

Absensi Kelas Otomatis Melalui Pengenalan Citra Wajah Menggunakan Metode Principal Component Analysis

Cahya Rahmad¹, Kadek Suarjuna Batubulan², Syafri Wira Wicaksana³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang

¹cahya.rahmad@polinema.ac.id, ²kadeksuarjuna87@gmail.com, ³wirasyafri1998@gmail.com

Abstrak—memiliki bekal ilmu yang baik didalam dunia pendidikan diharapkan terciptanya sumber daya manusia yang berkualitas. Salah satu cara mendapatkan ilmu adalah dengan belajar di institusi pendidikan seperti sekolah dan kampus. Untuk mendapatkan pendidikan yang optimal maka para pelajar diharuskan untuk selalu mengikuti kegiatan pembelajaran, maka dari itu instansi pendidikan menerapkan presensi bagi para siswanya. Hanya saja sistem absensi manual dinilai dapat dilakukan manipulasi data di dalamnya seperti dicatatnya kehadiran seseorang meski orang tersebut tidak benar-benar hadir. Untuk mengatasi masalah ini maka perlu dibuat sistem absensi yang menggunakan wajah sebagai alat presensi. Karena setiap wajah itu unik maka diharapkan akan meminimalisir manipulasi data presensi. Sistem ini dibangun menggunakan metode Principal Component Analysis dimana citra yang ditangkap oleh webcam akan diproses oleh sistem sehingga bisa dilakukan pencatatan kehadiran. Keakurasian dari sistem presensi ini adalah 76%

Kata kunci—*pengenalan wajah; Principal Component Analysis; Eigenface*

I. PENDAHULUAN

Absensi adalah sebuah kegiatan pengambilan data guna mengetahui jumlah kehadiran pada suatu acara. Setiap kegiatan yang membutuhkan informasi mengenai peserta tentu akan melakukan absensi. Hal ini juga terjadi pada proses belajar. Kegunaan absensi ini terjadi pada pihak pelajar dan pihak pengada proses belajar mengajar. Salah satu kegunaan absensi ini kepada pihak pelajar antara lain adalah dalam perhitungan kemungkinan pelajar untuk mengikuti ujian dan salah satu kegunaan informasi absensi ini kepada pihak pengada kegiatan belajar mengajar antara lain untuk melakukan evaluasi kepada kepuasan pelajar terhadap suatu mata pelajaran dan pembuatan tolak ukur ke depan guna pemberian ilmu yang lebih baik. Pengambilan data absensi ini sendiri dilakukan secara manual memiliki banyak kekurangan, seperti data yang tidak valid ketika data yang masuk salah dan bisa juga karena kesengajaan manipulasi data. Kekurangan lain dari pengambilan data secara manual adalah hilang atau rusaknya data yang ada. Kekurangan lain adalah kurangnya efisiensi dan efektifitas pada pengolahan data.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendisiplinkan kehadiran mahasiswa didik adalah dengan membuat sistem yang mencatat kehadiran tiap mahasiswa didik pada waktu tertentu dan tidak dapat diwakilkan. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini adalah dengan dibuatnya aplikasi presensi [1] dengan pengenalan wajah menggunakan algoritma Principal Component Analysis (PCA). Dalam algoritma Principal Component Analysis setiap citra wajah mahasiswa diubah kedalam bentuk matriks linear untuk dicari nilai eigenface-nya. Setelah terkumpul semua nilai eigenface tiap citra latih maka citra uji wajah mahasiswa akan di cari juga nilai eigenface-nya dan dilihat data latih mana yang lebih dekat dengan data uji. Data latih yang terdekat inilah yang dianggap sebagai kemungkinan terbesar identitas mahasiswa yang bersangkutan.

