

**EKSTRAKSI CIRI CITRA WAJAH MENGGUNAKAN  
*GEOMETRIC MOMENT INVARIANTS* UNTUK KLASIFIKASI  
EKSPRESI WAJAH PADA CITRA *MULTIPLE FACE***

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Program Strata-1 Pada  
Jurusan Teknik Informatika



Oleh:

Ayu Lestari  
NIM : 09021181520021

**Jurusan Teknik Informatika  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2018**

## LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

### EKSTRAKSI CIRI CITRA WAJAH MENGGUNAKAN *GEOMETRIC MOMENT INVARIANTS* UNTUK KLASIFIKASI EKSPRESI WAJAH PADA CITRA *MULTIPLE FACE*

Oleh :

AYU LESTARI  
NIM : 09021181520021

Indralaya, November 2018

Pembimbing I,



M. Fachrurrozi, S.Si., M.T  
NIP.198005222008121002

Pembimbing II,



Osvari Arsalan, S.Kom., M.T  
NIP.198806282018031001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika,



Rifkie Primartha, M.T.  
NIP.197706012009121004

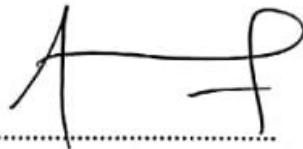
## TANDA LULUS UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR

Pada hari Rabu tanggal 21 November 2018 telah dilaksanakan ujian sidang tugas akhir oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Ayu Lestari  
N I M : 09021181520021  
Judul : Ekstraksi Ciri Citra Wajah menggunakan *Geometric Moment Invariants* untuk Klasifikasi Ekspresi Wajah Pada Citra *Multiple Face*

1. Pembimbing I

M. Fachrurrozi, S.Si., M.T  
NIP. 198005222008121002



2. Pembimbing II

Osvari Arsalan, S.Kom., M.T  
NIP. 198806282018031001



3. Penguji I

Samsuryadi, M.Kom., Ph.D  
NIP. 197102041997021003



4. Penguji II

Desty Rodiah, M.T  
NIPUS. 1671016112890005



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Rifki Primartaha S.T. M.T.  
NIP 197706012009121004



## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ayu Lestari  
NIM : 09021181520021  
Program Studi : Teknik Informatika  
Judul Skripsi : Ekstraksi Ciri Citra Wajah menggunakan *Geometric Moment Invariants* untuk Klasifikasi Ekspresi Wajah Pada Citra *Multiple Face*  
Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin* : 19 %

Menyatakan bahwa Laporan Proyek saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan proyek ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.

Palembang, 21 November 2018



Ayu Lestari  
NIM. 09021181520021

*Motto :*

- *Nothing is impossible if God allows*
- *Don't forget to pray, strong intentions, never give up before reaching your dreams and always remember your parents' struggles*
- *Don't worry about what people say about you, live your life as you wish*

*Kupersembahkan karya tulis ini kepada :*

- *Orang tuaku tersayang*
- *Keluarga besarku*
- *Sahabat dan teman seperjuanganku*
- *Fakultas Ilmu Komputer*
- *Universitas Sriwijaya*

## ABSTRACT

Research on human facial expression recognition has become a growing field. One important step in the recognition of facial expressions is feature extraction. This research uses Geometric Moment Invariants (GMI) as a feature extraction method. Research on facial expression recognition using either the GMI method or another method use single face image as the dataset. Therefore, in this study uses GMI feature extraction to classify facial expressions on multiple face images. Feature extraction from the results of self-codes will be compared with the results of GMI with OpenCV. Face detection process uses Viola-Jones method on OpenCV and classification process uses Multi Class SVM method. The results are features for each expression and a small average accuracy of 5 times except sad expressions. Sad expression with its self-code features get accuracy 77,26% and from features of OpenCV get accuracy of 78,10%. Therefore, the classification is also done with the k-fold cross validation technique with another classification method. The average accuracy results are still small. It is tested from k value 2 to 10, and produce Multi Class SVM 10,2%, Decision Tree Classifier 14,73%, Random Forest Classifier 14,78%, Gaussian Naive Bayes 14,73%, Nearest Centroid 14,66%, MLP Classifier 11,09%, and Stochastic Gradient Descent Classifier 14,19%. The highest accuracy result is Random Forest Classifier method 14,78%. In Random Forest method, the best k value obtained is 4 with an average accuracy 16,18%.

Key Word: *Geometric Moment Invariants, Facial Expression, Multiple Face, Viola-Jones, Multi Class Support Vector Machines*

