

**PENGEMBANGAN APLIKASI PENYELARASAN LANDMARK
WAJAH PADA WAJAH DALAM VIDEO DENGAN SUPERVISED
DESCENT METHOD TERBANTU 1 € (ONE EURO) FILTER**



SKRIPSI

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada Jurusan Ilmu Komputer / Informatika**

**Disusun Oleh:
Mochammad Hosam
J2F009059**

**JURUSAN ILMU KOMPUTER / INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2015

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

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

Semarang, 4 Desember 2015



Mochammad Hosam
J2F009059

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengembangan Aplikasi Penyelarasan Landmark Wajah Pada Wajah Dalam Video Dengan Supervised Descent Method terbantu 1 € (One Euro) Filter
Nama : Mochammad Hosam
NIM : J2F009059

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 19 November 2015 dan dinyatakan lulus pada tanggal 25 November 2015.

Semarang, 4 Desember 2015

Mengetahui,

Ketua Jurusan Ilmu Komputer / Informatika



Ragil Saputra, S.Si, M.Cs
NIP. 19801021 200501 1 003

Panitia Penguji Tugas Akhir

Ketua,

Drs. Suhartono, M.Kom
NIP. 195504071983031003

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengembangan Aplikasi Penyelarasan Landmark Wajah Pada Wajah Dalam Video Dengan Supervised Descent Method Terbantu 1 € (One Euro) Filter
Nama : Mochammad Hosam
NIM : J2F009059

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 19 November 2015

Semarang, 4 Desember 2015

Pembimbing



Helmie Arif Wibawa, S.Si, M.Cs

NIP. 19780516200312 1 001

ABSTRAK

Penyelarasan *landmark* wajah atau lebih dikenal dengan istilah *face alignment* merupakan tahap pra proses pada berbagai masalah komputer visi berkaitan dengan wajah. Pada *video* dengan tingkat *noise* cukup tinggi dan pergerakan wajah sangat dinamis, pergerakan titik *landmark* hasil *face alignment* antar *frame* cenderung tidak stabil, halus dan natural. Penggunaan beberapa metode *filter* pada pergerakan titik *landmark* hasil *face alignment* antar *frame* memberikan efek *jitter* atau gerakan tak beraturan yang sering terjadi pada gerakan wajah lambat dan efek *lag* atau keterlambatan mengikuti gerakan sebenarnya yang sering terjadi pada gerakan wajah cepat. 1 € (One Euro) Filter merupakan filter berbasis *event* yang mampu mengadaptasikan proses *filter* berdasarkan *event*. Pemanfaatan 1 € Filter untuk beradaptasi pada *event* pergerakan wajah cocok digunakan sebagai *filter* efek *lag* dan *jitter* tersebut. Hasil beberapa pengujian pada parameter pelatihan menunjukkan bahwa jumlah *cluster* untuk inisialisasi bentuk awal wajah memberikan hasil lebih baik pada nilai dua kali atau tiga kali nilai parameter jumlah sampel dibanding jumlah *cluster* sama dengan jumlah sampel. Pada parameter ukuran *patch* gambar dengan nilai 32 menghasilkan estimasi *landmark* wajah lebih akurat dibanding dengan ukuran *patch* bernilai 16 dan 24. Penggunaan parameter jumlah *channel* HOG bernilai 9, 13, 17 dan 21 tidak meberikan perbedaan akurasi *face alignment* secara signifikan.

Kata kunci : Supervised Descent Method, 1 € Filter, *Face Alignment*, Computer Vision, *Video*

ABSTRACT

Face alignment has been used on preprocess stage in many facial related computer vision's problems. Face alignment on video with high noise and very dynamic face movement tend to result in unstable, unsmooth and unnatural facial landmark movement between frames. Utilization of some filter methods on the facial landmark movement always give jitter effect on slow face movement and give lag effect on fast face movement. 1 € Filter is low pass filter based on event that have ability to adapt filtering process based on event. This ability can be used to adapt filter on the event of face movement and resulting in reduced jitter and lag effects. Experiment on training parameter number of cluster with value two and three times value have better accuracy than value of number of cluster same as number of sample. Face alignment with parameter training patch size 32 have better accuracy than 16 and 24. Accuration of face alignment with value number of channel parameter of HOG 9, 13, 17 and 21 results in face alignment with similar accuracy.

