32	4	2	105	75	5	1	80.00
video05.avi	32	4	2	109	75	5	1	80.00
video05.avi	32	4	2	116	75	4	2	50.00
video05.avi	32	4	2	133	75	4	1	75.00
video05.avi	32	4	2	143	75	3	1	66.67
video05.avi	32	4	2	161	75	4	3	25.00
video05.avi	32	4	2	180	75	3	1	66.67
video05.avi	32	4	2	195	75	4	0	100.00
video05.avi	32	4	2	263	75	5	5	0.00
video05.avi	32	4	32	47	75	63	62	1.59
video05.avi	32	4	32	56	75	63	62	1.59
video05.avi	32	4	32	81	75	63	61	3.17
video05.avi	32	4	32	87	75	63	61	3.17
video05.avi	32	4	32	167	75	5	3	40.00
video05.avi	32	4	32	196	75	5	3	40.00
video05.avi	32	4	32	203	75	5	2	60.00
video05.avi	32	4	32	225	75	5	2	60.00
video05.avi	32	4	32	237	75	5	2	60.00
video05.avi	32	4	32	256	75	5	2	60.00
video05.avi	32	4	8	36	75	13	10	23.08
video05.avi	32	4	8	44	75	13	10	23.08
video05.avi	32	4	8	130	75	4	3	25.00
video05.avi	32	4	8	147	75	4	3	25.00
video05.avi	32	4	8	153	75	4	3	25.00
video05.avi	32	4	8	194	75	5	2	60.00
video05.avi	32	4	8	205	75	5	2	60.00
video05.avi	32	4	8	208	75	5	2	60.00
video05.avi	32	4	8	212	75	5	2	60.00
video05.avi	32	4	8	244	75	6	3	50.00
video05.avi	8	1	2	17	1200	47	34	27.66
video05.avi	8	1	2	25	1200	52	32	38.46
video05.avi	8	1	2	111	1200	29	13	55.17
video05.avi	8	1	2	170	1200	17	6	64.71
video05.avi	8	1	2	178	1200	20	8	60.00
video05.avi	8	1	2	188	1200	20	11	45.00

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video05.avi	8	1	2	209	1200	18	5	72.22
video05.avi	8	1	2	231	1200	8	2	75.00
video05.avi	8	1	2	258	1200	56	56	0.00
video05.avi	8	1	2	261	1200	0	0	NULL
video05.avi	8	1	32	55	1200	159	149	6.29
video05.avi	8	1	32	59	1200	159	149	6.29
video05.avi	8	1	32	97	1200	78	72	7.69
video05.avi	8	1	32	121	1200	78	72	7.69
video05.avi	8	1	32	140	1200	51	47	7.84
video05.avi	8	1	32	181	1200	50	46	8.00
video05.avi	8	1	32	215	1200	46	38	17.39
video05.avi	8	1	32	220	1200	46	38	17.39
video05.avi	8	1	32	222	1200	46	38	17.39
video05.avi	8	1	32	281	1200	66	56	15.15
video05.avi	8	1	8	25	1200	77	45	41.56
video05.avi	8	1	8	95	1200	55	39	29.09
video05.avi	8	1	8	112	1200	48	22	54.17
video05.avi	8	1	8	121	1200	34	14	58.82
video05.avi	8	1	8	123	1200	34	14	58.82
video05.avi	8	1	8	199	1200	34	14	58.82
video05.avi	8	1	8	205	1200	34	21	38.24
video05.avi	8	1	8	213	1200	28	17	39.29
video05.avi	8	1	8	231	1200	17	10	41.18
video05.avi	8	1	8	279	1200	1	1	0.00
video05.avi	8	2	2	58	1200	57	34	40.35
video05.avi	8	2	2	62	1200	49	33	32.65
video05.avi	8	2	2	72	1200	51	38	25.49
video05.avi	8	2	2	82	1200	58	39	32.76
video05.avi	8	2	2	87	1200	38	24	36.84
video05.avi	8	2	2	139	1200	21	12	42.86
video05.avi	8	2	2	168	1200	16	7	56.25
video05.avi	8	2	2	206	1200	19	9	52.63
video05.avi	8	2	2	273	1200	0	0	NULL
video05.avi	8	2	2	276	1200	0	0	NULL
video05.avi	8	2	32	81	1200	139	130	6.47
video05.avi	8	2	32	101	1200	139	130	6.47
video05.avi	8	2	32	106	1200	139	133	4.32
video05.avi	8	2	32	156	1200	65	63	3.08
video05.avi	8	2	32	157	1200	65	63	3.08
video05.avi	8	2	32	166	1200	65	61	6.15
video05.avi	8	2	32	176	1200	65	61	6.15
video05.avi	8	2	32	200	1200	47	35	25.53
video05.avi	8	2	32	255	1200	47	40	14.89
video05.avi	8	2	32	258	1200	66	57	13.64
video05.avi	8	2	8	9	1200	883	862	2.38
video05.avi	8	2	8	83	1200	73	56	23.29
video05.avi	8	2	8	100	1200	56	42	25.00
video05.avi	8	2	8	144	1200	31	27	12.90
video05.avi	8	2	8	155	1200	29	22	24.14

