

# **SISTEM ABSENSI MAHASISWA BERDASARKAN CITRA WAJAH MENGUNAKAN METODE *PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS* (PCA)**

Linda Rahmayanti<sup>1</sup> Yesy Diah Rosita<sup>2</sup>, Dinarta Hanum<sup>3</sup>  
Program Studi Informatika Fakultas Teknik Universitas Islam Majapahit

E-mail: [rahmayantilinda96@gmail.com](mailto:rahmayantilinda96@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Deteksi wajah merupakan salah satu topik yang banyak digunakan dalam pengolahan citra. Salah satu penggunaan deteksi wajah adalah absensi wajah, dimana absensi merupakan catatan kehadiran yang sangat penting dalam dunia pendidikan. Di Universitas Islam Majapahit, absensi memiliki kontribusi nilai yang cukup besar dalam kontrak kuliah. Oleh karena itu keaslian data absensi sangat diperlukan. Metode *Principal Component Analysis* (PCA) adalah salah satu metode yang banyak digunakan dalam ekstraksi ciri citra, dimana pada proses deteksi maupun pengenalan dapat mengenali bagian wajah terlepas dari *background* yang digunakan. Untuk proses deteksi wajah menggunakan metode *Haar Cascade Classifier*, dimana metode ini mampu mengenali bagian wajah dan dengan bantuan *Library* EmguCV proses ini dapat dilakukan dengan cepat. Proses pengenalan wajah menggunakan pengenalan wajah berdasarkan ekstraksi ciri citra dengan metode *Principal Component Analysis* (PCA). Dimana pada penelitian ini hasil nilai tingkat akurasi pengenalan wajah dengan nilai tingkat akurasi sebesar 85%. Data yang digunakan sebagai citra latih sebanyak 50 wajah dan 10 wajah sebagai citra uji. Faktor yang mempengaruhi proses deteksi wajah maupun pengenalan wajah adalah tingkat intensitas cahaya, diperlukan ruangan dengan cahaya yang cukup yaitu sekitar 250 Lux agar proses deteksi dan pengenalan wajah dapat berjalan dengan lebih baik.

**Kata Kunci:** *Principal Component Analysis* (PCA), *Haar Cascade Classifier*, Absensi

## **PENDAHULUAN**

Sistem absensi merupakan bagaimana proses pencatatan sebuah presensi dilakukan, sedangkan absensi merupakan dokumen yang mencatat jam hadir setiap pekerja atau pelajar. Perkembangan teknologi yang cukup pesat saat ini juga dapat dirasakan pada sistem absensi, dimana absensi saat ini sudah banyak memanfaatkan teknologi seperti absensi berbasis sidik jari yang sudah mulai ramai

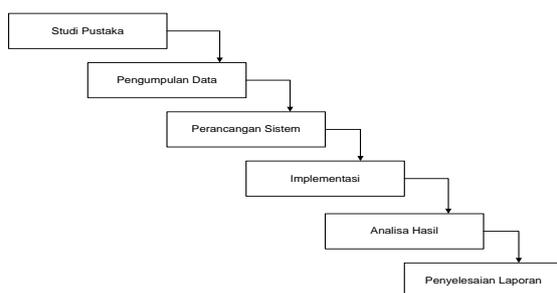
digunakan baik perusahaan, perkantoran, maupun dalam lingkup sekolah.

Sistem absensi mahasiswa yang berjalan pada Universitas Islam Majapahit adalah sistem absensi manual, dimana mahasiswa melakukan pengisian absensi pada setiap mata kuliah dengan memberikan keterangan atau paraf mahasiswa pada sebuah dokumen. Sistem absensi yang masih manual ini mengakibatkan kurangnya keaslian dari data kehadiran mahasiswa. Absensi kehadiran ini berpengaruh pada proses penilaian perkuliahan. Sesuai dengan Peraturan Rektor Universitas Islam Majapahit NOMOR 007/UNIM/PR/B/VII/2017 tentang Pedoman Operasional Standar Penilaian Hasil Studi Mahasiswa Universitas Islam Majapahit, penilaian perkuliahan dilaksanakan oleh dosen pengampu matakuliah yang tingkat kehadirannya dalam memberikan perkuliahan mencapai sekurang-kurangnya 80% (delapan puluh persen) dari seluruh tatap muka yang dijadwalkan dalam kalender akademik. Penilaian perkuliahan bisa dilaksanakan terhadap mahasiswa yang memenuhi persyaratan administrasi akademik dan tingkat kehadiran dalam kegiatan perkuliahan mencapai sekurang-kurangnya 80% (delapan puluh persen) karena alasan, serta didukung bukti tertulis yang sah dengan tingkat kehadiran minimal 65% (enam puluh lima persen). Oleh karena itu keaslian dari data kehadiran mahasiswa sangat diperlukan agar proses penilaian dapat berjalan dengan baik.