Kata kunci : Supervised Descent Method, 1 € Filter, Face Alignment, Computer Vision, Video

KATA PENGANTAR

Segala puji penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun tugas akhir yang berjudul **“Pengembangan Aplikasi Penyelarasan *Landmark* Wajah Pada Wajah Dalam Video Dengan Supervised Descent Method Terbantu 1 € (One Euro) Filter”**.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis mendapat bantuan dan dukungan dari banyak pihak. Atas peran sertanya dalam membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof.Dr.Widowati,S.Si,M.Si selaku Dekan FSM UNDIP.
2. Ragil Saputra, S.Si, M.Cs. selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer/ Informatika FSM UNDIP.
3. Helmie Arif Wibawa, S.Si, M.Cs selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Ilmu Komputer / Informatika FSM dan juga sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan Penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Priyo Sidik Sasongko, S.Si, M.Kom selaku dosen wali yang memberikan arahan dalam bidang akademik.
5. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Ilmu Komputer/ Informatika FSM UNDIP.
6. Orang tua, Fuad Assaidi dan Zaenah, dan segenap keluarga tersayang, yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan dan semangat untuk Penulis.
7. Teman-teman mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer/ Informatika UNDIP terutama teman-teman angkatan 2009 atas bantuan dan dukungannya dalam melaksanakan tugas akhir dan memudahkan serta memperlancar pembuatan dokumen tugas akhir.

8. Semua pihak yang telah membantu hingga selesainya tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Semoga Allah membalas segala kebaikan yang telah Anda berikan kepada Penulis.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, untuk itu penulis mohon maaf dan mengharapkan saran serta kritik yang membangun dari pembaca. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu dan pengetahuan, khususnya pada bidang komputer.

Semarang, 20 November 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1. 1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4. Ruang Lingkup	3
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Supervised Descent Method (SDM).....	6
2.1.1. Penurunan SDM	6
2.1.2. Pelatihan SDM.....	7

2.2.	HOG <i>descriptor</i> (<i>Histogram of Oriented Gradient</i>)	9
2.2.1.	Perhitungan <i>Gradient</i>	9
2.2.2.	Orientasi Binning.....	10
2.2.3.	Blok Deskriptor	10
2.2.4	Normalisasi Blok	10
2.3.	1 € Filter	11
2.4.	K-Means Clustering.....	13
2.5.	Proses Pengembangan Perangkat Lunak	14
2. 6.	Unified Modeling Language (UML)	16
2.6.1.	<i>Use Case</i> Diagram.....	16
2.6.2.	Class Diagram	17
2.6.3.	<i>Sequence</i> Diagram	19
2.6.4.	<i>Activity Diagram</i>	19
BAB III DEFINISI KEBUTUHAN, ANALISIS DAN PERANCANGAN		20
3. 1.	Definisi Kebutuhan.....	20
3.1.1.	Deskripsi Umum.....	20
3.1.2	Model <i>Use Case</i>	21
3.1.2.1.	Daftar Aktor.....	22
3.1.2.2.	Daftar <i>Use Case</i>	22
3.1.2.3.	Diagram <i>Use Case</i>	22