II. DASAR TEORI

A. Pengolahan Citra

Sebuah gambar disebut dengan citra digital apabila gambar yang dihasilkan dari proses sebuah komputer, kamera, scanner atau perangkat elektronik lainnya. Pengolahan citra digital diproses oleh komputer dengan menggunakan algoritma. Citra digital direpresentasikan dengan matriks, sehingga pengolahan pada citra digital pada dasarnya memanipulasi elemen-elemen matriks yang berupa piksel[2][3][4]

B. Pendeteksi Wajah

Proses pendeteksi wajah ini bekerja dengan cara memeriksa citra yang dimasukkan, apakah memiliki citra wajah atau tidak, jika memiliki, maka akan dilakukan pemisahan dengan cara memotong citra wajah dari latar belakang citra yang dimasukkan. Jika masukan berbentuk video, proses yang dilakukan adalah proses face tracking. Secara umum, proses face tracking dan proses pendeteksian wajah mempunyai fungsi yang sama. Perbedaannya terletak pada proses pendeteksian saja, jika pada masukan berbentuk citra, sistem berjalan offline sehingga dapat menggunakan proses pendeteksian wajah, sedangkan pada masukan video, sistem berjalan secara online atau real-time yang membutuhkan pendeteksian secara langsung maka proses yang digunakan adalah proses face tracking[5][6]

C. Principal Component Analysis

Principal Component Analysis menggunakan vektor-vektor yang disebut dengan eigenvector dan nilai-nilai yang disebut dengan eigenvalue untuk mendapatkan fitur yang paling signifikan pada dataset[7]. Prinsip dasar dari algoritma Principal Component Analysis adalah mengurangi satu set data namun tetap mempertahankan sebanyak mungkin variasi dalam set data tersebut. Secara matematis Principal Component Analysis mentransformasikan sebuah variabel yang berkorelasi ke dalam bentuk yang bebas tidak berkorelasi[5][8].

Langkah pertama adalah menyusun seluruh *training image* menjadi 1 matriks tunggal untuk tiap citra. Misalnya *image* yang kita simpan berukuran H x W *pixel* dan jumlahnya N buah, maka memiliki *flatvector* dengan dimensi N x (H x W). Representasikan semua matriks *training* menjadi matriks dengan bentuk N x 1 atau matriks linier seperti yang ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$\begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \end{bmatrix} \rightarrow [abcdef]$$

$$C_1 \rightarrow \begin{bmatrix} 11 & 11 & 11 \\ 11 & 11 & 11 \\ 11 & 11 & 11 \end{bmatrix} \rightarrow [11 \ 11 \ 11 \ 11 \ 11 \ 11 \ 11 \ 11 \ 11]$$

$$C_2 \rightarrow \begin{bmatrix} 2 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 2 \end{bmatrix} \rightarrow [2 \ 2 \ 2 \ 2 \ 2 \ 2 \ 2 \ 2 \ 2]$$

$$C_3 \rightarrow \begin{bmatrix} 9 & 9 & 9 \\ 9 & 9 & 9 \\ 9 & 9 & 9 \end{bmatrix} \rightarrow [9 \ 9 \ 9 \ 9 \ 9 \ 9 \ 9 \ 9 \ 9]$$

$$C_4 \rightarrow \begin{bmatrix} 8 & 8 & 8 \\ 8 & 8 & 8 \\ 8 & 8 & 8 \end{bmatrix} \rightarrow [8 \ 8 \ 8 \ 8 \ 8 \ 8 \ 8 \ 8 \ 8]$$

Dari *flatvector* yang diperoleh, jumlahkan seluruh barisnya dan bagi dengan jumlah *image training* untuk mendapatkan Rata-rata (*mean flatvector*)

$$\text{rata rata flatvector} = \frac{C_1+C_2+\dots+C_n}{n} \quad (1)$$

$$= \begin{bmatrix} 11 & 11 & 11 & 11 & 11 & 11 & 11 & 11 & 11 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 9 & 9 & 9 & 9 & 9 & 9 & 9 & 9 & 9 \\ 8 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 \end{bmatrix}$$

$$= \frac{30 + 30 + 30 + 30 + 30 + 30 + 30 + 30 + 30}{4}$$

$$= [7.5 \ 7.5 \ 7.5 \ 7.5 \ 7.5 \ 7.5 \ 7.5 \ 7.5 \ 7.5]$$

Dengan menghitung rata-rata *flatvector* citra, maka nilai *eigenface* untuk matriks *flatvector* yang sudah disusun tersebut dapat dihitung nilai *eigenface*-nya. Caranya dengan mengurangi baris-baris pada matriks *flatvector* dengan rata-rata *flatvector*. Jika didapatkan nilai di bawah nol (nilai minus), maka nilainya diganti dengan nol.

