

Pengenalan Citra Wajah menggunakan Ekstraksi Fitur Ruang Warna YCbCr dan Metode *Principle Component Analysis* (PCA) untuk Presensi Mahasiswa Otomatis

Angga Wahyudi Kurniawan Pratama¹, Muh. Arif Rahman², Bayu Rahayudi³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹anggawahyudikp@gmail.com, ²m_arif@ub.ac.id, ³ubay1@ub.ac.id

Abstrak

Wajah merupakan bagian tubuh manusia yang sangat berpengaruh dalam kehidupan sehari-hari. Kebanyakan manusia mengenali seseorang melalui wajah. Dari keunikan wajah itu timbul inovasi tentang presensi otomatis menggunakan wajah yang lebih efisien dibanding presensi secara manual dimana rawan akan manipulasi. Namun pada kenyataannya presensi otomatis berbasis pengenalan wajah memiliki kekurangan terhadap intensitas cahaya yang tinggi sehingga membuat citra wajah terlihat bias. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan melakukan pendekatan pada ruang warna YCbCr yang mampu mengatasi intensitas cahaya tinggi pada citra. Inti dari presensi otomatis adalah proses pendeteksian dan pengenalan citra wajah manusia. Pada penelitian ini hanya focus pada pengenalan wajah dengan metode ekstraksi fitur ruang warna YCbCr dan metode *Principle Component Analysis*. Hasil dari nilai PCA akan dihitung jaraknya menggunakan *Euclidian Distance* untuk mengetahui kedekatan antara citra latih dan citra uji. Pada pengujian ini menggunakan dua skenario, skenario pengujian pertama menggunakan citra uji tanpa pancara cahaya yang mampu mendapatkan akurasi 84%. Skenario pengujian kedua menggunakan citra uji dengan pancaran cahaya yang mampu mendapatkan akurasi 52%.

Kata kunci: *Principle Component Analysis, Citra Wajah, Ruang Warna YCbCr, Euclidian Distance.*

Abstract

Face is a part of the human body that is very influential in everyday life. Most humans recognize a person by face. From the uniqueness of the face, there are innovations about automatic presence using faces that are more efficient than manual presence which is prone to manipulation. However, in reality, automatic presence based on facial recognition has a disadvantage of high light intensity, which makes facial images look biased. This problem can be overcome by approaching the YCbCr color space which is able to overcome the high light intensity in the image. The essence of automatic presence is the process of detecting and recognizing human facial images. In this study, only focus on facial recognition with the YCbCr color space feature extraction method and the Principle Component Analysis method. The results from the PCA value will be calculated using the Euclidian Distance to determine the closeness between the training image and the test image. In this test using two scenarios, the first test scenario uses a test image without light that is able to get an accuracy of 84%. The second test scenario uses a test image with a light beam capable of obtaining an accuracy of 52%.

Keywords: *Principle Component Analysis, Face image, YCbCr color space, Euclidian Distance*

1. PENDAHULUAN

Presensi otomatis menggunakan wajah adalah proses pencatatan kehadiran dengan mendeteksi dan mengenali wajah dari mahasiswa menggunakan bantuan kamera CCTV yang terpasang di sudut ruang kelas. Dalam dunia pendidikan pencatatan kehadiran

sangat penting untuk mengetahui dan mengontrol kehadiran peserta didik dalam proses belajar mengajar (S. RAO and S. P. K, 2013). Awal mula proses pencatatan kehadiran dilakukan secara manual menggunakan daftar nama yang harus di tanda-tangani oleh mahasiswa sebagai bukti bahwa telah mengikuti proses belajar dikelas. Namun pencatatan

