

SKRIPSI

KLASIFIKASI WAJAH



AXEL RAHARJA

NPM: 2013730013

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2017**

UNDERGRADUATE THESIS

FACE CLASSIFICATION



AXEL RAHARJA

NPM: 2013730013

**DEPARTMENT OF INFORMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND
SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

KLASIFIKASI WAJAH

AXEL RAHARJA

NPM: 2013730013

Bandung, 22 Mei 2017

Menyetujui,

Pembimbing



Dott. Thomas Anung Basuki

Ketua Tim Penguji

Husnul Hakim, M.T.

Anggota Tim Penguji

Joanna Helga, M.Sc.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng



PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

KLASIFIKASI WAJAH

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 22 Mei 2017



Axel Raharja
NPM: 2013730013

ABSTRAK

Mengenali wajah seseorang merupakan hal yang sulit karena karakteristik wajah setiap orang yang berbeda-beda. Selain itu pemahaman mengenai karakteristik wajah yang dimiliki setiap orang pun berbeda-beda. Karakteristik wajah yang menarik bagi seseorang, belum tentu akan menarik juga bagi orang lain begitu juga sebaliknya. Oleh karena itu seringkali sulit untuk mencari atau mengenali orang yang dicari dengan hanya bermodalkan deskripsi wajah. Maka dari itu, diperlukanlah sebuah alat yang dapat membantu mengenali wajah manusia yaitu perangkat lunak pengklasifikasi wajah manusia. Perangkat lunak ini dapat mengenali wajah manusia melalui fitur-fitur wajah seperti warna kulit, bentuk wajah, alis, kumis, janggut, mata, dan bibir. Fitur-fitur wajah tersebut nantinya dapat digunakan sebagai aturan untuk menentukan klasifikasi wajah. Setiap aturan akan dibuat dengan menggunakan *machine learning* WEKA dan metode alami yang mana akan melibatkan pikiran manusia dalam pengklasifikasian wajah ini. Metode alami ini dilakukan dengan memberikan label pada setiap citra wajah oleh seseorang atau lebih, di mana nanti label tersebut berguna untuk keperluan *machine learning*. Pemberian label ini dilakukan pada *file* data latih yang berformat *.arff*. Data latih inilah yang nantinya akan diolah menjadi sebuah pohon keputusan, dan dari pohon tersebut akan bisa didapatkan aturan klasifikasi. Selain mengklasifikasi suatu citra wajah, perangkat lunak juga akan memiliki kemampuan untuk melakukan pencarian wajah melalui deskripsi fitur ataupun klasifikasi wajah. Hasil pengujian perangkat lunak ini cukup baik karena sudah berhasil mengklasifikasi wajah dan mengenali beberapa fitur dengan baik. Namun masih ada beberapa fitur yang masih belum dapat dikenali dengan baik. Untuk klasifikasi wajah, hasilnya sangat bergantung pada jumlah data latih yang digunakan. Semakin banyak data latih yang digunakan, maka hasil klasifikasinya pun akan semakin baik.

Kata-kata kunci: klasifikasi, fitur wajah, pengenalan wajah, citra, *machine learning*, WEKA, data latih, pohon keputusan

ABSTRACT

Recognizing someone's face is difficult because of the face characteristics and the knowledge difference about face characteristics. If someone think that one face is attractive, maybe someone else won't think as they do. Therefore, people need a tool that can help them to recognizing human's face, and that's the "Face Classification Software". This software would recognize human's face through facial features like skin color, face shape, eyebrow, eye, lip, moustache, and beard. That facial features could be used as rules for determining face classification. Every rules will be created using WEKA (machine learning tools) and natural method which is involve human's thought. This natural method is done by labeling each data which is photo of faces, then the data and labels will be used for machine learning needs. Labeling is done on **.arff** formatted data training and then this data training will be processed to get the decision tree. We could get the rules throughout this decision tree. Besides for face classification, the software could be used to doing some search through facial features or classification of faces. The software's testing results is good enough because the software has successfully classify human's faces and recognizing some features with good enough precision. But eventually, some facial features still couldn't be well recognized. The face classification's results are really depend on the amount of data trainings. The more data trainings are created, the more accurate results on classifying faces.

