TUGAS AKHIR – EE 184801

EVALUASI KUALITAS GAMBAR CCTV PADA KINERJA PENGENALAN WAJAH

RIFQI PRATAMA
NRP 07111340000185

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Endroyono, DEA

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

FINAL PROJECT – **EE 184801**

EVALUATING IMAGE QUALITY OF CCTV IN FACIAL RECOGNITION PERFORMANCE

Rifqi Pratama
NRP 07111340000185

Lecture Advisor
Dr. Ir. Endroyono, DEA

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTEMENT
Faculty of Intelligent Electrical and Informatics Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2020

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan tugas akhir saya dengan judul **"Evaluasi Kualitas Gambar CCTV pada Kinerja Pengenalan Wajah"** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2020

Rifqi Pratama
NRP. 0711134000185

Halaman ini sengaja dikosongkan

Evaluasi Kualitas Gambar CCTV pada Kinerja Pengenalan Wajah

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Telekomunkasi Multimedia
Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui :

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Endroyono, DEA
NIP. 196504041991021001

SURABAYA
JULI, 2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

EVALUASI KUALITAS GAMBAR CCTV PADA KINERJA PENGENALAN WAJAH

Nama : Rifqi Pratama
Pembimbing : Dr. Ir. Endroyono, DEA

ABSTRAK

Kinerja sistem pengenalan wajah seperti yang diaplikasikan di *Smart Surveillance System* pada bandara erat kaitannya dengan kualitas citra wajah. Kendala yang umumnya dialami sistem pengenalan wajah adalah soal masalah parameter kualitas citra seperti pencahayaan, *blur*, dan *noise* yang terdapat pada citra sehingga kinerja sistem tidak bisa maksimal.

Penggunaan *eigenface* dalam sistem pengenal wajah digunakan untuk mereduksi dimensi citra wajah, sehingga menghasilkan variabel yang lebih sedikit yang memudahkan citra untuk diobservasi. Dengan mencocokkan citra yang diuji terhadap citra latih berdasarkan nilai *eigenface*. Pencocokan didasari pada perhitungan jarak *euclidean* terdekat.

Pengujian sistem pengenalan wajah menggunakan *eigenface* dengan menguji citra dengan parameter kualitas citra yang bervariasi menyimpulkan bahwa prosentase akurasi keberhasilan sistem pengenalan wajah adalah 77,78%.

Kata kunci: *Face Recognition, Eigenface, Euclidean Distance.*

Halaman ini sengaja dikosongkan

EVALUATING IMAGE QUALITY OF CCTV IN FACIAL RECOGNITION PERFORMANCE

Name **: Rifqi Pratama**
Supervisor **: Dr. Ir. Endroyono, DEA**

ABSTRACT

The facial recognition system performance as applied at Smart Surveillance System at the airport is closely related to image quality of the face. Common imagery problems that affected performances of the system are about image quality parameter such as illumination, blur, and noise in the images so the system isn't able to work optimally.

Using eigenface in facial recognition system to reduce images dimension so that it generates less variable numbers thus the images are easier to be observed. By matching test images toward train images. Image matching based on nearest euclidean distance calculation.

The facial recognition system using eigenface method by testing images with various image quality parameters, the percentage of successful face recognition system is 77,78%.

Keywords: *Face Recognition, Eigenface, Euclidean Distance,*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penelitian yang berjudul **"Evaluasi Kualitas Gambar CCTV pada Kinerja Pengenalan Wajah"** dapat terselesaikan. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi pada bidang studi Telekomunikasi Multimedia yang ada di Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Terima kasih dan rasa hormat saya sampaikan kepada semuah pihak yang telah mendukung selama proses penyelesaian tugas akhir ini, khususnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Endroyono, DEA. Selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis, yang selalu memberikan dukungan selama penulis menjalani proses perkuliahan di ITS, sampai akhirnya dapat menyeleaikan tugas akhir ini.
3. Adik penulis, Febri, yang selalu memberi semangat dan doa dalam menyelesaikan tugas akhir.
4. Partner penulis, Mia, yang selalu memberikan dukungan dan semangat. Terima kasih untuk kesabaran dan kesetiaannya selama ini.
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Teknik Elektro ITS, khususnya bidang studi Telekomunikasi Multimedia atas segala ilmu yang telah diberikan selama penulis kuliah di ITS.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis menyadari banyaknya keterbatasan. Saran dan kritik sangat dibutuhkan untuk perbaikan tugas akhir ini.

Semoga buku Tugas Akhir ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi pembaca khususnya mahasiswa Departemen Teknik Elektro bidang studi Telekomunikasi Multimedia. Dan dapat memberi kontribusi terhadap perkembangan keilmuan, khususnya di bidang Telekomunikasi Multimedia.

Surabaya, Juli 2020

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

Daftar Isi

ABSTRAK ..... **i**
ABSTRACT ..... **iii**
KATA PENGANTAR ..... **v**
DAFTAR ISI ..... **vii**
DAFTAR GAMBAR ..... **ix**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan 2
1.5 Metodologi 2
1.6 Sistematika Penulisan 3
1.7 Relevansi 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI **5**

2.1 *Smart City* 5
2.2 *Smart Surveillance System* 5
2.3 Citra Digital 8
2.3.1 Citra Berwarna 8
2.3.2 Citra *Grayscale* 9
2.4 Pengolahan Citra Digital 9
2.4.1 *Noise Salt and Pepper* 9
2.4.2 *Gaussian Filter* 10
2.5 Pengenalan Wajah 11
2.5.1 *Principal Component Analysis* (PCA) 12
2.5.2 *Eigenface* 13
2.6 Jarak *Euclidean* 15
2.7 MATLAB 16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN **17**

3.1 Pendahuluan 17
3.2 Proses Pengenalan Wajah 18
3.2.1 *Preprocessing* 19
3.2.2 *Feature Extraction* 20
3.2.3 Proses Pengujian 21

3.2.4 *Output* 22
3.3 Pengolahan Citra Uji 22
3.3.1 *Salt and Pepper Noise* 22
3.3.2 *Gaussian Filter* 23
3.4 Skenario Simulasi 23

BAB IV HASIL DAN ANALISA 27

4.1 Pendahuluan 27
4.2 Skenario Citra Siang Hari 27
4.2.1 Citra Asli pada Data Uji 27
4.2.2 Citra dengan Penambahan *Noise* pada Data Uji 30
4.2.3 Citra dengan Penambahan *Blur* pada Data Uji 32
4.3 Skenario Citra Malam Hari 35
4.3.1 Citra Asli pada Data Uji 35
4.3.2 Citra dengan Penambahan *Noise* pada Data Uji 38
4.2.3 Citra dengan Penambahan *Blur* pada Data Uji 40
4.4 Analisa Keseluruhan Pengujian Sistem 43

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 45

5.1 Kesimpulan 45
5.2 Saran 45

DAFTAR PUSTAKA 47
LAMPIRAN 49
RIWAYAT HIDUP 55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Arsitektur Sistem Monitoring pada Bandar 7
Gambar 2.2 Bentuk Kamera CCTV.....8
Gambar 2.3 Efek Noise Salt and Pepper Pada Citra.....10
Gambar 2.4 Efek Gaussian Filter Pada Citra.....11
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....18
Gambar 3.2 Diagram Alir Sistem Pengenalan Wajah 19
Gambar 3.3 Citra Latih Yang Digunakan.....20
Gambar 3.4 Fungsi Penambahan Noise Pada Citra 22
Gambar 3.5 Citra Dengan Penambahan Noise 20%.....22
Gambar 3.6 Fungsi Penambahan Noise pada Citra 23
Gambar 3.7 Citra Dengan Penambahan Filter, $\sigma = 2$ 23
Gambar 3.8 Citra Uji Siang Tidak Diolah.....24
Gambar 3.9 Citra Uji Siang Dengan Noise.....24
Gambar 3.10 Citra Uji Siang Dengan Blur.....24
Gambar 3.11 Citra Uji Malam Tidak Diolah.....24
Gambar 3.12 Citra Uji Malam Dengan Noise 24
Gambar 3.13 Citra Uji Malam Dengan Blur.....25
Gambar 4.1 Identifikasi Citra Asli Wajah Bapak yang Dikenali...28
Gambar 4.2 Identifikasi Citra Asli Wajah Anak yang Dikenali 29
Gambar 4.3 Identifikasi Citra Noise Wajah Bapak yang Dikenali 30
Gambar 4.4 Identifikasi Citra Noise Wajah Anak yang Dikenali..31
Gambar 4.5 Identifikasi Citra Blur Wajah Bapak yang Dikenali ..33
Gambar 4.6 Identifikasi Citra Blur Wajah Anak yang Dikenali....34
Gambar 4.7 Identifikasi Citra Asli Wajah Bapak yang Dikenali...36
Gambar 4.8 Identifikasi Citra Asli Wajah Anak yang Dikenali 37
Gambar 4.9 Identifikasi Citra Noise Wajah Bapak yang Dikenali 38
Gambar 4.10 Identifikasi Citra Noise Wajah Anak yang Dikenali..39
Gambar 4.11 Identifikasi Citra Blur Wajah Bapak yang Dikenali ..41
Gambar 4.12 Identifikasi Citra Blur Wajah Anak yang Dikenali....42

