

# Rancang Bangun Aplikasi Absensi Perkuliahan Mahasiswa dengan Pengenalan Wajah

Muhammad Yusuf, R. V. Hari Ginardi, dan Adhatus Solichah A.

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

*e-mail*: hari@its.ac.id

**Abstrak**—Proses absensi yang dilakukan secara manual dinilai kurang efektif karena terbukanya kesempatan melakukan kecurangan. Selain itu, proses rekapitulasi manual membutuhkan waktu yang lama. Sistem absensi dengan teknologi dapat diterapkan untuk membantu proses absensi dan rekapitulasi yang efektif. Pada tugas akhir ini, teknologi yang digunakan adalah sistem pengenalan wajah. Pembuatan aplikasi absensi dengan pengenalan wajah ini menggunakan metode *Eigenface* untuk melakukan proses pengenalan wajah. Sedangkan data-data yang dibutuhkan sistem adalah data mata kuliah, dosen, jadwal, kelas, mahasiswa, dan *dataset* foto wajah yang disimpan dalam sistem manajemen relasional basis data. Hasil dari aplikasi yang dibangun yaitu dapat mengelola data-data pada sistem, serta melakukan pencatatan dan perekapan data absensi. Proses absensi mahasiswa berhasil dilakukan pada kondisi pencahayaan yang bagus dan resolusi yang sama dengan kondisi foto wajah yang disimpan dalam basis data.

**Kata Kunci**—Absensi, Mahasiswa, Pengenalan Wajah, *Eigenface*, Sistem Manajemen Basis Data Relasional

## I. PENDAHULUAN

SISTEM absensi adalah hal yang penting dalam sebuah perkuliahan sebagai pencatat kehadiran mahasiswa. Di kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, kehadiran menentukan seorang mahasiswa berhak atau tidak untuk mengikuti Evaluasi Akhir Semester (EAS) dengan persentase 80% dari 16 pertemuan pada satu semester. Selama ini di ITS khususnya di jurusan Teknik Informatika, sistem absensi masih dilakukan secara manual dengan menandatangani lembar kertas absensi. Hal itu tentu kurang efektif karena terbukanya kesempatan untuk melakukan kecurangan. Selain itu, rekapitulasi oleh Tata Usaha (TU) juga dilakukan dengan cara manual yang membutuhkan waktu lama karena harus memasukkan banyak data.

Dengan semakin berkembangnya bidang teknologi, saat ini telah banyak dibangun sistem absensi dengan pengenalan pola yang mengenali ciri-ciri khusus fisik seseorang diantaranya pengenalan wajah, pengenalan iris, dan pengenalan sidik jari. Pencatatan absensi menggunakan pengenalan pola yang mengenali ciri-ciri fisik seseorang untuk perkuliahan mahasiswa sebelumnya pernah diterapkan di jurusan Sistem Informasi ITS yaitu dengan pengenalan sidik jari, akan tetapi sekarang sudah tidak berjalan dan alat *fingerprnt* hanya terpasang di tiap kelas. Dengan memanfaatkan pola ciri-ciri khusus fisik pula tugas akhir ini akan mengenali seseorang, yaitu dengan pengenalan

wajah.

Sistem yang dibangun memanfaatkan *web camera (webcam)* pada komputer untuk melakukan absensi. Tujuan dikembangkannya sistem ini adalah untuk memberikan solusi yang efektif dalam pencatatan dan perekapan absensi perkuliahan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Pengenalan Wajah

Pengenalan wajah merupakan salah satu pendekatan pengenalan pola untuk keperluan identifikasi wajah seseorang dengan pendekatan biometrik. Suatu biometrik bersifat unik sehingga dapat digunakan untuk mengenali identitas seseorang. Proses pengenalan biometrik dapat dibagi menjadi dua karakteristik, yaitu secara fisik dan secara perilaku. Biometrik fisik berasal dari pengukuran dan data yang ada langsung dari bagian manusia misalnya pengenalan sidik jari, pengenalan wajah, iris, retina, dan tangan. Sedangkan biometrik perilaku berasal dari pengukuran dan data yang berasal dari tindakan seperti suara, tanda tangan, dan *keystrokes*. Sistem biometrik mengacu pada terintegrasinya antara perangkat keras dan perangkat lunak untuk melakukan proses identifikasi dan verifikasi.