3.2. Desain (Perancangan)	26
3.2.1. <i>Activity Diagram</i>	28
3.2.1.1. Activity Diagram menjalankan tahap <i>pre-training</i> (use case UC1).....	28
3.2.1.1.1. Menghitung Rata-Rata GTS	28
3.2.1.1.2. Mendeteksi Wajah pada Semua Gambar dalam Dataset	29
3.2.1.1.3. Transformasi Gambar Sehingga Ukuran Hasil Deteksi Wajah Mendekati Ukuran Hasil Deteksi Wajah Rata-Rata.....	30
3.2.1.1.4. Menghitung Letak Segi Empat Area Bentuk Wajah	31
3.2.1.1.5. Mengekstrak (Memperoleh) Gambar Sekitar Wajah.....	32
3.2.1.1.6. Mentransformasi Rata-Rata Bentuk Wajah Mendekati GTS	33
3.2.1.1.7. Menskalakan Elemen Matriks Transformasi ke dalam Jangkauan 0 - 1.....	35
3.2.1.1.8. K-Means Clustering Elemen Matriks Transformasi.....	35
3.2.1.1.9. Membangkitkan Bentuk Awal Wajah	37
3.2.1.2. Activity Diagram Menjalankan Tahap Training (Use Case UC2).....	38
3.2.1.2.1. Membangun Piramida Gambar Pada Seluruh Gambar dalam Dataset.....	38
3.2.1.2.2. Mengekstrak <i>Patch</i> Gambar Pada Piramida Gambar Level Saat Ini	41
3.2.1.2.3. Mengekstrak Fitur HOG.....	41

3.2.1.2.4. Konvolusi Gambar.....	44
3.2.1.2.5. Melakukan Proses Regresi Linear pada Fitur HOG yang Diperoleh.....	44
3.2.1.2.6. Memperbarui Seluruh Bentuk Wajah Saat Ini.....	45
3.2.1.3. Activity Diagram <i>Fitting</i> (Pencocokan) <i>Landmark</i> Wajah Pada <i>File</i> Gambar Atau <i>Video</i> (<i>Use Case UC3</i>).....	46
3.2.2. <i>Sequence Diagram</i>	48
3.2.2.1. <i>Sequence Diagram Pre-Training</i>	48
3.2.2.3. <i>Sequence Diagram</i> Proses <i>Fitting</i>	53
3.2.3. <i>Class Diagram</i>	55
3.3. Pemodelan Data.....	56
3.3.1. <i>File</i> Konfigurasi.....	56
3.3.2. Format <i>File Shape</i>	60
BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	62
4. 1. Implementasi	62
4.1.1. Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Implementasi Sistem	62
4.1.2. Implementasi <i>Class</i>	62
4. 2. Pengujian	64
4.2.1. Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Pengujian Sistem	65
4.2.2. Skenario Pengujian	65

4.2.2.1. Pengujian Proses <i>Pre-Training</i>	66
4.2.2.2. Pengujian Proses <i>Training</i> (Pelatihan)	67
4.2.2.3. Pengujian Proses <i>Fitting</i> (Pencocokan) Pada Gambar.....	70
4.2.2.4. Proses <i>Fitting</i> pada <i>Video</i> menggunakan SDM terbantu 1 € Filter	71
4.2.2.5. Hasil Uji Sistem.....	73
4.2.3. Analisis Hasil Pengujian.....	75
4.2.3.1. Parameter “patchSize”	75
4.2.3.2. Parameter “faceDetector”	77
4.2.3.3. Parameter “hogBin”	77
4.2.3.4. Parameter “numberOfCluster”	79
4.2.3.5. Parameter “downSample”	80
4.2.3.6. Parameter “numberOfStage”	81
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	83
5. 1. Kesimpulan.....	83
5. 2. Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Hasil <i>Face Alignment</i>	1
Gambar 2.1. (a) Bentuk diperoleh secara manual (b) Bentuk awal proses <i>face alignment</i> ... 6	
Gambar 2.2. Ilustrasi Algoritma K-Means Clustering	14
Gambar 2.3. Langkah-Langkah Penting Pengembangan Perangkat Lunak	15
Gambar 2.4. Model Proses <i>Waterfall</i>	16
Gambar 2.5. Contoh <i>Use Case Diagram</i>	17
Gambar 2.6. Contoh <i>Class Diagram</i>	18
Gambar 2.7. Contoh <i>Sequence Diagram</i>	18
Gambar 2.8. Contoh <i>Activity Diagram</i>	19
Gambar 3.1 (a) Bentuk Wajah Pada Dataset Ibug 300w dan (b) Bentuk Wajah Pada Dataset BioId.	21
Gambar 3.2. <i>Use case diagram</i> Aplikasi Penyelarasan <i>Landmark</i> Wajah Pada Wajah Dalam <i>Video</i> dengan Supervised Descent Method terbantu 1 € <i>Filter</i>	23
Gambar 3.3. Prototipe Antarmuka <i>Use Case</i> Menjalankan Tahap <i>Pre-Training</i>	24
Gambar 3.4. Prototipe Antarmuka <i>Use Case</i> Menjalankan Tahap <i>Training</i> SDM.....	25
Gambar 3.5. Prototipe Antarmuka Tahap <i>Fitting</i> (pencocokan) <i>Landmark</i> Wajah Pada <i>File</i> Gambar Atau <i>Video</i>	26