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Citra Data Latih Yang Digunakan 27
Tabel 4.2 Hasil Jarak Euclidean Citra Asli Wajah Bapak 28
Tabel 4.3 Hasil Jarak Euclidean Citra Asli Wajah Anak.....29
Tabel 4.4 Hasil Jarak Euclidean Citra Noise Wajah Bapak.....30
Tabel 4.5 Hasil Jarak Euclidean Citra Noise Wajah Anak 32
Tabel 4.6 Hasil Jarak Euclidean Citra Blur Wajah Bapak.....33
Tabel 4.7 Hasil Jarak Euclidean Citra Blur Wajah Anak 34
Tabel 4.8 Hasil Jarak Euclidean Citra Asli Wajah Bapak 36
Tabel 4.9 Hasil Jarak Euclidean Citra Asli Wajah Anak.....37
Tabel 4.10 Hasil Jarak Euclidean Citra Noise Wajah Bapak.....38
Tabel 4.11 Hasil Jarak Euclidean Citra Noise Wajah Anak 40
Tabel 4.12 Hasil Jarak Euclidean Citra Blur Wajah Bapak.....41
Tabel 4.13 Hasil Jarak Euclidean Citra Blur Wajah Anak 42

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu penerapan dari smart city adalah *smart surveillance system* yang diaplikasikan di bandara. Sistem ini bekerja dengan menggunakan kamera CCTV untuk memonitor kondisi keadaan di luar dan di dalam terminal bandara karena bandara merupakan objek vital negara. Bandara wajib memiliki sistem keamanan berbasis video karena kerap terjadi tindak kejahatan seperti pencurian bagasi di *baggage claim* bandara besar/internasional sudah jarang ditempatkan petugas untuk menyocokkan nomor bagasi dengan *boarding pass* penumpang. Untuk mencegah kejadian tersebut terulang kembali, bandara memasang banyak kamera CCTV di seluruh area bandara yang terhubung dengan sistem yang dapat mengenali wajah setiap orang yang berada di bandara, sehingga dapat mencegah tindak kejahatan. CCTV akan menangkap gambar momen tersebut kemudian mengengidentifikasi wajah orang yang berperilaku mencurigakan kemudian sistem pengenalan wajah menyamakan wajah orang yang baru diambil tersebut dengan gambar yang ada pada database kependudukan. Jika gambar sesuai, nantinya sistem akan mengirimkan data kecocokan wajah tersebut kepada pihak berwajib untuk segera ditindak dan diproses lebih lanjut. Namun CCTV yang banyak dipakai umumnya memiliki kelemahan salah satunya yaitu ketika pose kepala yang akan diambil bergerak melebihi sudut yang ditetapkan (non-frontal) dan kualitas citra yang dihasilkan dipengaruhi parameter kualitas citra seperti pencahayaan, *noise*, dan *blur* sehingga gambar yang dihasilkan kurang baik dan citra wajah sulit diidentifikasi oleh sistem pengenalan wajah.

Telah diketahui bahwa performa sistem pengenalan wajah bergantung pada kualitas gambar referensi dan gambar tes yang digunakan untuk proses perbandingan wajah. Sistem hanya mampu bekerja optimal pada pose frontal pada gambar referensi dan gambar tes. Salah satu Teknik pengenalan wajah yang dapat digunakan adalah *eigenface*. Dimana prinsip dari teknik ini adalah menghitung perbandingan nilai rata-rata wajah dari beberapa citra latih wajah. Metode

ini mengurangi ruang dimensi data kemudian dicari nilai *eigenvector* dan nilai *eigenvalue*-nya sebagai karakteristik ciri dari suatu data. Kemudian ciri karakteristik menjadi data untuk proses pelatihan dan akan digunakan untuk mengenali data uji. Metode ini dipilih dalam tugas akhir ini karena memiliki algoritma yang sederhana, efisien, dan waktu proses pengenalan yang singkat.

Pada tugas akhir ini akan mengevaluasi kualitas gambar dengan simulasi sistem *face recognition* untuk mengetahui apakah dengan masukan citra dengan parameter kualitas citra yang bervariasi seperti pencahayaan, *noise*, dan *blur* mempengaruhi kinerja sistem pengenalan wajah berbasis *eigenface* sehingga diharapkan kinerja sistem pengenalan wajah tetap terjaga sehingga mampu mengenali wajah lebih baik.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana cara mengevaluasi kinerja sistem pengenalan wajah dengan menggunakan *software* MATLAB?
2. Bagaimana pengaruh kualitas gambar terhadap kinerja pengenalan wajah?

1.3 Batasan Masalah

1. Citra diambil dari kamera IP CCTV dengan untuk digunakan pada data latih dan data uji.
2. Citra diambil pada siang dan malam hari
3. Sistem pengenalan wajah yang digunakan berbasis *eigenface*.
4. Sumber gambar ditambahkan *blur gaussian* serta *salt-pepper noise*

1.4 Tujuan Tugas Akhir

1. Mengetahui bagaimana cara mengevaluasi gambar dengan sistem pengenalan wajah menggunakan *software* MATLAB.
2. Mengetahui pengaruh kualitas citra yang bervariasi terhadap kinerja sistem pengenalan wajah.

1.5 Metodologi

1. Studi Literatur

Mempelajari buku serta refrensi mengenai *smart city*, *face recognition*, *eigenface*, dan *image quality*.

2. Pemilihan Gambar

Data baik untuk data latih maupun data uji yang digunakan untuk simulasi diambil dari hasil foto CCTV dan pengambilan ekspresi dan *angle* objek foto yang bervariasi serta penambahan *blur* dan *noise* pada data uji.

3. Pengujian Data

Melakukan pengujian fungsi dari sistem yang telah dibuat kemudian menguji performansi dari sistem pengenalan wajah.

4. Analisis Data

Dilakukan terhadap hasil dari pengujian sehingga dapat ditentukan nilai akurasi dan jarak *euclidean* dari sistem pengenalan wajah.

5. Kesimpulan

Membuat kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisa dari data yang telah didapatkan dari tugas akhir ini untuk menjawab dari permasalahan yang dihadapi.

6. Penyusunan Laporan

Membuat dokumentasi pelaksanaan tugas akhir yang meliputi dasar teori, proses perancangan, pembuatan, dan pengujian.

1.6 Sistematika Laporan

Penulisan dibagi dalam 5 bab, dengan sistematika sebagai berikut:

BAB 1: PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang permasalahan dan Batasan masalah, tujuan, metedologi serta relevansi dari penulisan tugas akhir.

BAB 2: DASAR TEORI

Pada bab ini menjelaskan teori yang berhubungan dengan kegiatan tugas akhir antara lain *smart city*, sistem pengenalan wajah, *noise*, *blur*, *image quality*, serta penjelasan mengenai *software* yang dipakai yaitu MATLAB.

BAB 3: METODOLOGI

Meliputi pembahasan mengenai metodologi yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini, termasuk menjelaskan *flowchart* dari sistem pengenalan wajah yang digunakan.

BAB 4: ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan ditampilkan data hasil simulasi dan analisa dari hasil simulasi tersebut, mulai dari hasil citra wajah yang dikenali dan nilai akurasinya.

BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN

Menjelaskan mengenai kesimpulan yang didapat dalam penelitian tugas akhir ini serta merekomendasikan saran yang bisa diterapkan agar dapat lebih baik untuk kedepannya dalam evaluasi ini.

1.7 Relevansi

Hasil penelitian dari tugas akhir ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi mahasiswa yang akan mengerjakan dengan topik *face recognition*.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. *Smart City*

Smart City yang dalam bahasa Indonesia artinya kota cerdas, merupakan konsep penyelenggaraan kota berbasis teknologi komunikasi dan informasi dalam menghubungkan, memantau, dan mengendalikan sumber daya yang ada dengan efisien dan efektif dalam rangka memberikan pelayan terhadap masyarakat kota tersebut dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi, meningkatkan kualitas hidup masyarakat, memperbaiki pelayanan publik. Dalam tata kelola *smart city* tidak lepas dari implementasi teknologi *internet of things* dan teknologi *big data*, dimana sistem menggunakan jaringan perangkat elektronik yang saling terhubung dan mampu mengirim data informasi atau melakukan tindak lanjut dengan campur tangan minimal, sehingga mampu melakukan beragam fungsi secara otomatis. *Smart city* dapat mengumpulkan data dan informasi dari setiap sudut kota menggunakan sensor yang kemudian dianalisis dengan aplikasi pintar, selanjutnya ditampilkan sesuai kebutuhan pengguna melalui aplikasi yang dapat diakses gawai pengguna secara interaktif. Selain itu pengguna juga dapat berbagi informasi dari sumber data miliknya ke pusat data agar dapat diakses pengguna lainnya. Terdapat enam komponen esensial pada *smart city*, yaitu:

- *Smart Economy*
  Meliputi APBN, APBD, pendapatan per kapita, entrepreneurship, semangat berinovasi, produktivitas, ketenagakerjaan, dsb.
- *Smart Mobility*
  Meliputi aksesibilitas internasional/nasional, keberlanjutan sistem transportasi, dan infrastruktur.
- *Smart Environment*
  Meliputi efisiensi penggunaan listrik, kesadaran ekologis, manajemen sumber daya berkelanjutan, dll.
- *Smart People*
  Meliputi pendidikan, kemampuan penggunaan komputer, keterbukaan, dll.
- *Smart Living*
  Meliputi fasilitas kesehatan, fasilitas Pendidikan, keamanan, dsb.