kehadiran manual memakan banyak waktu jika jumlah mahasiswa banyak dan rawan akan manipulasi. Setelah berkembangnya teknologi, maka saat ini proses pencatatan kehadiran dilakukan menggunakan komputer. Proses pencatatan kehadiran menggunakan komputer dapat dilakukan secara otomatis dengan memanfaatkan system biometric fisiologis, seperti finger scanner, iris scanner dan face recognition. Hal tersebut sangat membantu karena dapat mengatasi kecurangan yang bisa dilakukan ketika pencatatan kehadiran manual, tetapi presensi otomatis dinilai masih kurang efektif khususnya dari segi waktu, karena perlu mendatangi mesin absensi untuk bisa melakukan pencatatan kehadiran. Kadang mahasiswa yang melaksanakan kuliah pagi perlu menunggu antrian panjang untuk melakukan absensi, tentunya itu akan membuat terlambat memasuki kelas.

Wajah merupakan bagian tubuh manusia yang sangat berpengaruh dalam kehidupan sehari-hari. Kebanyakan seseorang mengenali nama orang lain melalui wajah. Setiap manusia di dunia ini memiliki wajah yang berbeda, meskipun orang kembar sekalipun tetap memiliki perbedaan minor di wajahnya. Keunikan karakteristik wajah tersebut dapat dijadikan suatu alat keamanan dan identifikasi seseorang, seperti presensi otomatis dengan wajah. Presensi otomatis menggunakan wajah (face recognition) memang sudah ada saat ini, namun untuk melakukan pengenalan wajah harus dalam kondisi dan jarak yang ideal antara wajah dan mesin absensi. Maka dari itu perlu adanya sistem presensi otomatis yang dapat mengenali wajah sesuai keadaan nyata di ruang kelas, sehingga jarak antara objek (wajah) dengan kamera bisa bervariasi. Dengan begitu dapat lebih efektif dan efisien karena tidak perlu mendatangi mesin presensi sehingga tidak menimbulkan antrian panjang.

Proses pengenalan wajah untuk presensi otomatis dilakukan dengan menangkap citra wajah mahasiswa menggunakan kamera CCTV. Citra adalah gambar dua dimensi yang dihasilkan dari gambar analog dua dimensi yang kontinu menjadi gambar diskrit melalui proses sampling (Susantyo, 2013), jadi citra wajah merupakan gambar dua dimensi dari wajah manusia. Citra wajah yang ditangkap oleh kamera CCTV perlu dikenali untuk proses identifikasi pencocokan wajah dengan identitasnya. Sehingga sistem presensi dapat mengenali wajah mahasiswa yang tertangkap

kamera CCTV secara otomatis. Pengenalan wajah melibatkan banyak variabel, misalnya citra sumber, citra hasil pengolahan, citra hasil ekstraksi dan data profil seseorang. Dibutuhkan juga alat pengindra berupa sensor kamera dan metode untuk menentukan apakah citra yang ditangkap oleh webcam tergolong wajah manusia atau bukan, sekaligus untuk menentukan informasi profil yang sesuai dengan citra wajah yang dimaksud. (Suprianto, D. 2013)

Pada penelitian ini penulis bertujuan untuk mengenali identitas mahasiswa melalui citra wajah dengan menggunakan ruang warna YCbCr untuk segmentasi warna kulit dan metode Principal Component Analysis (PCA) untuk melakukan klasifikasi/pengenalan citra wajah. Proses pengenalan wajah menggunakan metode PCA dilakukan dengan mencari ciri penting (eigenface) dari sebuah citra wajah, ciri penting tersebut akan dijadikan bobot dari individu yang mewakili satu atau lebih citra wajah. Nilai bobot inilah yang digunakan untuk mengenali citra wajah uji dengan mencari jarak nilai bobot citra wajah uji dengan nilai bobot citra wajah latih menggunakan perhitungan jarak Euclidian. Namun metode PCA memiliki kekurangan pada pencahayaan terlalu tinggi yang bisa menyebabkan citra input wajah tidak bisa dikenali. Sehingga pada penelitian ini menggunakan ruang warna YCbCr untuk segmentasi kulit. YCbCr mengkonversi warna dari RGB ke warna kromatik sehingga dapat menghilangkan efek cahaya yang berlebihan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ruang Warna YCbCr