$$C_1 = \frac{\begin{bmatrix} 11 & 11 & 11 & 11 & 11 & 11 & 11 & 11 & 11 \\ 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 \\ 3.5 & 3.5 & 3.5 & 3.5 & 3.5 & 3.5 & 3.5 & 3.5 & 3.5 \end{bmatrix}}{\dots}$$

$$C_2 = \frac{\begin{bmatrix} 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}}{\dots}$$

$$C_3 = \frac{\begin{bmatrix} 9 & 9 & 9 & 9 & 9 & 9 & 9 & 9 & 9 \\ 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 \\ 1.5 & 1.5 & 1.5 & 1.5 & 1.5 & 1.5 & 1.5 & 1.5 & 1.5 \end{bmatrix}}{\dots}$$

$$C_4 = \frac{\begin{bmatrix} 8 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 & 8 \\ 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 \end{bmatrix}}{\dots}$$

Untuk mengenali citra tes (*testface*) pada saat uji, langkah identifikasinya adalah hitung nilai *eigenface* untuk matriks *testface* dengan cara yang sama seperti sebelumnya yaitu dimulai dari awal penentuan nilai *flatvector*, dikurang dengan rata-rata *flatvector* (didapat dari citra *training*), dan mendapatkan *eigenface* untuk *testface*

$$C_t \rightarrow \begin{bmatrix} 8 & 9 & 9 \\ 9 & 6 & 9 \\ 9 & 9 & 7 \end{bmatrix} \rightarrow [8 \ 9 \ 9 \ 9 \ 6 \ 9 \ 9 \ 9 \ 7]$$

$$= \frac{\begin{bmatrix} 8 & 9 & 9 & 9 & 6 & 9 & 9 & 9 & 7 \\ 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 & 7.5 \\ 0.5 & 1.5 & 1.5 & 1.5 & 0 & 1.5 & 1.5 & 1.5 & 0 \end{bmatrix}}{\dots}$$

Identifikasi dilakukan dengan metode *euclidean distance* yaitu menentukan jarak (*distance*) terpendek antara nilai *eigenface* dari *training image* di *database* dengan *eigenface* dari *testface*. Proses dimulai dengan menentukan nilai absolut dari pengurangan matriks *eigenface* training image dengan *eigenface* dari *testface* dan jumlahkan seluruh elemen penyusun *vector* yang dihasilkan. Kemudian cari nilai paling kecil dari hasil penjumlahan tersebut

$$[IdentifyC_n] = \frac{\text{EigenfaceTraining} - \text{EigenfaceTestface}}{abcdehij..} \quad (2)$$

$$C_1 = \frac{\begin{bmatrix} 3.5 & 3.5 & 3.5 & 3.5 & 3.5 & 3.5 & 3.5 & 3.5 & 3.5 \\ 0.5 & 1.5 & 1.5 & 1.5 & 0 & 1.5 & 1.5 & 1.5 & 0 \\ 3 & 2 & 2 & 2 & 3.5 & 2 & 2 & 2 & 3.5 \end{bmatrix}}{\dots}$$

$$= 3+2+2+3.5+2+2+3.5$$

$$= 22$$

$$C_2 = \frac{\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 1.5 & 1.5 & 1.5 & 0 & 1.5 & 1.5 & 1.5 & 0 \\ 0.5 & 1.5 & 1.5 & 1.5 & 0 & 1.5 & 1.5 & 1.5 & 0 \end{bmatrix}}{\dots}$$

$$= 0.5+1.5+1.5+1.5+0+1.5+1.5+1.5+0$$

$$= 8.5$$

$$C_3 = \frac{\begin{array}{cccccccc} 1.5 & 1.5 & 1.5 & 1.5 & 1.5 & 1.5 & 1.5 & 1.5 \\ 0.5 & 1.5 & 1.5 & 1.5 & 0 & 1.5 & 1.5 & 1.5 & 0 \end{array}}{\begin{array}{cccccccc} 1 & 0 & 0 & 0 & 1.5 & 0 & 0 & 0 & 1.5 \end{array}}$$