Keywords: classification, facial features, face recognition, image, machine learning, WEKA, data training, decision tree

*Untuk orang tua yang telah membiayai pendidikan saya sampai
sejauh ini*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Klasifikasi Wajah" dengan baik. Skripsi ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi salah satu prasyarat kelulusan di Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan. Dalam pengerjaannya, penulis dibantu oleh beberapa pihak, oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

- Allah Bapa, Bunda Maria, dan PutraNya Yang Tunggal Yesus Kristus karena telah memberkati penulis dalam mengerjakan skripsi ini sehingga penulis bisa mendapatkan hasil yang baik dan dinyatakan lulus.
- Keluarga penulis yang telah memberikan dukungan baik secara mental maupun materiil.
- Bapak Thomas Anung Basuki selaku pembimbing yang selalu sabar memberikan kritik dan saran di setiap sesi bimbingan. Terima kasih karena telah memberikan kepercayaan kepada penulis untuk maju sidang akhir.
- Vincensiana Alexandra Aline Sumual yang selalu mendukung, menemani, membantu, dan mengingatkan penulis untuk selalu rajin dalam mengerjakan skripsi ini. Terima kasih karena sudah selalu ada di setiap kondisi, baik saat senang maupun susah. Terima kasih juga atas semangat dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis sehingga skripsi dapat diselesaikan tepat waktu.
- Bapak Husnul Hakim dan Ibu Joanna Helga selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran kepada penulis.
- Teman-teman digital dari Perpustakaan Unpar,
 - Rysca Wahyu selaku atasan, teman, dan kakak yang sudah memberikan bantuan saat melakukan pengujian dan juga saran-saran yang berguna bagi penulis dalam mengerjakan skripsi ini. Terima kasih juga telah memberikan penulis kesempatan magang di perpustakaan karena hal tersebut merupakan pengalaman berharga di mana penulis mendapatkan banyak ilmu dan pengalaman yang tidak didapatkan di kuliah manapun.
 - Putri Sowo selaku senior yang memberikan banyak saran kepada penulis dalam mengerjakan skripsi ini. Tidak lupa juga terima kasih atas informasi-informasi berguna yang diberikan terkait dengan skripsi dan sidang akhir yang tidak diketahui penulis.
 - Vania Sanjaya selaku senior dan teman satu dosen pembimbing yang telah memberikan banyak saran yang dapat diterapkan penulis dalam mengerjakan skripsi ini.
 - Bobbi Prathama selaku senior dan rekan kerja yang telah memberikan banyak masukan dan saran kepada penulis selama masa magang di perpustakaan.
 - Hasudungan Dimas Nathanael selaku teman seangkatan dan seperjuangan yang telah sama-sama melewati masa-masa sulit mengerjakan skripsi. Terima kasih atas saran-saran dan dukungannya selama ini.

- Jeanette Chelsea selaku senior dari penulis yang juga memberikan saran dan informasi terkait skripsi dan sidang akhir yang berguna bagi penulis.
- Teman-teman angkatan 2013 yang telah memberikan banyak dukungan dan semangat sehingga penulis dapat termotivasi dalam mengerjakan skripsi.

Semoga semua pihak yang telah membantu diberikan berkat oleh Tuhan dan dapat berhasil serta sukses dengan segala kegiatannya. Semoga skripsi ini juga dapat bermanfaat bagi orang yang membacanya. Penulis juga memohon maaf apabila ada kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini.

