

KLASIFIKASI JENIS KELAMIN PADA CITRA WAJAH MENGUNAKAN METODE NAIVE BAYES

Rosa Andrie Asmara¹, Bella Sita Andjani², Ulla Delfana Rosiani³, Priska Choirina⁴

^{1,2,3,4} Teknik Informatika, Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang

¹rosaandrie@gmail.com, ²bellasitaandjani@gmail.com, ³ullarosi@gmail.com, ⁴priskachoirina17@gmail.com

Abstrak

Saat ini perkembangan teknologi yang berkaitan dengan pengenalan wajah banyak dimanfaatkan pada aplikasi pengenalan data biologis (*biometrics*) seperti pengenalan jenis kelamin. Penerapan aplikasi yang memerlukan pengenalan jenis kelamin adalah proses segmentasi pasar untuk mengetahui trend demografis dari produk yang dipasarkan berdasarkan jenis kelamin. Selain itu, aplikasi ini juga dapat digunakan untuk pembatasan akses suatu ruangan. Klasifikasi jenis kelamin pada citra wajah menggunakan metode *Naive Bayes* dapat digunakan untuk membedakan wajah wanita dan wajah pria berdasarkan fitur. Pembuatan data training berupa citra wajah dengan total 61 data dengan rincian 25 perempuan dan 36 laki-laki. Penggunaan fitur yang diperoleh dari deteksi mata, hidung dan mulut diekstraksi dengan metode *Principal Component Analysis* yang selanjutnya akan dilakukan proses klasifikasi jenis kelamin dengan metode *Naive Bayes* yang menghasilkan akurasi kecocokan sebesar 80%.

Kata kunci: jenis kelamin, deteksi wajah, *haar cascade classifier*, *principal component analysis*, *naive bayes*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Saat ini perkembangan teknologi yang berkaitan dengan pengenalan wajah banyak dimanfaatkan pada aplikasi pengenalan data biologis (*biometrics*), pencarian dan pengindeksan database citra dan *video* digital, keamanan ruangan dan lain-lain. Pemanfaatan data biologis dapat memberikan informasi tentang identifikasi dari setiap individu yang menggunakan ciri-ciri fisik yang dapat membedakan dengan orang lain seperti, suara, wajah, sidik jari ataupun mata. Salah satu pembeda identitas individu yang satu dengan yang lainnya adalah wajah. Contoh informasi yang didapatkan dari wajah adalah umur, karakter, ekspresi dan juga jenis kelamin. Diantara beberapa *task* kategorisasi wajah, klasifikasi jenis kelamin merupakan informasi yang paling penting secara biologis (Choirina, 2015).

Klasifikasi merupakan sebuah proses pengelompokan fitur citra pelatihan yang telah disimpan dengan fitur citra uji. Salah satu bagian dari *image recognition* yang telah dikembangkan saat ini adalah pengenalan jenis kelamin (*gender recognition*). Kemiripan antara *gender recognition* dengan *face recognition* terletak pada proses ekstraksi fiturnya. Namun, sedikit berbeda pada proses pengklasifikasiannya. Kesulitan dalam proses *gender recognition* terutama karena kompleksitas dari kondisi wajah, seperti posisi gambar, pencahayaan dan ekspresi gambar yang

berbeda-beda yang memiliki dimensi serta reduksi tinggi sehingga harus melalui proses kompresi atau ekstraksi terlebih dahulu sebelum diolah datanya dengan metode klasifikasi.

Penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Priska Choirina. Pada penelitian tersebut deteksi jenis kelamin berdasarkan citra wajah jarak jauh dengan metode *Haar Cascade Classifier* dapat digunakan untuk membedakan wajah wanita dan wajah pria dengan jarak kurang dari 200 cm. Data yang dilakukan untuk proses training adalah 150 wajah laki-laki dan 150 wajah perempuan, dari jumlah wajah tersebut diambil 100 citra wajah untuk setiap jarak berukuran 100, 150, dan 200 cm. Penggunaan fitur-fitur geometris yang diperoleh dari deteksi mata, hidung dan mulut diproses dengan pengukuran jarak antar fitur-fitur dari wajah yang akan dilakukan proses klasifikasi jenis kelamin. Untuk klasifikasi jenis kelamin dilakukan perbandingan 2 metode klasifikasi yaitu *Euclidean Distance* dan C4.5 namun pada penelitian tersebut terdapat beberapa masalah diantaranya pada tahap klasifikasi jarak antara tiap fitur tidak presisi serta *data set* yang kurang bagus sehingga hasil yang diperoleh kurang optimal dikarenakan kurangnya tingkat akurasi pada tahap klasifikasi (Suwandari, 2015).