Dalam pendeteksian citra, warna memiliki kepekaan yang tinggi terhadap perubahan cahaya, maka untuk mengatasinya dilakukan transformasi citra RGB ke dalam sebuah ruang warna yang komponen luminasi dan kromatiknya dipisahkan sehingga cukup digunakan kromatik saja untuk proses deteksi warna kulit [K.-W. Wong, K.-M. Lam, and W.-C. Siu. 2002]. Ruang warna RGB pada citra asli masih mengandung efek cahaya yang menyebabkan karakteristik warna kulit bisa berubah, karenanya perlu dikonversi ke dalam warna kromatik. Untuk mengurangi efek pencahayaan itu digunakan model warna YCBCR, model warna ini terdiri dari 3 komponen, yaitu Cb bernilai Luminance (tingkat kecerahan), Cb bernilai Chrominance Blue

(tingkat kebiruan) dan Cr bernilai Crominance red (tingkat kemerahan) [P. Kuchi, P. Gabbur, B. Subbanna, and Et Al., 2002]. Dalam warna kromatik pencahayaan tinggi dapat dihilangkan sehingga memudahkan pendeteksian kulit. Ilustrasi mengenai ruang warna YCbCr dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1 Ruang Warna YCbCr

2.2. Principle Component Analysis

Principal Componen Analysis (PCA) adalah sebuah cara untuk mengidentifikasi pola pada data dan kemudian mengekspresikan data tersebut ke bentuk yang lain untuk menunjukkan perbedaan dan persamaan antar pola [Lim, Resmana, Raymond, Kartika G. 2002]. Tujuan dari PCA adalah untuk mereduksi dimensi yang besar dari ruang data (observed variables) menjadi dimensi yang lebih kecil dari ruang fitur (independent variables), yang dibutuhkan untuk mendeskripsikan data lebih sederhana.

Algoritma eigenface merupakan algoritma yang didasarkan pada Principal Componen Analysis (PCA) [Al Fatta, Hanif. 2009]. PCA mencari eigenface yang merupakan kumpulan dari vektor eigen. Eigenface (ciri-ciri penting) dari distribusi citra wajah yang didapatkan dari vector eigen. Untuk mendapatkan eigenface, PCA melakukan perhitungan matriks kovarian dari kumpulan citra wajah latih. Eigenface tersebut akan menjadi dasar perhitungan jarak wajah yang merepresentasikan nilai bobot individu yang mewakili satu atau lebih citra wajah. Nilai bobot inilah yang digunakan untuk mengenali citra wajah uji dengan mencari jarak nilai bobot citra wajah uji dengan nilai bobot citra wajah latih. Perhitungan jarak nilai bobot dilakukan menggunakan perhitungan jarak Euclidian. Algoritma Eigenface.

1. Citra latih hasil konversi ke grayscale direduksi dimensi dari citra 2 D menjadi 1 D sehingga membentuk vektor wajah yang merupakan vektor kolom. Reduksi

citra menggunakan rumus
 $[U] = [S1 S2 S3 S4 S5 S6 \dots Sn]$

2. Vektor-vektor tersebut disusun sedemikian rupa sehingga membentuk suatu matrik X dengan orde n x m, dimana n adalah banyaknya jumlah piksel (w x h) dan m adalah banyaknya citra latih wajah.
3. Hasil ini selanjutnya akan digunakan untuk menghitung proses rata-rata setiap baris menggunakan rumus,

$$U_{mean} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i$$

4. Tahap selanjutnya dilakukan proses normalisasi pada data latih. Normalisasi diperoleh dari rumus,

$$A_{(i,j)} = U_{i,j} - U_{mean}$$

5. Hasil dari normalisasi ini kemudian akan digunakan untuk membuat matriks kovarian (C) dimana

$$C = A^t * A$$

6. Dari matriks kovarian ini diperolehlah eigen vector (V) dan eigen value (D), dimana dalam bahasa matlab dituliskan dengan rumus,