video	grid	interval	jmlframe	nomorframe	totalbox	boxobject	boxfalse	SR
video05.avi	8	2	8	191	1200	37	20	45.95
video05.avi	8	2	8	206	1200	36	14	61.11
video05.avi	8	2	8	228	1200	20	10	50.00
video05.avi	8	2	8	241	1200	17	11	35.29
video05.avi	8	2	8	247	1200	17	11	35.29
video05.avi	8	4	2	21	1200	45	26	42.22
video05.avi	8	4	2	29	1200	59	37	37.29
video05.avi	8	4	2	32	1200	59	57	3.39
video05.avi	8	4	2	115	1200	31	16	48.39
video05.avi	8	4	2	155	1200	18	9	50.00
video05.avi	8	4	2	161	1200	15	8	46.67
video05.avi	8	4	2	174	1200	22	14	36.36
video05.avi	8	4	2	205	1200	22	10	54.55
video05.avi	8	4	2	222	1200	7	4	42.86
video05.avi	8	4	2	274	1200	0	0	NULL
video05.avi	8	4	32	54	1200	874	859	1.72
video05.avi	8	4	32	57	1200	874	859	1.72
video05.avi	8	4	32	65	1200	874	859	1.72
video05.avi	8	4	32	70	1200	874	860	1.60
video05.avi	8	4	32	71	1200	874	860	1.60
video05.avi	8	4	32	113	1200	874	815	6.75
video05.avi	8	4	32	146	1200	67	66	1.49
video05.avi	8	4	32	199	1200	67	52	22.39
video05.avi	8	4	32	253	1200	67	57	14.93
video05.avi	8	4	32	272	1200	66	60	9.09
video05.avi	8	4	8	31	1200	876	851	2.85
video05.avi	8	4	8	72	1200	99	84	15.15
video05.avi	8	4	8	105	1200	61	37	39.34
video05.avi	8	4	8	134	1200	32	11	65.63
video05.avi	8	4	8	156	1200	32	11	65.63
video05.avi	8	4	8	162	1200	34	23	32.35
video05.avi	8	4	8	169	1200	34	23	32.35
video05.avi	8	4	8	189	1200	34	24	29.41
video05.avi	8	4	8	219	1200	37	29	21.62
video05.avi	8	4	8	244	1200	23	13	43.48

2	0	12	0	0	11	8	8	12	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
3	0	11	0	0	9	6	9	12	12	9	9	2	0	0	9	10	0	0	0
4	12	12	0	0	0	8	8	8	9	10	8	12	0	0	12	9	2	2	2
5	0	0	0	0	0	0	9	9	8	1	8	9	0	0	0	2	3	3	3
6	0	0	1	3	0	0	2	9	9	8	8	9	0	0	0	3	3	3	3
7	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	3	12	12	12
8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	12	0	0	11	7	7	12	12	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
0	11	0	0	11	6	7	0	12	9	9	2	1	0	9	10	0	0	0	0
0	12	0	0	11	0	11	8	9	10	8	9	0	0	9	9	0	0	0	2
0	0	0	0	0	0	11	9	8	8	8	9	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	3	0	0	11	9	9	8	8	9	0	0	0	0	6	0	0	1
0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	6	0	12	12
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	6	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