Algoritma *Naive Bayes* merupakan sebuah algoritma yang sederhana dengan mengandalkan probabilitas atau peluang, *Naive Bayes* mudah diimplementasikan sebab *classifier* ini memiliki keuntungan yaitu hanya membutuhkan sejumlah

kecil data pelatihan untuk hasil uji. *Naive Bayes* berpotensi cukup bagus dalam mengolah tingkat akurasi sebagai model klasifikasi jenis kelamin. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dibangun aplikasi “Klasifikasi Jenis Kelamin pada citra wajah menggunakan metode *Naive Bayes*”.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan memperhatikan uraian latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah yang terkait ,yaitu sebagai berikut :

- Bagaimana mendeteksi wajah dari citra *input* menggunakan metode *Haar Cascade Classifier* ?
- Bagaimana cara ekstraksi fitur citra menggunakan metode *Principal Component Analysis* ?
- Bagaimana mengklasifikasikan jenis kelamin menggunakan metode *Naive Bayes* berdasarkan nilai PCA ?

1.3 Tujuan

Dari rumusan masalah diatas didapatkan beberapa tujuan yaitu :

- Untuk mengetahui hasil *output* dari *Haar Cascade Classifier* dalam mendeteksi wajah .
- Untuk mengetahui hasil ekstraksi fitur menggunakan metode *Principal Component Analysis*.
- Untuk menganalisis hasil tingkat akurasi jenis kelamin dengan metode *Naive Bayes*.

1.4 Batasan Masalah

Dari permasalahan yang telah disebutkan diatas, perlu suatu batasan masalah agar perluasan masalah dapat dihindari yaitu sebagai berikut :

- Input data berupa citra wajah yang berupa foto menggunakan kamera
- Metode yang digunakan untuk untuk klasifikasi jenis kelamin menggunakan metode *Naive Bayes*
- Wajah yang digunakan Orang Indonesia
- Pembuatan data training berupa citra wajah dengan total 61 data dengan rincian 25 Perempuan dan 36 Laki-laki.
- Pembuatan data training dilakukan dalam kondisi pencahayaan yang cukup.
- Citra input harus mempunyai 4 fitur yaitu mata kiri, mata kanan, hidung, dan mulut.

2. Landasan Teori

2.1 Biometrik Wajah

Dalam dunia teknologi informasi, biometric relevan dengan teknologi yang digunakan untuk menganalisa fisik dan kelakuan manusia dalam

autentifikasi. Biometrik secara teoritis dapat lebih efektif untuk mengidentifikasi pribadi seseorang karena *biometric* mengukur karakteristik masing-masing pribadi untuk membedakan setiap orang. Ketika digunakan untuk indentifikasi pribadi,teknologi *biometrics* mengukur dan menganalisa karakteristik tingkah laku dan fisiologis manusia. Mengidentifikasi karakteristik fisiologis seseorang yang didasarkan pada pengukuran langsung bagian *dari body-fingertips,hand geometry,facial geometry* dan *eye retinas* serta *irises* (Choirina, 2015) .