Sistem pengenalan wajah adalah sebuah aplikasi komputer yang mampu mengidentifikasi atau mengenali wajah seseorang dari gambar digital atau video. Salah satu cara yang digunakan dalam pengenalan wajah yaitu dengan membandingkan wajah dari gambar yang dipilih atau video dengan basis data wajah.

Pengenalan wajah manusia telah menarik banyak para peneliti. Sebuah sistem pengenalan wajah bisa ditemukan pada banyak aplikasi dari berbagai bidang seperti Interaksi Manusia dan Komputer (IMK), sistem keamanan, dan lain-lain [1].

### B. Emgu CV

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 [2].

### C. Metode Eigenface

*Eigenface* adalah nama yang diberikan untuk satu set *eigenvector* ketika digunakan dalam pengenalan wajah pada bidang visi komputer. Dalam istilah Layman, *Eigenface* adalah sekumpulan *standardized face ingredient* dari analisis statistik dari banyak gambar wajah [3]. Pendekatan *Eigenfaces* untuk pengenalan wajah dikembangkan oleh Sirovich dan Kirby (1987) dan digunakan oleh Matthew Turk dan Alex Pentland pada klasifikasi wajah [4]. Selain merancang sistem untuk pengenalan wajah, Matthew Turk dan Alex Pentland juga menunjukkan cara menghitung *eigenvector* untuk melakukan *eigendecomposition* pada sebagian besar gambar wajah. *Eigenvector* berasal dari kovarian matriks distribusi probabilitas pada ruang vektor dari gambar wajah [5]. *Dataset* wajah yang digunakan harus diambil dalam kondisi pencahayaan dan resolusi yang sama dengan saat melakukan pengenalan wajah baru.

Algoritma pengenalan wajah dengan metode *Eigenface* dilakukan melalui beberapa tahapan [6], yaitu:

1. Menyusun *Flatvector* Matriks Citra
2. Menghitung Nilai Tengah atau *Mean* ( $\psi$ )
3. Menghitung Selisih antara *Training Image* dengan Nilai Tengah atau *Mean* ( $\psi$ )
4. Menghitung Nilai Matriks Kovarian
5. Menghitung Nilai *Eigenvalue* dan *Eigenvector*
6. Mencari Nilai *Eigenface*
7. Proses Identifikasi

### D. Penelitian Terkait

Beberapa penelitian terkait dengan tugas akhir ini diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Priyanka Wagh, Roshani Thakare, Jagruti Chaudhari, dan Shweta Patil dalam jurnal yang berjudul *Attendance System based on Face Recognition using Eigenface and PCA Algorithm*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem kehadiran yang otomatis dapat dibuktikan sebagai sistem yang efisien untuk pencatatan kehadiran mahasiswa. Dengan menggunakan sistem ini, kemungkinan kecurangan dapat dikurangi [7].

Muhammad Rizki Muliawan, Beni Irawan, dan Yulrio Brianorman dalam jurnal yang berjudul *Implementasi Pengenalan Wajah dengan Metode Eigenface pada Sistem Absensi*. Penelitian ini mendapatkan hasil yang berbeda-beda antara wajah satu dengan wajah yang lainnya, pada saat basis data berisi 10 data wajah, hasil rata-rata persentase kecocokan mencapai 88%, sedangkan pada saat basis data berjumlah 20 data wajah, hasil rata-rata persentase kecocokan mencapai 52%. Penyebab dari perbedaan hasil tersebut adalah faktor pencahayaan, jarak, bentuk wajah, serta jumlah data yang tersedia [6].

