

**PROTOTIPE SISTEM PENGAWASAN PERGERAKAN SEDERHANA  
MANUSIA MENGGUNAKAN SISTEM INFERENSI *FUZZY***

**MUHAMAD MULKI ARMANSYAH**

**1204000637**



**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS INDONESIA  
DEPOK 2008**

**PROTOTIPE SISTEM PENGAWASAN PERGERAKAN SEDERHANA  
MANUSIA MENGGUNAKAN SISTEM INFERENSI *FUZZY***

Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Ilmu Komputer

**MUHAMAD MULKI ARMANSYAH**

**1204000637**



**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS INDONESIA  
DEPOK 2008**

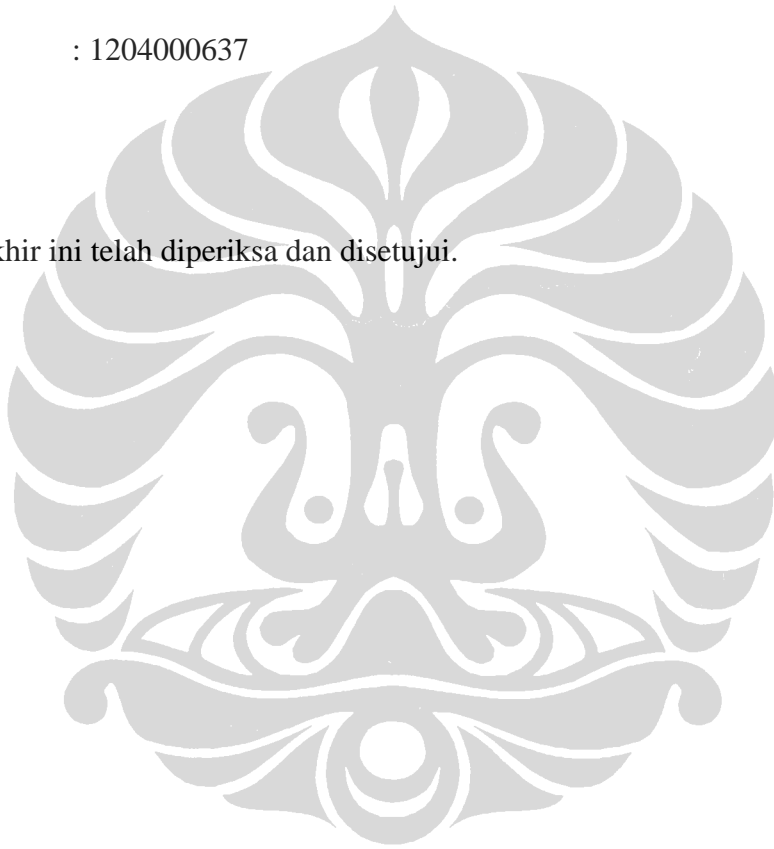
## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : Prototipe Sistem Pengawasan Pergerakan Sederhana Manusia Menggunakan Sistem Inferensi *Fuzzy*

Nama : Muhamad Mulki Armansyah

NPM : 1204000637

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui.



Depok, 28 Juli 2008

Dr. M. Rahmat Widyanto, M. Eng.

Pembimbing

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya lah penulis dapat menyelesaikan penelitian dan laporan Tugas Akhir ini.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan bantuan kepada penulis, baik selama penelitian maupun selama penyusunan laporan Tugas Akhir.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan dukungan secara moral dan materiil, terutama atas doa, kasih sayang, dan kepercayaan yang telah diberikan selama ini.
2. Bapak M. Rahmat Widyanto, selaku pembimbing Tugas Akhir, yang telah memberikan kesempatan untuk mengerjakan penelitian Tugas Akhir ini serta memberikan motivasi besar agar dapat menyelesaikannya dengan baik.
3. Ibu Betty Purwandari, selaku pembimbing akademis, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti mata kuliah Tugas Akhir ini hingga dapat menyelesaikannya tepat waktu.
4. Bapak Setiawan Hadi, yang dengan keikhlasannya mau membantu dalam mendiskusikan berbagai hal terkait dengan pembuatan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Uri Kartoun, selaku penulis *paper* utama, yang telah mengirimkan beberapa berkas rujukan sehingga hasil pembuatan Tugas Akhir ini menjadi lebih baik.