Bandung, Mei 2017

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Sistematika Pembahasan	3
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Fitur Wajah	5
2.2 Pengolahan Citra	6
2.2.1 Langkah-Langkah Dasar Pengolahan Citra	6
2.2.2 <i>Pixel</i> pada Citra	7
2.2.3 <i>File</i> Citra	7
2.2.4 Histogram	9
2.2.5 Deteksi dan Pengenalan Wajah pada Citra	9
2.3 Machine Learning	15
2.3.1 WEKA	15
2.3.2 Algoritma C4.5	17
2.4 Precision dan Recall	17
3 ANALISIS	19
3.1 Analisis Masalah	19
3.2 Use Case Diagram	19
3.3 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak	22
3.3.1 Kebutuhan Input Perangkat Lunak	22
3.3.2 Kebutuhan output Perangkat Lunak	22
3.4 Analisis Perangkat Lunak	22
3.4.1 Algoritma Ekstraksi dan Pengenalan Fitur Wajah	23
3.4.2 Diagram Kelas	25
4 PERANCANGAN	29
4.1 Perancangan Algoritma	29
4.1.1 Algoritma pengenalan warna kulit	29
4.1.2 Algoritma pengenalan bentuk wajah	30

4.1.3	Algoritma pengenalan alis	30
4.1.4	Algoritma mata	31
4.1.5	Algoritma pengenalan kumis dan janggut	32
4.1.6	Algoritma pengenalan bibir	33
4.2	Perancangan kebutuhan <i>Machine Learning</i> WEKA	33
4.3	Perancangan basisdata	35
4.4	Perancangan antarmuka	35
4.5	Diagram kelas rinci	36
5	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	41
5.1	Lingkungan Implementasi	41
5.1.1	Lingkungan Implementasi Perangkat Lunak	41
5.1.2	Lingkungan Implementasi Perangkat Keras	41
5.2	Pengujian	42
5.2.1	Pengujian fitur wajah	42
5.2.2	Pengujian Fungsional dan Eksperimental Tombol	44
5.2.3	Pengujian Klasifikasi Wajah	48
5.2.4	Pengujian Masukan yang Tidak Memenuhi Ketentuan	48
5.2.5	Pengujian Wajah Orang yang Sama Namun Dengan Foto yang Berbeda	53
5.2.6	Pengujian Sistem Pencarian	53
6	KESIMPULAN DAN SARAN	57
6.1	Kesimpulan	57
6.2	Saran	58
	DAFTAR REFERENSI	59
	A KODE PROGRAM	61
	B HASIL PENGUJIAN	85
	C FOTO WAJAH	89

DAFTAR GAMBAR

2.1	Fundamental Steps in digital image processing	6
2.2	Contoh histogram warna yang dihasilkan pada sebuah citra	10
2.3	Face Detection divided into approaches	12
2.4	Tampilan utama WEKA	15
2.5	Machine Learning pada WEKA	16
3.1	Diagram Use Case Face Classification	20
3.2	Nilai histogram yang menunjukkan warna kulit	23
3.3	Class Diagram perangkat lunak Face Classification	27
4.1	Rancangan GUI perangkat lunak <i>Face Classification</i>	35
4.2	Tampilan GUI saat <i>user</i> akan memilih file citra	36
4.3	Kelas Picture.java	37
4.4	Kelas FaceClassification.java	38
4.5	Kelas diagram rinci perangkat lunak	39
5.1	Citra yang tidak sesuai (warna kulit)	42
5.2	Citra yang tidak sesuai (bentuk wajah)	42
5.3	Citra yang tidak sesuai (alis)	43
5.4	Citra yang tidak sesuai (kumis&janggut)	43
5.5	Citra yang tidak sesuai (mata)	44
5.6	Citra yang tidak sesuai (bibir)	44
5.7	Hasil pengujian eksperimental tombol search	45
5.8	Pengujian eksperimental tombol search jika data yang dicari tidak ada dalam basisdata	45
5.9	Pengujian tombol browse jika formatnya .gif	46
5.10	Hasil pengujian eksperimental tombol browse	46
5.11	Pengujian tombol INSERT TO DB jika data sebelumnya belum ada	46
5.12	Hasil pengujian eksperimental tombol INSERT TO DB	47
5.13	Hasil pengujian tombol browse jika pengguna belum memilih aturan terlebih dahulu	47
5.14	Hasil pengujian tombol browse pada halaman print tree	48
5.15	Hasil pengujian tombol browse dan save	48
5.16	Citra wajah yang tidak sesuai pada uji klasifikasi	49
5.17	Pengujian dengan citra yang bukan wajah	49
5.18	Pengujian dengan citra wajah yang wajahnya lebih dari satu	50
5.19	Pengujian dengan citra wajah yang latar belakangnya luas	50
5.20	Pengujian dengan citra wajah yang memiliki atribut lain pada wajah (kacamata normal)	51
5.21	Pengujian dengan citra wajah yang menggunakan kacamata hitam	51
5.22	Pengujian dengan citra wajah simpanse	52
5.23	Pengujian dengan citra bertipe grayscale	52
5.24	Pengujian dengan citra wajah yang ekspresinya tidak datar	53
5.25	Pengujian dengan wajah orang yang sama namun fotonya berbeda	54