## ABSTRAK

Penelitian tentang pengenalan ekspresi wajah manusia telah menjadi bidang yang berkembang. Salah satu tahap penting dalam pengenalan ekspresi wajah yaitu ekstraksi ciri. Pada penelitian ini, metode *Geometric Moment Invariants* (GMI) akan digunakan sebagai metode ekstraksi ciri. Penelitian tentang pengenalan ekspresi wajah, baik menggunakan metode GMI atau metode yang lain, citra yang digunakan sebagai dataset adalah citra *single face*. Sehingga, bagaimana jika menggunakan dataset citra *multiple face*. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan menggunakan ekstraksi ciri GMI untuk klasifikasi ekspresi wajah pada citra *multiple face*. Ekstraksi ciri dari hasil kode sendiri akan dibandingkan dengan hasil ekstraksi ciri GMI dengan OpenCV. Proses deteksi wajah menggunakan metode Viola-Jones pada OpenCV dan proses klasifikasi menggunakan metode *Multi Class SVM*. Hasil penelitian ini adalah ciri untuk setiap ekspresi dan rata-rata akurasi yang kecil dari 5 kali percobaan kecuali ekspresi sedih. Ekspresi sedih dengan ciri kode sendiri mendapatkan hasil akurasi sebesar 77,26% dan dari ciri dari OpenCV mendapatkan hasil akurasi sebesar 78,10%. Oleh karena itu, peneliti juga melakukan pengujian dengan teknik *k-fold cross validation* dengan metode klasifikasi lain. Hasil rata-rata akurasinya tetap kecil yaitu dari  $k$  bernilai 2 hingga  $k$  bernilai 10 didapatkan *Multi Class SVM* 10,2%, *Decision Tree Classifier* 14,73%, *Random Forest Classifier* 14,78%, *Gaussian Naive Bayes* 14,73%, *Nearest Centroid* 14,66%, *MLP Classifier* 11,09%, dan *Stochastic Gradient Descent Classifier* 14,19%. Hasil akurasi paling tinggi yaitu pada metode *Random Forest Classifier* sebesar 14,78%. Pada metode *Random Forest* tersebut, nilai  $k$  terbaik yang didapatkan yaitu 4 dengan rata-rata akurasi 16,18%.

Kata Kunci: *Geometric Moment Invariants*, Ekspresi Wajah, *Multiple Face*, Viola-Jones, *Multi Class Support Vector Machines*

## KATA PENGANTAR



Puji syukur kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya yang telah diberikan kepada Penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan pendidikan program Strata-1 pada Fakultas Ilmu Komputer Program Studi Teknik Informatika di Universitas Sriwijaya.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Orang tuaku, H. Sulaiman dan Hj. Yulita, serta seluruh keluarga besarku yang selalu mendokan serta memberikan dukungan baik moril maupun materil.
2. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Rifkie Primartha, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika dan Ibu Anggina Primanita, M.IT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Informatika.
4. Bapak M. Fachrurrozi, S.Si., M.T selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing akademik, yang telah membimbing, mengarahkan dan memberikan motivasi penulis dalam proses perkuliahan dan pengerjaan Tugas Akhir.
5. Bapak Osvari Arsalan, S.Kom., M.T selaku dosen pembimbing II, yang telah membimbing, mengarahkan dan memberikan motivasi penulis dalam proses perkuliahan dan pengerjaan Tugas Akhir.
6. Bapak Samsuryadi, M.Kom., Ph.D selaku dosen penguji I, dan Ibu Desty Rodiah, M.T selaku dosen penguji II yang telah memberikan masukan dan dorongan dalam proses pengerjaan Tugas Akhir.
7. Seluruh dosen Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
8. Mbak Winda dan Kak Hafez serta seluruh staf tata usaha yang telah membantu dalam kelancaran proses administrasi dan akademik selama masa perkuliahan.
9. Kak Azhary, Pipit, Sari, Yulinda, Lifya, dan Achi serta seluruh teman-teman jurusan Teknik Informatika baik angkatan 2015, 2014, dan 2012 yang telah berbagi keluh kesah, motivasi, dan canda tawa di masa-masa perkuliahan ini.
10. PudingLab, BEM KM Fasilkom, iDev dan Wifi yang telah meberikan ruang bagi Penulis untuk berprestasi dan berkarya.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan disebabkan keterbatasan pengetahuan dan pengalaman, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk kemajuan penelitian selanjutnya.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, November 2018

Ayu Lestari



## DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN TANDA LULUS UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PERNYATAAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
ABSTRACT.....	vi
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan .....	I-1
1.2 Latar Belakang Masalah .....	I-1
1.3 Rumusan Masalah .....	I-4
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-5
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-5
1.6 Batasan Masalah.....	I-5
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-6
1.8 Kesimpulan.....	I-8

### BAB II KAJIAN LITERATUR

2.1 Pendahuluan.....	II-1
2.2 Citra .....	II-1
2.2.1 Pembentukan Citra .....	II-2
2.2.2 Jenis Citra .....	II-3
2.2.3 Pengolahan Citra .....	II-4
2.3 Pengenalan Pola.....	II-5
2.4 Klasifikasi Ekspresi Wajah.....	II-6
2.4.1 Praproses Citra.....	II-6
2.4.2 Deteksi Citra Wajah.....	II-7
2.4.3 Ekstraksi Ciri Citra .....	II-14
2.4.4 Klasifikasi Citra.....	II-14
2.4.4.1 Metode <i>Support Vector Machine</i> .....	II-15
2.4.4.2 <i>Support Vector Machine</i> Pada Sebaran Data Linear .....	II-15
2.4.4.3 Metode <i>Multi Class Support Vector Machine</i> .....	II-19
2.5 Metode <i>Geometric Moment Invariants</i> .....	II-21