$$= 1 + 0 + 0 + 0 + 1.5 + 0 + 0 + 0 + 1.5$$

$$= 4$$

$$C_4 = \frac{\begin{array}{cccccccc} 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 \\ 0.5 & 1.5 & 1.5 & 1.5 & 0 & 1.5 & 1.5 & 1.5 & 0 \end{array}}{\begin{array}{cccccccc} 0 & 1 & 1 & 1 & 0.5 & 1 & 1 & 1 & 0.5 \end{array}}$$

$$= 0 + 1 + 1 + 1 + 0.5 + 1 + 1 + 1 + 0.5$$

$$= 7$$

Dari hasil perhitungan diperoleh jarak citra wajah tiga memiliki nilai yang terkecil yaitu 4. Karena jarak eigenface face dengan dengan eigenface testface paling kecil, maka hasil identifikasi menyimpulkan bahwa testface lebih mirip dengan face tiga dari pada face satu, face dua, dan face empat.

D. EmguCV

Emgu CV adalah sebuah jembatan lintas platform .Net untuk menghubungkan ke library pengolahan gambar Open CV. Emgu CV memungkinkan untuk memanggil fungsi Open CV ke berbagai bahasa .Net seperti C#, VB, VC++, IronPython dan lain-lain, yang dapat di-compile pada Visual Studio, Xamarin Studio, dan Unity, serta dapat dijalankan pada perangkat Windows, Linux, Mac OS X, iOS, Android, dan Windows Phone[1].

E. Visual studio

Microsoft visual studio merupakan sebuah IDE (Intregrated Development Environment) dari Microsoft untuk pengembangan aplikasi. IDE sendiri merupakan program komputer yang memiliki fasilitas-fasilitas yang diperlukan untuk pembangunan perangkat lunak. Dengan aplikasi visual studio ini, bisa dibangun aplikasi GUI, aplikasi konsole, aplikasi web, maupun aplikasi mobile[9]

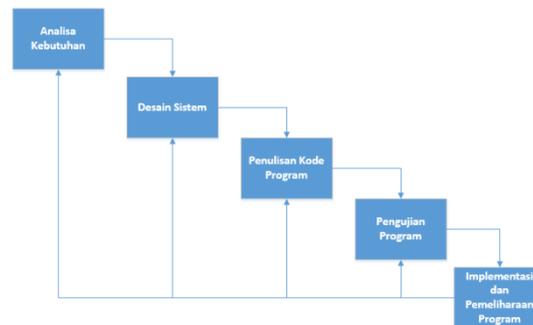
F. XAmpp.

XAMPP adalah perangkat lunak bebas, yang mendukung banyak sistem operasi, merupakan kompilasi dari beberapa program. Fungsinya adalah sebagai server yang berdiri sendiri (localhost), yang terdiri atas program Apache HTTP Server, MySQL database, dan penerjemah bahasa yang ditulis dengan bahasa pemrograman PHP dan Perl[10].

III. METODE

A. Metode Penelitian Data

Metode pembuatan perangkat lunak ini adalah dengan menggunakan metode *Waterfall*. Berkat penurunan dadi fase ke fase yang lainnya, model ini dikenal sebagi “model air terjun”



Gambar 1. Metode Pengembangan atau siklus hidup perangkat lunak. Adapun tahap dalam metode waterfall dijelaskan pada Gambar 1 :

Keterangan :

1. Analisa Kebutuhan
Tahap ini merupakan tahap awal dalam pembentukan aplikasi pengolahan citra digital absensi menggunakan citra wajah, dengan menetapkan berbagai kebutuhan yang diperlukan untuk menguji citra inputan dan menetapkan kebutuhan secara rinci yang berfungsi sebagai spesifikasi sistem.
2. Desain Sistem
Perancangan merupakan tahapan dimana pengembang menjabarkan secara rinci yang akan dilakukan dan bagaimana sebuah sistem akan dibuat.
3. Penulisan Kode Program
Pada tahapan ini merupakan tahapan dimana setelah selesai melakukan perancangan sistem, akan diterjemahkan ke dalam kode program dengan menggunakan Bahasa pemrograman yang sudah ditentukan.
4. Pengujian Program
Proses pengujian dilakukan dalam beberapa tahap yaitu:
 - Input citra wajah : berupa *capture* dari webcam.
 - Melakukan pre-processing pada citra masukan kemudian diolah sesuai dengan rumus yang digunakan pada penelitian ini.
 - Melakukan perhitungan apakah citra dikenali atau tidak.
5. Implementasi dan Pemeliharaan Program
Tahap terakhir ini dilakukan setelah semua proses tahapan dilakukan, mengoperasikan program dan melakukan pemeliharaan seperti penyesuaian program dan perubahan. pemeliharaan ini berguna apabila perangkat lunak yang dibangun mengalami kegagalan sistem.