2.2 Pengenalan Wajah

Wajah merupakan bagian dari tubuh yang berperan penting dalam proses penyampaian ciri, identitas dan emosi seseorang. Kemampuan manusia dalam mengenali wajah sering terjadi secara tidak sadar, manusia mampu mengenali ribuan wajah sepanjang hidupnya dan mengidentifikasi wajah yang sekilas dikenalnya sampai beberapa tahun kemudian. Proses ini berlangsung begitu cepat dan dapat tersimpan cukup lama dalam memori manusia walaupun wajah yang dikenalnya memiliki banyak perubahan visual seperti adanya perubahan kondisi,ekspresi,sudut pandang,penuaan dan penambahan aksesoris seperti kacamata,topi sampai adanya perubahan gaya rambut.Oleh karena itu wajah digunakan sebagai acuan indikasi untuk mengenali seseorang.Pengenalan wajah merupakan salah satu bagian *system biometric* yang banyak diaplikasikan khususnya dalam pengklasifikasian jenis kelamin. Identifikasi jenis kelamin dengan citra wajah adalah beberapa aplikasi dari pengenalan wajah. Efisiensi dan akurasi menjadi faktor utama mengapa pengenalan wajah banyak diaplikasikan khususnya dalam system klasifikasi jenis kelamin.

Penelitian terhadap pengenalan wajah manusia sudah banyak dilakukan dengan kelebihan dan kekurangan tertentu, hal ini disebabkan karena wajah manusia merepresentasikan sesuatu yang kompleks dan mengembangkan model komputasi untuk pengenalan wajah manusia adalah hal yang sulit. Pengenalan wajah dibagi menjadi dua bagian yaitu dikenali dan tidak dikenali. Kesulitan muncul ketika wajah dipresentasikan dalam suatu pola yang berisi informasi unik yang membedakan dengan wajah lain. Metode pengenalan wajah memiliki dua prosedur,yaitu :

- Featured-based* yaitu pengenalan kontur wajah dengan mengenali bentuk mata,hidung, dan mulut. Karakteristik organ tersebut kemudian dinyatakan dalam bentuk vector dan vector tersebut terdiri dari bilangan-bilangan yang mewakili baris dan kolom.
- Image-based* yaitu analisis komponen wajah secara keseluruhan. Berdasarkan dari konsep

ini, perhitungan model terbaik yang menjelaskan bentuk wajah dengan mengutip informasi paling relevan yang terkandung didalam wajah tersebut

2.3 Deteksi Wajah

Pendeteksian wajah pada citra merupakan suatu langkah penting menuju interaksi manusia dan computer berbasis visi yang cerdas. Pendeteksian wajah ini merupakan langkah awal dalam berbagai penelitian dibidang pengolahan wajah, termasuk pengenalan wajah, perkiraan pose, dan pengenalan ekspresi. Berbagai teknik telah disulkan untuk mendeteksi wajah didalam sebuah citra mauun video (Choirina, 2015).

Deteksi wajah adalah langkah awal untuk melakukan identifikasi wajah atau face recognition. Sebuah pendeteksi wajah mampu mengidentifikasi dan menemukan lokasi atau luas semua wajah yang ada didalam sebuah gambar tanpa memperhatikan pose, skala, orientasi, umur, dan ekspresi. Pendeteksian wajah dapat dilakukan dengan memanfaatkan library yang bersifat open source yaitu *emguCV*. *EmguCV* adalah bagian dari library *openCV* yang menggunakan bahasa pemrograman C#. Proses deteksi adanya citra wajah dalam sebuah gambar pad *OpenCV*, menggunakan sebuah metode yang dipublikasikan oleh Paul Viola Michael Jones tahun 2001. Umumnya disebut metode *Haar Cascade Classifier*.

2.4 Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur citra merupakan tahapan mengekstrak ciri / informasi dari objek di dalam citra yang ingin dikenali/dibedakan dengan objek lainnya. Fitur yang telah diekstrak yaitu mata, hidung, dan mulut yang kemudian digunakan sebagai parameter / nilai masukan untuk membedakan antara objek satu dengan lainnya pada tahapan identifikasi atau klasifikasi.

Eigenface merupakan salah satu metode pengenalan wajah berdasarkan *Principal Component Analysis* (PCA) yang mudah diimplementasikan. Eigenface dimulai dengan pemrosesan awal untuk mendapatkan hasil citra yang lebih baik. Setelah itu menghitung *eigenvector* dan *eigenvalue* dari citra wajah untuk dilakukan proses training image. Proses training wajah yaitu mencari *eigenvector*, *eigenvalue* dan *average image* yang diproyeksikan ke dalam subruang PCA.