Berdasarkan permasalahan dan penelitian sebelumnya maka diusulkan Tugas Akhir (TA) dengan judul “**SISTEM ABSENSI MAHASISWA BERDASARKAN CITRA WAJAH MENGGUNAKAN METODE *PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS* (PCA)**”. Dimana sistem absensi yang diusulkan ini diharapkan dapat mengurangi tingkat pemalsuan absensi agar proses perkuliahan dapat berjalan dengan baik.

Penelitian yang peneliti lakukan ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara langsung kepada pihak yang berkaitan, dalam hal membantu para tenaga pengajar pada kegiatan mengajar untuk mendapatkan data absensi yang valid. Sebagaimana diketahui bahwa absensi merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam menjalankan proses perkuliahan, sehingga dibutuhkan data yang valid untuk menghindari praktik absensi illegal.

## METODE



**Gambar 1** Metode Penelitian

Perancangan metodologi penelitian pada tugas akhir ini terdiri dari Studi Pustaka, Pengumpulan Data, Perancangan Sistem, Implementasi, Analisa Hasil, dan Penyelesaian laporan. Berikut ini penjelasan dari metode yang digunakan:

### 1. Studi pustaka

Penelitian yang dilakukan berdasarkan pada metode ekstraksi PCA (*Principal Component Analysis*) dan dengan materi-materi tambahan sebagai bahan rujukan, diantaranya adalah beberapa jurnal yang berkaitan dengan kasus maupun metode yang peneliti lakukan, buku yang menunjang penelitian dan juga materi-materi dari internet. Jurnal yang digunakan merupakan jurnal yang dipublikasi dalam kurung waktu lima tahun terakhir dan juga terdeteksi secara nasional maupun internasional. Buku yang digunakan merupakan buku dengan terbitan terbaru dengan kurung waktu lima tahun terakhir.

### 2. Pengumpulan Data

Dalam memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam penelitian ini, dilakukan dengan cara observasi yang dilakukan selama bulan April 2018 di Fakultas Teknik Program Studi Informatika Universitas Islam Majapahit. Informasi yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah bagaimana sistem absensi yang sedang berjalan saat ini dan juga data contoh wajah

beberapa mahasiswa untuk uji coba deteksi wajah.

### 3. Perancangan Sistem

Penelitian yang akan dilakukan peneliti membutuhkan beberapa data dan wajah mahasiswa dengan inputan wajah mahasiswa. Ukuran pixel wajah yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah  $320 \times 240$  untuk ukuran awal kemudian akan dilakukan proses ekstraksi ciri wajah akan diubah ukurannya menjadi  $50 \times 50$ . Kemudian uji coba akan dilakukan dengan beberapa pose, atribut, dan juga intensitas cahaya. Input data wajah mahasiswa menggunakan kamera webcam dengan rasio 1,5 MP. Pada proses deteksi wajah dan pengenalan wajah dilakukan pelatihan dari data *training* yang berjumlah 25 data citra. Data tersebut merupakan data dari 5 mahasiswa dengan masing-masing mahasiswa menginputkan 5 wajah dengan sudut berbeda.

### 4. Implementasi

Pada tahap ini meliputi pembuatan program yang terdiri dari pembuatan script dan *interface* aplikasi serta uji coba untuk mendapatkan nilai tingkat akurasi dari deteksi wajah, pengenalan wajah, dan aplikasi secara keseluruhan. Uji validitas dilakukan untuk menguji tingkat kehandalan aplikasi yang dibangun.