C.1	Lampiran citra wajah yang digunakan dalam pengujian perangkat lunak	89
C.2	Lampiran citra wajah yang digunakan sebagai data latih	89

DAFTAR TABEL

2.1	Nilai-nilai pixel dan penggunaannya	8
2.2	Average Lengths of Facial Features in De Silva's Algo	14
4.1	Contoh rancangan basisdata	35
B.1	hasil pengujian fitur untuk penguji pertama	85
B.2	hasil pengujian klasifikasi untuk penguji pertama	85
B.3	hasil pengujian fitur untuk penguji kedua	86
B.4	hasil pengujian klasifikasi untuk penguji kedua	86
B.5	hasil pengujian fitur untuk penguji ketiga	86
B.6	hasil pengujian klasifikasi untuk penguji ketiga	87
B.7	hasil pengujian fitur untuk penguji keempat	87
B.8	hasil pengujian klasifikasi untuk penguji keempat	87
B.9	hasil pengujian fitur untuk penguji kelima	88
B.10	hasil pengujian klasifikasi untuk penguji kelima	88

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di muka bumi ini, setiap manusia diciptakan dengan wajah yang unik. Tidak akan terdapat manusia yang berwajah sama, kecuali manusia tersebut merupakan sepasang kembar. Tetapi sepasang kembar pun tentunya akan memiliki perbedaan, walau sedikit. Dengan keunikan inilah maka manusia bisa dikenal dengan mudah melalui karakteristik wajahnya. Umumnya kita akan mengenal seseorang melalui wajahnya terlebih dahulu, barulah mengingat namanya karena wajah lebih mudah diingat daripada nama. Saat kita menemui orang lain yang memiliki karakteristik wajah yang mirip dengan kenalan atau teman kita, maka otomatis akan langsung terbayang wajah dari kenalan atau teman kita tersebut.

Dari penjelasan tadi, jelas diketahui bahwa wajah merupakan suatu identitas yang paling penting bagi manusia. Selain untuk membuat orang lebih mudah mengenal dan mengingat sesamanya, wajah juga dapat digunakan sebagai indikator bagi pencarian orang hilang ataupun pencarian pelaku kriminal. Bisa dibayangkan jika semua orang berwajah sama, maka hal-hal tadi akan sangat sulit dilakukan.

Terlepas dari wajah sebagai identitas manusia, wajah juga memiliki karakteristik berupa fitur wajah yang dapat dideskripsikan. Dengan bermodalkan deskripsi tersebut, seseorang dapat membayangkan fitur wajah orang lain walaupun tidak pernah melihat atau bertemu langsung dengan wujud orang yang dideskripsikan tersebut. Fitur wajah di sini bisa bermacam-macam misalnya bentuk muka bulat atau persegi, mata yang lebar atau sipit, alis yang tebal atau tipis. Selain fitur wajah, deskripsi wajah seseorang juga dapat dilakukan melalui kata-kata sifat seperti cantik, menarik, cerdas, dan ramah.