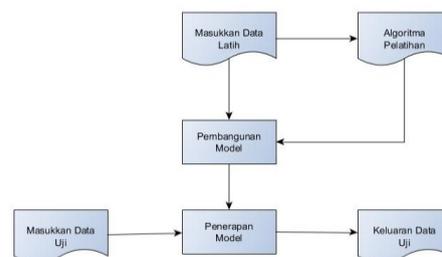
2.5 Kasifikasi Jenis Kelamin

Klasifikasi merupakan salah satu task analisis data dimana dibentuk sebuah model (*classifier*) untuk menyatakan suatu objek ke salah satu kategori atau kelas yang sudah didefinisikan sebelumnya. Klasifikasi data merupakan proses

yang terdiri atas dua langkah-langkah pertama adalah tahap pelatihan (*learning*), dimana sebuah algoritma klasifikasi akan membentuk classifier dengan menganalisis atau belajar dari sekumpulan data latih. Pada langkah kedua, model yang terbentuk digunakan untuk mengklasifikasikan data uji. Akurasi dari sebuah *classifier* untuk sekumpulan data uji yang diberikan merupakan persentase dari data-data uji yang diklasifikasikan dengan benar oleh *classifier*.

Dari hasil ekstraksi fitur yang nilainya disimpan ke dalam database maka dapat dilakukan klasifikasi berdasarkan nilai-nilai tersebut yang nantinya akan digunakan sebagai acuan untuk data *testing*. Maka disini dipilih metode *Naive Bayes* sebagai acuan untuk klasifikasi jenis kelamin. Bayes merupakan teknik prediksi berbasis probabilitik sederhana yang mendasar pada penerapan teorema Bayes dengan asumsi independensi yang kuat. Dengan kata lain dalam *Naive Bayes*, model yang digunakan adalah "model fitur independen". *Naive Bayes Classifier* merupakan salah satu metode *machine learning* yang memanfaatkan perhitungan probabilitas dan statistik. Metode ini dikemukakan oleh ilmuwan Inggris yaitu Thomas Bayes untuk memprediksi probabilitas di masa depan berdasarkan pengalaman di masa sebelumnya (Rosiani, 2016).

Algoritma *Naive Bayes Classifier* merupakan algoritma yang digunakan untuk mencari nilai probabilitas tertinggi untuk mengklasifikasi data uji pada kategori yang paling tepat. Dalam penelitian ini yang menjadi data uji adalah data baru hasil ekstrasi fitur. Ada dua tahap pada klasifikasi jenis kelamin. Tahap pertama adalah pelatihan terhadap fitur yang diketahui kategorinya. Sedangkan tahap kedua adalah proses klasifikasi jenis kelamin yang belum diketahui kategorinya (Modak, 2014). Berikut adalah proses klasifikasi *Naive Bayes* :

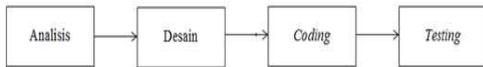


Gambar 1. Proses Klasifikasi Naive Bayes

3. Metode Penelitian

3.1 Metode Pengembangan Sistem

Dalam tahap pengembangan sistem menggunakan metode pendekatan terstruktur dengan menggunakan model sekuensial linier. Dimana tahapan-tahapan model ini adalah analisis, desain, *coding*, dan *testing*.