B. Metode Pengembangan

Untuk mendukung keperluan analisa data pada penelitian ini ,peneliti memerlukan sejumlah data dukung yang berasal dari kumpulan citra wajah mahasiswa di salah satu kelas JTI. Metode pengambilan data yang peneliti gunakan adalah metode observasi. Observasi adalah teknik pengumpulan data yang tidak hanya mengukur sikap dari responden (wawancara dan angket) namun juga dapat digunakan untuk mendapatkan berbagai fenomena yang terjadi. Teknik ini dapat digunakan

apabila penelitian ditujukan untuk mempelajari perilaku manusia dan dilakukan pada responden yang tidak terlalu besar.

C. Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan untuk implementasi sistem pengenalan wajah untuk absensi kelas ini adalah citra digital dari beberapa wajah *user*. citra *user* yang didapat berasal dari capture menggunakan webcam laptop.

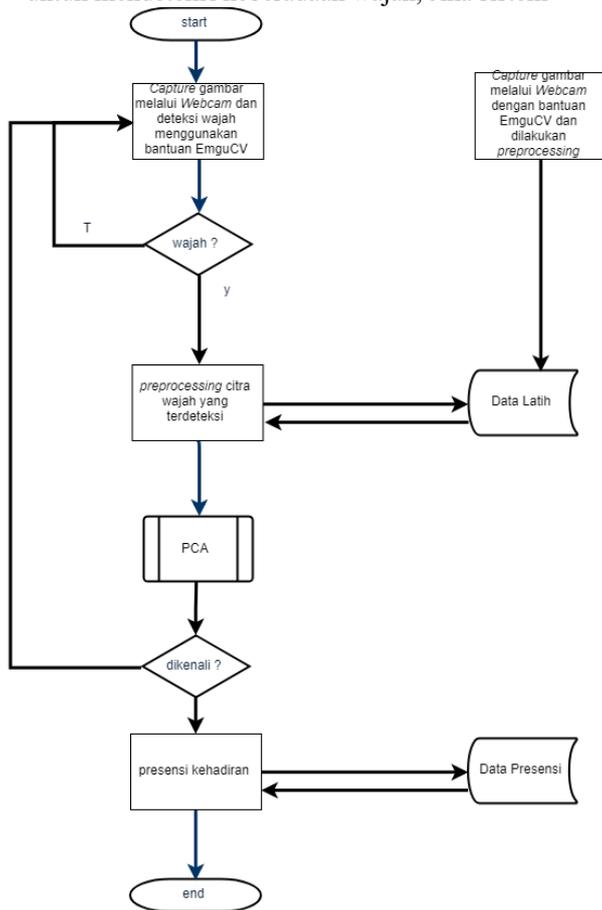
IV. HASIL PEMBAHASAN

A. Perancangan Sistem

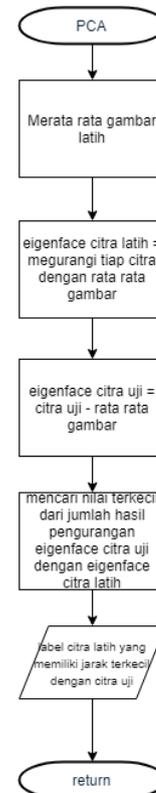
Berdasarkan kebutuhan sistem dan hasil analisis maka Sistem yang dibuat harus memenuhi fungsi fungsi sebagai berikut :

1. Menerapkan metode *Principal Component Analysis* pada sistem
2. Memberikan kesimpulan tentang tingkat akurasi sistem dalam mengenali wajah.