2.5.1 Contoh Perhitungan Metode <i>Geometric Moment Invariants</i> ..	II-25
2.6 <i>Cross Validation</i> .....	II-30
2.7 <i>Confusion Matrix</i> .....	II-32
2.8 <i>Rational Unified Process</i> .....	II-34
2.9 Penelitian Lain yang Relevan .....	II-35
2.8.1 Sit and Kihara (2014) : <i>Comparison of Image Patches Using Local Moment Invariants</i> , the Department of Biological Sciences and the Department of Computer Science, Purdue University, West Lafayette, IN, USA. ....	II-35
2.8.2 Samad, Haq, and Khan (2015) : <i>Orientation Invariant Object Recognitions Using Geometric Moments Invariants and Color Histograms</i> , Department of Computer Engineering, College of Electrical and Mechanical Engineering, National University of Sciences and Technology, Pakistan.....	II-36
2.8.3 Lukic, Tuba, and Tuba (2017) : <i>Leaf Recognition Algorithm using Support Vector Machine with Hu Moments and Local Binary Patterns</i> , Graduate School of Computer Science John Naisbitt University Bulevar umetnosti 29, Belgrade, Serbia.....	II-37
2.8.4 Zhang et al (Zhang et al., 2017) : <i>Alcoholism Detection by Medical Robots Based on Hu Moment Invariants and Predator–Prey Adaptive-Inertia Chaotic Particle Swarm Optimization</i> , School of Computer Science and Technology, Nanjing Normal University, Nanjing, Jiangsu 210023, China.....	II-38
2.10 Kesimpulan .....	II-39

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendahuluan .....	III-1
3.2 Unit Penelitian .....	III-1
3.3 Pengumpulan Data.....	III-1
3.3.1 Jenis dan Sumber Data .....	III-1
3.3.2 Metode Pengumpulan Data .....	III-2
3.4 Tahapan Penelitian .....	III-2
3.4.1 Menetapkan Kerangka Kerja / <i>Framework</i> .....	III-2
3.4.2 Menetapkan Kriteria Pengujian .....	III-6
3.4.3 Menetapkan Format Data Pengujian .....	III-6
3.4.4 Menentukan Alat yang Digunakan dalam Pelaksanaan Penelitian .....	III-8
3.4.5 Melakukan Pengujian Penelitian .....	III-9
3.4.6 Melakukan Analisa Hasil Pengujian dan Membuat Kesimpulan .....	III-10
3.5 Metode Pengembangan Perangkat Lunak .....	III-10
3.5.1 Fase Insepsi.....	III-10
3.5.2 Fase Elaborasi.....	III-11
3.5.3 Fase Konstruksi .....	III-11
3.5.4 Fase Transisi .....	III-12

3.6 Manajemen Proyek Penelitian .....	III-12
<b>BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK</b>	
4.1 Pendahuluan.....	IV-1
4.2 Fase Insepsi.....	IV-1
4.2.1 Permodelan Bisnis .....	IV-1
4.2.2 Kebutuhan Sistem.....	IV-3
4.2.3 Analisis dan Desain .....	IV-5
4.3 Fase Elaborasi .....	IV-52
4.3.1 Permodelan Bisnis .....	IV-52
4.3.2 Kebutuhan Sistem.....	IV-55
4.3.3 Diagram <i>Sequence</i> .....	IV-56
4.4 Fase Konstruksi .....	IV-59
4.4.1 Kebutuhan Sistem.....	IV-59
4.4.2 Diagram Kelas .....	IV-59
4.4.3 Implementasi .....	IV-61
4.5 Fase Transisi .....	IV-66
4.5.1 Permodelan Bisnis .....	IV-66
4.5.2 Kebutuhan Sistem.....	IV-66
4.5.3 Rencana Pengujian .....	IV-67
4.5.4 Implementasi .....	IV-70
4.6 Kesimpulan.....	IV-81
<b>BAB V HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN</b>	
5.1 Pendahuluan.....	V-1
5.2 Data Hasil Percobaan.....	V-1
5.2.1 Data Hasil Pengujian Skenario Pertama.....	V-1
5.2.2 Data Hasil Pengujian Skenario Kedua.....	V-8
5.3 Analisis Hasil Penelitian.....	V-9
5.3.1 Analisis Hasil Pengujian Skenario Pertama .....	V-9
5.3.2 Analisis Hasil Pengujian Skenario Kedua .....	V-14
5.4 Kesimpulan .....	V-15
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
6.1 Pendahuluan.....	VI-1
6.2 Kesimpulan .....	VI-1
6.3 Saran .....	VI-3
DAFTAR PUSTAKA .....	xviii
LAMPIRAN.....	xx