Gambar 2. Metode Pengembangan Sistem

- Analisis. Tahap analisis adalah tahap pengumpulan informasi yang berkaitan dengan pembangunan sistem pengenalan wajah, baik kebutuhan data, perangkat keras, maupun perangkat lunak. Pada tahap analisis dilakukan pula cara-cara perhitungan metode *Eigenface* untuk pengenalan wajah.
- Desain. Setelah tahap analisis selesai dilakukan, selanjutnya adalah tahap desain. Tahap ini merancang model dan alur pembangunan sistem pengenalan wajah sesuai dengan analisis yang telah dilakukan. Proses perancangan desain sangat mempengaruhi proses pembuatan system.
- Coding*. Setelah desain dan alur dirancang, selanjutnya adalah proses implementasi *coding*. Tahap ini merupakan tahap utama karena pada tahap inilah proses pembangunan system yang dapat menyelesaikan masalah dan mengolah data-data yang terkumpul. Pada tahap ini pula proses hasil desain yang telah dibuat diimplementasikan dalam bentuk kode yang dapat menghasilkan sebuah aplikasi.
- Testing*. Setelah perangkat lunak berhasil dibuat selanjutnya adalah pengujian terhadap system pengenalan wajah menggunakan metode *Eigenface*. Pengujian dilakukan dengan menguji tingkat akurasi pengenalan wajah pada system yang dibangun.

3.2 Data

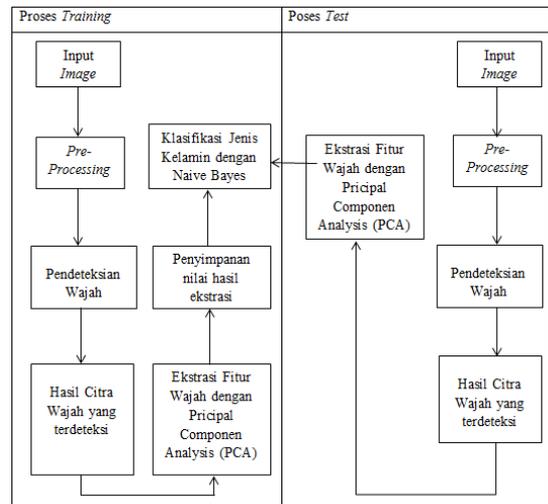
Komponen yang diperlukan untuk melakukan penelitian ini salah satunya adalah data. Data yang diperlukan sebagai objek pengujian aplikasi ini yaitu, data citra wajah laki-laki dan citra wajah perempuan untuk dilakukan *training* data dan memiliki format BMP.

3.3 Metode Pengolahan Data

Gambar 3 merupakan proses pada aplikasi klasifikasi jenis kelamin pada citra wajah berdasarkan ekstrasi ciri menggunakan Naive Bayes yang terbagi menjadi dua bagian utama yaitu proses *training* dan proses *test*.

Pada proses *training* terdapat beberapa tahap yang dilakukan yaitu Pre-Processing, pendeteksian wajah, ekstrasi fitur wajah dengan *Principal Component Analysis (PCA)*, penyimpanan hasil dari ekstrasi fitur ke dalam penyimpanan dan selanjutnya klasifikasi hasil jenis kelamin dengan Metode *Naive Bayes*. Proses *test* sama halnya

dengan proses data *training* perbedaannya adalah nilai yang digunakan untuk pengklasifikasian jenis kelamin berdasarkan nilai yang sudah didapatkan pada data *training*.



Gambar 3. Metode Pengolahan Data

4. Analisis Dan Perancangan

4.1 Perancangan Sistem

Secara umum, Blok Diagram dari aplikasi yang akan dibangun ditampilkan pada gambar berikut ini :



Gambar 4. Perancangan Sistem

- Face Detection*. Deteksi wajah berdasarkan jenis kelamin ini menggunakan library *EmguCV* dengan menggunakan algoritma *Haar Cascade Classifier*. Didalam metode ini sistem pendeteksian wajah khusus untuk deteksi wajah dengan posisi menghadap kamera (*frontal face*) sehingga tidak dapat mendeteksi wajah yang bukan dalam posisi tersebut.
- Feature Selection*. Pada proses ini dilakukan pemilihan fitur wajah, proses yang dilakukan sama seperti pendeteksian wajah sebelumnya dengan menggunakan library *EmguCV*. Fitur-fitur wajah yang dibutuhkan yaitu mata, hidung, dan mulut.
- Feature Extraction*. Ekstrasi Fitur merupakan suatu pengambilan ciri atau fitur dari *image* yang nantinya akan menghasilkan sebuah nilai berupa matriks kemudian disimpan di database lalu di analisis untuk proses selanjutnya yaitu klasifikasi *gender*. Ekstrasi fitur disini dibuat dengan bahasa *C#* untuk diterapkan pada Metode *Principal Component Analysis (PCA)*.