## III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

### A. Deskripsi Umum Sistem

Aplikasi yang dibuat dalam tugas akhir ini merupakan aplikasi absensi perkuliahan mahasiswa dengan pengenalan wajah. Aplikasi perkuliahan mahasiswa ini merupakan aplikasi berbasis *desktop*. Aplikasi ini berupa prototipe dan tidak

terintegrasi dengan sistem informasi yang ada di ITS. Aplikasi ini dibangun menggunakan metode *Eigenface* yang merupakan algoritma dari *library* Open CV yang dipanggil dalam bahasa pemrograman *C#* dengan menggunakan *library* Emgu CV. Metode ini nantinya digunakan untuk mengenali wajah mahasiswa saat melakukan absensi mahasiswa pada suatu perkuliahan. Semua data yang ada pada aplikasi disimpan dalam relasional manajemen basis data MySQL. Data-data yang dibutuhkan pada sistem dikelola oleh pengguna administrator dan tata usaha. Semua menu yang bisa diakses oleh pengguna tata usaha juga dapat diakses oleh pengguna administrator. Perbedaan antara pengguna administrator dan tata usaha terletak pada menu Tata Usaha, dimana administrator bisa mengelola data-data dari tata usaha.

Proses absensi diawali dengan dosen *login* ke sistem absensi, kemudian mengisi detail materi pada berita acara perkuliahan suatu mata kuliah dan menekan tombol "Mulai Absensi". Proses absensi dilakukan dengan menggunakan *webcam* pada komputer. Aplikasi akan mendeteksi dan mengenali wajah mahasiswa jika *dataset* wajah yang ada di basis data memiliki pencahayaan dan resolusi yang sama pada saat melakukan absensi. Ketika wajah dikenali oleh aplikasi, maka aplikasi akan mengkonfirmasi apakah benar wajah yang dikenali oleh sistem adalah wajah mahasiswa yang bersangkutan. Jika mahasiswa mengkonfirmasi benar, maka sistem akan mencatat kehadiran mahasiswa dan menyimpannya ke basis data.

### B. Identifikasi Pengguna

Identifikasi pengguna mendefinisikan entitas-entitas yang terlibat dan berinteraksi langsung dengan sistem. Berdasarkan deskripsi umum sistem yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, maka pengguna yang akan menggunakan aplikasi ini ada empat, yaitu:

1. Administrator  
Administrator merupakan pengguna yang bertanggungjawab terkait dengan data tata usaha, dosen, mahasiswa, mata kuliah, kelas, dan jadwal perkuliahan.
2. Tata usaha  
Tata Usaha merupakan pengguna yang bertanggungjawab dalam terkait dengan data dosen, mahasiswa, mata kuliah, kelas, dan jadwal perkuliahan
3. Dosen  
Dosen merupakan pengguna yang mengatur fitur pada saat perkuliahan, seperti pengisian berita acara perkuliahan dan mengaktifkan fitur absensi pada *groupBox* Absen yang digunakan mahasiswa untuk melakukan absensi perkuliahan.
4. Mahasiswa  
Mahasiswa merupakan pengguna yang hanya memiliki akses untuk melakukan dan melihat absensi.

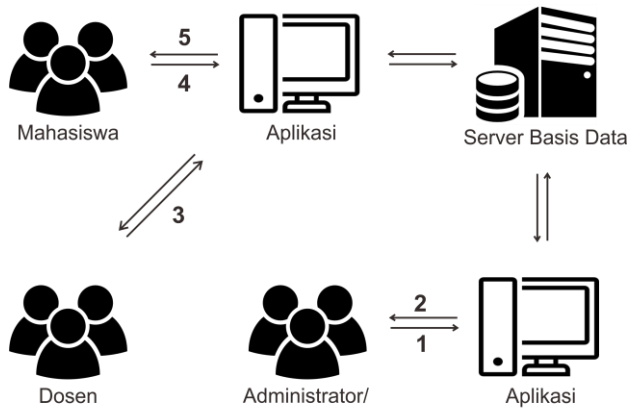
### C. Perancangan Arsitektur

Arsitektur aplikasi dapat dilihat pada Gambar 1. Berikut penjelasan arsitektur sistem yang terdapat pada Gambar 1.