### 5. Analisa Hasil

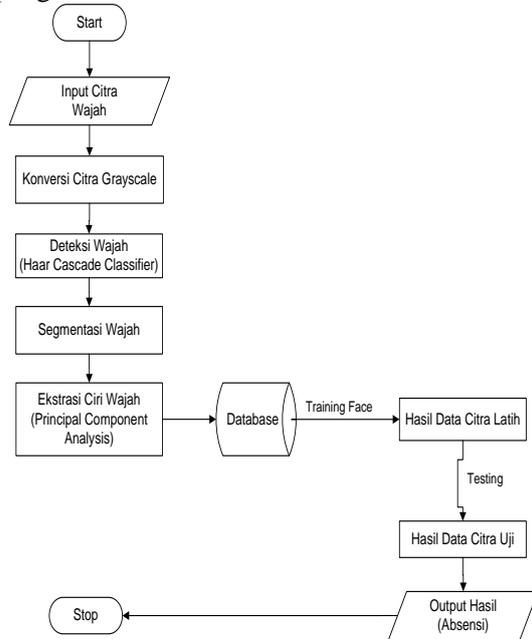
Analisa hasil dari sistem absensi mahasiswa berdasarkan citra wajah adalah bagaimana aplikasi mampu mengenali wajah mahasiswa dalam berbagai ekspresi diantaranya marah, senang, sedih, dan kaget, serta dalam kondisi menggunakan atribut kacamata. Selain dalam berbagai ekspresi dan menggunakan atribut. Analisa hasil juga meliputi bagaimana hasil deteksi wajah pada ruangan dengan tingkat pencahayaan yang berbeda, pada penelitian ini dilakukan pengujian pada ruangan kelas dengan tingkat pencahayaan kurang ( $>200$  lux) dan bagaimana jika deteksi dilakukan pada kondisi ruang dengan pencahayaan yang bagus ( $\geq 200$  lux) dan juga ruangan dengan pencahayaan  $>400$  lux, dan juga memperhatikan sudut pengambilan gambar saat deteksi wajah.

### 6. Penyelesaian Laporan Penelitian

Penyelesaian laporan penelitian meliputi penulisan laporan dari Bab I Pendahuluan yang terdiri dari Latar belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Metodologi Penelitian, dan Sistematika Penulisan, Bab II Kajian Pustaka yang terdiri dari Penelitian Terdahulu dan

Landasan Teori, Bab III Perancangan Sistem, Bab IV Implementasi, dan Bab V Penutup yang terdiri dari Simpulan dan Saran tentang sistem absensi yang dibangun.

Perancangan sistem ini terdiri dari dua proses, yaitu proses citra uji dan proses pengenalan.



**Gambar 2** Perancangan Proses Deteksi Wajah

Berikut ini merupakan penjelasan dari proses pengenalan hingga identifikasi wajah:

1. Mahasiswa melakukan absensi dengan menghadap pada kamera
2. Aplikasi akan menangkap gambar pada layar
3. Pre-processing merupakan proses deteksi wajah, dimana pada proses ini peneliti menggunakan metode Haar Cascade, kemudian selanjutnya citra gambar akan dirubah dalam bentuk citra *grayscale*. Proses selanjutnya merupakan segmentasi wajah, dimana bagian wajah yang digunakan untuk perhitungan adalah bagian dahi hingga dagu.
4. Proses ekstraksi menggunakan metode PCA dimana pada proses ini akan menyimpan nilai citra dan dengan perhitungan jarak menggunakan metode *Euclidean Distance* sehingga pada proses pengenalan akan ditemukan wajah yang mirip.
5. Wajah yang dijadikan sebagai citra uji akan disimpan dalam *database/folder trained face*.
6. Saat mahasiswa melakukan proses absensi, nama mahasiswa akan muncul dalam sebuah

Label pada *form* Absensi kemudian dapat dilakukan proses lebih lanjut.

#### 1. Akusis Citra

Akusisi citra menggunakan kamera webcam. Dimana pada penelitian ini menggunakan *sample* wajah *testing* 15 mahasiswa dan dengan 6 *training* wajah per mahasiswa. Data *training* dibutuhkan untuk keakuratan data, semakin banyak data training yang diinputkan, akan semakin akurat hasil dari deteksi wajah. Pada tahap selanjutnya yaitu uji sistem, setiap mahasiswa melakukan uji aplikasi pada ekspresi wajah.