6. Femphy, Martin, Franova (*Smile*), Adri, dan Azan yang dengan ikhlas mau menjadi sukarelawan sebagai objek penelitian. Berkat kehadiran dan jerih payah kalian, penelitian menjadi lebih mudah, cepat, dan akurat.
7. Candra, Mea, dan Yudi yang mau membantu dalam proses pengamatan dan pengambilan gambar sehingga menghasilkan video-video yang siap uji selama proses penelitian Tugas Akhir ini.
8. Fasilkom UI angkatan 2004 atas dukungan, semangat, dan bantuannya.
9. Segenap civitas akademika UI atas dukungan, semangat, dan bantuannya.
10. Teman-teman forum *OpenCV* yang bersedia memberikan beberapa berkas yang cukup membantu.

Pada kesempatan ini, penulis juga ingin menyampaikan permohonan maaf apabila selama penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini, terdapat hal-hal yang kurang berkenan yang dilakukan oleh penulis.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu, penulis mengharapkan pembaca dapat memberikan kritik dan sarannya. Akhir kata, penulis mengharapkan agar laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi yang membacanya.

Jakarta, Juli 2008

Penulis

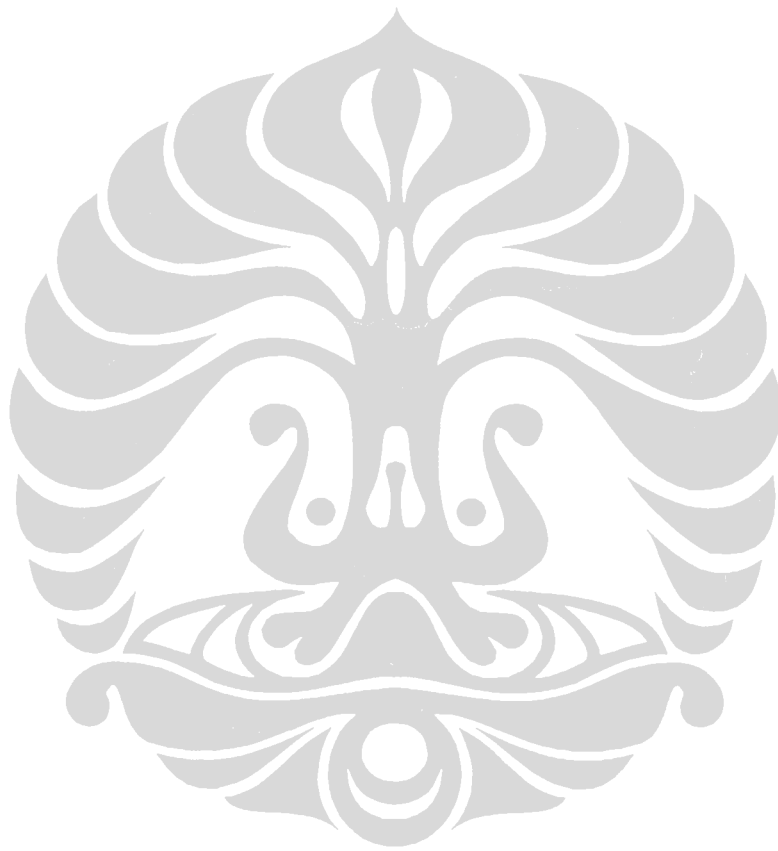
## ABSTRAK

Maraknya tindakan kriminal yang terjadi akhir-akhir ini menuntut adanya penggunaan kamera pengamatan (*CCTV*) secara optimal sesuai yang tercantum pada Peraturan Kepala Kepolisian Daerah Metropolitan Jakarta Raya No. 02 Tahun 2005. Agar penggunaan dari *CCTV* tersebut berjalan secara optimal maka diperlukan sistem pendukung yang dapat membantu dalam hal perolehan data, berupa pergerakan manusia, dalam jumlah besar dan dalam waktu yang singkat. Hal ini diperlukan mengingat bahwa umumnya *CCTV* tersebut dipasang pada tempat dimana aktivitas manusia yang diamati tergolong banyak dan kompleks, jadi jumlah data yang akan diolah juga cukup banyak.