$$C * V = D * V$$

7. Eigen vector kemudian diurutkan berdasarkan eigen value dari yang terbesar sampai yang terkecil (V_Sort).

8. Menghitung eigenface dimana,
 $eigenface = (A * V_{sort})^t$

9. Menghitung nilai PCA
 $F_{(i,n)} = eigenface * A_{(i,n)}$

2.3. Euclidian Distance

Jarak euclidean adalah perhitungan jarak dari dua buah titik dalam Euclidean space, Euclidean ini biasanya diterapkan pada dua dimensi dan tiga dimensi. Euclidian Distance adalah matriks yang digunakan untuk menghitung kesamaan 2 vektor.

$$D = \sqrt{\sum_{i=0}^{\mu} |x_i - y_i|^2}$$

Keterangan :

D = Jarak euclidian

x_i = nilai x ke i

y_i = nilai y ke i

3. HASIL DAN PENGUJIAN

3.1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan citra wajah manusia. Data diambil melalui pemotretan wajah teman-teman di kampus dan di sekitar rumah. Pengambilan data menggunakan kamera handphone dengan resolusi 12MP. Pemotretan objek dilakukan dari depan. Data asli berukuran 3456 x 4608 piksel. Data asli dipotong menjadi citra berukuran 50x50 piksel. Pemotongan citra dilakukan untuk mengambil area wajah saja. Data yang digunakan pada penelitian ini berupa citra wajah manusia dengan jumlah 100 data dan terbagi dalam 4 ekspresi bebas, yang memiliki 25 data perkelas. Dengan contoh data yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 2 Contoh Dataset

3.2. Pengujian Citra Tanpa Pancaran Cahaya

Pada pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan jarak terdekat antara nilai PCA citra latih dan nilai PCA citra uji dengan menggunakan rumus *euclidian distance*. *Dataset* citra yang digunakan untuk pengujian berukuran 50 x 50 piksel. Seluruh *dataset* citra telah dilakukan *preprocessing* dengan konversi dari RGB ke YCbCr. Setelah itu dihitung jarak terdekat antara nilai PCA citra latih dan nilai PCA citra uji untuk mengetahui kecocokan citra latih dan uji. Citra uji dapat dilihat pada gambar 4



Gambar 3 Citra Test Tanpa Pancaran Cahaya

Metode yang digunakan dalam setiap pengujian menggunakan metode *K-fold*, dengan jumlah 4-fold. Pembagian antara data uji dan data latih setiap *fold* 75% data uji dan 25% data latih, pengambilan data uji dilakukan dengan mengambil 25 data secara acak pada setiap kelas. Setelah didapat akurasi terbaik, maka *fold*

dengan akurasi terbaik akan dijadikan model untuk melakukan klasifikasi pada seluruh data yang dilakukan dengan metode *Confusion matrix* untuk mempermudah dilakukannya analisis. Seluruh pengujian hingga mendapatkan hasil akurasi menggunakan metode PCA (*Principle Component Analysis*). Sedangkan untuk mengetahui hasil kecocokan antara citra latih dan citra uji menggunakan rumus *euclidian distance*.

Tabel 1 Hasil Pengujian Tanpa Pancaran Cahaya

Pengujian	Citra Datas et	Citra Dikena li Benar	Citra Dikena li Salah	Akurasi (<i>Confussi on Matrix</i>)
Fold 1	25	19	6	76%
Fold 2	25	20	5	80%
Fold 3	25	21	4	84%
Fold 4	25	19	6	76%

Dari hasil pengujian dengan citra uji tanpa pancaran matahari, dapat dilihat bahwa akurasi terbaik terdapat pada *fold* 1 dan *fold* 3 dengan nilai akurasi masing-masing sebesar 96%.