Gambar 3.6. <i>Activity Diagram</i> Menjalankan Tahap <i>Pre-training</i> Aplikasi Penyelarasan <i>Landmark</i> Wajah Pada Wajah Dalam <i>Video</i> Dengan <i>Supervised Descent Method</i> Terbantu 1 € <i>Filter</i>	27
Gambar 3.7. <i>Flowchart</i> Menghitung Rata-Rata GTS	29
Gambar 3.8. <i>Flowchart</i> Mendeteksi Semua Wajah pada Dataset	30
Gambar 3.9. <i>Flowchart</i> Transformasi Gambar Sehingga Ukuran Hasil Deteksi Wajah Mendekati Ukuran Hasil Deteksi Wajah Rata-Rata	31
Gambar 3.10. <i>Flowchart</i> Menghitung Letak Segi Empat Area Bentuk Wajah.....	31
Gambar 3.11. <i>Flowchart</i> Memperoleh Gambar Area Sekitar Wajah.....	32
Gambar 3.12. <i>Flowchart</i> Transformasi Rata-Rata Bentuk Wajah Mendekati GTS.....	34
Gambar 3.13. <i>Flowchart</i> Menskalakan Elemen Matriks Transformasi ke dalam Jangkauan 0 - 1	35
Gambar 3.14. <i>Flowchart</i> K-Means Clustering Elemen Matriks Transformasi	36
Gambar 3.15. <i>Flowchart</i> Membangkitkan Bentuk Awal Wajah.....	36
Gambar 3.16. <i>Activity Diagram</i> Menjalankan Tahap <i>Training</i> Aplikasi Penyelarasan <i>Landmark</i> Wajah Pada Wajah Dalam <i>Video</i> Dengan <i>Supervised Descent</i> <i>Method</i> Terbantu 1 € <i>Filter</i>	37
Gambar 3.17. Piramida Gambar dengan Ukuran Sebenarnya.....	39
Gambar 3.18. Piramida Gambar dengan Ukuran Gambar Tiap Level disamakan dengan Ukuran Gambar Level Teratas (<i>level 2</i>).....	39
Gambar 3.19. <i>Flowchart</i> Membangun Piramida Gambar Pada Seluruh Gambar dalam Dataset	40