- *Smart Governance* (*e-governance*)
  Meliputi pelayanan sosial dan pelayanan publik, administrasi yang transparan dan efisien, dsb.

2.2. *Smart Surveillance System*

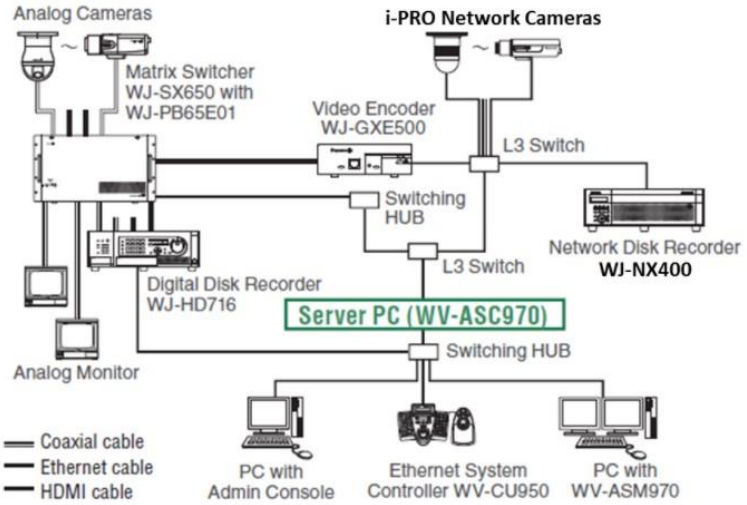
Smart surveillance System merupakan sistem pengawasan yang mengombinasikan antara perangkat teknologi informasi komunikasi dan CCTV. Sistem ini menawarkan kelebihan yang tidak dimiliki sistem pengawasan konvensional yaitu:

- Kemampuan untuk mengantisipasi insiden, melalui alarm yang berbunyi ketika ada perilaku mencurigakan.
- Menimbulkan kesadaran mandiri, melalui kesadaran berperilaku di tempat yang termonitor.

CCTV pada sistem berfungsi sebagai kamera aktif, mampu mendeteksi dan memantau pergerakan orang dengan melakukan *zoom in* dan memperoleh gambar wajah dengan resolusi tinggi.

Bandara merupakan salah satu penerapan *smart surveillance system*. Sebagai objek vital, bandara dituntut mampu untuk aman dari segala macam ancaman karena bandara merupakan ruang publik tempat berkumpulnya orang-orang dari berbagai daerah sampai berbagai negara. Untuk mengamankan kawasan terminal bandara, bandara dilengkapi dengan video monitoring *IP-Based* yang menghasilkan rekaman dengan kualitas lebih baik dibandingkan sistem analog dan mampu memonitor keadaan secara real-time.

Sistem monitoring pada bandara mulai dilengkapi dengan teknologi pengenalan wajah yang secara akurat dapat mengidentifikasi wajah jika orang tersebut melakukan tindakan yang mencurigakan selanjutnya kamera secara aktif memonitor gerak-geriknya. Rekaman dari CCTV ditransmisikan menuju *server* dimana citra wajah pada rekaman akan diolah dengan pengenalan wajah yang dicocokkan dengan wajah pada database kependudukan, dan dari *server* data ditransmisikan ke komputer pada ruang kontrol yang selanjutnya komputer mendeteksi jika ada tindakan berbahaya akan mengirimkan peringatan pada pihak keamanan untuk segera bertindak sehingga monitoring dapat dilakukan secara *real-time* tanpa gangguan.



Gambar 2.1 Ilustrasi Arsitektur Sistem Monitoring pada Bandara

2.2.1 CCTV

CCTV merupakan perangkat perekaman menggunakan satu atau lebih kamera video dengan sinyal tertutup yang digunakan untuk mengawasi dan merekam aktivitas pada suatu daerah atau lokasi. Kamera CCTV memiliki resolusi yang beragam mulai dari format VGA 0.3 *Megapixel* dengan resolusi 640x480 sampai 10 Megapixel dengan resolusi *3648x2752*. CCTV dikategorikan menjadi dua jenis yaitu CCTV analog dan IP *Camera*/*Network Camera*. Pada CCTV analog, sinyal analog digunakan untuk mentransfer video dari kamera ke perangkat penerima (*receiver*). Ketika kamera analog merekam gambar, gambar dikirim melalui kabel koaksial ke *Digital Video Recorder* (DVR), selanjutnya DVR akan mengubah video dari sinyal analog ke sinyal digital yang nantinya video akan disimpan pada media penyimpanan. Hasil rekaman dapat ditampilkan pada monitor yang tersambung dengan DVR. Selanjutnya untuk IP Camera tidak memerlukan DVR melainkan menggunakan NVR (*Network Video Recorder*), sehingga hasil rekaman dapat ditampilkan pada perangkat yang terkoneksi internet seperti *smartphone*.

Untuk dapat merekam video dengan jelas pada malam hari, umumnya pada kamera CCTV terdapat fitur *infrared* yang secara otomatis beralih dari mode warna ke mode hitam putih (monokromatik). *Infrared* LED dan *Infrared* filter yang terdapat di sekeliling lensa akan memancarkan sinar inframerah pada daerah target ketika kamera CCTV kekurangan cahaya. Sedangkan fungsi dari filter inframerah adalah untuk menyaring cahaya tampak disekitar kamera dan meneruskan cahaya inframerah yang dipancarkan LED inframerah sehingga dapat kamera merekam pada kondisi gelap gulita atau di malam hari.

Gambar 2.2 Bentuk Kamera CCTV

2.3 Citra Digital

Citra digital adalah citra dalam ruang diskrit dua dimensi yang berasal dari citra analog pada ruang kontinu dua dimensi melalui proses *sampling* (digitalisasi). Citra digital direpresentasikan oleh sekumpulan *array* dua dimensi dimana setiap *array* merepresentasikan satu kanal warna. Setiap elemen *array* dinamakan piksel yang diambil dari istilah *picture element*. Dimensi citra memiliki koordinat posisi yang ditulis dalam format panjang x tinggi.

2.3.1 Citra Berwarna

Citra berwarna adalah citra yang memiliki tiga buah kanal warna di dalamnya. Jenis citra ini tersusun dari komponen merah/*red* (R), hijau/*green* (G), dan biru/*blue* (B) yang dimodelkan dalam ruang warna RGB. RGB merupakan standar yang digunakan untuk menampilkan citra berwarna pada layar tv atau layar komputer. Masing-masing piksel dalam

setiap kanal memiliki kemungkinan nilai sebanyak 256 kemungkinan, dengan rentang nilai 0-255. Hal ini menunjukkan bahwa untuk setiap nilai piksel pada suatu kanal membutuhkan 8-bit data. Karena citra berwarna memiliki tiga buah kanal, maka untuk setiap satu pikselnya memerlukan 3 × 8-bit = 24-bit. Citra berwarna sering juga disebut sebagai 24-bit *color image* karena untuk setiap nilai pikselnya memerlukan penyimpanan sebesar 24-bit. Dengan kombinasi warna yang ada, citra berwarna memiliki kemungkinan sebanyak $256 \times 256 \times 256 = 2^{24} = 16.777.216$ variasi warna.

2.3.2 Citra *Grayscale*

Citra *grayscale* merupakan citra yang hanya memiliki satu buah kanal sehingga yang ditampilkan hanyalah nilai intensitas atau dikenal dengan derajat keabuan. Pada umumnya citra ini menggunakan warna hitam sebagai warna minimum dan warna putih sebagai warna maksimalnya, sehingga warna antara kedua warna tersebut adalah warna abu-abu. Karena citra ini hanya memiliki satu kanal, citra *grayscale* memiliki tempat penyimpanan lebih hemat dari citra berwarna. Jenis citra ini disebut juga 8-bit *image* karena untuk setiap nilai pikselnya memerlukan penyimpanan sebesar 8-bit.

2.4 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra adalah istilah umum untuk berbagai teknik yang keberadaannya untuk memanipulasi dan memodifikasi citra dengan berbagai cara, yang masukannya berupa gambar sedangkan keluaran dari pengolahan citra dapat berupa gambar atau sejumlah karakteristik yang berkaitan dengan gambar.