## DAFTAR TABEL

	Halaman
II-1. Contoh Skema 1-against-all.....	II-19
II-2. Visualisasi <i>k-fold cross validation</i> .....	II-31
II-3. Perbandingan Hasil Akurasi Penelitian yang Relevan .....	II-38
III-1. Rancangan Tabel <i>Confusion Matrix</i> Untuk Setiap Hasil Pengujian ..	III-7
III-2. Rancangan Tabel Hasil Pengujian Ekstraksi Ciri <i>Geometric Moment Invariants</i> untuk Klasifikasi Ekspresi Wajah Pada Citra <i>Multiple Face</i> .....	III-8
III-3. Rancangan Tabel Hasil Ekstraksi Ciri Setiap Data Pengujian .....	III-8
III-4. Tabel Penjadwalan Penelitian dalam Bentuk <i>Work Breakdown Structure</i> (WBS).....	III-13
IV-1. Kebutuhan Fungsional.....	IV-5
IV-2. Kebutuhan Non Fungsional.....	IV-5
IV-3. Piksel citra .....	IV-11
IV-4. Perhitungan citra integral .....	IV-11
IV-5. Hasil Contoh Perhitungan Citra Integral .....	IV-11
IV-6. Contoh Data untuk Klasifikasi .....	IV-31
IV-7. Contoh Data Klasifikasi .....	IV-33
IV-8. Perhitungan Klasifikasi <i>Support Vector Machine</i> .....	IV-34
IV-9. Definisi Aktor.....	IV-36
IV-10. Definisi <i>Use Case</i> .....	IV-37
IV-11. Skenario <i>Use Case</i> Melakukan Proses Pengujian .....	IV-39
IV-12. Skenario <i>Use Case</i> Melakukan Proses Pelatihan .....	IV-40
IV-13. Skenario <i>Use Case</i> Melakukan Deteksi Wajah dengan OpenCV .....	IV-42
IV-14. Skenario <i>Use Case</i> Melakukan Praproses Wajah .....	IV-43
IV-15. Skenario <i>Use Case</i> Ekstraksi Ciri <i>Geometric Moment Invariants</i> dengan Kode Sendiri dan OpenCV .....	IV-45
IV-16. Skenario <i>Use Case</i> Melakukan Klasifikasi Ekspresi Wajah .....	IV-47
IV-17. Implementasi Kelas .....	IV-61
IV-18. Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Proses Pengujian .....	IV-67
IV-19. Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Proses Pelatihan.....	IV-68
IV-20. Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Deteksi Wajah dengan OpenCV .....	IV-68
IV-21. Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Praproses Wajah .....	IV-69
IV-22. Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Ekstraksi Ciri <i>Geometric Moment Invariants</i> dengan Kode Sendiri dan OpenCV.....	IV-69
IV-23. Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Klasifikasi Ekspresi Wajah .....	IV-70
IV-24. Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Proses Pengujian .....	IV-71
IV-25. Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Proses Pelatihan .....	IV-72
IV-26. Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Deteksi Wajah dengan OpenCV ....	IV-74

IV-27.	Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Praproses Wajah.....	IV-76
IV-28.	Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Ekstraksi Ciri <i>Geometric Moment Invariants</i> dengan Kode Sendiri dan OpenCV .....	IV-77
IV-29.	Pengujian <i>Use Case</i> Melakukan Klasifikasi Ekspresi Wajah .....	IV-79
V-1.	Hasil Ekstraksi Ciri Kode Sendiri dan OpenCV Pada Data Uji Pertama.....	V-2
V-2.	Beberapa Hasil Pengujian Skenario Pertama Ke-1 .....	V-3
V-3.	Perbandingan Rata-Rata Akurasi Klasifikasi yang menggunakan Ciri Dari Kode Sendiri dengan Ciri Dari OpenCV .....	V-5
V-4.	Perbandingan Waktu dan Jumlah Data Uji Pada Pengujian Skenario Pertama Pada Percobaan Pertama .....	V-7
V-5.	Hasil Pengujian Skenario Kedua.....	V-8

## DAFTAR GAMBAR

Halaman

II-1.	Koordinat Citra $M \times N$ .....	II-2
II-2.	Contoh Citra Biner .....	II-4
II-3.	Sistem Pengenalan Pola dengan Pendekatan Statistik .....	II-5
II-4.	Alur Proses Metode Viola-Jones .....	II-7
II-5.	Fitur Persegi Panjang, A dan B. Dua Fitur Persegi Panjang, C. Tiga Fitur Persegi Panjang, D. Empat Fitur Persegi Panjang .....	II-8
II-6.	<i>Integral Image</i> (x,y) .....	II-9
II-7.	Struktur <i>Cascade Classifier</i> .....	II-11
II-8.	Bidang Pemisah (a) Alternatif Bidang Pemisah. (b) Bidang Pemisah Terbaik dengan Margin Terbesar .....	II-16
II-9.	Contoh Klasifikasi dengan Skema <i>1-against-all</i> .....	II-20
II-10.	Arsitektur RUP .....	II-34
III-1.	Diagram Tahapan Metode GMI .....	III-4
III-2.	Tahapan Proses Perangkat Lunak .....	III-5
III-3.	Tahapan Pengujian Penelitian .....	III-9
III-4.	Penjadwalan untuk Tahap Menentukan Ruang Lingkup dan Unit Penelitian .....	III-18
III-5.	Penjadwalan untuk Tahap Menentukan Dasar Teori yang Berkaitan dengan Penelitian .....	III-19
III-6.	Penjadwalan untuk Tahap Menentukan Kriteria Pengujian .....	III-19
III-7.	Penjadwalan untuk Tahap Menentukan Alat yang Digunakan untuk Pelaksanaan Penelitian pada Fase Insepsi .....	III-20
III-8.	Penjadwalan untuk Tahap Menentukan Alat yang Digunakan untuk Pelaksanaan Penelitian pada Fase Elaborasi .....	III-21
III-9.	Penjadwalan untuk Tahap Menentukan Alat yang Digunakan untuk Pelaksanaan Penelitian pada Fase Konstruksi.....	III-22
III-10.	Penjadwalan untuk Tahap Menentukan Alat yang Digunakan untuk Pelaksanaan Penelitian pada Fase Transisi .....	III-23
III-11.	Penjadwalan untuk Tahap Melakukan Pengujian Penelitian .....	III-24
III-12.	Penjadwalan untuk Tahap Melakukan Analisa Hasil Pengujian dan Membuat Kesimpulan .....	III-24
IV-1.	Contoh Perubahan Citra Awal Menjadi Citra <i>Gray Scale</i> , (a) Citra Awal, (b). Citra <i>Gray Scale</i> .....	IV-8
IV-2.	Pemilihan Fitur. (a). Fitur Mata, (b). Fitur Hidung, (c). Fitur mulut .	IV-9
IV-3.	Nilai Piksel Pada Sebuah Fitur .....	IV-9
IV-4.	Perhitungan Piksel Daerah yang dihitung .....	IV-12
IV-5.	Algoritma Adaboost - Contoh Sebaran Data.....	IV-13
IV-6.	Algoritma Adaboost – Klasifikasian Lemah Ke-1 .....	IV-14
IV-7.	Grafik Antara Bobot/Alpha dengan <i>Error Rate</i> .....	IV-15
IV-8.	Algoritma Adaboost – Perubahan Bobot Klasifikasi Lemah Ke-1 ....	IV-19
IV-9.	Algoritma Adaboost – (a). Perbarui Bobot Data yang Salah	