Dalam tugas akhir kali ini akan dikembangkan suatu prototipe sistem yang dapat mengenali berbagai perilaku sederhana manusia. Dengan input yang diperoleh dari video pengamatan terhadap suatu kawasan tertentu, kemudian akan diolah untuk menghasilkan serangkaian informasi berkaitan dengan berbagai perilaku sederhana manusia, seperti berjalan, berlari, maupun berkumpul dengan sesamanya. Proses pengolahannya sendiri melibatkan tiga fase utama, yaitu fase *Image Preprocessing* (tahap pemrosesan video menjadi sekumpulan *frame* yang menggambarkan objek-objek yang terekstraksi dari latarnya), *Static Fuzzy Expert System Model* (fase untuk mengenali jumlah manusia pada suatu kelompok objek pengamatan), dan *Dynamic Fuzzy Expert System Model* (fase untuk mengenali kecepatan dan arah pergerakan dari setiap objek tersebut).

Banyak aplikasi yang nantinya dapat dibentuk dari prototipe ini, contohnya adalah aplikasi untuk melakukan pelacakan jejak bilamana manusia yang diamati melakukan tindakan yang berdampak negatif atau merugikan masyarakat, seperti mencuri.

Pengembangan prototipe ini juga berfokus pada uji coba (eksperimen) terhadap berbagai kemungkinan pola tingkah laku sederhana yang terekam video.



## DAFTAR ISI

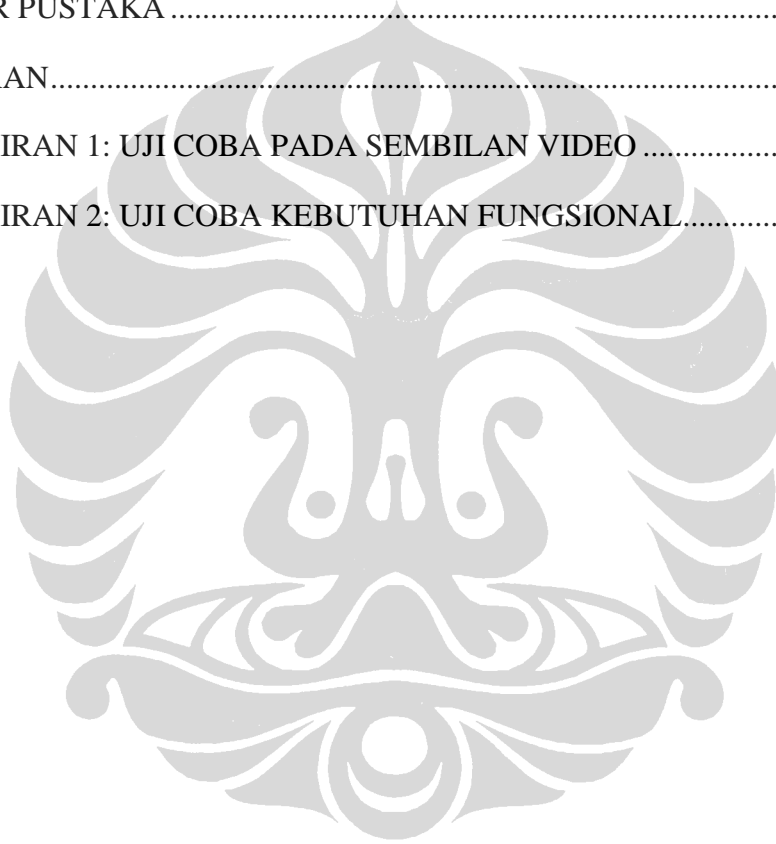
KATA PENGANTAR .....	ii
ABSTRAK .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
BAB I: PENDAHULUAN .....	1
1.1 LATAR BELAKANG .....	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH .....	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN .....	3
1.4 RUANG LINGKUP PENELITIAN .....	4
1.5 METODOLOGI PENELITIAN .....	5
1.5.1 Studi Literatur .....	5
1.5.2 Analisis Kebutuhan Sistem .....	6
1.5.3 Perancangan Sistem .....	6
1.5.4 Implementasi Sistem .....	6
1.5.5 Uji Coba Sistem .....	6
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN .....	7
BAB II: TINJAUAN PUSTAKA .....	9
2.1 LOGIKA FUZZY .....	9
2.2 ALASAN PENGGUNAAN LOGIKA FUZZY .....	11
2.3 HIMPUNAN CRISP DAN HIMPUNAN FUZZY .....	11
2.3.1 Himpunan <i>Crisp</i> .....	11
2.3.2 Himpunan <i>Fuzzy</i> .....	12