Pengolahan citra merupakan pemrosesan citra, khususnya menggunakan komputer, menjadi citra yang kualitasnya lebih baik. Sering kali sebuah citra mengalami penurunan mutu, seperti kurang tajam, mengandung derau (noise), dan sebagainya. Citra seperti itu sulit diinterpretasikan karena informasi yang disampaikan berkurang. Maka dari itu, citra dengan gangguan tersebut dimanipulasi agar kualitasnya lebih baik sehingga mudah untuk diinpretasikan.

2.4.1 *Noise Salt and Pepper*

Noise atau derau merupakan suatu gangguan pada citra yang mengakibatkan citra tidak jelas dan kehilangan informasi. Hal ini disebabkan antara lain karena proses akusisi citra yang kurang baik,

seperti kurang atau lebih cahaya yang tertangkap. Dapat disebabkan juga oleh transmisi yang buruk, terjadi *data loss* Ketika pengiriman citra melalui sebuah sinyal yang mengakibatkan citra yang diterima kurang atau tidak sama dengan citra yang dikirim.

Noise salt and pepper atau *noise* impuls positif dan negatif atau *noise* biner sering terjadi pada gambar karena gangguan yang tiba-tiba dan tajam pada proses perolehan isyarat citra. Berupa bintik-bintik hitam dan putih, namun jika dikenakan pada citra berwarna, bintik-bintik berwarna-warni. Pada *noise* jenis ini piksel dengan intensitas tinggi bernilai 255 diibaratkan sebagai *salt* dan piksel intensitas rendah bernilai 0 diibaratkan sebagai *pepper*. Besar nilai *Noise salt and pepper* dinyatakan dengan nilai densitas *noise* (probabilitas). Semakin besar nilai densitas, semakin rapat *noise* yang dihasilkan pada citra.

Gambar 2.3 Efek noise salt and pepper pada citra

2.4.2 *Gaussian Filter*

Gaussian filter merupakan filter linear dengan nilai pembobotan untuk setiap anggotanya yang dipilih berdasarkan fungsi *Gaussian.*

$$G(y,x) = e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \qquad (2.1)$$

Dalam hal ini, σ (sigma) adalah deviasi standar dan piksel pada pusat (y, x). Semakin besar nilai σ, citra yang dihasilkan semakin kabur. *Gaussian filter* paling tidak berukuran 5x5.

Gaussian filtering didapat dari operasi konvolusi yang digunakan untuk membuat gambar menjadi blur atau mengurangi atau mengatasi *noise* pada gambar. *Gaussian filter* bekerja dengan membuat tiap piksel

pada citra menjadi berhamburan (*blur*) dan mendekati warna piksel tetangganya.

Gaussian filter ialah *filter blur* yang menempatkan warna transisi yang signifikan dalam sebuah citra, kemudian membuat warna pertengahan untuk menciptakan efek lembut pada sisi sebuah citra. Filter ini dapat menciptakan efek *autofocus* untuk mengurangi detil dan membuat efek berkabut pada citra.

Gambar 2.4 Efek gaussian filter pada citra

2.5 Pengenalan Wajah

Wajah merupakan bagian dari tubuh manusia yang menjadi fokus utama dalam interaksi sosial, dengan menunjukkan ideantitas dan emosi. Kemampuan manusia untuk mengetahui seseorang dari wajah sangat luar biasa. Manusia dapat mengenali ribuan wajah karena frekuensi interaksi yang sangat sering ataupun hanya sekilas atau dalam rentang waktu yang sangat lama, bahkan dengan bertambahnya usia atau perubahan penampilan, wajah masih dapat dikenali.

Pengenalan wajah atau *face recognition* merupakan salah satu teknologi identifikasi biometrik agar komputer dapat mengenali wajah sehingga pemiliknya dapat diketahui. Hasil yang akan diperoleh dibagi menjadi dua, yaitu dikenali atau tidak dikenali. Secara umum proses pengenalan wajah terdiri dari:

- Modul Akusisi
  Merupakan blok input dari proses pengenalan wajah yang sumbernya dapat berasal dari kamera atau file citra.
- Modul *pre-processing*
  Proses penyesuaian citra input agar memudahkan proses pengenalan.

- Modul ekstraksi fitur
  Digunakan untuk mengutip bagian suatu vektor yang merepresentasikan wajah
- Modul klasifikasi
  Fitur representasi wajah dibandingkan dengan fitur wajah pada *database* sehingga dapat diketahui apakah citra wajah tersebut dikenali.
- *Training set*
  Modul yang digunakan selama proses pembelajaran proses pengenalan. Semakin kompleks dan sering, proses pengenalan akan semakin baik.
- *Database*
  Berisi kumpulan citra wajah.

2.5.1 *Principal Component Analysis* (PCA)

Principal component analysis (PCA) merupakan suatu perhitungan standar modern yang digunakan untuk menganalisis data pada macam-macam *field* atau multi dimensi sekumpulan data (*dataset*) khususnya pada bidang komputer grafik. Karena kemudahan dengan tidak membutuhkan parameter khusus dalam ekstraksi informasi yang berhubungan terhadap sekumpulan data yang meragukan. Dengan usaha minimal, PCA menyediakan alur bagaimana mengurangi kumpulan data yang kompleks ke dalam dimensi lebih kecil dengan mempertahankan variasi data yang ada.

Tujuan dari PCA adalah untuk menyederhanakan variabel yang diamati dengan mereduksi dimensinya. Hal ini dilakukan dengan cara menghilangkan korelasi dari ruang data/variabel observasi menjadi dimensi yang lebih kecil dari ruang fitur/variabel independen, yang dibutuhkan untuk mendeskripsikan data menjadi lebih sederhana. Prinsip dasar dari PCA adalah mengurangi satu set data namun tetap mempertahankan sebanyak mungkin variasi dalam set data tersebut. Secara matematis PCA mentransformasikan sebuah variabel yang berkorelasi ke dalam bentuk bebas tidak berkorelasi tanpa menghilangkan informasi penting yang ada di dalamnya yang biasa *disebut principal component*. PCA banyak digunakan untuk mengubah suatu kumpulan data dalam ukuran besar menjadi bentuk sajian data dengan ukuran yang lebih kecil. Transformasi PCA terhadap sebuah ruang data yang besar akan menghasilkan sejumlah vektor basis ortonormal dalam bentuk

kumpulan vektor *eigen*, vektor *eigen* adalah nilai kumpulan hubungan karakteristik-karakteristik dari suatu citra untuk dapat dikenali secara spesifik dari suatu matriks kovarian tertentu yang secara optimal menyajikan distribusi data.

2.5.2 *Eigenface*

Eigenface diambil dari bahasa Jerman "*eigenwert*", dimana "*eigen*" artinya karakteristik dan "*wert*" artinya nilai. *Eigenface* adalah salah satu algoritma pengenalan pola wajah berdasarkan *Principal Component Analysis* (PCA). PCA merupakan sebuah teknik yang digunakan untuk menyederhanakan suatu data, dengan cara mentransformasikan data secara linier sehingga terbentuk sistem koordinat baru dengan varians maksimum. Metode PCA sesuai untuk pengenalan wajah (*face recognition*) karena PCA tidak mengkategorikan data wajah dengan perbedaan pada ukuran indera dalam wajah. PCA mengkategorikan data wajah, dengan kumpulan data wajah dari seseorang yang dianalisis menggunakan PCA, untuk menentukan kumpulan variabel untuk varian dari wajah-wajah yang dikenal sebagai istilah *Eigenface*. Data gambar wajah yang dianalisis akan direpresentasikan dalam suatu dimensi vektor yang akan membentuk ruang dari gambar wajah (*face space*). *Eigenvalues* merupakan nilai ciri dari citra wajah yang bertipe skalar yang didapat dari perhitungan dengan matriks kovarian, *Eigenvalue* dominan merupakan nilai ciri yang memiliki nilai tertinggi sehingga membawa informasi penting dari citra dan menjadi representasi dari data citra.

Sedangkan *Eigenvector* merupakan nilai ciri dari citra wajah yang bertipe vektor (memiliki arah) dan nilainya diperoleh dari perhitungan algoritma menggunakan nilai *Eigenvalue*, sehingga nilai *Eigenvector* saling berhubungan dengan nilai *Eigenvalue*. Nilai *Eigenvalue* dan *Eigenvector* merupakan nilai karakteristik citra yang dapat membedakan satu citra dengan citra lainnya. Vektor-vektor yang merepresentasikan data gambar wajah pada *face space* merupakan *Eigenvalue* dan merupakan kumpulan dari *Eigenvector*. Berikut ini akan menjelaskan perhitungan *Eigenface*.