Pada Klasifikasian Lemah Ke-1, (b). Klasifikasian Lemah Ke-2,	
(c). Perbarui Bobot Data yang Salah Pada Klasifikasian Lemah Ke-2,	
(d). Klasifikasian Lemah Ke-3 .....	IV-20
IV-10. Algoritma Adaboost – Klasifikasi Kuat .....	IV-22
IV-11. Fitur Haar, (a). Dua Fitur Pada Wajah,	
(b). Dua Fitur Pada Bukan Wajah .....	IV-23
IV-12. <i>Cascade Classifier</i> .....	IV-24
IV-13. Perubahan Citra Awal Menjadi Citra <i>Gray Scale</i> . (a) Citra Awal,	
(b). Citra <i>Gray Scale</i> .....	IV-24
IV-14. Contoh Sebaran Data untuk Klasifikasi .....	IV-31
IV-15. Visualisasi Garis <i>Hyperplane</i> .....	IV-34
IV-16. Diagram <i>Use Case</i> Perangkat Lunak .....	IV-36
IV-17. Diagram Aktivitas <i>Use Case</i> Melakukan Proses Pengujian.....	IV-49
IV-18. Diagram Aktivitas <i>Use Case</i> Melakukan Proses Pelatihan.....	IV-50
IV-19. Diagram Aktivitas <i>Use Case</i> Melakukan Deteksi Wajah dengan OpenCV .....	IV-50
IV-20. Diagram Aktivitas <i>Use Case</i> Melakukan Praproses Wajah .....	IV-51
IV-21. Diagram Aktivitas <i>Use Case</i> Melakukan Ekstraksi Ciri <i>Geometric Moment Invariants</i> dengan Kode Sendiri dan OpenCV...IV-51	
IV-22. Diagram Aktivitas <i>Use Case</i> Melakukan Klasifikasi Ekspresi Wajah .....	IV-52
IV-23. Rancangan Antarmuka Proses Pelatihan .....	IV-53
IV-24. Rancangan Antarmuka Proses Pengujian Skenario Pertama .....	IV-54
IV-25. Rancangan Antarmuka Proses Pengujian Skenario Kedua .....	IV-55
IV-26. Diagram <i>Sequence Use Case</i> Melakukan Proses Pengujian .....	IV-57
IV-27. Diagram <i>Sequence Use Case</i> Melakukan Proses Pelatihan .....	IV-58
IV-28. Diagram Kelas Perangkat Lunak.....	IV-60
IV-29. Implementasi Antarmuka Proses Pelatihan.....	IV-63
IV-30. Implementasi Antarmuka Proses Pengujian Skenario Pertama .....	IV-64
IV-31. Implementasi Antarmuka Proses Pengujian Skenario Kedua .....	IV-65
V-1. Perbandingan Waktu dan Jumlah Data Uji Pada Pengujian Skenario Pertama Pada Percobaan Pertama .....	V-8
V-2. Distribusi Titik Data Latih dari Ciri Kode Sendiri Pada Grafik 2D... V-11	
V-3. Distribusi Titik Data Latih dari Ciri OpenCV Pada Grafik 2D..... V-11	
V-4. Perbandingan metode klasifikasi dengan hasil akurasi .....	V-14

## DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

LAMPIRAN I	:Hasil Ekstraksi Ciri GMI dengan Kode Sendiri Pada Pengujian Skenario Pertama Pada Percobaan Pertama ...	L-1
LAMPIRAN II	:Hasil Ekstraksi Ciri GMI dengan OpenCV Pada Pengujian Skenario Pertama Pada Percobaan Pertama ...	L-32
LAMPIRAN III	:Hasil Pengujian Skenario Pertama, 5 Kali Percobaan dengan Nilai <i>Random State</i> None Pada Klasifikasi <i>Multi Class SVM</i> .....	L-64
LAMPIRAN IV	:Hasil Pengujian Skenario Pertama dengan Nilai <i>Random State</i> 1000 Pada Klasifikasi <i>Multi Class SVM</i> .	L-123
LAMPIRAN V	:Hasil Pengujian Skenario Pertama, Jumlah Data Latih dan Ekspresi Berbeda .....	L-134
LAMPIRAN VI	:Arti Ciri Pada Metode <i>Geometric Moment Invariants</i> (GMI).....	L-139
LAMPIRAN VII	:Hasil Pengujian Tambahan Jika Data Latih Hanya Ekspresi Pada Pria Atau Wanita.....	L-141
LAMPIRAN VIII	:Kode Program .....	L-147



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Pendahuluan**

Pada bab ini akan dibahas latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta batasan masalah yang menjadi gambaran umum mengenai penelitian yang akan dilakukan.

