

Rancang Bangun Aplikasi Pengenalan Wajah menggunakan Metode Viola-Jones dan Algoritma PCA

Yuliana¹, Ida Nurhaida²

Teknik Informatika, Universitas Mercu Buana, Jakarta

41515120128@student.mercubuana.ac.id¹, ida.nurhaida@mercubuana.ac.id²

Abstrak

Sistem identifikasi persensi berkembang dengan cepat. Perkembangan tersebut, mendorong kemajuan sistem keamanan berbasis biometrik. Pengenalan wajah merupakan salah satu sistem identifikasi persensi yang dikembangkan berdasarkan perbedaan ciri wajah dari seseorang berbasis biometrik dengan memiliki keakuratan tinggi. Metode viola-jones digunakan untuk proses pendeteksian yang merupakan hasil dari gabungan fitur-fitur khusus, sedangkan eigenface merupakan algoritma berdasarkan *Principal Component Analysis* (PCA) yang mudah diimplementasikan dan dimulai dengan pemrosesan awal untuk menemukan hasil citra yang lebih baik, setelah itu menghitung eigenvector dan eigenvalue dari citra wajah yang ditrainingkan. Aplikasi pengenalan wajah menampilkan data dari citra wajah yang telah tersimpan dalam database. Pengujian menggunakan berbagai ekspresi sebanyak 200 citra dari 20 orang. Persentasi keberhasilan proses pengenalan wajah adalah 95%. Beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan pengenalan yaitu pencahayaan, jarak wajah serta posisi wajah.

Keywords: Pengenalan wajah, Viola-Jones, PCA

1. PENDAHULUAN

Sistem kehadiran karyawan merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk membuktikan kehadiran karyawan didalam suatu instansi atau perusahaan. Pencatatan kehadiran karyawan juga salah satu faktor penting dalam pengelolaan sumber daya manusia (SDM) [13]. Beberapa perusahaan masih menggunakan sistem presensi yang rumit bagi karyawan, seperti tap *ID card*, Sidik Jari dan Pengenalan Wajah [4]. Sistem kehadiran karyawan secara manual dapat diganti dengan sistem kehadiran terkomputerisasi yang mendasarkan proses identifikasi karyawan pada penggunaan password, *barcode* dan teknologi biometrik. Teknologi biometrik adalah teknologi pengenalan individu yang berdasarkan dengan ciri khusus misalnya sidik jari, geometri tangan, iris dan wajah dan perilaku individu misalnya suara, tanda tangan bahkan tulisan tangan [15].

Pengenalan wajah telah menjadi bidang penelitian yang sangat aktif dengan meningkatnya tuntutan keamanan dan potensi aplikasi komersial [7].

Salah satu kombinasi metode pengenalan wajah adalah metode Viola-Jones dan Algoritma PCA sebagaimana penelitian yang dilakukan Saeed-Syed dan Kumar-Prasad [11][5]. Metode Viola-Jones merupakan metode pendeteksian objek dengan akurasi tinggi sekitar 93,7% dan dengan kecepatan 0,067 s [14]. Sedangkan algoritma PCA adalah salah satu algoritma yang didasarkan pada perhitungan *eigen faces* [10].

Sedangkan untuk dataset berupa citra 2 dimensi(gambar) dengan format JPEG sebanyak 200 citra. Citra dibatasi dengan posisi menghadap ke depan, tidak dihalangi dengan objek lain dan tidak bergerak [13]. Penelitian mengenai pengenalan wajah untuk mengidentifikasi seseorang berdasarkan pada citra inputan yang telah ada [16].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Viola-Jones

Metode Viola-Jones merupakan metode pendeteksian objek yang memiliki tingkat keakuratan tinggi sekitar 93,7%. Metode ini diusulkan oleh Paul Viola dan Michael Jones pada tahun 2001 [14]. Metode Viola-Jones ini menggabungkan empat kunci utama yaitu:

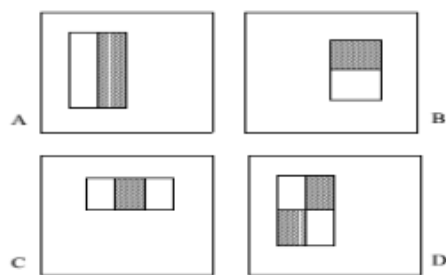
- *Haar Like Feature*: merupakan kumpulan fitur khusus untuk merepresentasikan wajah. *Haar Like Feature* di evaluasi melalui penggunaan representasi gambar baru yang menghasilkan sejumlah besar fitur [1].
- *Integral Image*: merupakan cara cepat menghitung *Haar Feature*.
- *Adaboost Learning*: merupakan pembobotan secara statistik nilai-nilai fitur yang didapat dan difilter menggunakan *Cascade Classifier*.
- *Cascade Classifier*: merupakan tahap akhir dalam mengkombinasikan banyak fitur.