Langkah pertama yang dilakukan adalah menyiapkan data dengan membuat matriks himpunan S yang terdiri dari seluruh citra data latih.

$$S = \{\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_M\} \tag{2.2}$$

Langkah kedua adalah menghitung nilai tengah atau *mean* (Ψ) dengan menjumlahkan nilai matriks masing-masing wajah kemudian dibagi dengan jumlah citra yang terdapat dalam *database*.

$$\Psi = \frac{1}{M}\sum_{n=1}^{M} \Gamma_n \quad (2.3)$$

Langkah selanjutnya mencari selisih (*Φ)* antara training image (*Γ*) dengan nilai tengah (Ψ) dengan cara mengurangi training image (*Γ*) dengan nilai tengah (Ψ).

$$\Phi_i = \Gamma_i - \Psi \quad (2.4)$$

Selanjutnya menghitung nilai matriks kovarian (*C*). Nilai (*C*) digunakan untuk menghitung *eigenvalue* (λ) dan *eigenvector* (*v*). Karena hasil perhitungan *C* menghasilkan dimensi yang besar maka perhitungan *C* menggunakan rumus *L*.

$$C = \frac{1}{M}\sum_{n=1}^{M} \Phi_n \Phi_n^T \quad (2.5)$$

$$C = AA^T \quad (2.6)$$

$$L_{m,n} = \Phi_m \Phi_n^T \quad (2.7)$$

Setelah mendapat nilai matriks kovarian (*C*), selanjutnya menghitung eigenvalue (λ) dan eigenvector (*v*).

$$C \times v_i = \lambda_i \times v_i \quad (2.8)$$

Mencari *eigenvalue* (λ) dan *eigenvector* (*v*).

$L \times v = \lambda \times \mathrm{v}$ (2.9)

$L \times v = \lambda \mathrm{I} \times \mathrm{v}$ (2.10)

$(L - \lambda \mathrm{I}) = 0$ atau $(\lambda \mathrm{I} - L) = 0$ (2.11)

Langkah keenam, setelah nilai eigenvector (*v*) diperoleh, maka eigenface (μ) dapat dihitung dengan rumus:

$$\mu_i = \sum_{k=1}^{M} v_{ik}\, \Phi_k \quad (2.12)$$

$$l = 1, \ldots, M$$

Proses selanjutnya identifikasi penyesuaian citra, dimana wajah baru atau citra uji akan disesuaikan dengan citra latih pada *database*. Untuk mengenali citra uji, tahapan yang dilakukan sama dengan data latih pada *database*. Untuk mendapat nilai *eigenface* dari citra uji

$$\mu_{uji} = v \times \left(\Gamma_{uji} - \Psi\right) \tag{2.13}$$

$$\Omega = [\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_M] \tag{2.14}$$

2.6 Jarak *Euclidean*

Jarak *euclidean* merupakan perhitungan jarak dari dua buah titik dalam ruang *euclidean*. Untuk mempelajari hubungan antara sudut dan jarak, jarak *euclidean* biasanya diterapkan pada dua dimensi atau tiga dimensi.

Jarak *euclidean* umumnya digunakan untuk data numerik, untuk dua titik data x dan y dalam ruang *d*-dimensi. Bentuk umum jarak *euclidean* (d) diperoleh dengan:

$$d(x,y) = \sqrt{(y_1 - x_1)^2 + (y_2 - x_2)^2 + \cdots + (y_n - x_n)^2} \tag{2.15}$$

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \qquad y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$$

Pada dua dimensi, jarak *euclidean* merupakan perhitungan untuk merepresentasikan tingkat kemiripan antara dua buah citra. Jarak *euclidean* dapat dihitung berdasarkan ciri khusus yang dimiliki pada citra. Metode ini menghitung jarak antara vektor bobot dengan citra yang dibentuk oleh citra pelatihan untuk mendeteksi tingkat ketidaksamaan citra dengan mengisi nilai vektor *a* dan *b* dengan nilai fitur citra yang akan dideteksi tingkat ketidaksamaannya. Jarak ini merupakan sebuah ukuran kesamaan antara citra wajah yang diuji dengan citra wajah pada *database*. Hasil perhitungan yang digunakan sebagai perbandingan adalah nilai yang terkecil (jarak yang paling dekat).

$$d(a,b) = \sqrt{\sum_{k=1}^{m} (x_{ak} - x_{bk})^2} \tag{2.16}$$

Dimana:
d(a,b) = Jarak *euclidean* objek data *ke-a* dan objek data *ke-b*
m = Banyaknya parameter/ peubah yang digunakan
x_{ak} = Objek data *ke-a* pada peubah *ke-k*
x_{bk} = Objek data *ke-b* pada peubah *ke-k*

2.7 MATLAB

MATLAB merupakan bahasa pemrograman teknik yang mengintegrasikan kemampuan komputasi, visualisasi, dan pemrograman ke dalam *environment* yang mudah digunakan yang dikembangkan dari bahasa C. Matlab pada intinya sekumpulan fungsi-fungsi yang dapat dipanggil dan dieksekusi. Fungsi tersebut dibagi berdasarkan kegunaan yang dikelompokkan pada *Toolbox* MATLAB. Secara umum matlab memiliki fungsi umum sebagai berikut:

a) Matematika dan komputasi,
b) Perkembangan algoritma,
c) Pemodelan dan simulasi,
d) Analisis data, eksplorasi, dan visualisasi,
e) Pembuatan aplikasi, termasuk pembuatan GUI (*graphical user interface*).

Karakteristik MATLAB:

1) Bahasa pemrograman didasarkan pada matriks (baris dan kolom),
2) Manajemen memori otomatis,
3) Rapi,
4) Dapat diubah ke Bahasa C lewat *compiler*.

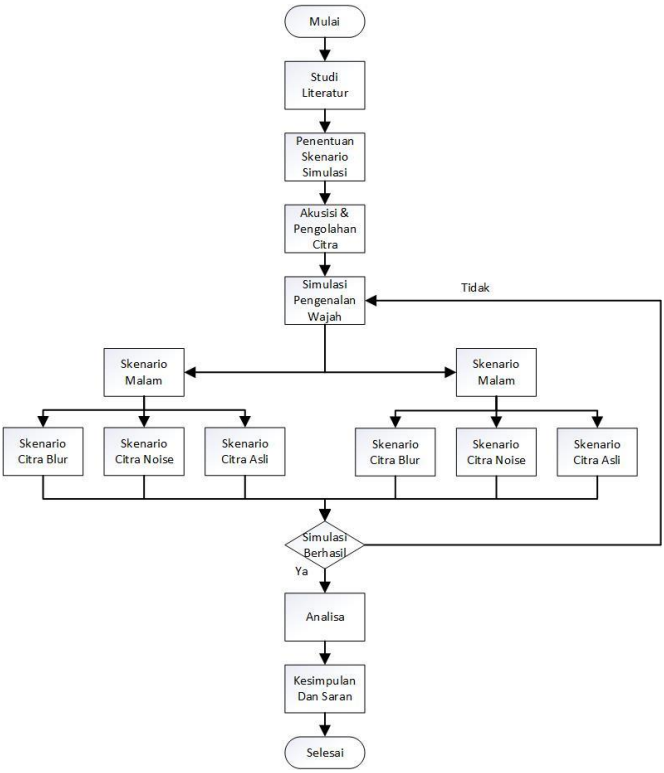
Kelebihan MATLAB:

1) Mudah dalam memanipulasi struktur matriks dan perhitungan berbagai operasi matriks dan fungsi matriks lainnya.
2) Menyediakan fasilitas untuk memplot struktur gambar.
3) Skrip program dapat diubah sesuai keinginan.
4) Kemampuan *interface*, seperti bahasa C.
5) Dilengkapi dengan *simulink*, *toolbox*, *stateflow*, dan mulai bertambah jumlah source code dalam bahasa MATLAB.

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendahuluan

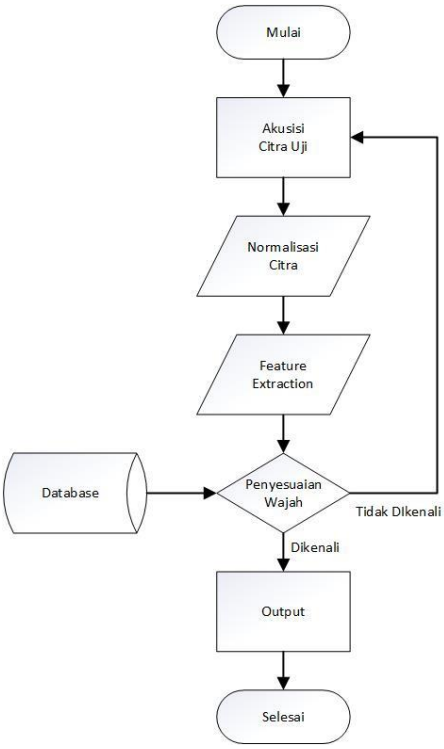
Pada bab ini dijelaskan mengenai simulasi pengenalan wajah berbasis *eigenface* dengan menggunakan *software* MATLAB. Penelitian dimulai dengan mempelajari landasan teori dan studi literatur yang membantu untuk memahami permasalahan. Selanjutnya dilanjutkan dengan proses penentuan skenario simulasi melalui hipotesa yang dianggap sesuai dengan tujuan penelitian dan rumusan permasalahan pada penelitian ini. Setelah menentukan skenario, proses dilanjutkan dengan penentuan dan pengambilan citra latih dan citra uji yang akan digunakan pada simulasi. Simulasi dilakukan dengan menggunakan citra yang diambil pada siang hari pukul 10.47 dan citra yang diambil pada malam hari pukul 19.51 menggunakan teknologi inframerah. Proses simulasi sistem pengenalan wajah dengan implementasi algoritma *eigenface* untuk melakukan perhitungan jarak *euclidean* yang menentukan seberapa dekat citra yang diujikan dengan citra yang telah dilatih untuk menunjukkan apakah citra yang diujikan dapat dikenali sistem atau tidak. Setelah pengambilan data dilakukan, tahapan selanjutnya adalah analisis mengenai pengaruh citra dengan parameter kualitas citra yang berbeda terhadap kinerja pengenalan wajah untuk kemudian dilakukan penarikan kesimpulan Alur penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Proses Pengenalan Wajah

Tahapan sistem pengenalan wajah menggunakan *eigenface* agar wajah dapat dikenali dilakukan dalam 4 langkah, yaitu *preprocessing*, *feature extraction*, pengujian, dan *output*.