1. Administrator atau tata usaha mengelola data-data yang dibutuhkan sistem.
2. Administrator atau tata usaha mendapatkan data rekapitulasi kehadiran, file ekstraksi data kehadiran, dan data yang dikelola.

3. Dosen mengisi berita acara pada suatu perkuliahan.
4. Setelah dosen mengisi berita acara, mahasiswa memulainya dengan menghadapkan wajah ke depan komputer sehingga *webcam* dapat menangkap wajah mahasiswa.

Ketika aplikasi mengenali wajah mahasiswa maka aplikasi akan memberikan umpan balik berupa konfirmasi apakah benar data yang dikenali oleh sistem adalah mahasiswa yang bersangkutan. Jika tidak maka aplikasi akan kembali menangkap wajah mahasiswa.

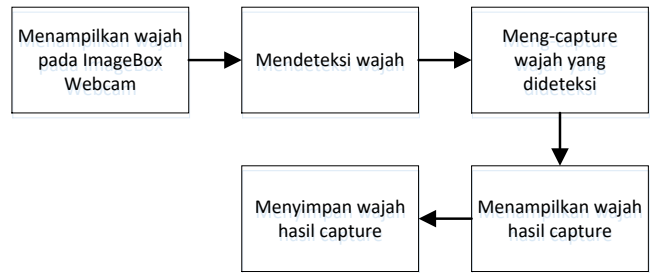


Gambar 1 Perancangan arsitektur sistem

**D. Proses Masukan Data Wajah**

Proses masukan data wajah pada sistem dapat dilihat pada Gambar 2. Pada proses ini, pengguna pertama memilih metode masukan, yaitu dari *file* foto yang sudah ada atau secara langsung melalui *webcam*. Kemudian akan ditampilkan pada *ImageBox Webcam*. Sistem akan mendeteksi wajah dengan metode *Haarcascade* dari *library Emgu CV*. Wajah yang

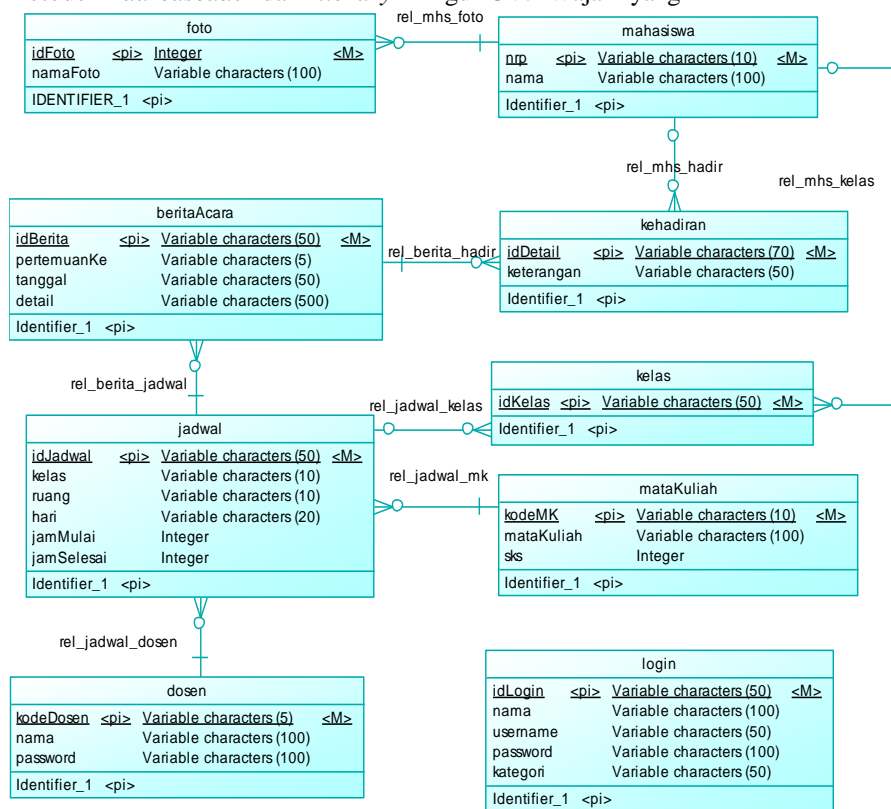
dideteksi adalah wajah yang menghadap ke depan, pada pencahayaan yang baik, dan wajah yang tidak terhalangi oleh kacamata, masker, ataupun objek lainnya. Kemudian pengguna meng-*capture* wajah yang dideteksi dan sistem akan menampilkan wajah hasil *capture*. Setelah itu, data wajah akan disimpan pada basis data.