Metode tersebut bekerja dengan cara mengurangi jumlah dimensi dari citra masukan dan menangkap variasi total dari citra masukan tersebut yang kemudian direduksi menjadi nilai yang lebih kecil (bilangan real) dibandingkan nilai masukan.

- **Classification.** Klasifikasi merupakan sebuah proses yang mencocokkan fitur hasil pelatihan citra atau hasil ekstrasi fitur yang telah disimpan dengan fitur citra uji. Klasifikasi disini berupa jenis kelamin yang menggunakan metode *Naive Bayes*.

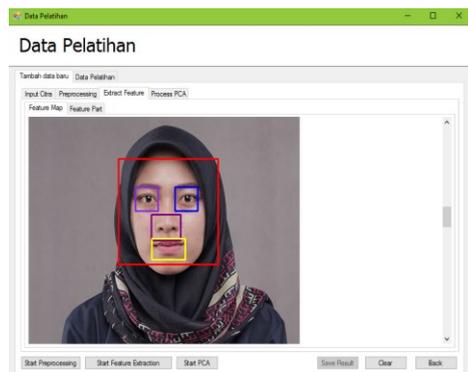
5. Implementasi

5.1 Implementasi Proses

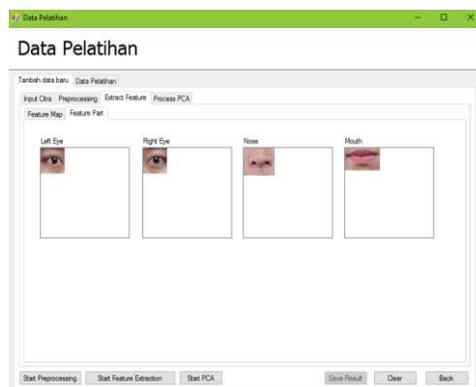
Pada tahap ini akan dilakukan implementasi aplikasi klasifikasi jenis kelamin pada citra wajah menggunakan metode Naive Bayes dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual C#. Dibawah ini merupakan langkah-langkah penggunaan aplikasi tersebut .

Berikut adalah tahapan proses aplikasi :

1. Proses input image → pre-processing → deteksi wajah

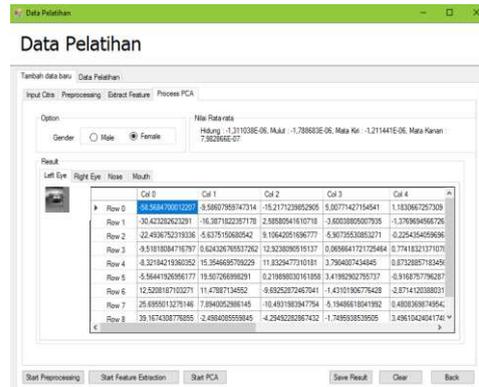


Gambar 5. Proses pendeteksian wajah



Gambar 6. Proses selection feature

2. Proses ekstraksi fitur dengan metode *Principal Component Analysis (PCA)*



Gambar 7. Proses ekstraksi fitur dengan *PCA*

3. Dan berikut adalah hasil klasifikasi jenis kelamin dengan nilai probabilitas dari proses perhitungan dengan metode Naive Bayes



Gambar 8. Proses klasifikasi jenis kelamin dengan *Naive Bayes*

5.2 Analisa Hasil Penelitian

Dari hasil uji coba diatas maka dapat diambil sebuah analisa yaitu semakin banyak data *training* atau latih maka semakin bagus pula hasil yang didapatkan pada pengujian serta hasil dari tingkat akurasi pada klasifikasi jenis kelamin dengan Metode *Naive Bayes* .