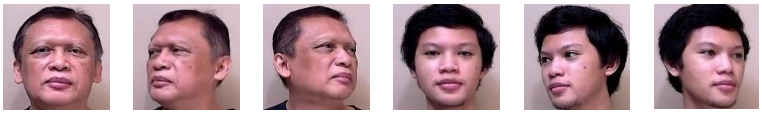


Gambar 3.2 Diagram Alur Sistem Pengenalan Wajah

3.2.1 *Preprocessing*

Sebelum data citra wajah diproses pada sistem, citra wajah akan melalui tahapan preprocessing. Tahapan tersebut meliputi *cropping*, *resize*, dan *grayscalling*. Proses *cropping* dan *resizing* citra dilakukan agar citra dapat diproses dalam waktu yang lebih singkat.

Proses *cropping* dilakukan untuk meng-crop bagian wajahnya saja dengan rasio 1:1, sehingga proses *feature extraction* terfokus pada bagian wajahnya saja. Selanjutnya dilakukan proses *resize* resolusi citra. Data citra wajah awalnya berukuran 1920x1080 lalu dipotong dengan rasio 1:1, sehingga ukuran dari semua dimensi citra akan dirubah menjadi 320x320. Dan tahapan *preprocessing* diakhiri dengan proses *grayscalling* yaitu merubah citra asli *Red, Green, Blue* (RGB) ke *grayscale* (skala keabuan).



Wajah 1 Wajah 2 Wajah 3 Wajah 4 Wajah 5 Wajah 6

Gambar 3.3 Citra Latih Yang Digunakan

3.2.2 *Feature Extraction*

Setelah proses preprocessing dilakukan, proses selanjutnya mencari nilai-nilai ciri dari set data citra latih yaitu nilai *eigenvalue*, nilai *eigenvector*, dan nilai *eigenspace* dengan menggunakan metode *eigenface*. Prosesnya dilakukan sebagai berikut:

1. Melatih satu set citra latih (M) yang direpresentasikan sebagai matriks berukuran N x N. Masing-masing citra latih direpresentasikan $\Gamma 1$, $\Gamma 2$, …, Γ_M. Kemudian dari matriks Γ dua dimensi diubah menjadi matriks satu dimensi N^2 x 1. Kemudian gabungkan hasilnya menjadi satu matriks Γ.
2. Menghitung *Average* (A) atau nilai rata-rata matriks Γ.
   Menjumlahkan nilai tiap kolom pada tiap baris kemudian dibagi dengan jumlah data.
3. Pengurangan nilai matriks tiap citra latih pada matriks Γ dengan nilai matriks rata-rata menjadi matriks A.
   Proses ini bertujuan untuk mendapat nilai tiap citra latih yang merepresentasikan ciri pembeda dan menghilangkan nilai umum yang dimiliki semua citra.
4. Menghitung nilai matriks kovarian
   Mencari nilai kovarian dari perkalian matriks A yang telah di-*transpose* dengan matriks A.
5. Menghitung nilai *eigenvalue* dan nilai *eigenvector* dari matriks kovarian.
   Nilai *eigenvalue* dan nilai *eigenvector* merupakan nilai ciri yang dapat membedakan citra wajah satu dengan citra lainnya. Hasil perhitungan menghasilkan matriks *eigenvalue* dan matriks *eigenvector*.
6. Mengurutkan nilai *eigenvalue* mulai dari yang paling besar sampai paling kecil, disertai nilai masing-masing *eigenvector*.
7. Menghitung nilai *eigenvector* sebanyak M (jumlah citra latih).

Mengalikan matriks A dengan matriks *eigenvector* menghasilkan matriks U

8. Memproyeksikan Γ ke dalam *eigenspace*
   Mengalikan matriks U yang telah di-*transpose* dengan matriks A. Matriks hasil perkalian tersebut akan di-*transpose* kembali sehingga menghasilkan matriks bobot (Ω).

3.2.3 Proses Pengujian

Proses pengenalan wajah selanjutnya ialah proses pengujian pada data citra uji. Sebelum dilakukan pengujian, citra uji juga melalui proses *preprocessing* seperti yang dilakukan pada data citra latih, yaitu *cropping*, *resize*, dan *grayscalling*. Setelah proses tersebut dilakukan, data citra uji melalui proses *feature extraction* untuk mencari nilai ciri data uji. Proses pencarian data uji sebagai berikut:

1. Menyeleksi kumpulan citra yang akan dimasukkan ke data uji, kemudian matriks citra uji yang berukuran dua dimensi diubah menjadi satu dimensi N^2 x 1.
2. Mengurangi nilai matriks citra uji dengan nilai matriks rata-rata (A_{test}) dari data uji.
3. Memproyeksikan citra uji dalam *eigenspace*
   Proses ini yang membedakan pencarian ciri pada data uji dengan data latih. Pencarian ciri atau komponen *eigenface* pada data uji melalui perkalian antara matriks U dari data latih yang telah di-*transpose* dengan matrik A_{test}. Hasil yang diperoleh akan di-*transpose* kembali sehingga menghasilkan matriks Ω_{test}. Perkalian tersebut bertujuan untuk memproyeksikan citra wajah uji ke dalam *eigenspace*, sehingga citra dapat dibandingkan dengan mencari jarak antara citra uji dengan citra latih.

Agar dapat mengenali citra wajah uji dengan citra latih, dilakukan pencarian jarak antara Ω_{test} dengan Ω_{train} menggunakan jarak *euclidean*. Pencarian jarak dilakukan tiap citra latih pada matriks Ω pada data latih. Hasil pengurangan Ω_{test} dengan matriks Ω dapat menunjukkan pada citra latih ke berapa yang memiliki jarak paling dekat. Hasil jarak paling kecil menunjukkan sistem pengenalan wajah dapat mengenali citra uji sesuai atau mirip dengan citra latih ke berapa.

3.2.4 *Output*

Setelah pengujian dilakukan, hasil keluaran atau output yang ditampilkan adalah citra latih yang dikenali atau cocok dengan citra uji yang disimulasikan dan nilai jarak euclidean masing-masing citra uji terhadap masing-masing citra latih.

Setelah proses pengenalan wajah dilakukan pada semua citra uji akan dilakukan perhitungan akurasi citra yang berhasil dikenali dengan benar terhadap jumlah citra yang diproses.

$$\% = \frac{jumlah\ dikenali}{total\ pengujian} \times 100\% \qquad (3.1)$$

3.3 Pengolahan Citra Uji

Dalam tahapan ini sebelum citra uji diinput pada simulasi, citra akan diolah dengan beberapa teknik pengolahan citra yaitu dengan penambahan *noise* dan *blur* untuk mengetahui apakah nantinya ketika citra yang telah diolah digunakan pada sistem pengenalan wajah, mempengaruhi kinerja sistem pengenalan wajah tersebut.