Berikut ini adalah jenis citra yang digunakan pada proses *training* wajah:

**Tabel 1** Training Wajah

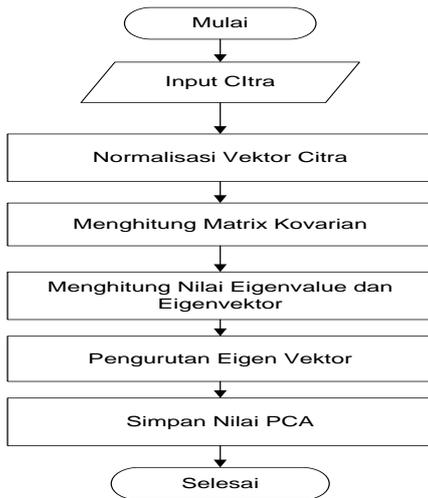
No	Jenis Data Training	Keterangan
1	Sudut wajah	a. Frontal b. Kiri 20° c. Kanan 20° d. Atas 20° e. Bawah 20°
2	Ekspresi	Diam
3	Pencahayaan	$\leq 30lux$

#### 2. Deteksi Wajah

Untuk mendeteksi adanya fitur wajah pada sebuah image, proses pertama yang dilakukan oleh algoritma *Haar Cascade Classifier* adalah dengan merubah image tersebut menjadi citra *grayscale*. *Grayscale* adalah warna-warna pixel yang berada dalam rentang gradasi warna hitam dan putih. Format citra ini disebut dengan derajat keabuan karena ada warna abu-abu diantara warna minimum (hitam) dan warna maksimum (putih).

#### 3. Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur merupakan suatu pengambilan ciri dari suatu bentuk yang nantinya nilai didapatkan dan dianalisa untuk proses selanjutnya. Ekstraksi fitur dilakukan dengan cara menghitung jumlah titik atau pixel yang ditemui dalam setiap pengecekan. Metode ekstraksi fitur yang dilakukan dalam penelitian ini adalah *Principal Component Analysis* (PCA). Nilai eigen yang didapat pada proses ekstraksi ini dapat digunakan sebagai acuan pada proses pengenalan wajah.



**Gambar 3** Proses Ekstraksi Fitur

## HASIL dan PEMBAHASAN

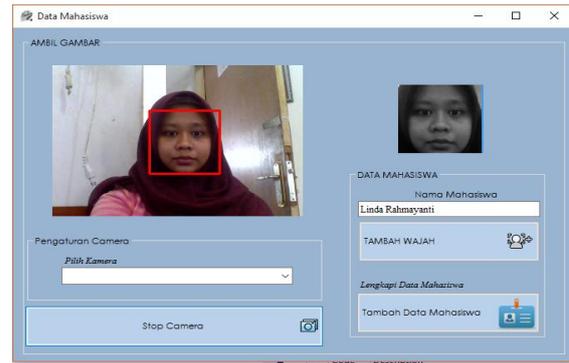
### A. Implementasi Desain Aplikasi

Pada implementasi desain aplikasi akan dijelaskan bagaimana tampilan dari aplikasi sistem absensi mahasiswa berdasarkan citra wajah yang dibangun



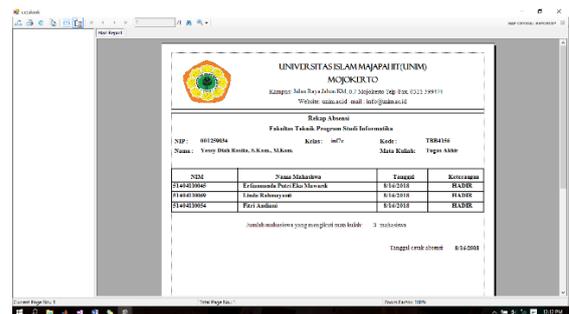
**Gambar 4** Pengenalan Wajah

Halaman ini berisi tentang data absensi, proses absensi secara rinci sudah dijelaskan pada bab sebelumnya. Jika mahasiswa belum melakukan Deteksi Wajah atau *Training Wajah*, mahasiswa dapat menambahkannya dengan menekan *button Training Wajah* dan aplikasi akan mengarahkan ke halaman *Training Wajah*. Kemudian jika wajah sudah terdeteksi, nama yang ada pada data wajah mahasiswa yang terdeteksi akan otomatis muncul pada *textbox* nama yang ada pada data mahasiswa, kemudian mahasiswa wajib mengisi data absensi lainnya seperti kelas, dosen pengampuh, mata kuliah, dan waktu melakukan absensi. Data ini nantinya dapat dijadikan laporan oleh admin kepada dosen.