2.4 OPERATOR-OPERATOR HIMPUNAN FUZZY .....	13
2.4.1 Operator <i>t-norm</i> ( $\textcircled{t}$ ) .....	13
2.4.2 Operator <i>s-norm</i> ( $\textcircled{s}$ ) .....	14
2.5 FUNGSI KEANGGOTAAN.....	15
2.5.1 Kurva Segitiga .....	15
2.5.2 Kurva Trapesium .....	16
2.5.3 Kurva <i>Gauss</i> .....	16
2.6 SISTEM INFERENSI FUZZY .....	17
2.6.1 Fuzzifikasi Variabel Input .....	19
2.6.2 Evaluasi Aturan .....	20
2.6.3 Agregasi Aturan Output.....	21
2.6.4 Defuzzifikasi.....	21
2.6.5 Konversi Nilai <i>Crisp</i> Menjadi Nilai <i>Fuzzy</i> .....	22
2.7 SEKILAS MENGENAI 3 FASE PENGEMBANGAN.....	23
BAB III: ANALISIS KEBUTUHAN DAN PERANCANGAN SISTEM .....	24
3.1 ANALISIS KEBUTUHAN .....	24
3.2 PERANCANGAN SISTEM .....	25
3.2.1 Desain Modul .....	26
3.2.2 Desain Basis Data.....	28
3.2.3 Desain Antarmuka .....	28
BAB IV: <i>IMAGE PREPROCESSING</i> .....	31
4.1 DEFINISI <i>IMAGE PREPROCESSING</i> .....	31
4.2 ANALISIS <i>IMAGE PREPROCESSING</i> .....	32
4.2.1 Ekstraksi Objek dari Latar Menggunakan Metode <i>Adaptive Gaussian Mixture Model</i> .....	32
4.2.2 <i>Filtering dan Blurring</i> .....	40
4.3 IMPLEMENTASI <i>IMAGE PREPROCESSING</i> .....	41

4.3.1 Implementasi <i>Adaptive Gaussian Mixture Model</i> .....	41
4.3.2 Implementasi <i>Filtering dan Blurring</i> .....	42
BAB V: <i>STATIC FUZZY EXPERT SYSTEM MODEL</i> .....	44
5.1 DEFINISI <i>STATIC FUZZY EXPERT SYSTEM MODEL</i> .....	44
5.2 ANALISIS <i>STATIC FUZZY EXPERT SYSTEM MODEL</i> .....	45
5.2.1 Penentuan Himpunan <i>Fuzzy</i> .....	46
5.2.2 Penentuan Aturan-aturan <i>Fuzzy</i> .....	49
5.3 IMPLEMENTASI <i>STATIC FUZZY EXPERT SYSTEM MODEL</i> .....	51
BAB VI: <i>DYNAMIC FUZZY EXPERT SYSTEM MODEL</i> .....	55
6.1 DEFINISI <i>DYNAMIC FUZZY EXPERT SYSTEM MODEL</i> .....	55
6.2 ANALISIS <i>DYNAMIC FUZZY EXPERT SYSTEM MODEL</i> .....	55
6.2.1 Sistem Inferensi <i>Fuzzy 1</i> (Output: <i>Velocity</i> ).....	57
6.2.2 Sistem Inferensi <i>Fuzzy 2</i> (Output: <i>Direction</i> ).....	62
6.3 IMPLEMENTASI <i>DYNAMIC FUZZY EXPERT SYSTEM MODEL</i> .....	66
6.3.1 Implementasi Sistem Inferensi <i>Fuzzy 1</i> (Output: <i>Velocity</i> ).....	67
6.3.2 Implementasi Sistem Inferensi <i>Fuzzy 2</i> (Output: <i>Direction</i> ).....	69
6.3.3 Fungsi-fungsi Pemrograman yang Essensial .....	71
BAB VII: UJI COBA DAN ANALISIS .....	73
7.1 UJI COBA DAN ANALISIS FASE <i>IMAGE PREPROCESSING</i> .....	73
7.2 UJI COBA DAN ANALISIS FASE <i>STATIC FUZZY EXPERT SYSTEM MODEL</i> .....	75
7.2.1 Skenario Uji Coba .....	76
7.2.2 Data Uji Coba .....	77
7.2.3 Hasil Uji Coba .....	79
7.2.4 Analisis .....	80
7.3 UJI COBA DAN ANALISIS FASE <i>DYNAMIC FUZZY EXPERT SYSTEM MODEL</i> .....	83
7.3.1 Skenario Uji Coba .....	84