Gambar 2 Proses masukan data wajah

**E. Perancangan Basis Data**

Basis data yang dibangun pada aplikasi ini menggunakan sistem manajemen basis data relasional MySQL. Data-data yang disimpan dalam MySQL diantaranya data absensi mahasiswa, data mata kuliah, data jadwal perkuliahan, data mahasiswa, data foto mahasiswa, data mahasiswa per kelas, data dosen, serta data *login* yang digunakan untuk administrator dan tata usaha. Perancangan basis data dimodelkan dalam diagram model konsep basis data atau *Conceptual Data Model (CDM)* yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 CDM aplikasi absensi perkuliahan

#### IV. IMPLEMENTASI

Aplikasi ini dibangun dengan basis *desktop*, menggunakan bahasa pemrograman C#, *library* Emgu CV, dan sistem manajemen basis data relasional MySQL. *Library* Emgu CV digunakan sebagai *tools* untuk mengimplementasikan metode *Eigenface* yang digunakan pada proses deteksi dan pengenalan wajah mahasiswa untuk mencatat status kehadiran pada suatu perkuliahan. Dan sistem manajemen basis data relasional MySQL digunakan sebagai *server* basis data untuk menyimpan semua data pada aplikasi yang berisi tabel login, mahasiswa, foto, dosen, matakuliah, jadwal, kelas, beritaacara, dan kehadiran.

Dalam membangun aplikasi perangkat keras yang digunakan adalah komputer laptop. Spesifikasi dari perangkat tersebut adalah prosesor Inter(R) Core(TM) i3-3217U CPU @1.80GHz dan RAM 4.00 GB.

#### V. PENGUJIAN DAN EVALUASI

Dalam melakukan pengujian pada aplikasi dilakukan pada lingkungan dan alat kakas komputer laptop dengan spesifikasi prosesor Inter(R) Core(TM) i3-3217U CPU @1.80GHz, sistem operasi Windows 10 Home Single Language 64-bit, ukuran layar 1280 x 720 *pixels*, dan RAM 4.00 GB.

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kebutuhan fungsionalitas. Pengujian fungsionalitas menggunakan metode kotak hitam (*black box*). Metode ini menekankan pada kesesuaian hasil keluaran sistem.

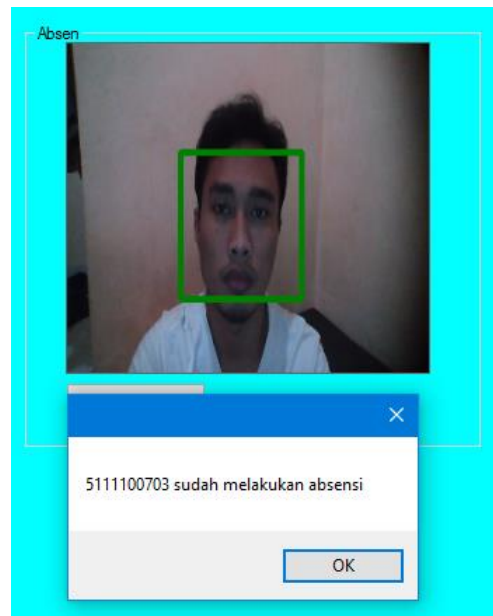
Pada saat pengujian melakukan absensi, mahasiswa diharuskan telah berada pada halaman Absensi. Kemudian mahasiswa menekan tombol Aktifkan dan sistem akan mengaktifkan fitur *webcam* komputer. Setelah itu, sistem akan mendeteksi dan mengenali wajah mahasiswa dan memberikan konfirmasi apakah benar mahasiswa yang sedang melakukan absensi adalah mahasiswa yang dikenali sistem. Setelah mahasiswa memberikan konfirmasi benar, maka sistem akan mencatat data kehadiran mahasiswa pada kelas dan pertemuan tersebut dan menampilkan keterangan bahwa mahasiswa telah

melakukan absensi seperti pada Gambar 4.