Seiring berkembangnya jaman, teknologi semakin canggih dan dapat membantu banyak aktivitas manusia. Bahkan teknologi sekarang ini sudah ada yang dapat mengenali wajah manusia. Contohnya teknologi seperti *Facebook*, sebuah media sosial yang banyak digunakan oleh manusia untuk beberapa keperluan seperti akademik, bisnis, atau hanya untuk sekedar mengikuti perkembangan jaman. Di *Facebook*, ada suatu fitur yang dapat mengenali wajah manusia melalui sebuah file citra/gambar yang disebut *Face Recognition*. *Face Recognition* dalam *Facebook* dapat mengenali wajah serta profil pengguna yang memiliki wajah serupa. Namun, teknologi ini baru dapat mengenali dan mengklasifikasi wajah berdasarkan nama, belum dapat mengklasifikasikan berdasarkan sifat-sifat dari wajah tersebut.

Pada skripsi ini akan dibuat sebuah perangkat lunak yang dapat mengeluarkan *output* berupa gambar-gambar wajah manusia yang sesuai dengan deskripsi fitur wajah yang diinput oleh pengguna di awal. Dengan menggunakan perangkat lunak tersebut, pengguna dapat mengenali deskripsi wajah manusia yang berbeda-beda berdasarkan fitur-fitur wajah. Namun perangkat lunak dibatasi hanya dapat menerima gambar-gambar yang mengandung satu buah wajah manusia yang menghadap ke depan saja dikarenakan pose wajah akan memengaruhi proses pengenalan. Semakin bermacam-macam posenya, maka proses pengenalan pun akan menjadi semakin kompleks. Format gambar wajah yang dapat diterima program pun dibatasi hanya berupa .gif, bukan .jpeg, ataupun yang lainnya. Hal ini dikarenakan gambar berformat .gif memiliki kemampuan kompresi yang *loss-*

less dibandingkan *.jpeg* yang *lossy*. Metode kompresi yang *lossy* menyebabkan adanya komponen yang hilang dari gambar saat sedang diproses, maka dari itu untuk mengenali setiap pixel pada gambar lebih baik menggunakan metode kompresi yang *lossless*.

Selain pose wajah yang harus menghadap ke depan dan format citra yang harus dalam bentuk *.gif*, wajah yang diproses pun tidak boleh mengandung atribut-atribut lain seperti kacamata, masker, cat wajah, atau atribut lainnya yang dapat mengganggu proses pengenalan. Misalnya saja seperti kacamata dapat mengganggu proses pengenalan karena adanya refleksi pada kacanya atau penggunaan masker yang membuat wajah tertutup sebagian. Citra wajah yang akan diproses juga harus berwarna, tidak boleh dalam warna monokrom seperti hitam putih karena pada proses yang membutuhkan pengenalan warna akan menjadi sulit dikenali.

Selain itu, perangkat lunak tersebut juga dapat memudahkan pengguna untuk mencari orang hilang yang seringkali digambarkan dengan deskripsi wajah, mengenali pelaku kriminalitas, dan juga mengenali calon pegawai/mahasiswa. Pengguna nantinya akan menginput sebuah deskripsi wajah yang diinginkan, lalu program akan melakukan proses pencarian pada *database* dan pada akhirnya ditampilkan gambar-gambar wajah yang sesuai. Selain kedua fungsi yang telah dijelaskan sebelumnya, perangkat lunak juga dapat melakukan proses pembelajaran untuk mengetahui klasifikasi tertentu dari sebuah wajah. Klasifikasi tersebut ditentukan dengan data latih yang berisikan deskripsi fitur-fitur wajah dan nantinya program akan menjalankan sebuah algoritma pembelajaran untuk membuat pohon keputusan dari data latih tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut, rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Apa saja fitur wajah manusia?
2. Bagaimana mendefinisikan fitur wajah manusia?
3. Bagaimana mengimplementasikan fitur-fitur wajah menjadi perangkat lunak klasifikasi?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui apa saja fitur-fitur wajah manusia.
2. Mengetahui cara mendefinisikan fitur-fitur wajah manusia.
3. Dapat menerjemahkan fitur wajah menjadi perangkat lunak klasifikasi wajah manusia.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini antara lain :