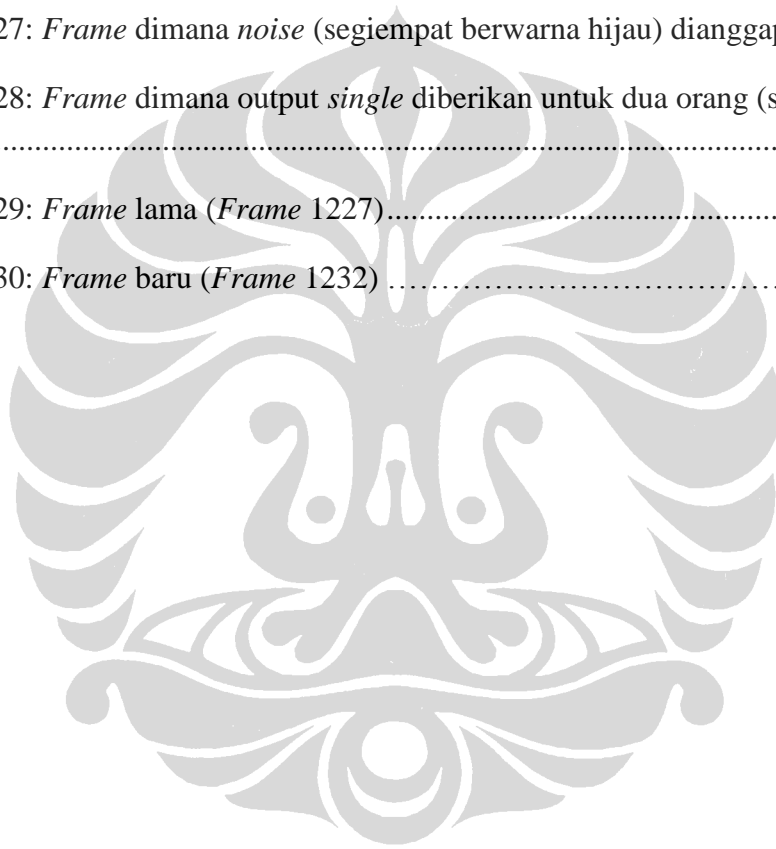
7.3.2 Data Uji Coba .....	85
7.3.3 Hasil Uji Coba .....	85
7.3.4 Analisis .....	87
7.4 UJI COBA LAINNYA.....	89
BAB VIII: KESIMPULAN DAN SARAN .....	91
8.1 KESIMPULAN .....	91
8.2 SARAN .....	92
DAFTAR PUSTAKA .....	94
LAMPIRAN.....	96
LAMPIRAN 1: UJI COBA PADA SEMBILAN VIDEO .....	96
LAMPIRAN 2: UJI COBA KEBUTUHAN FUNGSIONAL.....	99