6. Pengujian dan Pembahasan

Setelah melakukan proses *training* data, untuk melihat apakah aplikasi ini telah berhasil seperti yang diinginkan akan dilakukan pengujian. Pengujian bermaksud untuk mengetahui perangkat lunak yang dibuat sudah memenuhi kriteria yang sesuai dengan tujuan perancangan aplikasi tersebut. Pengujian dilakukan berdasarkan spesifikasi sistem dan pengujian performansi. Pengujian spesifikasi sistem yang dilakukan meliputi pengujian kesesuaian proses, pengujian kesesuaian data dan pengujian tingkat akurasi citra. Pengujian performansi dilakukan dengan serangkaian percobaan-percobaan dalam kondisi tertentu yang dapat mempengaruhi hasil dari aplikasi ini.

6.1 Pengujian performansi

Dalam proses pengujian performansi ini diantaranya meliputi pengujian pendeteksian input

wajah dari kamera maupun dari *drive*, pengujian deteksi wajah serta fitur-fitur wajah dan pengujian ekstraksi fitur wajah. Berikut adalah tabel hasil pengujian ketepatan deteksi wajah terhadap beberapa percobaan dengan jumlah data *training* yang berbeda:

Tabel 1. Tabel akurasi deteksi wajah

No	Jumlah Data Training														
	20				30				40						
	Wajah	Mata Kiri	Mata Kanan	Hidung	Mulut	Wajah	Mata Kiri	Mata Kanan	Hidung	Mulut	Wajah	Mata Kiri	Mata Kanan	Hidung	Mulut
1		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
2		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
3		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
4		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
5		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Akurasi	100 %				100 %				100 %						

Keterangan :

Tanda “✓” menunjukkan fitur wajah terdeteksi tepat oleh sistem

Tanda “/” menunjukkan fitur tidak terdeteksi tidak tepat oleh sistem

7. Kesimpulan dan Saran

7.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan :

- Proses deteksi wajah menggunakan metode *Haar Cascade Clasifier* tergolong baik. Hal ini dapat dilihat dari hasil ketepatan pendeteksian pada pengujian dengan hasil sebesar 100 % .
- Tingkat ketepatan deteksi fitur wajah sangat berpengaruh pada klasifikasi jenis kelamin.
- Proses ekstraksi menggunakan metode *Principal Component Analysis* sangat berpengaruh pada fitur yang diklasifikasikan.
- Nilai ekstraksi fitur tergantung pada kualitas gambar.
- Proses klasifikasi dengan metode *Naive Bayes* hasilnya cukup akurat untuk mengklasifikasikan jenis kelamin berdasarkan nilai probabilitas yang didapatkan pada setiap *gender* laki-laki dan perempuan dengan hasil akurasi 80 %.

7.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini, ada beberapa hal yang disarankan yaitu :

- Untuk ekstraksi fitur dapat ditambahkan jumlah *data set*, karena semakin banyak data yang dimiliki maka tingkat keakuratannya semakin tinggi.
- Pada proses klasifikasi dapat digunakan dengan metode *jaringan syaraf tiruan* dan *SVM* supaya didapatkan akurasi yang lebih baik.

Daftar Pustaka:

- Choirina, Priska.2015. Deteksi jenis berdasarkan citra wajah jarak jauh dengan metode Haar Cascade Classifier Sudi Kasus : Politeknik Negeri Malang
- Suwandari, Rizky.2015. Pengenalan Ekspresi Wajah Berdasarkan Ekstraksi fitur menggunakan metode *Principal Component Analysis* Studi Kasus : Politeknik Negeri Malang
- Rosiani, Ulla D, dkk.2016. Jurnal pendeteksian jenis kelamin pada gambarwajah 2D dengan ekstraksi fitur berbasis Geometri. Jurnal Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Malang
- Kholistianingsih, 2012, Identifikasi *Wajah Menggunakan Principal Component Analysis Dengan Penambahan Fitur-Fitur Geometris*. Purwokerto: Universitas wijayakusuma.
- Pramana, Aditya Eka. 2011. *Perangkat Lunak Untuk Mengendalikan Pointer Dengan Mata Menggunakan Metode Haar Cascade Dan Eye Tracking*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Modak, Santanu, dkk.2014. A Comparative study of Classifiers’ Performance for Gender Classification. India : University of Burdwan