Pencocokan fitur adalah masalah mendasar dalam visi komputer dan memainkan peran penting dalam pengenalan objek dan lokalisasi [9]. Adapun untuk penggunaan metode Viola-Jones dalam pendeteksian wajah disini pada blok citra masukkan yang masih mengandung komponen wajah dan bukan wajah dipisahkan [12], sehingga hanya ada komponen wajah yang dilewatkan pada blok ini.

Citra wajah masukan yang masih dalam bentuk *grayscale* diubah menjadi *integral image* dengan menggunakan persamaan (1):

$$ii(x,y) = \sum_{x' \leq x \text{ dan } y' \leq y} i(x',y') \quad (1)$$

dengan $ii(x,y)$ adalah *integral image* pada koordinat baris x dan kolom y , $i(x,y)$ merupakan citra masukan. Untuk mengidentifikasi ada atau tidaknya wajah dalam sebuah citra, Paul Viola dan Michael Jones menggunakan *haar-like features* [14], yang mana fitur ini cukup sederhana dengan mempunyai 3 nilai yaitu nilai 1 untuk area kotak berwarna hitam, nilai -1 untuk area berwarna putih dan 0 untuk area yang lain seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Blok komponen wajah

Pada intinya, *haar-like feature* hampir sama dengan fitur yang digunakan deteksi tepi, yaitu menunjukkan nilai intensitas yang tinggi apabila nilai-nilai piksel masukan filter selaras dengan pola yang ditunjukkan pada filter itu sendiri. *Haar-like feature* umumnya berukuran 24x24 piksel yang didalamnya terdapat pola fitur tertentu. Daerah yang ditunjukkan oleh fitur ini adalah apabila jumlah dari seluruh daerah masukan yang diberi bobot nilai sesuai dengan yang ditunjukkan oleh *haar-like feature* tertentu seperti yang ditunjukkan pada persamaan (2):

$$h_j(x) = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \quad (2)$$

Dengan $h_j(x)$ adalah *haar-like feature* ke- j yang diberi masukan daerah citra ke- x dan sum merupakan jumlah dari seluruh daerah citra masukan dengan bobot nilai sesuai dengan yang ditunjukkan oleh fitur ini [4]. Pengambilan keputusan bahwa bagian citra tersebut merupakan wajah apabila sekumpulan *haar-like feature* yang digunakan memenuhi persamaan (3):

$$h(x) = \sum_{j=1}^T (a_j h_j(x)) \quad (3)$$

Dengan keterangan bahwa $h(x)$ merupakan sekumpulan kombinasi linear, a_j merupakan bobot kombinasi ke- j , h_j merupakan fitur ke- j yang diberi masukan daerah citra ke- x dan T banyaknya fitur yang digunakan dalam kombinasi linear. Pencarian fitur dan lokasi wajah pada proses *cascading* membutuhkan 3 komponen utama dalam perhitungannya, yaitu: sebanyak j fitur yang digunakan, bobot kombinasi a_j dari fitur ke- j .

2.2 Algoritma PCA (*Principal Component Analysis*)

Principal Component Analysis (PCA) adalah salah satu metode berbasis penampilan yang populer digunakan [3] untuk mereduksi dimensi dari sekumpulan atau ruang citra sehingga basis atau koordinat yang baru dapat menggambarkan model yang khas dari kumpulan tersebut [10]. Identifikasi biometrik dengan mengimplementasikan metode *haar cascade* dan algoritma PCA yang dilakukan [6] berhasil mengintegrasikan pendeteksian dan pengenalan wajah ke dalam sistem kehadiran.

PCA sering disebut dengan *eigenface* atau *eigenvector* yang diterapkan pada wajah. Hal ini disebabkan ekstraksi ciri yang digunakan untuk mencirikan suatu objek merupakan hasil proses persamaan karakteristik yaitu *eigenvector* [2]. Jadi, dalam proses ekstraksi ciri menggunakan PCA terdapat proses untuk menghasilkan *eigenvector* terlebih dahulu [2].