**Gambar 5** Deteksi Wajah

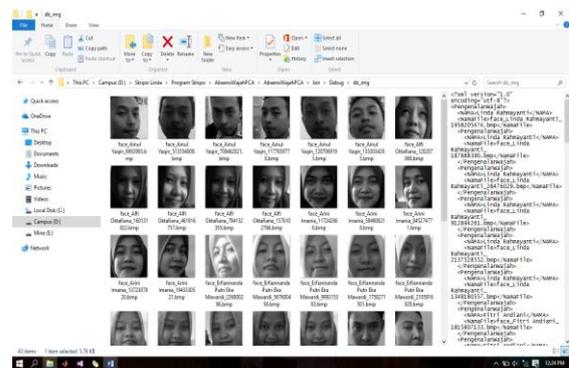
Halaman ini merupakan halaman yang berisi data mahasiswa, yaitu NIM (Nomor Induk Mahasiswa) dan Nama Mahasiswa. Kedua data tersebut harus diisi agar dapat tersimpan dalam *database*. NIM berjumlah 11 digit dan merupakan data *Primary Key* yang dapat digunakan pada proses absensi. Pada proses absensi, NIM menjadi identitas utama seorang mahasiswa.



**Gambar 6** Laporan Absensi Per Mata Kuliah

Laporan merupakan hasil rekapan data absensi yang selanjutnya dapat digunakan oleh dosen dalam menghitung jumlah kehadiran mahasiswa. Laporan absensi per mata kuliah dapat digunakan oleh dosen untuk menghitung jumlah kehadiran mahasiswa secara keseluruhan.

### B. Evaluasi Hasil Pengujian Aplikasi



**Gambar 7** Evaluasi Pengujian Aplikasi

Program aplikasi diuji dengan melatih semua subyek yang ada didalam folder *image*. Subyek yang ikut dalam pengujian berjumlah 10 wajah dalam pengujian pendeteksian dan 10 wajah pengenalan wajah. Sedangkan jumlah total citra yang dijadikan sebagai citra referensi adalah sebanyak 50 citra wajah.

### C. Pengujian Aplikasi

No	Tingkat Pencahayaan	Berhasil	Gagal	Presentase
1	150-200 lux	6	4	70%
2	200-300 lux	10	0	100%
3	300-400 lux	8	2	85%

Berdasarkan hasil uji tersebut, maka tingkat validitas pengujian pengenalan wajah pada wajah kembar dapat diperoleh berdasarkan kalkulasi berikut:

$$\begin{aligned} \text{hasil} &= \frac{\text{jumlah wajah berhasil dikenali}}{\text{jumlah keseluruhan pengujian}} \times 100\% \\ \text{hasil} &= \frac{6}{8} \times 100\% = 75\% \end{aligned}$$

Berdasarkan pengujian dengan mempertimbangkan sudut pengambilan gambar, ekspresi, atribut, dan tingkat pencahayaan <200 lux, uji coba mendapatkan nilai akurasi sebesar 70%. Dari pengujian ini dapat diambil kesimpulan bahwa pendeteksian wajah kurang akurat jika dilakukan pada ruangan dengan tingkat pencahayaan <200 lux. Pengambilan gambar wajah dari berbagai sudut mempengaruhi keakuratan hasil, sehingga sudut yang disarankan adalah menghadap ke depan (*frontal*). Pengambilan gambar berdasarkan atribut kaca mata tidak mengalami kesulitan selama kaca mata yang digunakan tidak berwarna atau tidak menutup daerah mata. Berikut ini perhitungan nilai akurasi pada uji coba pada ruangan dengan tingkat pencahayaan >200 lux:

$$\begin{aligned} \text{hasil} &= \frac{\text{jumlah wajah berhasil dikenali}}{\text{jumlah keseluruhan wajah}} \times 100\% \\ \text{hasil} &= \frac{5}{8} \times 100\% = 70\% \end{aligned}$$