Pendahuluan dimulai dengan penjelasan mengenai masalah dalam klasifikasi atau pengenalan ekspresi wajah manusia. Penelitian yang berkaitan dengan klasifikasi ekspresi wajah dan ekstraksi ciri yang digunakan disertakan dalam latar belakang dari penelitian ini.

### **1.2 Latar Belakang Masalah**

Secara umum, ekspresi wajah manusia terdiri dari tujuh ekspresi yaitu ekspresi bahagia, sedih, kaget, takut, jijik, marah dan natural (Tsai *and* Chang 2017). Ekspresi wajah manusia adalah salah satu bentuk emosi manusia ketika menghadapi suatu kejadian di sekitarnya. Penelitian tentang pengenalan ekspresi wajah manusia semakin berkembang. Salah satu tahapan penting dalam pengenalan ekspresi wajah merupakan ekstraksi ciri (Tsai *and* Chang 2017). Ciri dalam citra dapat terdiri dari sudut, gumpalan, tepi, garis, dan lain-lain. Ekstraksi ciri

membantu menurunkan serangkaian vektor ciri yang juga dikenal sebagai deskriptor dari ciri yang terdeteksi (Basu et al., 2015).

Metode ekstraksi ciri yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Geometric Moment Invariants* (GMI). Metode GMI pertama kali diimplementasikan oleh Hu dan Alt pada pengenalan pola dan pengolahan citra (Flusser, Zitova, and Suk 2009). Metode GMI memiliki keunggulan berupa nilai invarian, yang tidak terpengaruh terhadap citra yang mengalami perubahan rotasi, skala, dan translasi (Sit and Kihara 2014). Metode GMI juga dibangun dari fungsi dasar non-ortogonal yang membuat komputasinya lebih mudah dibandingkan momen ortogonal, seperti *Zernike Moment Invariants* dan *Legendre Moment Invariants* (Hameed, 2016).

Penelitian yang dilakukan oleh Samad, Haq, and Khan (2015) dengan judul *Orientation Invariant Object Recognitions Using Geometric Moments Invariants and Color Histograms*. Pada penelitiannya, metode GMI digunakan untuk menyelesaikan masalah pengenalan objek yang mengalami perubahan skala, rotasi, dan translasi. Hasil penelitiannya mendapatkan rata-rata akurasi sebesar 96% untuk 6 objek yang berbeda. Penelitian yang menggunakan metode GMI juga dilakukan oleh (Zhang et al., 2017). Pada penelitiannya, metode GMI digunakan untuk ekstraksi ciri citra otak dalam proses deteksi pasien pecandu alkohol. Hasil penelitiannya didapatkan akurasi mencapai 91%.

Penelitian menggunakan metode GMI sebagai ekstraksi ciri juga dilakukan oleh (Lukic, Tuba, and Tuba 2017). Pada penelitiannya tentang pengenalan objek daun, kumpulan ciri daun didapatkan dari gabungan antara

metode GMI dengan *Local Binary Patterns*. Dari 32 data jenis daun yang diklasifikasi dengan metode *Support Vector Machine* didapatkan hasil akurasi mencapai 94,15%. Adapun penelitian yang menggunakan ekstraksi GMI dalam pengenalan ekspresi wajah manusia pada citra *single-face* dilakukan oleh (Basu et al., 2015). Hasil akurasi yang didapatkan dalam penelitiannya sebesar 87,5%. Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode GMI mendapatkan akurasi yang tinggi dalam pengenalan objek maupun pada pengenalan ekspresi wajah. Oleh karena itu, penelitian ini akan fokus kepada ekstraksi ciri GMI dalam klasifikasi ekspresi wajah. Namun penelitian tentang pengenalan ekspresi wajah, baik menggunakan ekstraksi ciri GMI maupun tidak, penelitian tersebut menggunakan citra *single-face*.

Penelitian menggunakan citra *single-face* sebagai data dalam pengenalan ekspresi wajah dilakukan oleh Basu et al. (2015), Geethu and Kamatchi (2016) dan (Tsai and Chang 2017). Hal tersebut memunculkan pertanyaan, bagaimana jika sistem pengenalan ekspresi wajah manusia menggunakan citra *multiple face*. Citra *multiple face* merupakan citra yang memiliki banyak wajah manusia di dalamnya.

Penelitian menggunakan citra *multiple face* dilakukan oleh (Santoso, Harjoko, and Putra 2015). Penelitian tersebut mengenai optimalisasi deteksi wajah citra *multiple face*, dalam pengenalan wajah pada sistem absensi. Sistem tersebut dibuat karena sistem absensi manual dapat terjadi kecurangan dan menghabiskan banyak waktu. Deteksi wajah pada citra *multiple face* yang menggunakan metode Viola-Jones mencapai akurasi sebesar 95%. Pada tahun 2017, Santoso, Harjoko, dan Putra mengembangkan kembali penelitian tentang sistem absensi dengan

penambahan *kd-tree index* untuk proses klasifikasi pengenalan wajah. Pada penelitian tersebut akurasi yang didapatkan meningkat sebesar 0,56%.