Pengenalan wajah dengan algoritma ini dilakukan dengan melakukan rotasi sebesar $[W]$ terhadap citra wajah yang ingin dikenali dan kemudian hasil rotasi tersebut dibandingkan kedekatannya dengan citra wajah referensi yang ditransformasikan sebesar $[W]$.

Pertama citra wajah referensi diubah menjadi vektor kolom x_N dengan N merupakan banyaknya citra wajah referensi sehingga terbentuk matriks X dengan persamaan (4):

$$X = [x_1 x_2 \dots x_N]^T \quad (4)$$

Rata-rata dari citra wajah referensi didalam data latih dihitung dengan rumus persamaan (5):

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x_n \quad (5)$$

Matriks transformasi $[W]$ didapatkan berdasarkan *eigenvector* dari kovarian matriks $[C]_x$ yang dihitung berdasarkan perumusan pada persamaan (6):

$$[C]_x = E[(X - \bar{X})(X - \bar{X})^T] \quad (6)$$

Proses pengenalan wajah dilakukan dengan memanfaatkan persamaan (7):

$$Y = [W]^T X \quad (7)$$

Citra wajah yang akan dikenali juga ditransformasikan sebesar $[W]$ agar menempati bidang yang sama dengan Y . berdasarkan formula diatas sehingga:

$$\omega = [W]^T (\hat{X} - \bar{X}) \quad (8)$$

Dengan ω merupakan citra wajah yang dikenali \hat{X} yang ditransformasikan sebesar $[W]$. citra wajah \hat{X} kemudian akan dicocokkan dengan citra wajah referensi latih berdasarkan nilai minimum dari *euclidean distancenya* dengan persamaan (9):

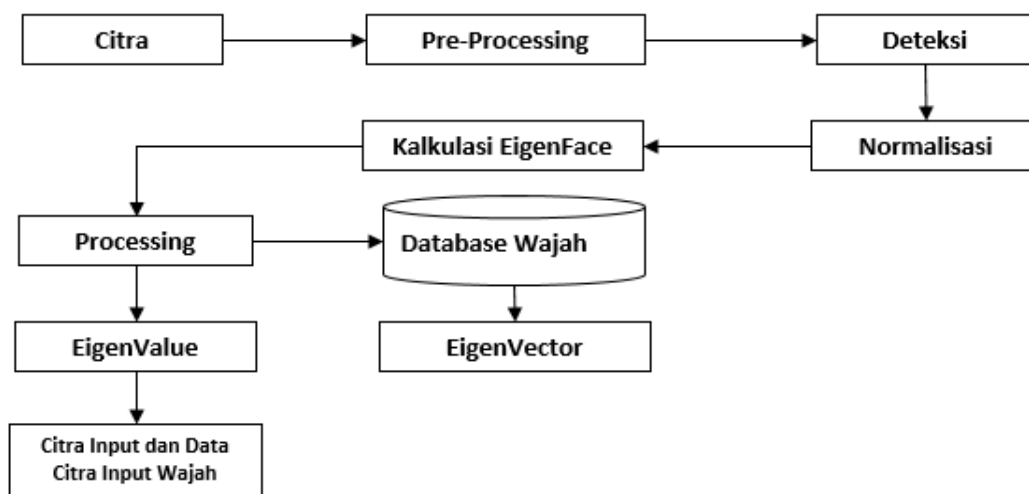
$$\varepsilon_{k^2} = ||\omega - y_k||^2 \quad (9)$$

Dengan ε_{k^2} merupakan nilai *Euclidean distance* dan y_k merupakan citra wajah referensi yang telah ditransformasikan sebesar $[W]$.

2.3 Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem ini, citra uji berupa citra berwarna yang diperoleh dari kamera handphone dengan berbagai ekspresi dan latar belakang warna polos.

Penelitian ini menggunakan 200 citra uji berformat .jpg, posisi objek secara keseluruhan cenderung menghadap ke kamera. Bagan perancangan sistem dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Perancangan Sistem

Dari Gambar 2, diketahui masukan berupa citra yang diambil dari kamera, kemudian dilakukan *pre-processing*, lalu dideteksi menggunakan metode Viola-Jones dan dilakukan kalkulasi untuk mendapatkan hasil *eigenface* dari citra yang diinput agar dapat dikenali.