Berdasarkan pengujian dengan mempertimbangkan sudut pengambilan gambar, ekspresi, atribut, dan tingkat pencahayaan 200 lux hingga 400 lux, uji coba mendapatkan nilai akurasi sebesar 100%. Dari pengujian ini dapat diambil kesimpulan bahwa pendeteksian wajah dapat menghasilkan deteksi akurat jika dilakukan pada ruangan dengan tingkat pencahayaan 200 lux hingga 400 lux. Pengambilan gambar berdasarkan atribut kaca mata tidak mengalami kesulitan selama kaca mata yang digunakan tidak berwarna atau tidak menutup daerah mata. Pada pengujian ini beberapa wajah dengan pengambilan gambar dari beberapa sudut kurang akurat, namun pada saat pengambilan wajah dengan sudut *frontal* pengenalan dapat berjalan dengan baik. Berikut ini perhitungan nilai akurasi pada uji coba pada ruangan dengan tingkat pencahayaan 200 lux hingga 400 lux:

$$\begin{aligned} \text{hasil} &= \frac{\text{jumlah wajah berhasil dikenali}}{\text{jumlah keseluruhan wajah}} \times 100\% \\ \text{hasil} &= \frac{8}{8} \times 100\% = 100\% \end{aligned}$$

Berdasarkan pengujian dengan mempertimbangkan sudut pengambilan gambar, ekspresi, atribut, dan tingkat pencahayaan <400 lux, uji coba mendapatkan nilai akurasi sebesar 85%. Dari pengujian ini dapat diambil kesimpulan bahwa pendeteksian wajah dapat menghasilkan deteksi akurat jika dilakukan pada ruangan dengan tingkat pencahayaan >400 lux. Pengambilan gambar berdasarkan atribut kaca mata tidak mengalami kesulitan selama kaca mata yang digunakan tidak berwarna atau tidak menutup daerah mata. Pada pengujian ini beberapa wajah dengan pengambilan gambar dari beberapa sudut kurang akurat, namun pada saat pengambilan wajah dengan sudut *frontal* pengenalan dapat berjalan dengan baik. Berikut ini perhitungan nilai akurasi pada uji coba pada ruangan dengan tingkat pencahayaan >400 lux:

$$\begin{aligned} \text{hasil} &= \frac{\text{jumlah wajah berhasil dikenali}}{\text{jumlah keseluruhan wajah}} \times 100\% \\ \text{hasil} &= \frac{7}{8} \times 100\% = 85\% \end{aligned}$$

Pengujian dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai ekspresi (senang, marah, sedih, kaget) dan juga atribut yang digunakan adalah kacamata. Pengujian dibagi menjadi tiga tingkat, yaitu berdasarkan tingkat pencahayaan seperti yang sudah dijelaskan hasil pengujiannya berdasarkan tabel selain itu juga pengujian mempertimbangkan sudut wajah mahasiswa saat pengambilan gambar wajah. Dari hasil pengujian, wajah yang menghadap ke depan (*frontal*) memiliki lebih sedikit tingkat kesalahan saat proses pengenalan wajah.

Berdasarkan hasil uji tersebut, maka tingkat validitas pengujian pengenalan wajah dengan berbagai ekspresi dari keseluruhan pengujian dapat diperoleh berdasarkan kalkulasi berikut:

$$\text{hasil} = \frac{\text{jumlah wajah berhasil dikenali}}{\text{jumlah keseluruhan wajah}} \times 100\%$$
$$\text{hasil} = \frac{20}{24} \times 100\% = 85\%$$

#### D. Kesimpulan Pengujian

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, baik pengujian terhadap citra maupun pengujian yang dilakukan dengan metode *blackbox*, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pencahayaan merupakan faktor yang paling mempengaruhi bagaimana sistem pengenalan wajah berjalan. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa pendeteksian dilakukan pada ruang dengan tingkat pencahayaan sekitar 200 hingga 400 lux merupakan ruang terbaik dalam mengimplementasikan aplikasi.
2. Tingkat pencahayaan dalam proses training wajah juga mempengaruhi proses pengenalan wajah, sedangkan untuk jarak pengambilan gambar dapat dilakukan antara 20cm hingga 80cm, namun untuk mengurangi resiko kesalahan pengenalan wajah, jarak yang disarankan berdasarkan hasil uji adalah 60cm baik saat *training* wajah maupun *testing* wajah.
3. Uji coba dilakukan dalam ruang kelas dengan memanfaatkan cahaya lampu LED yang kemudian dikalkulasikan dalam satuan lux, sehingga didapatkan sebuah ruangan kelas dengan pencahayaan menggunakan lampu LED sebesar 50W

setara dengan 250 lux merupakan ruang yang baik dalam proses pengenalan wajah.