Gambar 3.20. <i>Flowchart</i> Mengekstrak Patch Gambar Pada Piramida Gambar Level Saat Ini	41
Gambar 3.21. <i>Flowchart</i> Mengekstrak Fitur HOG	42
Gambar 3.22. <i>Flowchart</i> Konvolusi Gambar	43
Gambar 3.23. <i>Flowchart</i> Melakukan Proses Regresi Linear pada Fitur HOG.....	44
Gambar 3.24. <i>Flowchart</i> Memperbarui Seluruh Bentuk Wajah Saat Ini	45
Gambar 3.25. <i>Activity Diagram Fitting</i> (Pencocokan) <i>Landmark</i> Wajah Pada <i>File</i> Gambar Atau <i>Video</i> Pada Aplikasi Penyelarasan <i>Landmark</i> Wajah Pada Wajah Dalam <i>Video</i> Dengan <i>Supervised Descent Method</i> Terbantu 1 € <i>Filter</i>	46
Gambar 3. 26. <i>Flowchart</i> Memfilter Bentuk Wajah Dengan 1 € <i>Filter</i>	47
Gambar 3.27. <i>Sequence Diagram</i> Proses <i>Pre-training</i> pada Aplikasi Penyelarasan <i>Landmark</i> Wajah Pada Wajah Dalam <i>Video</i> dengan <i>Supervised Descent Method</i> Terbantu 1 € <i>Filter</i>	49
Gambar 3.28. <i>Sequence Diagram</i> Proses <i>Pre-training Step 3 -5</i> Pada Aplikasi Penyelarasan <i>Landmark</i> Wajah Pada Wajah Dalam <i>Video</i> Dengan <i>Supervised Descent Method</i> Terbantu 1 € <i>Filter</i>	50
Gambar 3.29. <i>Sequence Diagram</i> Proses <i>Training</i> Pada Aplikasi Penyelarasan <i>Landmark</i> Wajah Pada Wajah Dalam <i>Video</i> Dengan <i>Supervised Descent Method</i> Terbantu 1 € <i>Filter</i>	51
Gambar 3.30. <i>Sequence Diagram</i> Proses <i>Fitting</i> Pada Aplikasi Penyelarasan <i>Landmark</i> Wajah Pada Wajah Dalam <i>Video</i> Dengan <i>Supervised Descent Method</i> Terbantu 1 € <i>Filter</i>	54

Gambar 3.31. <i>Class Diagram</i> Aplikasi Penyelarasan <i>Landmark</i> Wajah Pada Wajah Dalam <i>Video</i> Dengan <i>Supervised Descent Method</i> Terbantu <i>1 € Filter</i>	55
Gambar 3.32. Perbedaan Hasil Pendeteksian Wajah pada Suatu Gambar dalam Dataset BioId. Nilai Parameter <i>faceDetector</i> (A) adalah “ <i>pico</i> ”, (B) “ <i>surfBased</i> ” dan (C) “ <i>cascadeBased</i> ”	57
Gambar 4.1. GUI Tahap Pelatihan	63
Gambar 4.2. GUI Tahap <i>Fitting</i> (Pencocokan)	64
Gambar 4.3. Tampilan Aplikasi Setelah Melakukan Proses <i>Pre-Training</i> dan proses <i>Training</i>	67
Gambar 4.4. Hasil Proses <i>Fitting</i> Pada Setiap <i>Stage</i> SDM Pada Beberapa Data Test	70
Gambar 4.5. Tampilan GUI Hasil Proses <i>Fitting</i> Pada Gambar	71
Gambar 4.6. Tampilan GUI Hasil Proses <i>Fitting</i> Pada <i>Video</i>	72
Gambar 4.7. Hasil Akhir Proses <i>Fitting</i> pada Beberapa <i>Frame Video</i> dataset “ <i>Talking Face Video</i> ”	73
Gambar 4.8. Grafik Pengaruh Beberapa Nilai Parameter “ <i>patchSize</i> ” Terhadap Akurasi SDM	76
Gambar 4.9. Grafik Pengaruh Beberapa Pendeteksi Wajah Terhadap Akurasi SDM	77
Gambar 4.10. Grafik Pengaruh Beberapa Nilai Parameter “ <i>hogBin</i> ” Terhadap Akurasi SDM	78
Gambar 4.11. Grafik Pengaruh Beberapa Nilai Parameter “ <i>numberOfCluster</i> ” Terhadap Akurasi SDM	80
Gambar 4.12 Grafik Pengaruh Beberapa Nilai Parameter “ <i>downSample</i> ” Terhadap Akurasi SDM	81

Gambar 4.13. Grafik Pengaruh Beberapa Nilai Parameter “numberOfStage” Terhadap Akurasi SDM..... 82