Berdasarkan uraian, penelitian ini akan diterapkan ekstraksi ciri *Geometric Moment Invariants* untuk klasifikasi ekspresi wajah pada citra *multiple face*.

### 1.3 Rumusan Masalah

Penelitian pengenalan ekspresi wajah banyak menggunakan citra *single-face* sebagai data proses pelatihan dan pengujian, seperti penelitian yang dilakukan oleh Basu et al. (2015), Geethu and Kamatchi (2016) dan (Tsai and Chang 2017). Hal tersebut memunculkan pertanyaan, bagaimana hasil ekstraksi ciri ekspresi wajah jika citra yang digunakan memiliki banyak wajah atau *multiple face*. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan diterapkan ekstraksi ciri *Geometric Moment Invariants* dalam klasifikasi ekspresi wajah pada citra *multiple face*.

Untuk menyelesaikan masalah di atas, pada penelitian ini terdapat pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana tahapan proses perangkat lunak untuk ekstraksi ciri *Geometric Moment Invariants* dalam klasifikasi ekspresi wajah pada citra *multiple face*?
2. Bagaimana hasil ciri dari ekstraksi ciri *Geometric Moment Invariants* dalam klasifikasi ekspresi wajah pada citra *multiple face*?

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui tahapan proses perangkat lunak untuk ekstraksi ciri *Geometric Moment Invariants* dalam klasifikasi ekspresi wajah pada citra *multiple face*.
2. Untuk mengetahui hasil ciri dari ekstraksi ciri *Geometric Moment Invariants* dalam klasifikasi ekspresi wajah pada citra *multiple face*.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil penelitian dapat digunakan untuk mendukung bidang biometrik dan bidang psikologi.
2. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai landasan berpikir dalam penelitian mendatang.

#### **1.6 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

1. Citra yang digunakan adalah citra yang diambil secara *offline*.
2. Citra wajah yang dianalisis adalah citra wajah frontal (Viola *and* Jones 2004).

3. Ekspresi yang diklasifikasi adalah ekspresi marah, jijik, takut, bahagia, sedih, kaget, dan natural (Lucey et al., 2010).
4. Pendeteksian wajah menggunakan metode Viola-Jones dengan *OpenCV*.
5. Klasifikasi ekspresi wajah menggunakan *library* dengan metode *Multi-Class Support Vector Machine*.

### 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### **BAB I. PENDAHULUAN**

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II. KAJIAN LITERATUR**

Pada bab ini akan dibahas dasar-dasar teori yang digunakan dalam penelitian, seperti tentang pengolahan citra, tahapan-tahapan dalam klasifikasi ekspresi wajah, ekstraksi ciri *Geometric Moment Invariants*, *cross validation*, *confusion matrix*, dan *rational unified process*. Pada akhir bab akan disertakan penelitian-penelitian lain yang relevan dengan penelitian ini.

### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini dijelaskan mengenai tahapan yang akan dilaksanakan pada penelitian. Setiap rencana tahapan penelitian dideskripsikan dengan detail dengan mengacu pada suatu kerangka kerja. Pada akhir bab, berisi perancangan manajemen proyek pada pelaksanaan penelitian.

### **BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai perancangan dan implementasi perangkat lunak berdasarkan *Rational Unified Process* yang terdiri dari beberapa tahap yaitu tahap insepisi, tahap elaborasi, tahap konstruksi, dan tahap transisi.

### **BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN**

Pada bab ini akan dibahas tentang hasil ekstraksi ciri *Geometric Moment Invariants* untuk klasifikasi ekspresi wajah pada citra *multiple face*.

### **BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini akan dibahas tentang kesimpulan dan saran hasil penelitian tentang ekstraksi ciri *Geometric Moment Invariants* untuk klasifikasi ekspresi wajah pada citra *multiple face*.