4. Hasil pengujian untuk aplikasi baik pada proses mengakses halaman deteksi wajah maupun *training* wajah hingga mengaktifkan kamera *device* berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Pada proses deteksi wajah, wajah yang diinputkan berhasil disimpan pada folder *trained face*. Data mahasiswa dan data absensi berhasil tersimpan pada *database*.

## 5. PENUTUP

### A. Simpulan

Berdasarkan rumusan masalah dari penelitian ini, kemudian dilakukan pemecahan masalah dengan mencari solusi dengan pendekatan sistem mulai dari perancangan sistem hingga pengujian aplikasi, maka didapatkan simpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi ini cukup mampu mengatasi wajah kembar, dengan nilai tingkat akurasi 75% pada proses pengenalan wajah. Dengan menguji wajah menggunakan beberapa ekspresi dan atribut menghasilkan hasil uji yaitu selama atribut yang digunakan tidak menutupi daerah wajah, pada proses pengenalan aplikasi mengalami kesalahan terhadap wajah kembar. Pada penelitian ini tingkat pencahayaan sangat berpengaruh untuk proses pengenalan maupun untuk uji wajah.
2. Tingkat validitas yang didapatkan pada penelitian ini adalah pada proses deteksi wajah terbilang sukses, karena jika wajah yang diinputkan tidak terhalang benda lain, maka proses deteksi wajah berjalan baik dengan tingkat akurasi pengenalan wajah sebesar 85%.
3. Tingkat pencahayaan yang berbeda sangat mempengaruhi proses deteksi wajah, karena jika ruangan tempat uji wajah memiliki tingkat pencahayaan kurang dari 200 Lux, aplikasi akan sulit mengenali obyek. Proses deteksi wajah berjalan dengan baik dalam ruangan dengan tingkat pencahayaan 250 lux, atau setara dengan ruangan kelas dengan pencahayaan lampu LED sebesar 50W.
4. Pada proses deteksi wajah maupun pengenalan wajah menggunakan atribut atau properti berbeda, pada aplikasi ini dapat berjalan dengan baik selama properti yang digunakan tidak menutupi bagian wajah

seperti menggunakan masker. Hal ini dikarenakan proses deteksi wajah menggunakan *template* CANNY PURNING yang hanya mendeteksi bagi wajah yaitu dahi hingga dagu.

#### B. Saran

Beberapa saran yang dapat digunakan pada penelitian berikutnya yaitu:

1. Menambah jumlah citra uji maupun citra latih untuk mendapatkan nilai akurasi yang lebih tinggi.
2. Menambah fitur pendukung tambahan dalam sistem absensi agar proses absensi dapat berjalan dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andono, P.N. dkk. (2017). *Pengolahan Citra Digital*. Semarang: Andi.
- Anggraini, D.R. (2014). *Face Recognition Using Principal Component Analysis and Self Organizing Maps*. The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). DOI 978-1-4779-5573-2/14. 91-94
- Hidayatullah, Priyanto. (2017). *Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasi Nyata*. Bandung: Informatika
- Kaur, Ramandep. dkk. (2015). *Face Recognition Using Principal Component Analysis*. The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). DOI 978-1-4799-8047-5/15. 585-589.
- Muhaimin, M.S. (2013). *Rancang Bangun Aplikasi Multi-Face Detector Menggunakan Metode Viola Jones Pada Face Recognition*, Tugas Akhir, Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Suhery, Cici. dkk. (2017). *Identifikasi Wajah Manusia untuk Sistem Monitoring Perkuliahan menggunakan Ekstraksi Fitur Principal Component Analysis (PCA)*. Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN). 1 (1), 9-15.
- Surat Keputusan Peraturan Rektor Universitas Islam Majapahit NOMOR 007/UNIM/PR/B/VII/2017 tentang Pedoman Operasional Standar Penilaian Hasil Studi Mahasiswa Universitas Islam Majapahit. 2015. Mojokerto. Universitas Islam Majapahit.
- Vinay, A. dkk. (2015). *Face Recognition using Gabor Wavelet Features with PCA and KPCA-A Comparative Study*. The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). DOI 1877-0509.