Didalam penggunaan algoritma PCA, dikenal dengan adanya proses *Eigenface* dan *Eigenvalue* dimana untuk kalkulasi dan pencocokkan terhadap basis data yang sudah diinputkan.

3. PENGUJIAN PENELITIAN

3.1 Pengujian Dataset

Dalam penelitian ini, dataset terdiri dari 200 gambar dan digunakan sebagai data pelatihan dan data pengujian. Gambar-gambar tersebut akan diuji dengan *cross validation* dengan nilai $k=5$. Semua gambar yang digunakan dalam penelitian ini dalam format JPG dengan ukuran 1836 x 3264 piksel.

Jenis dataset yang digunakan sebagai gambar masukan dalam percobaan ini merupakan gambar mentah/asli. Gambar yang diproses adalah gambar yang ditangkap dari kamera *handphone*. Tujuan menggunakan dataset ini adalah untuk mencari tahu gambar mana saja yang berhasil dikenali berdasarkan data pengujian terhadap data pelatihan.

3.2 Pengujian Design

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode viola-jones sebagai pendeteksi wajah pada gambar dan algoritma PCA sebagai perhitungan *eigenface* dan pencocokkan citra terhadap data gambar.

Penelitian ini menggunakan *5-fold cross validation* untuk mengukur tingkat keakurasiannya. 60 gambar digunakan sebagai data pengujian, sedangkan sisanya

digunakan sebagai data pelatihan. Percobaan pengulangan akan menggunakan dataset yang berbeda, dimana 140 data yang digunakan sebagai data pelatihan, dan sisanya digunakan untuk pengujian.

Tabel 1. pengujian data setiap kelas

Class	Akurasi									
	latih							Uji		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ambo Upek	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
Ardian Firmansah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Dini Azani	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Endah Sulastri	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
Maizahra Sari	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mugi Kurniani	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nia Kurniawati	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Novianti	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nur Muhammad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ordeniati	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Samsul	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Siska	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Siti	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Tiana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Trisna	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Yuliana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Yuli Yuliana	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0
Nurma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sintiana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nirmala	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabel 2. hasil pengujian akurasi menggunakan 5-fold cross validation

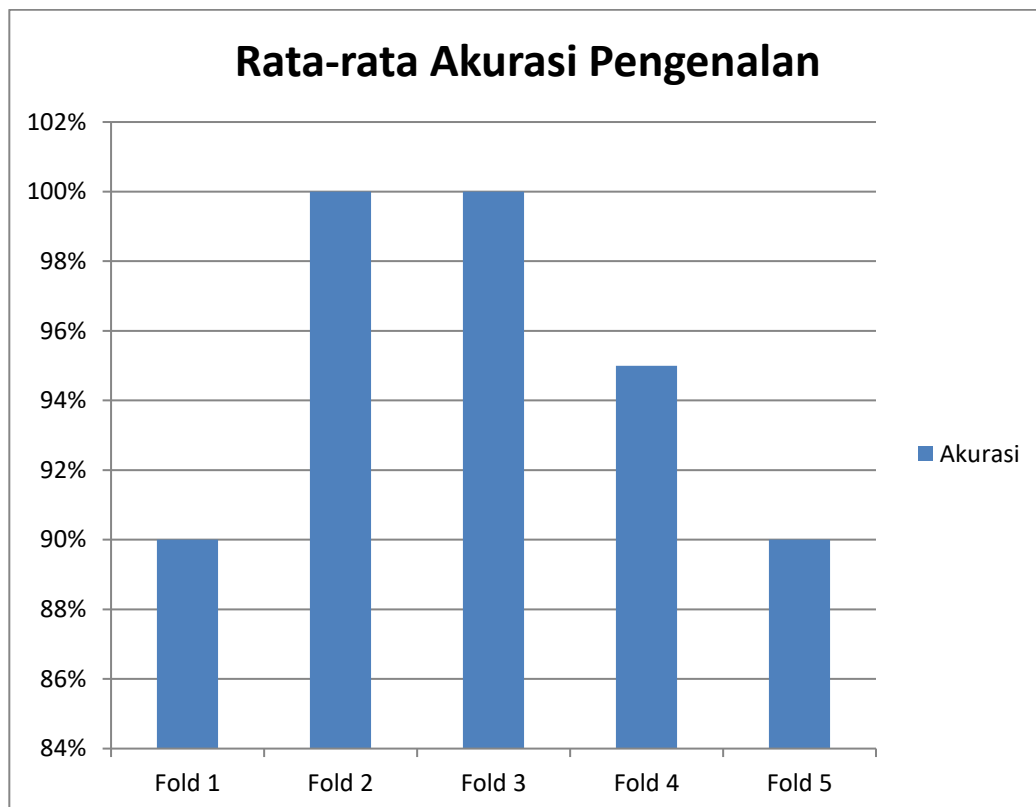
Class	Akurasi
Fold 1	90%
Fold 2	100%
Fold 3	100%
Fold 4	95%
Fold 5	90%
Average	95%