Berdasarkan Gambar 2-3 sistem akan meng-*capture* gambar mahasiswa melalui webcam. *EmguCV* membantu sistem untuk mendeteksi keberadaan wajah, Jika sistem



Gambar 2 Flowchart sistem



Gambar 3 Flowchart Metode

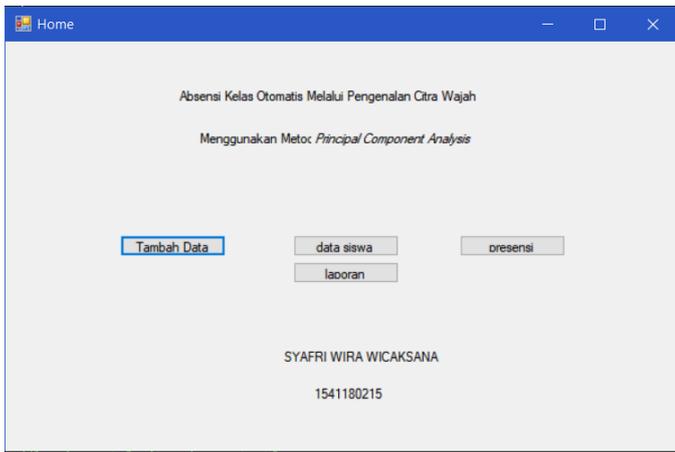
mendeteksi bahwa citra inputan memiliki wajah maka kotak wajah yang terdeteksi akan dilakukan *pre-processing*. Proses *pre-processing* dilakukan dengan cara memotong kotak yang mendeteksi adanya wajah pada gambar kemudian di lakukan konversi warna ke *grayscale*. Setelah didapatkan citra grayscale sistem akan membandingkan data uji dengan data yang ada di database data training, jika terdapat citra yang memiliki nilai terdekat sesuai pendekatan PCA maka citra uji akan dianggap dikenali dan akan dicatat identitasnya dalam daftar kehadiran pada database presensi.

B. Implementasi

Implementasi merupakan tahapan setelah melakukan analisis dan perancangan sistem pada siklus rekayasa perangkat lunak.

C. Home

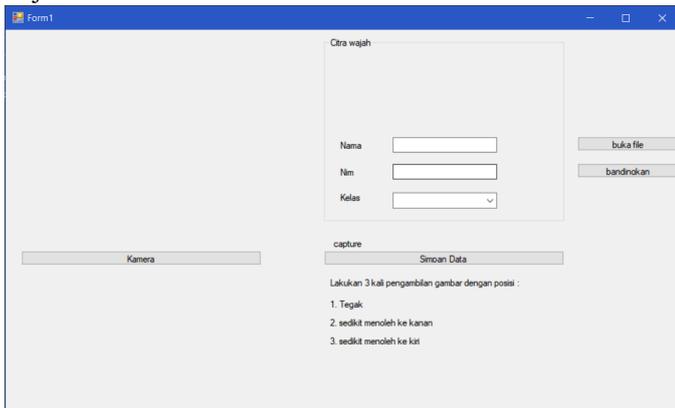
Home adalah halaman awal ketika aplikasi dibuka yang berfungsi sebagai jendela pilihan *user* untuk memilih penggunaan fitur aplikasi yaitu penambahan data mahasiswa atau absensi mahasiswa seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Tampilan Home

D. Form Input Data

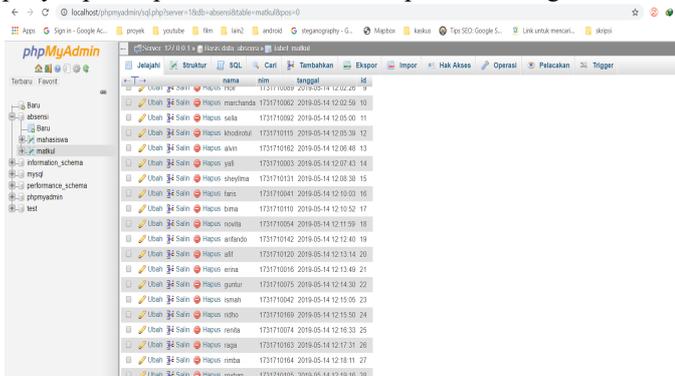
Pada Gambar 5 merupakan halaman tambah data dimana para mahasiswa akan akan menginputkan nim dan nama serta menghidupkan kamera untuk keperluan penambahan citra latih wajah.