283	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	0	0	0	0	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	3	4	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
3	0	10	0	0	2	2	0	0	0	8	0	0	3	0	11	0	0	0	0	0
4	12	12	0	0	0	0	0	0	0	8	9	0	0	0	3	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	8	9	8	0	0	0	0	1	3	3	3	3
6	0	0	0	3	0	0	8	8	0	9	8	0	0	0	0	9	3	3	3	3
7	0	0	0	2	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	9	12	12	12	12	
8	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0	0	0	0	8	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	2	2	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
0	11	0	1	2	2	0	0	0	8	0	0	3	0	11	0	0	0	0	0
12	12	0	0	1	0	10	10	0	8	9	0	0	0	11	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	10	10	10	10	9	8	0	0	0	0	0	6	0	0	12
0	0	0	3	0	0	10	10	10	9	8	0	0	0	0	0	6	0	0	12
0	0	0	2	0	0	0	0	0	9	9	0	0	0	0	0	6	0	0	12
0	0	2	2	0	0	0	0	0	9	9	0	0	0	0	0	6	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

300	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	3	0	0	3	2	3	12	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
3	0	11	0	9	9	3	2	12	8	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0	0
4	12	3	0	0	2	8	3	9	8	8	8	0	0	0	12	0	0	0	0	0
5	12	0	0	0	2	8	9	8	8	10	9	0	0	0	0	7	2	2	2	2
6	0	0	0	3	2	9	9	8	6	9	8	0	0	0	0	9	3	3	3	3
7	0	0	0	3	3	12	12	12	1	9	0	0	0	0	0	9	9	12	12	12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	11	0	0	11	2	3	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
0	11	0	11	11	3	2	0	8	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0	0
0	11	0	0	11	11	0	11	11	8	8	0	0	0	11	0	0	0	0	0
0	11	0	0	0	11	11	11	11	9	9	0	0	0	0	7	6	0	0	2
0	0	0	3	2	11	11	11	11	9	8	0	0	0	0	6	6	0	0	2
0	0	0	3	3	12	12	12	11	9	9	0	0	0	0	6	6	0	0	2

2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0
4	0	0	0	0	9	9	0	0	0	8	0	1	0	0	0	9	9	12	0
5	0	0	0	6	2	9	9	8	12	8	0	0	0	0	8	8	8	0	0
6	0	0	0	0	1	12	1	7	8	12	0	0	12	0	8	8	6	0	0
7	0	0	0	12	0	12	3	7	0	0	0	1	2	0	0	2	2	0	0
8	0	0	0	0	0	12	12	1	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	8	0	0	0	0	3	9	0	1	0	0	0	3	0	0	0
0	0	0	0	9	9	0	0	0	8	0	1	0	0	0	3	0	9	0	0
0	0	0	0	3	9	9	0	8	8	0	0	9	0	0	0	3	8	0	0
0	0	0	3	3	0	9	3	8	8	0	0	9	0	0	0	3	8	8	0
0	0	0	3	3	0	12	3	0	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	0
0	0	0	0	0	0	12	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

37	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	10	0	0	0	0	0	0	2	12	0	0	0	2	2	3	0	0	0
4	0	0	9	9	6	0	6	9	8	0	0	2	0	0	2	2	6	6	6	6
5	0	6	12	8	8	8	3	6	0	0	8	9	0	0	6	2	2	2	2	2
6	0	0	12	6	8	2	1	7	7	1	9	9	0	0	0	1	1	1	1	2
7	0	0	0	0	0	7	2	2	1	12	12	3	0	0	7	12	6	12	12	0
8	0	0	0	0	0	0	2	2	6	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	9	0	0	0	0	0	9	8	2	3	0	0	0	0	8	2	3	0	0
0	0	9	9	8	0	0	0	9	8	0	0	0	2	0	0	8	2	0	0	0
0	0	9	8	8	2	3	0	8	0	8	9	2	0	0	8	8	0	2	2	2
0	0	0	0	8	2	1	0	1	1	9	9	0	0	0	0	0	0	2	2	2
0	0	0	0	0	0	2	2	2	1	1	0	9	0	0	2	0	0	0	2	2
0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

58	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	2	2
3	0	0	0	8	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	4	3	3	4	3	3
4	0	0	6	6	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3
5	9	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0
6	9	6	12	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	12	0	0	0	0	0
7	12	12	6	0	0	0	0	3	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	8	0	0	9	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3
0	0	0	8	0	0	9	0	0	0	6	6	0	2	0	0	0	0	0	0	3
0	0	8	8	0	0	9	0	0	0	6	6	0	0	0	3	0	0	3	3	3
0	8	9	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
0	9	9	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	3	0	3	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	9	0	3	3	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0