3.3. Pengujian Dengan Pancaran Cahaya

Pada pengujian ini jumlah *dataset* yang digunakan sama seperti pada pengujian 6.1.1. Namun untuk citra uji menggunakan pancaran cahaya, dimana hal ini bertujuan untuk menguji warna konversi dari RGB ke YCbCr. Seperti yang dijelaskan pada bab 2, bahwa ruang warna YCbCr tidak berpengaruh pada intensitas cahaya tinggi. Gambar dari citra uji dapat dilihat pada gambar 6.3.



Gambar 4 Citra Test Dengan Pancaran Cahaya

Setelah menentukan rasio citra latih dan citra uji kemudian dilakukan pengujian berdasarkan hasil dari cross validation. Pengujian dilakukan berdasarkan nilai PCA dari citra latih dan citra uji. Nilai PCA antara citra latih dan citra uji kemudian dihitung jarak terdekatnya menggunakan *euclidian distance*. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2.

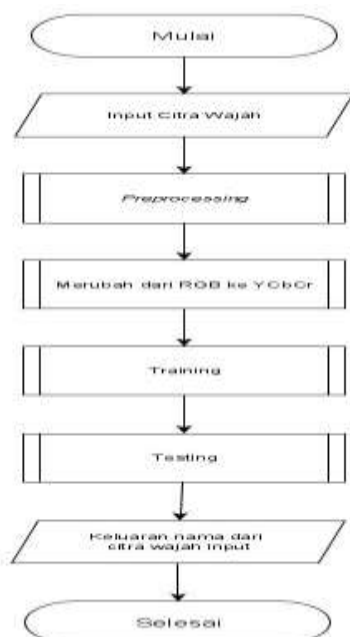
Tabel 2 Hasil Pengujian Dengan Pancaran Cahaya

Pengujian	Citra Datas et	Citra Dikena li Benar	Citra Dikena li Salah	Akurasi (<i>Confussion Matrix</i>)
Fold 1	25	11	14	44%
Fold 2	25	13	12	52%
Fold 3	25	12	13	48%
Fold 4	25	11	14	44%

Dilihat dari tabel hasil pengujian data uji menggunakan pancaran cahaya memiliki tingkat akurasi terbaik pada fold 3 dan fold 4 dengan akurasi masing-masing sebesar 88%. Hal itu menunjukkan bahwa peran ruang warna YCbCr berhasil mengatasi intensitas cahaya tinggi

3.4. Perancangan dan Implementasi

Secara umum perancangan sistem pengenalan wajah dimulai dari input dataset citra wajah kemudian dari dataset yang sudah diinput akan dilakukan preprocessing. Setelah dilakukan preprocessing, proses selanjutnya adalah merubah citra RGB menjadi YCbCr. Setelah dilakukan konversi ke YCbCr maka tahapan selanjutnya adalah mencari nilai eigenface dari citra dataset. Sehingga akhirnya diperoleh jarak terdekat antara citra uji dengan citra latih. Dari jarak terdekat itu dapat diidentifikasi apakah citra uji cocok dengan citra latih. Untuk flowchart perancangan sistem secara umum dapat dilihat pada gambar



Gambar 5 Diagram Alir Sistem

3.5. Hasil Pengujian

Pada hasil pengujian ini akan menampilkan semua hasil dari tiap skenario pengujian yang telah dilakukan. Pada Pengujian 6.1 menggunakan 25 wajah manusia dengan masing-masing wajah diambil 4 sampel dengan ekspresi yang berbeda. Sehingga total semua *dataset* wajah berjumlah 100 data wajah manusia. Kemudian untuk citra latih diambil 25 *dataset* wajah dengan 1 wajah manusia diberikan 4 sampel, sehingga total data untuk citra latih sebanyak 75 data wajah. Selanjutnya untuk citra uji diambil 25 wajah manusia diluar data latih.