Pada proses melihat absensi, pengguna diharuskan telah berada pada halaman Beranda. Data kelas berdasarkan ID Jadwal yang bisa dipilih oleh administrator atau tata usaha. Kemudian administrator atau tata usaha menekan tombol Pilih dan sistem akan menampilkan data absensi perkuliahan mahasiswa pada suatu kelas berdasarkan ID Jadwal yang dipilih seperti pada Gambar 5.

Administrator atau tata usaha menekan tombol Ekstrak File. Kemudian memilih direktori *File Explorer* untuk menyimpan *file*. Kemudian akan muncul pesan bahwa data absensi berhasil diekstrak. Hasil ekstraksi file dapat dilihat pada Gambar 6.

Dalam pengujian melakukan absensi dilakukan kepada mahasiswa dengan *dataset* wajah yang telah disimpan dalam basis data. Contoh *dataset* yang berhasil dikenali oleh sistem dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 4 Sistem berhasil mengenali data wajah

Selamat Datang, Admin Keluar

**BERANDA**

ID JADWAL:

Mata Kuliah : Topik Khusus Manajemen Informasi      Ruang : Lab. Apro  
 Kelas : A      Hari : Sabtu  
 Dosen : Dr.tech. Ir. R. V. Hari Ginardi, M. Sc.

NRP	NAMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5112100204	MOHAMMAD ARDHANSYAH METANA PUTRA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5112100184	MADE ADITYA PRADNYADIPA MUSTIKA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5112100158	MUHAMMAD YARJUNA ROHMAT	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5112100143	PRASETYO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5112100122	RATIH AYU INDRASWARI	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5112100104	FANANDA HERDA PERDANA	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir
5112100097	MOHAMMAD ARIEF RIDWAN	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5112100084	A HEYNOUM DALA RIFAT	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5112100059	FADRIAN MERDIANTO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5112100050	ANGGERIKO ARYASENA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5112100045	ALIFA RIDHO MUSTHAFA	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir
5112100044	DIWI OKTARIYAH SUMADYA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5112100019	BIMA NISRINA MADJID	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5112100002	DINAR WINIA MAHANDHIRA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5111100703	MUHAMMAD YUSUF	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir
5111100111	ANDI MUHAMMAD IKHWAN	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