1. Program dibatasi hanya bisa mengenali citra wajah manusia normal yang menghadap ke depan saja, tidak termasuk dengan anggota tubuh lainnya dan hanya terdapat 1 wajah manusia di dalam citra.
2. Latar belakang citra tidak dapat terlalu luas, agar terfokus pada wajah saja.
3. Citra wajah manusia yang dikenali memiliki intensitas cahaya dan kualitas gambar yang cukup jelas.

4. Deskripsi fitur wajah dapat diinput oleh user, lalu program akan mengeluarkan output berupa citra-citra wajah manusia yang sesuai.
5. Citra wajah manusia harus yang memiliki ekspresi datar dan tidak memakai atribut lain seperti kacamata, masker, cat wajah, dan sebagainya.
6. Citra wajah harus berwarna, tidak dalam *grayscale* atau hitam putih (biner).
7. Citra masukan harus dalam format *.gif* agar tidak *lossy*.

1.5 Metodologi Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Studi literatur fitur wajah
Pada tahap ini dilakukan studi literatur untuk mengenal apa saja fitur wajah pada manusia.
2. Studi literatur pengolahan citra
Pada tahap ini dilakukan studi literatur mengenai pengolahan file citra/gambar.
3. Analisis Fitur wajah
Pada tahap ini dilakukan analisis fitur wajah untuk menentukan fitur mana saja yang akan dikenali dalam perangkat lunak.
4. Studi literatur algoritma
Pada tahap ini dilakukan studi literatur mengenai algoritma-algoritma untuk melakukan pengenalan wajah dan klasifikasi.
5. Analisis algoritma
Pada tahap ini dilakukan analisis pada kumpulan algoritma yang sudah diteliti dan merancang algoritma yang paling baik untuk digunakan dalam membangun perangkat lunak, baik itu algoritma untuk mengenali fitur wajah ataupun algoritma klasifikasi.
6. Perancangan perangkat lunak
Pada tahap ini dilakukan analisis dan perancangan perangkat lunak dengan menggunakan algoritma yang sudah ditentukan agar perangkat lunak dapat melakukan klasifikasi wajah manusia pada gambar.
7. Implementasi
Tahapan implementasi perangkat lunak klasifikasi.
8. Uji Coba
Melakukan uji coba perangkat lunak klasifikasi.
9. Penulisan dan kesimpulan
Menulis dokumen skripsi dan membuat kesimpulan dari hasil penelitian.

1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan penelitian ini, yaitu :

1. Bab 1 Pendahuluan, berisi tentang permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini serta latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika pembahasan.

2. Bab 2 Landasan Teori, berisi tentang teori dasar dan pengetahuan mengenai pengenalan wajah, klasifikasi wajah, dan kumpulan algoritma yang dapat digunakan.
3. Bab 3 Analisis, berisi tentang analisis masalah yang telah dideskripsikan pada Bab 1 dan menentukan apa saja kebutuhan perangkat lunak yang akan dibangun, sebagai solusi dari masalah tersebut.
4. Bab 4 Perancangan, berisi perancangan perangkat lunak klasifikasi berdasarkan yang sudah ditentukan pada tahap analisis.
5. Bab 5 Implementasi dan Pengujian, membahas mengenai implementasi perangkat lunak dan pengujian yang dilakukan.
6. Bab 6 Kesimpulan dan Saran, berisi tentang apa yang dapat diambil dari pengujian perangkat lunak tersebut dan apakah sudah memenuhi tujuan penelitian atau belum. Pada bab ini juga berisi saran yang akan digunakan untuk mengembangkan perangkat lunak lebih lanjut.