3.3.1 *Salt and Pepper Noise*

Teknik pengolahan selanjutnya yaitu memberikan efek noise salt and pepper pada citra dengan memasukkan persentase probabilitas *noise* yang akan ditambahkan pada parameter kedua fungsi.

```
%% Input from user
I = imread('ff16.jpg');
N=imnoise(I,'salt & pepper', 0.2);
imshow(N)
```

Gambar 3.4 Fungsi Penambahan Noise Pada Citra

Gambar 3.5 Citra Dengan Penambahan Noise 20%

3.3.2 *Gaussian Filter*

Filter Gaussian sangat baik untuk menghilangkan noise bersifat tebaran normal yang banyak ditemui pada sebaran hasil citra proses digital menggunakan kamera. Hal ini merupakan fenomena alamiah akibat sifat pantulan cahaya dan kepekaan sensor cahaya pada kamera itu sendiri. Gambar akan menjadi kabur dengan diinputnya besaran σ (sigma).

```
%% Input from user
CC = imread('ff16.jpg');
CCBLur = imnoise(CC, 2);
imshow(CCBlur)
```

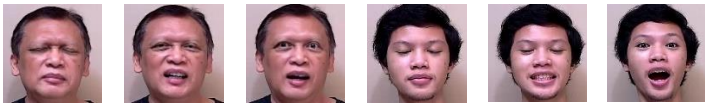
Gambar 3.6 Fungsi Penambahan Gauss Filter

Gambar 3.7 Citra Dengan Penambahan Filter, σ = 2

3.4 Skenario Simulasi

Simulasi yang dilakukan pada sistem akan menggunakan citra yang diambil pada siang dan malam hari, pada saat pengambilan citra malam hari menggunakan teknologi inframerah yang terdapat pada kamera. Setelah akusisi citra, akan dilakukan enam skenario pengujian citra uji. Citra asli hasil akusisi baik siang maupun malam hari akan digunakan pada pada data uji, kemudian masing-masing citra ditambahkan *noise* dan *blur* untuk mengetahui apakah sistem mampu mengenali wajah dengan kondisi citra yang bervariasi.

1. Skenario 1 (Citra uji siang tidak diolah)

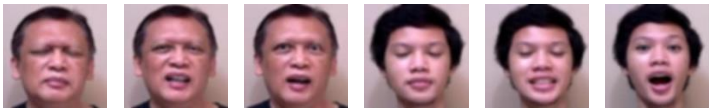


Gambar 3.8 Citra uji siang tidak diolah

2. Skenario 2 (Citra uji siang dengan penambahan *noise* 40%)

Gambar 3.9 Citra uji siang dengan *noise*

3. Skenario 3 (Citra uji siang dengan penambahan *blur*, σ = 4)



Gambar 3.10 Citra uji siang dengan *blur*

4. Skenario 4 (Citra uji malam tidak diolah)

Gambar 3.11 Citra uji malam tidak diolah

5. Skenario 5 (Citra uji malam dengan penambahan *noise* 40%)

Gambar 3.12 Citra uji malam dengan *noise*

6. Skenario 6 (Citra uji malam dengan penambahan *blur*, $\sigma = 4$)

Gambar 3.13 Citra uji malam dengan *blur*

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4

HASIL DAN ANALISIS

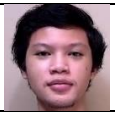
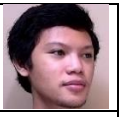
4.1 Pendahuluan

Pada bab ini dijelaskan mengenai hasil simulasi dan analisis kinerja sistem pengenalan wajah yang telah dilakukan dengan menggunakan MATLAB. Simulasi dilakukan menggunakan sistem pengenalan wajah dengan metode *eigenface* dan menampilkan hasil keluaran berupa hasil wajah yang dikenali dan jarak *euclidean* antara masing-masing citra uji dengan masing-masing citra latih. Data yang diperoleh dari pengujian simulasi kemudian dianalisis apakah dengan kualitas citra yang berbeda mempengaruhi kinerja sistem pengenalan wajah.

4.2 Skenario Citra Siang Hari

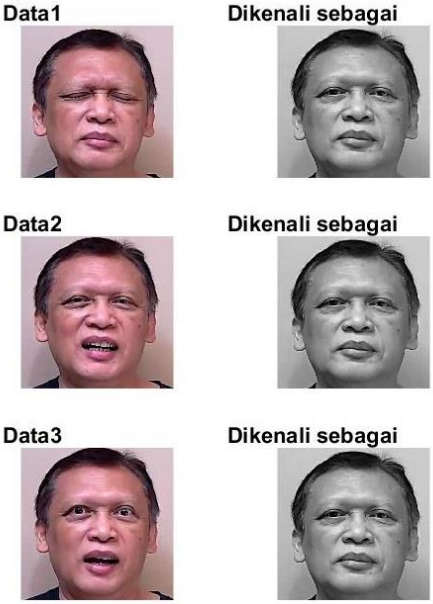
Pada skenario pertama ini menggunakan enam citra latih yang diambil siang hari, tiga citra bapak dan tiga citra anak. Posisi wajah citra latih yang digunakan yaitu wajah menghadap kamera, wajah menghadap kanan, dan wajah menghadap kiri. Sedangkan untuk citra uji digunakan enam citra, tiga citra bapak dan tiga citra anak. Ekspresi yang digunakan pada citra uji berbeda sama sekali dengan citra latih, yaitu citra dengan ekspresi mata terpejam, ekspresi senyum dengan gigi terlihat, dan ekspresi kaget.

Tabel 4.1 Citra data latih yang digunakan

					
Wajah 1	Wajah 2	Wajah 3	Wajah 4	Wajah 5	Wajah 6

4.2.1 Citra Asli Pada Data Uji

Pada skenario ini menggunakan tiga citra bapak dan tiga citra anak yang citranya tidak diolah. Sistem pengenalan wajah dapat mengenali wajah bapak dan wajah anak dengan benar.



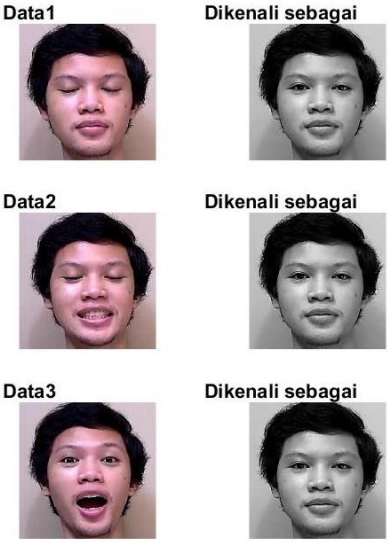
Gambar 4.1 Identifikasi citra wajah bapak yang dikenali

Tabel 4.2 Hasil jarak *euclidean* citra asli wajah bapak

Ekspresi Wajah	Jarak *euclidean*					
	Wajah 1	Wajah 2	Wajah 3	Wajah 4	Wajah 5	Wajah 6
Mata Terpejam	9.0566 e+07	1.9134 e+08	1.5766 e+08	2.9315 e+08	3.9070 e+08	3.5162 e+08
Senyum	9.2490 e+07	1.9776 e+08	1.4919 e+08	2.9868 e+08	3.9481 e+08	3.5333 e+08
Kaget	9.5011 e+07	2.0481 e+08	1.5912 e+08	2.8168 e+08	3.8686 e+08	3.4037 e+08

Dari hasil gambar dan tabel diatas, semua citra uji wajah bapak dapat dikenali sistem pengenalan wajah dengan benar sebagai wajah bapak. Citra uji dengan ekspresi mata terpejam dikenali sebagai citra wajah 1 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 9.0566e+07. Kemudian citra dengan ekspresi senyum juga dikenali sebagai wajah 1 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 9.2490e+07. Untuk citra dengan ekspresi kaget

juga dikenali sebagai wajah 1 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 9.5011e+07.



Gambar 4.2 Identifikasi citra wajah anak yang dikenali

Tabel 4.3 Hasil jarak *euclidean* citra asli wajah anak

Ekspresi Wajah	Jarak *euclidean*					
	Wajah 1	Wajah 2	Wajah 3	Wajah 4	Wajah 5	Wajah 6
Mata Terpejam	3.2346 e+08	3.9060 e+08	3.6451 e+08	3.6260 e+07	2.7980 e+08	2.0941 e+08
Senyum	2.7922 e+08	3.4719 e+08	3.3467 e+08	6.2549 e+07	2.5351 e+08	2.3866 e+08
Kaget	2.3509 e+08	3.1011 e+08	2.7490 e+08	1.1400 e+08	2.9132 e+08	2.1913 e+08

Dari hasil gambar dan tabel diatas, untuk semua citra uji wajah anak dapat dikenali sistem pengenalan wajah dengan benar sebagai wajah anak. Citra uji dengan ekspresi mata terpejam dikenali sebagai citra wajah 4 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 3.6260e+07. Kemudian citra dengan ekspresi senyum juga dikenali sebagai wajah 4 dengan nilai

jarak *euclidean* terdekat sebesar 6.2549e+07. Untuk citra dengan ekspresi kaget juga dikenali sebagai wajah 4 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 1.1400e+08.

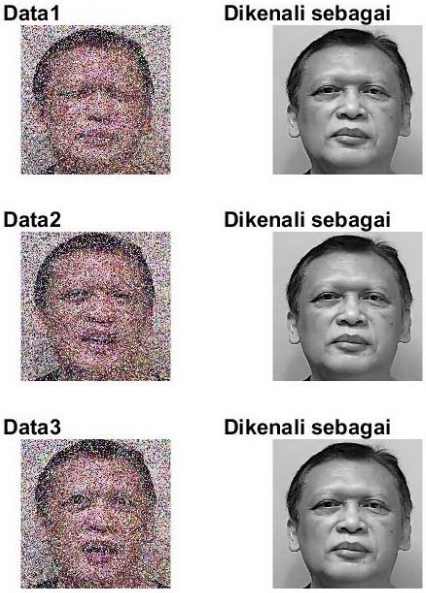
4.2.2 Citra Dengan Penambahan *Noise* Pada Data Uji

Pada skenario selanjutnya menggunakan tiga citra bapak dan tiga citra anak yang citranya diolah ditambahkan *noise salt and pepper* dengan probabilitas *noise* sebesar 40%. Sistem pengenalan wajah pada skenario ini tidak 100% dapat mengenali wajah bapak dan wajah anak dengan benar.