Gambar 5 Tampilan Tambah Data

E. Pengujian

Mahasiswa yang wajahnya bisa dikenali oleh sistem dengan benar dapat melanjutkan proses absensi dengan cara memasukkan nim yang sesuai dengan identitas mahasiswa di *database*. Jika nim mahasiswa yang diinputkan tidak sesuai dengan identitas citra wajah yang ditangkap sistem, maka mahasiswa tersebut tidak bisa melakukan presensi. Hasil dari penyimpanan presensi di *database* dapat dilihat di gambar 6.



Gambar 6 Tampilan presensi di *database*

TABEL I PENGENALAN CITRA UJI

No	Nama	Hasil
1	gustaf	Salah
2	dimas	Salah
3	yuyin	Salah
4	hoir	dikenali
5	marchanda	dikenali
6	tony	Salah
7	sella	dikenali
8	desy	dikenali
9	alvin	dikenali
10	yafi	Salah
11	sheyllma	dikenali
12	novita	dikenali
13	arifando	dikenali
14	afif	dikenali
15	erina	dikenali
16	Guntur	dikenali
17	ismah	dikenali
18	khodirotul	dikenali
19	ridho	dikenali
20	renita	dikenali
21	raga	dikenali
22	rimba	dikenali
23	reyhan	dikenali
24	faris	dikenali
25	bima	Salah

TABEL II JUMLAH BENAR DAN SALAH

benar	salah
19	6

Setelah dilakukan pengujian pada sistem maka dapat diketahui keakurasian sistem sebesar :

$$\frac{19}{19 + 6} * 100\% = 76 \%$$

penyebab gagalnya sistem untuk mengenali wajah adalah :

1. Penggunaan metode ini sangat peka terhadap cahaya
2. Perubahan Wajah Subjek yang terlalu ekspresif

V. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari keseluruhan pengujian pengenalan wajah menggunakan metode *principal component analysis* yang

dilakukan didapatkan hasil keakurasian sistem sebesar 76%.

2. Dari hasil pengembangan aplikasi yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa cara validasi melalui nim dan citra wajah mahasiswa yang dilakukan secara bersamaan dapat digunakan untuk membuat sistem absensi otomatis.

REFERENSI

- [1] M. Yusuf, M. Yusuf, R. V. H. Ginardi, and A. S. Ahmadiyah, "Rancang Bangun Aplikasi Absensi Perkuliahan Mahasiswa dengan Pengenalan Wajah," *J. Tek. ITS*, 2016.
- [2] F. . A'la, "Deteksi Retak Permukaan Jalan Raya Berbasis Pengolahan Citra Menggunakan Metode Ekstraksi Ciri Wavelet," 2016.
- [3] A. Budi, S. Suma'inna, and H. Maulana, "Pengenalan Citra Wajah Sebagai Identifier Menggunakan Metode Principal Component Analysis (PCA)," *J. Tek. Inform.*, 2019.
- [4] S. Wardoyo, R. Wiryadinata, and R. Sagita, "Sistem Presensi Berbasis Algoritma Eigenface Dengan Metode Principal Component Analysis," *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 2016.
- [5] Salamun & Firman Wazir, "Rancang Bangun Sistem Pengenalan Wajah Dengan Metode Principal Component Analysis," *J. Teknol. dan Sist. Inf. UNIVRAB*, 2016.
- [6] N. Kustian, "ANALISIS KOMPONEN UTAMA MENGGUNAKAN METODE EIGENFACE TERHADAP PENGENALAN CITRA WAJAH," *J. Teknol.*, 2017.
- [7] A. Simaremare, H. dan Kurniawan, "Perbandingan Akurasi Pengenalan Wajah Menggunakan Metode LBPH dan Eigenface dalam Mengenali Tiga Wajah Sekaligus secara Real-Time," *J. Sains, Teknol. dan Ind.*, 2016.
- [8] S. Sinurat, "Analisa Sistem Pengenalan Wajah Berbentuk Citra Digital Dengan Algoritma Principal Components Analysis," *J. Inf. dan Teknol. Ilm.*, 2014.
- [9] K. Hermawan, "SIMULASI ENERGI OUTPUT MENGGUNAKAN APLIKASI C# DI PLTH BAYU BIRU YOGYAKARTA.," 2018.
- [10] M. Hulzanah, "SISTEM INFORMASI AKADEMIK SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP) NEGERI 15 PALEMBANG BERBASIS WEB," 2014.