Tabel 1 merupakan hasil pengujian terhadap gambar disetiap kelas dimana angka 1 adalah gambar yang berhasil diidentifikasi dan angka 0 adalah gambar yang tidak berhasil diidentifikasi, sedangkan tabel 2 adalah hasil pengujian gambar menggunakan metode *5-fold cross validation*. Perhitungan akurasi pengenalan berdasarkan perbandingan antara jumlah gambar yang berhasil dikenali dengan jumlah keseluruhan gambar disetiap kelas.

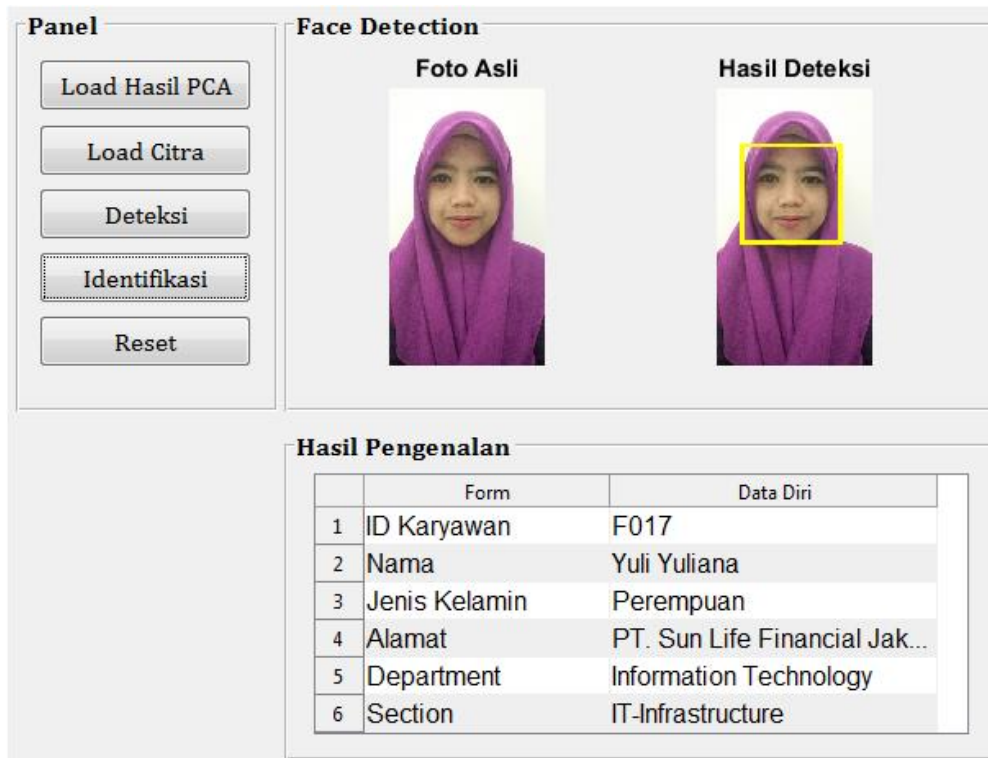
$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah benar}}{\text{Jumlah total data}} \times 100\%$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh dengan menggunakan metode viola-jones dan algoritma PCA didapatkan hasil rata-rata keberhasilan pengenalan terhadap gambar adalah 95%. Pengenalan wajah dilakukan berdasarkan setiap pengujian 40 gambar mentah/asli pada aplikasi. Perbandingan akurasi diambil menggunakan metode *5-fold cross validation* [8].



Gambar 3. keberhasilan pengenalan gambar dengan *5-fold cross validation*



Gambar 4. Keberhasilan pengujian pengenalan pada aplikasi

Grafik pada gambar 3 menunjukkan perbandingan akurasi pada kelas gambar di setiap pengujian. Gambar 4 merupakan keberhasilan identifikasi gambar terhadap data. Persentasi tertinggi yang berhasil dikenali dari setiap data pengujian adalah 100% sedangkan persentasi terendah pengujian adalah 90% dengan hasil rata-rata pengenalan adalah 95%.