Tabel 3 Rangkuman Hasil Pengujian






Skenario Pengujian	Akurasi	
Data Uji tanpa pancaran cahaya	Fold 1	76%
	Fold 2	80%
	Fold 3	84%
	Fold 4	76%
Data Uji dengan pancaran cahaya	Fold 1	44%
	Fold 2	52%
	Fold 3	48%
	Fold 4	44%

Dari rangkuman tabel 3 hasil Pengujian dapat diambil kesimpulan bahwa metode PCA (*Principle Component Analysis*) mendapatkan hasil yang optimal untuk melakukan pengenalan wajah manusia. Terbukti bahwa pada pengujian tanpa pancaran cahaya mendapatkan akurasi sebesar 84%. Yaitu dengan 4 kesalahan dan 21 pengujian benar.

Kemudian untuk citra uji dengan pancaran cahaya, memiliki tingkat akurasi sebesar 52%. Dengan 12 data wajah yang salah dikenali dan 13 data wajah sukses dikenali. Maka dari itu dapat diambil kesimpulan bahwa pada pengujian ini, ruang warna YCbCr kurang dapat menetralkan intensitas cahaya yang tinggi sehingga proses pengenalan dengan metode PCA dapat mendapatkan hasil yang kurang baik. Beberapa hasil pengenalan dapat dilihat dari tabel 6.8

Tabel 4 Contoh Hasil Pengujian

No	Citra Latih	Citra Uji	Gambar	Keterangan

1.	1	24		Benar
25	25	50		Benar
30	30	55		Benar
41	41	66		Benar
47	47	72		Benar

Adapun faktor yang mempengaruhi hasil pengenalan wajah yang teridentifikasi, yaitu ketika *dataset* wajah kurang jelas kualitas gambarnya. Citra tersebut dapat dikenali namun karena beberapa informasi fitur wajah hilang maka hasil identifikasi pengenalan wajah menjadi tidak tepat. Berdasarkan permasalahan tersebut, sistem pengenalan wajah yang telah dibuat saat ini terbatas pada citra wajah yang mempunyai kualitas gambar yang bagus

3.6. Evaluasi

Pada tahapan evaluasi menggunakan metode *cross validation* sebagai metode pembagian data latih dan data uji. Setelah dipisahkan antara data latih dan data uji dilakukan perhitungan akurasi dengan metode *confusion matrix*. Metode *Cross Validation* merupakan cara pengujian dataset yang membagi data menjadi 2 bagian, yaitu data latih dan data uji (Han, Kamber, & Pei, 2011) dan (Berrar, 2018). Data latih dan data uji dibagi ke dalam beberapa skenario, jumlah skenario biasa disebut dengan *fold*. Jumlah *fold* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 10 *fold*, hal tersebut dilakukan karena (Kohavi, 1995) 10 *fold* dapat menghasilkan presentasi akurasi terbaik. Pemodelan *Cross Validation*

ditunjukkan seperti pada Gambar 3.

4-fold validation (k=4)



Gambar 6 K-fold Cross Validation

Pengukuran *Confusion Matrix* merupakan sebuah metode untuk menilai kinerja suatu metode klasifikasi pada sebuah dataset, yang ditunjukkan dengan hasil presentase akurasi (Han et al., 2011). Pada dasarnya fungsi *confusion matrix* adalah untuk menampilkan seluruh hasil klasifikasi kelas data yang dibandingkan dengan kelas data sebenarnya. Pada penggunaan *confusion matrix*, terdapat 4 nilai sebagai representasi hasil proses klasifikasi. Keempat nilai tersebut adalah *True Negative* (TN), *True Positive* (TP), *False Negative* (FN), dan *False Positive* (FP). *False Positive* (FP) merupakan data negatif namun terdeteksi sebagai data positif, sedangkan nilai *True Negative* (TN) merupakan jumlah data negatif yang terdeteksi dengan benar. *False Negative* (FN) merupakan kebalikan dari *True Positive*, sehingga data positif, namun terdeteksi sebagai data negatif. Sementara itu, *True Positive* (TP) merupakan data positif yang terdeteksi benar. Dari keempat nilai tersebut bisa didapatkan nilai akurasi, presisi, dan *recall*