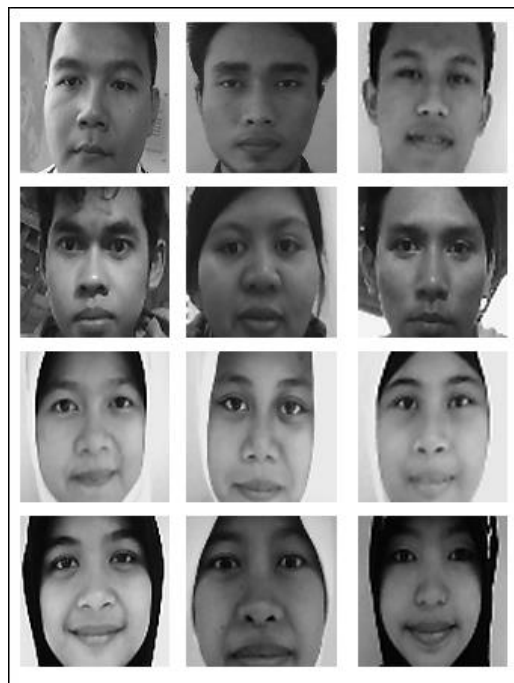
< >

Menu

Gambar 5 Rekapitulasi kehadiran per kelas

NRP	NAMA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5111100703	MUHAMMAD YUSUF	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir
5111100054	Satria Katana L.	hadir	hadir	X	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir
5111100702	M. Rizal Ar.	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	X	X	X	X	X	X	X	X
2214100705	Muhammad Faiz	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2514100701	Muhammad Rifqi Rusydani	hadir	hadir	hadir	X	X	X	X	X	X	X	X	X	hadir	X
5111100175	Bryan Alfadhori	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	X	X	X
5114100701	Ar Raad Stone	hadir	hadir	X	X	X	X	X	X	X	X	X	hadir	X	X
5114100703	Ahmad Muzakka Ishaqi	hadir	X	X	X	X	X	X	X	X	X	hadir	X	X	X
5112100158	MUHAMMAD YARJUNA ROHMAT	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir
5112100120	Mochammad Bakhtiar	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	X	X	X	X	X	X	X	hadir
5112100084	A HEYNOUM DALA RIF'AT	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	X	X
5112100045	ALIFA RIDHO MUSTHAFA	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	X	X	X
3312100701	Moh. Khoirur Rohman	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	X	X	X	X	X
5112100703	Mujahid Husein	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	X	X	X	X
2514100704	Ahmad Athoillah	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	hadir	X	X	X	X	X	X
5112100104	FANANDA HERDA PERDANA	hadir	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5112100143	PRASETJO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5112100050	ANGGERIKO ARYASENA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Gambar 6 File data hasil ekstraksi



Gambar 7 Contoh dataset wajah yang berhasil dikenali

VI. KESIMPULAN

Dari hasil selama proses perancangan, implementasi, serta pengujian aplikasi absensi perkuliahan mahasiswa dengan pengenalan wajah, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi berhasil dibangun menggunakan bahasa pemrograman C# dengan pengenalan wajah menggunakan library Emgu CV.
2. Metode Eigenface dipanggil dari library Emgu CV yang digunakan pada proses pengenalan wajah mahasiswa untuk mencatat status kehadiran.
3. Rancangan basis data yang digunakan untuk aplikasi ini

berhasil dibangun dengan relasional manajemen basis data MySQL yang berisi tabel-tabel login, mahasiswa, foto, dosen, matakuliah, jadwal, kelas, berita acara, dan kehadiran.

4. Aplikasi yang dibangun berhasil mencatat kehadiran mahasiswa pada suatu perkuliahan dengan pengenalan wajah pada kondisi pencahayaan dan resolusi yang sama dengan kondisi foto wajah yang disimpan dalam basis data.
5. Aplikasi yang dibangun berhasil menampilkan data absensi dan mengekstraknya ke dalam file Excel.
6. Aplikasi yang dibangun berhasil melakukan pencatatan data absensi dan perekapan perkuliahan mahasiswa secara otomatis sehingga proses pencatatan dan perekapan perkuliahan mahasiswa lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Raj, Real Time Multiple Face Recognition Security System (RTM-FS), ResearchGate, 2013.
- [2] E. CV, "Emgu CV," 1 May 2016. [Online]. Available: [http://www.emgu.com/wiki/index.php/Main\\_Page](http://www.emgu.com/wiki/index.php/Main_Page). [Accessed 20 May 2016].
- [3] H. a. Fatta, in *Rekayasa Sistem Pengenalan Wajah*, Yogyakarta, Andi, 2009, p. 74.
- [4] J. R. d. Solar and N. P., "Eigenspace-based face recognition: a comparative study of different approaches," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Application and Reviews)*, vol. 35, no. 3, pp. 315-325, 2005.
- [5] M. A. T. a. A. P. Pentland, "Face Recognition using Eigenfaces," in *IEEE Computer Society Conference*, Maui, HI, 1991.
- [6] M. R. Muliawan, B. Irawan and Y. Brianorman, "Implementasi Pengenalan Wajah dengan Metode Eigenface pada Sistem Absensi," *Jurnal Coding*, vol. 03, no. 1, pp. 52-62, 2015.
- [7] P. Wagh, R. Thakare, J. Chaudhari and S. Patil, "Attendance System based on Face Recognition using Eigenface and PCA Algorithm," *IEEE*, pp. 303-308, 2015.