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1: Temperatur dengan kisaran nilai fungsi $\{0,1\}$ dengan sumbu-x = variabel suhu (°C).....	10
Gambar 2: Grafik himpunan <i>crisp</i> .....	12
Gambar 3: Grafik himpunan <i>fuzzy</i> .....	12
Gambar 4: Grafik Teorema <i>t-norm</i> .....	14
Gambar 5: Grafik Teorema <i>s-norm</i> .....	15
Gambar 6: Contoh kurva segitiga dengan $f(x,a,b,c) = f(x,2,6,10)$ .....	16
Gambar 7: Contoh kurva trapesium dengan $f(x,a,b,c,d) = f(x,2,6,9,12)$ .....	16
Gambar 8: Contoh kurva <i>gauss</i> dengan $f(x,\sigma,c) = f(x,2,7)$ .....	17
Gambar 9: Contoh penerapan fuzzifikasi pada dua buah input $x_1$ dan $y_1$ .....	19
Gambar 10: Contoh penggunaan operator <i>OR</i> dan <i>AND</i> saat mengevaluasi input pada aturan-aturan <i>fuzzy</i> .....	21
Gambar 11: Proses unifikasi himpunan <i>fuzzy</i> $C_1$ , $C_2$ , dan $C_3$ yang merupakan hasil keluaran pada tahap sebelumnya .....	21
Gambar 12: Arsitektur Sistem .....	25
Gambar 13: Desain Modul.....	26
Gambar 14: Antarmuka pemutar video <i>AVI</i> .....	29
Gambar 15: Antarmuka pemutaran video <i>AVI</i> .....	29
Gambar 16: <i>Frame</i> contoh penunjukkan lokasi piksel dan histogram warna piksel dari <i>frame</i> tersebut.....	35
Gambar 17: Contoh 3 <i>frame</i> ( $t_0, t_1, t_2$ ) match dengan salah satu dari 3 <i>background</i> acuan pada keseluruhan 5 distribusi <i>Gauss</i> .....	38
Gambar 18: Perbandingan citra awal dengan citra akhir setelah diproses menggunakan <i>Adaptive GMM</i> .....	42
Gambar 19: Perbandingan citra awal dengan citra akhir setelah dilakukan proses <i>filtering</i> dan <i>blurring</i> .....	43
Gambar 20: Tiga <i>blob noise</i> dan satu <i>blob</i> manusia .....	44

Gambar 21: Contoh citra input dan output untuk fase <i>Static Fuzzy Expert System Model</i> .....	53
Gambar 22: Contoh pengolahan input <i>Blob 2</i> ( <i>area=2082, ratio=3.344, distance=257</i> ) hingga menjadi nilai <i>crisp</i> ( <i>number=15</i> ) melalui proses evaluasi pada 11 aturan <i>fuzzy</i> .....	54
Gambar 23: Contoh perbandingan citra 293 dan 298 untuk tahap <i>Dynamic Fuzzy Expert System Model</i> .....	72
Gambar 24: Perbandingan nilai inisialisasi varians .....	74
Gambar 25: Perbandingan nilai inisialisasi <i>threshold</i> (T) .....	75
Gambar 26: <i>Frame</i> dimana <i>noise</i> (persegi berwarna hijau) berhasil terdeteksi dengan baik ..	81
Gambar 27: <i>Frame</i> dimana <i>noise</i> (segiempat berwarna hijau) dianggap sebagai <i>single</i> .....	81
Gambar 28: <i>Frame</i> dimana output <i>single</i> diberikan untuk dua orang (segiempat warna hijau) .....	82
Gambar 29: <i>Frame</i> lama ( <i>Frame 1227</i> ).....	88
Gambar 30: <i>Frame</i> baru ( <i>Frame 1232</i> ) .....	88



## DAFTAR TABEL

Tabel 1: Tabel operasi menggunakan <i>t-norm</i> pada input $x_1$ dan $x_2$ .....	13
Tabel 2: Tabel operasi menggunakan <i>s-norm</i> pada input $x_1$ dan $x_2$ .....	14
Tabel 3: Tabel hasil uji coba tahap <i>Static Fuzzy Expert System Model</i> menggunakan <i>frame-frame</i> yang dipilih dari sembilan video .....	79
Tabel 4: Tabel hasil uji coba <i>Dynamic Fuzzy Expert System Model Output Velocity</i> .....	85
Tabel 5: Tabel hasil uji coba <i>Dynamic Fuzzy Expert System Model Output Direction</i> .....	86