## **1.8 Kesimpulan**

Berdasarkan uraian, pada penelitian ini akan dilakukan ekstraksi ciri *Geometric Moment Invariants* untuk klasifikasi ekspresi wajah pada citra *multiple face* dengan batasan masalah yang telah ditentukan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Basu, A., Routray, A., Bengal, W., Shit, S., Bengal, W., Deb, A. K., & Bengal, W. (2015). Human Emotion Recognition from Facial Thermal Image based on Fused Statistical Feature and Multi-Class SVM, 3–7.
- Bruce, B. R., Aitken, J. M., & Petke, J. (2016). Deep parameter optimisation for face detection using the viola-jones algorithm in OpenCV. In *International Symposium on Search Based Software Engineering* (pp. 238–243).
- Cholissodin. (2015). Support Vector Machine (SVM). Diperoleh 22 Agustus 2018, dari [http://imamcs.lecture.ub.ac.id/files/2015/02/Support-Vector-Machines\\_EJ\\_v5.06.pptx](http://imamcs.lecture.ub.ac.id/files/2015/02/Support-Vector-Machines_EJ_v5.06.pptx).
- Duda, R. O., Hart, P. E., Stork, D. G., & others. (2001). Pattern classification. *International Journal of Computational Intelligence and Applications*, 1, 335–339.
- Flusser, J., Suk, T., & Zitová, B. (2016). *2D and 3D Image Analysis by Moments*. John Wiley & Sons.
- Flusser, J., Zitova, B., & Suk, T. (2009). *Moments and moment invariants in pattern recognition*. John Wiley & Sons.
- Geethu, G. S., & Kamatchi, T. (2016). Recognition of Facial Expressions in Image Sequence using Multi-Class SVM.
- Gonzalez, R., & Woods, R. (2002). *Digital image processing*. Prentice Hall.
- Hameed, V. A. (2016). Determination of the Appropriate Geometric Moment Invariant Functions for Object Recognition. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(21).
- Hu, M.-K. (1962). Visual pattern recognition by moment invariants. *IRE Transactions on Information Theory*, 8(2), 179–187.
- Lien, J. J., Kanade, T., Cohn, J. F., & Li, C.-C. (1998). Automated facial expression recognition based on FACS action units. In *fg* (p. 390).
- Lucey, P., Cohn, J. F., Kanade, T., Saragih, J., Ambadar, Z., & Matthews, I. (2010). The extended cohn-kande dataset (CK+): A complete facial expression dataset for action unit and emotionspecified expression. *Cvprw*, (July), 94–101.
- Lukic, M., Tuba, E., & Tuba, M. (2017). Leaf recognition algorithm using support vector machine with Hu moments and local binary patterns. In *Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMi), 2017 IEEE 15th International Symposium on* (pp. 485–490).
- Munir, R. (2002). Pengolahan Citra Digital. *Informatika, Bandung*, 229–236.
- Nasrudin, M. W., Yaakob, S. N., Othman, R. R., Ismail, I., Jais, M. I., & Nasir, A. S. A. (2014). Analysis of Geometric, Zernike and United Moment Invariants Techniques Based on Intra-class Evaluation. In *Intelligent Systems, Modelling and Simulation (ISMS), 2014 5th International Conference on* (pp. 7–11).
- Nugroho, A. S., Witarto, A. B., & Handoko, D. (2009). Support Vector Machine. *Encyclopedia of Biometrics*, 1303–1308.
- Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., ... others. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of Machine*

- Learning Research*, 12(Oct), 2825–2830.
- Putra, D. (2010). *Pengolahan citra digital*. Penerbit Andi.
- Rodriguez-Galiano, V. F., Ghimire, B., Rogan, J., Chica-Olmo, M., & Rigol-Sanchez, J. P. (2012). An assessment of the effectiveness of a random forest classifier for land-cover classification. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 67, 93–104.
- Samad, S., Haq, A., & Khan, S. A. (2015). Orientation Invariant Object Recognitions Using Geometric Moments Invariants and Color Histograms, 7(2), 101–108.
- Sammut, C., & Webb, G. I. (2017). *Encyclopedia of machine learning and data mining*. Springer Publishing Company, Incorporated.
- Santoso, H., & Harjoko, A. (2013). Haar Cascade Classifier dan Algoritma Adaboost untuk Deteksi Banyak Wajah dalam Ruang Kelas. *Teknologi*, 6.
- Santoso, H., Harjoko, A., & Putra, A. E. (2015). Optimization Of Real-Time Multiple-Face Detection In The Classroom Using Adaboost Algorithm.
- Santoso, H., Harjoko, A., & Putra, A. E. (2017). Efficient K-Nearest Neighbor Searches for Multiple-Face Recognition in the Classroom based on Three Levels DWT-PCA, 8(11), 112–122.
- Scikit-learn. (2017). Support Vector Machine. Diperoleh 22 Agustus 2018, dari <http://scikit-learn.org/stable/modules/svm.html>.
- Sembiring, K. (2007). Penerapan Teknik Support Vector Machine untuk Pendeteksian Intrusi pada Jaringan, 1–28.
- Sit, A., & Kihara, D. (2014). Comparison of Image Patches Using Local Moment Invariants, 23(5), 2369–2379.
- SuperDataScience. (2017). Face Detection Using OpenCV and Python: A Beginner's Guide. Diperoleh 20 Agustus 2018, dari <https://www.superdatascience.com/opencv-face-detection/>
- Triatmoko, A. H., Pramono, S. H., & Dachlan, H. S. (2014). Penggunaan Metode Viola-Jones dan Algoritma Eigen Eyes dalam Sistem Kehadiran Pegawai. *Jurnal EECCIS*, 8(1), 41–46.
- Tsai, H., & Chang, Y. (2017). Facial expression recognition using a combination of multiple facial features and support vector machine. *Soft Computing*.
- Umam, A. (2017). *Detail Cara Kerja Viola Jones untuk Dekteksi Wajah (Deteksi Objek) - Bahasa Indonesia*. Retrieved from <https://youtu.be/QysxCunfiIU>
- Viola, P., & Jones, M. (2004). Robust real-time face detection. *International Journal of Computer Vision*, 57(2), 137–154.
- Zhang, Y., Zhang, Y., Lv, Y., Hou, X., Liu, F., Jia, W., ... Wang, S. (2017). Alcoholism detection by medical robots based on Hu moment invariants and predator–prey adaptive-inertia chaotic particle swarm optimization. *Computers and Electrical Engineering*, 0, 1–13.