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian terhadap sistem simulasi ekstraksi fitur untuk pengenalan wajah, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- *Principal Component Analysis (PCA)* dapat menangani sejumlah data yang cukup besar serta kemampuannya menangani dimensi data yang kompleks, seperti fitur-fitur pada citra wajah yang diekstrak berupa dimensi vektor eigen yang berkorelasi dengan nilai eigen tertinggi sehingga diperoleh ruang wajah atau eigenface.
- Pencocokan wajah dilakukan dengan menghitung jarak minimum antara nilai karakteristik dari piksel citra uji dengan

citra latih menggunakan euclidean distance.

- Sistem ekstraksi fitur untuk pengenalan wajah dengan metode *Principal Component Analysis (PCA)* sebagai pengambilan ciri pada citra wajah dan euclidean distance untuk mencari minimum jarak antar citra data latih dan citra data uji menghasilkan nilai akurasi yang cukup baik sebesar 84% pada data latih tanpa pancaran cahaya sedangkan untuk data latih dengan pancaran cahaya mendapatkan akurasi sebesar 52%.
- Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan sistem yaitu tempat dan latar belakang pengambilan citra, tingkat kecerahan masukan citra serta kemiripan nilai eigenface tiap individu.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aris Budi S, S. H. M., 2016. Pengenalan Citra Wajah Sebagai Identifier. *Jurnal Teknik Informatika*, Volume 9, Pp. 166-174.
- Azizah, R. N., 2015. Pengenalan Wajah Dengan Metode Subspace Lda (Linear Discriminant Analysis), Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Dian Esti Pratiwi, A. H., 2013. Implementasi Pengenalan Wajah Menggunakan Pca. *Ijeis*, Volume 3, Pp. 175-184.
- Fenti Endrianti, W. S. Y. W., 2018. Sistem Pencatatan Kehadiran Otomatis Di Ruang Kelas Berbasis Pengenalan Wajah Menggunakan Metode CNN. *Jatikom*, Volume 1, Pp. 40-44.
- Hendra Kusuma, W. A. S., 2015. Normalisasi Iluminasi Citra Wajah Dengan Menggunakan Histogram Remapping Pada Pengenalan Wajah Berbasis Fitur Gabor. *Java Journal Of Electrical and Electronics Engineering*, Volume 13, Pp. 13-19.
- Hidayat Zayuman, I. S. R. R. I., 2015. Pengenalan Wajah Manusia Menggunakan Analisis Komponen Utama (PCA) Dan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan-Balik, Semarang: Universitas Diponegoro.
- K., S. R. A. S. P., 2013. an Attendance Monitoring System Using biometrics Authentication. *Intrenational Journal Of Dvnced Research In Computer Science And Software Engineering*, Volume 3, Pp. 379 - 383.
- Nurul Hidayat, M. A. R., 2015. Cara Cepat Untuk Mendeteksi Keberadaan Wajah Pada Citra Yang Mempunyai Background Kompleks Menggunakan Model Warna YCbCr dan HSV. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (JTIK)*, Volume 2, Pp. 138-142.
- Pratikno, H., 2017. Sistem Absensi Berbasis Pengenalan Wajah Secara Realtime Menggunakan Webcam Dengan Metode PCA, Surabaya: Stikom Surabaya.
- Ridho Dyakso Mulyawan, C. S., 2016. Teknik Pengenalan Wajah Pada Database Citra Digital Menggunakan Metode Eigenfa, Semarang: Universitas Dian Nuswant.
- Rony Wijanarko, N. E., 2017. Deteksi Wajah Berbasis Segmentasi Warna Kulit Menggunakan Ruang Warna YCbCr & Template Matching. *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta*.