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Daftar <i>Use Case</i>	22
Tabel 3.2. Model interaksi <i>use case</i> proses <i>pre-training</i>	23
Tabel 3.3. Model Interaksi <i>Use Case</i> Memulai Tahap Pelatihan (<i>Training</i>) SDM.....	24
Tabel 3.4. Model Interaksi <i>Use Case Fitting</i> (Pencocokan) <i>Landmark</i> Wajah pada <i>File</i> Gambar atau <i>Video</i>	25
Tabel 4.1. Implementasi <i>Class</i>	63
Tabel 4.2. Kolom Input dan Parameter yang Diwakili.....	63
Tabel 4.3. Rencana Pengujian.	65

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, dan ruang lingkup penelitian tugas akhir mengenai aplikasi penyelarasan *landmark* wajah pada wajah dalam *video* dengan supervised descent method terbantu 1 € (one euro) filter.

1. 1. Latar Belakang

Penyelarasan *landmark* wajah / *face alignment* / *facial landmark localization* / *facial feature detection* pada dasarnya merupakan permasalahan *image registration*. Untuk pembahasan selanjutnya penggunaan kata penyelarasan *landmark* wajah diwakili dengan *face alignment*. Proses *face alignment* secara umum berusaha melakukan deformasi model, templat atau bentuk wajah agar bersesuaian dengan gambar wajah (Wu, et al., 2008). Titik *landmark* yang dihasilkan proses *face alignment* mewakili fitur wajah yang merupakan informasi utama geometri wajah. Gambar 1.1 menampilkan hasil dari *face alignment*.



Gambar 1.1. Hasil *Face Alignment*

Face alignment merupakan tahap pra proses pada berbagai masalah *computer vision* berkaitan dengan wajah (Su, et al., 2008). *Face alignment* menghasilkan fitur wajah yang digunakan pada proses selanjutnya. Semakin tinggi tingkat akurasi metode *face alignment* semakin baik pula *feature* yang diperoleh dan semakin tinggi pula tingkat keberhasilan sistem tersebut (Jiao, et al., 2003). Diantara permasalahan yang memerlukan *face alignment* adalah pemodelan 3D, estimasi pose, analisis ekspresi,

pengenalan wajah, animasi wajah, *gaze tracking*, dll (Wang, et al., 2002; Su, et al., 2008). *Real-time face alignment* pada *video* sangat penting untuk berbagai aplikasi misalnya analisis ekspresi wajah, memonitor tingkat kelelahan supir, dll (Su, et al., 2008).

Berbagai variasi pada tampilan wajah karena bentuk, pose, pencahayaan, ekspresi, penghalang dan resolusi gambar menjadikan *face alignment* permasalahan yang menantang (Wu, et al., 2008). Salah satu metode dalam menyelesaikan permasalahan *face alignment* adalah Supervised Descent Method (SDM) (Xiong & De la Torre, 2013). Metode ini memberikan hasil cukup baik pada media gambar statis.

Pada *video* dengan tingkat *noise* cukup tinggi dan pergerakan wajah sangat dinamis, pergerakan titik *landmark* hasil *face alignment* antar *frame* cenderung tidak stabil, halus dan natural. Pergerakan titik *landmark* hasil *face alignment* antar *frame* memberikan efek *jitter* atau gerakan tak beraturan yang sering terjadi pada gerakan wajah lambat dan efek *lag* atau keterlambatan mengikuti gerakan sebenarnya yang sering terjadi pada gerakan wajah cepat. Penggunaan *filter* dengan nilai frekwensi tetap cenderung gagal dalam mengatasi salah satu dari kedua efek tersebut. 1 € (*one euro*) *filter* merupakan *filter* berbasis *event* yang mampu mengadaptasikan proses *filter* berdasarkan *event*. Kemampuan tersebut cocok dengan permasalahan *face alignment*, karena pergerakan wajah dapat dipandang sebagai suatu *event*. Ketika pergerakan wajah cepat 1 € *filter* memperbesar nilai frekwensi *cutoff*, sehingga hasil efek *lag* dapat dikurangi dan ketika pergerakan wajah lambat 1 € *filter* mengurangi nilai frekwensi *cutoff* sehingga efek *jitter* berkurang.