Kesalahan pengenalan pada gambar dihasilkan dari efek, posisi wajah dan pencahayaan. Dimana efek ini sangat berpengaruh dan menurunkan kinerja sistem terhadap tingkat keberhasilan pengenalan gambar, khususnya efek blur [3].

5. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, berdasarkan pengujian data asli diperoleh tingkat keberhasilan akurasi akhir adalah 95% dari 200 gambar secara keseluruhan. Masalah yang timbul dalam pengenalan wajah pada aplikasi adalah adanya faktor blur, pencahayaan dan posisi wajah. Solusinya dapat dilakukan dengan meningkatkan kinerja sistem yang menyediakan fitur yang dapat mempertahankan pengenalan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhinya.

REFERENCES

- [1] Ahmad, F., Najam, A., & Ahmed, Z. (2013). Image-based face detection and recognition: "state of the art". *arXiv preprint arXiv:1302.6379*.
- [2] Budi, A., Suma'inna, S. I., & Maulana, H. (2016). Pengenalan Citra Wajah Sebagai Identifier Menggunakan Metode Principal Component Analysis (PCA). *JURNAL TEKNIK INFORMATIKA*, 9(2).
- [3] Cherifi, D., Radji, N., & Nait-Ali, A. (2011). Effect of noise, blur and motion on global appearance face recognition based methods performance. *Int. J. Comput. Their. Appl.*, 16(6),

- 4-13. Y.-C.
- [4] Efendi, J., Zul, M. I., & Yunanto, W. (2017). Real Time Face Recognition using Eigenface and Viola-Jones Face Detector. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, 1(1), 16-22.
 - [5] Jeyaraman S, Arun Kumar M, Valarmathy S, Deepak S, and Gandhiraj S. "Face Recognition using Viola-Jones Detector."
 - [6] Kar, N., Debbarma, M. K., Saha, A., & Pal, D. R. (2012). Study of implementing automated attendance system using face recognition technique. *International Journal of computer and communication engineering*, 1(2), 100.
 - [7] Nagi, J., Ahmed, S. K., & Nagi, F. (2008, March). A MATLAB based face recognition system using image processing and neural networks. In *4th International Colloquium on Signal Processing and its Applications* (Vol. 2, pp. 83-8).
 - [8] Nurhaida, I., Manurung, R., & Arymurthy, A. M. (2012, December). Performance comparison analysis features extraction methods for Batik recognition. In *Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS), 2012 International Conference on* (pp. 207-212). IEEE.
 - [9] Nurhaida, I., Wei, H., Zen, R. A., Manurung R, & Arymurthy, A. M. (2016). Texture Fusion for Batik Motif Retrieval System. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 6(6), 3174-3187.
 - [10] Purba, R. A. (2013). IMPLEMENTASI ALGORITMA PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS DALAM SISTEM PENGENALAN CITRA WAJAH. *SESINDO 2013*, 2013.
 - [11] Saeed, U., Syed, S., Qazi, S. Z., Khan, N., Khan, A., & Babar, M. (2010, November). Multi-advantage and security based home automation system. In *UKSim Fourth European Modelling Symposium on Computer Modelling and Simulation*(pp. 7-11). IEEE.
 - [12] Singh, R., & Kaur, M. Face Recognition and Detection using Viola-Jones and Cross Correlation Method.
 - [13] Triatmoko, A. H., Pramono, S. H., & Dachlan, H. S. (2014). Penggunaan Metode Viola-Jones dan Algoritma Eigen Eyes dalam Sistem Kehadiran Pegawai. *Jurnal EECCIS*, 8(1), 41-46.
 - [14] Viola, P., & Jones, M. J. (2004). Robust real-time face detection. *International journal of computer vision*, 57(2), 137-154.
 - [15] Wildes, R. P. (1997). Iris recognition: an emerging biometric technology. *Proceedings of the IEEE*, 85(9), 1348-1363.
 - [16] Wiryadinata, R., Istiyah, U., Fahrizal, R., Priswanto, P., & Wardoyo, S. (2017). Sistem Presensi Menggunakan Algoritme Eigenface dengan Deteksi Aksesoris dan Ekspresi Wajah. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, 6(2).