1 € *filter* merupakan *filter* dengan kemampuan mengadaptasikan frekwensi *cutoff* pada *low pass filter* berdasarkan kecepatan gerakan atau secara lebih umum turunan-nya. 1 € *filter* merupakan *filter* berbasis *event* yang mampu mengadaptasikan proses *filter* berdasarkan *event* (Casiez, et al., 2012). *Filter* dengan frekwensi tetap pada setiap sampel cenderung memberikan hasil kurang optimal untuk mengurangi efek *lag* dan *jitter* secara bersamaan.

Diharapkan dengan menggunakan 1 € sebagai *filter* pada proses *face alignment* SDM pada *video* dapat meningkatkan akurasi, meningkatkan kehalusan dan dapat menghadapi *noise*, serta mampu mengurai gerakan tak beraturan dan keterlambatan mengikuti gerakan sebenarnya pada pergerakan titik *landmark* hasil *face alignment* antar *frame*.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana mengembangkan aplikasi penyelarasan *landmark* wajah pada wajah dalam *video* dengan Supervised Descent Method terbantu 1 € (one euro) filter dan bagaimana pengaruh parameter-parameter pelatihan terhadap tingkat akurasi proses *face alignment* dalam aplikasi tersebut.

1.3. Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menghasilkan aplikasi penyelarasan *landmark* wajah pada wajah (*face alignment*) dalam *video* dengan SDM terbantu 1 € (one euro) filter.
2. Menguji tingkat akurasi aplikasi *face alignment* pada *video* dengan SDM terbantu 1 € (one euro) filter pada beberapa parameter pelatihan.

Penelitian ini bermanfaat menghasilkan aplikasi penyelarasan *landmark* wajah pada wajah sebagai tahap pra proses pada beberapa masalah *computer vision* berkaitan dengan wajah, diantaranya pemodelan wajah 3D, estimasi pose, analisis ekspresi, pengenalan wajah, animasi wajah, *gaze tracking*, dll.

1.4. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian adalah:

1. *Face alignment* bergantung pada pendeteksi wajah. Jika pendeteksi wajah gagal, maka proses *face alignment* gagal.
2. *Face Alignment* hanya dilakukan pada hasil deteksi wajah terbesar pada tiap *frame* atau gambar *video*.

3. Terdapat tiga pilihan keluaran hasil *face alignment*, yaitu:
 - a. *File video* dengan latar belakang putih dan bentuk wajah hasil *face alignment* berwarna hitam.
 - b. *File video* dengan latar belakang merupakan *video* masukan setelah warna diubah menjadi *grayscale* dan penggambaran bentuk wajah hasil *face alignment* berwarna selain hitam, putih dan abu-abu.
 - c. *File* teks berisi letak setiap *landmark* bentuk wajah pada setiap *frame video*.
4. Dilakukan pengujian mengenai hubungan parameter-parameter SDM terhadap tingkat akurasi *face alignment*.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini terbagi dalam beberapa pokok bahasan, yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup dan sistematika penulisan dalam pembuatan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang dasar teori yang digunakan dalam tugas akhir ini. Dasar teori yang disajikan antara lain tentang Supervised Descent Method, HOG Descriptor, 1 € Filter, K-Means Clustering, UML (Unified Modeling Language) dan Proses Pengembangan Perangkat Lunak.

BAB III DEFINISI KEBUTUHAN, ANALISIS DAN PERANCANGAN

Pada bab ini dibahas tentang proses pengembangan aplikasi pada tahap analisis dan tahap pemodelan yang meliputi definisi kebutuhan, analisis dan perancangan.

BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini membahas tahap konstruksi aplikasi yang meliputi implementasi dan pengujian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diambil berkaitan dengan perangkat lunak yang dikembangkan dan saran-saran untuk pengembangan perangkat lunak lebih lanjut.