Dari hasil gambar dan tabel, semua citra uji wajah bapak dengan penambahan *noise* dapat dikenali sistem pengenalan wajah dengan benar sebagai wajah bapak. Citra uji dengan ekspresi mata terpejam dikenali sebagai citra wajah 1 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 1.0204e+08. Kemudian citra dengan ekspresi senyum juga dikenali sebagai wajah 1 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 1.0211e+08. Untuk citra dengan ekspresi kaget juga dikenali sebagai wajah 1 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 1.0162e+08.

Tabel 4.4 Hasil jarak *euclidean* citra *noise* wajah bapak

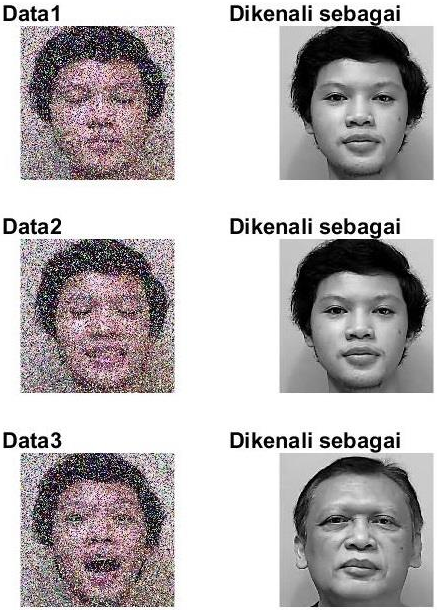
Ekspresi Wajah	Jarak *euclidean*					
	Wajah 1	Wajah 2	Wajah 3	Wajah 4	Wajah 5	Wajah 6
Mata Terpejam	1.0204 e+08	1.6999 e+08	1.5826 e+08	3.0138 e+08	3.8128 e+08	3.5687 e+08
Senyum	1.0211 e+08	1.7464 e+08	1.5301 e+08	3.0398 e+08	3.8441 e+08	3.5656 e+08
Kaget	1.0162 e+08	1.7833 e+08	1.5619 e+08	2.9611 e+08	3.8121 e+08	3.5006 e+08



Gambar 4.3 Identifikasi citra wajah bapak yang dikenali

Tabel 4.5 Hasil jarak *euclidean* citra *noise* wajah anak

Ekspresi Wajah	Jarak *euclidean*					
	Wajah 1	Wajah 2	Wajah 3	Wajah 4	Wajah 5	Wajah 6
Mata Terpejam	2.0813 e+08	2.6979 e+08	2.5293 e+08	1.4915 e+08	2.8991 e+08	2.4561 e+08
Senyum	1.8270 e+08	2.4377 e+08	2.4030 e+08	1.7446 e+08	2.8537 e+08	2.7434 e+08
Kaget	1.6485 e+08	2.2892 e+08	2.0700 e+08	2.0360 e+08	3.1548 e+08	2.7802 e+08

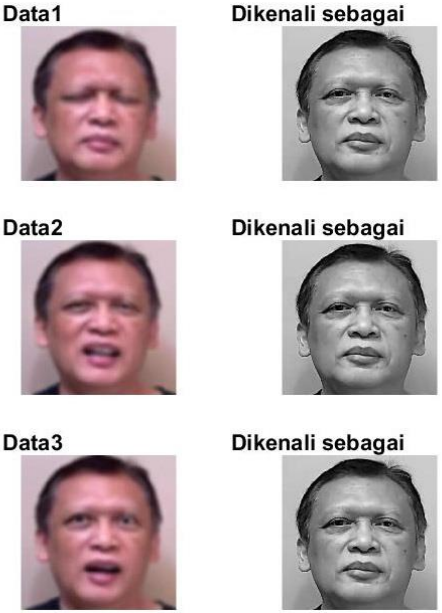


Gambar 4.4 Identifikasi citra wajah anak yang dikenali

Dari hasil gambar dan tabel diatas, untuk citra uji wajah anak dengan penambahan *noise*, pada citra dengan ekspresi kaget tidak dapat dikenali sistem pengenalan wajah dengan benar sebagai wajah anak. Citra dengan ekspresi kaget dikenali sistem sebagai wajah bapak (citra wajah 1). Untuk Citra uji dengan ekspresi mata terpejam dikenali sebagai citra wajah 4 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 1.4915e+08. Kemudian citra dengan ekspresi senyum juga dikenali sebagai wajah 4 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 1.7446e+08.

4.2.3 Citra Dengan Penambahan *Blur* Pada Data Uji

Skenario ini menggunakan tiga citra bapak dan tiga citra anak yang citranya diolah ditambahkan *blur gaussian filter* dengan σ = 4. Sistem pengenalan wajah dapat mengenali wajah bapak dan wajah anak dengan benar.



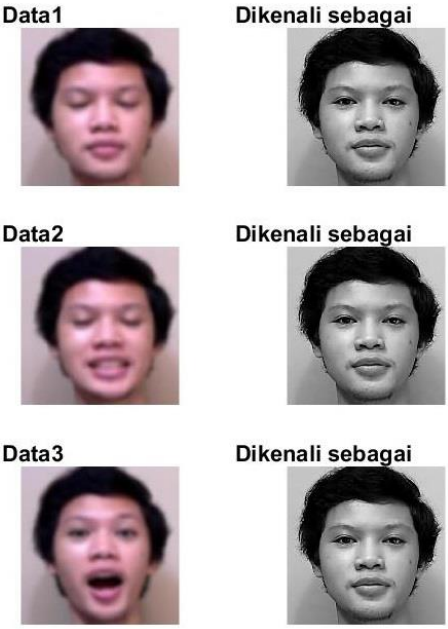
Gambar 4.5 Identifikasi citra wajah bapak yang dikenali

Tabel 4.6 Hasil jarak *euclidean* citra *blur* wajah bapak

Ekspresi Wajah	Jarak *euclidean*					
	Wajah 1	Wajah 2	Wajah 3	Wajah 4	Wajah 5	Wajah 6
Mata Terpejam	9.4490 e+07	1.8740 e+08	1.5772 e+08	2.9250 e+08	3.8823 e+08	3.4881 e+08
Senyum	9.1506 e+07	1.9417 e+08	1.5207 e+08	2.9823 e+08	3.9419 e+08	3.5270 e+08
Kaget	9.5665 e+07	2.0201 e+08	1.5871 e+08	2.8254 e+08	3.8603 e+08	3.4046 e+08

Dari hasil gambar dan tabel diatas, semua citra uji wajah bapak dengan penambahan *blur* dapat dikenali sistem pengenalan wajah dengan benar sebagai wajah bapak. Citra uji dengan ekspresi mata terpejam dikenali sebagai citra wajah 1 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 9.4490e+07. Kemudian citra dengan ekspresi senyum juga

dikenali sebagai wajah 1 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 9.1506e+07. Untuk citra dengan ekspresi kaget juga dikenali sebagai wajah 1 dengan jarak *euclidean* terdekat sebesar 9.5665e+07.



Gambar 4.6 Identifikasi citra wajah anak yang dikenali

Tabel 4.7 Hasil jarak *euclidean* citra *blur* wajah anak

Ekspresi Wajah	Jarak *euclidean*					
	Wajah 1	Wajah 2	Wajah 3	Wajah 4	Wajah 5	Wajah 6
Mata Terpejam	3.1436 e+08	3.8053 e+08	3.5357 e+08	4.6925 e+07	2.7484 e+08	2.0465 e+08
Senyum	2.7337 e+08	3.3998 e+08	3.2814 e+08	7.1195 e+07	2.5215 e+08	2.3643 e+08
Kaget	2.3278 e+08	3.0692 e+08	2.7213 e+08	1.1174 e+08	2.9045 e+08	2.2874 e+08

Dari hasil gambar dan tabel diatas, untuk semua citra uji wajah anak dengan penambahan *blur* dapat dikenali sistem pengenalan wajah dengan benar sebagai wajah anak. Citra uji dengan ekspresi mata terpejam dikenali sebagai citra wajah 4 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 4.6925e+07. Kemudian citra dengan ekspresi senyum juga dikenali sebagai wajah 4 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 7.1195e+07. Untuk citra dengan ekspresi kaget juga dikenali sebagai wajah 4 dengan jarak *euclidean* terdekat sebesar 1.1774e+08.

4.3 Skenario Citra Malam Hari

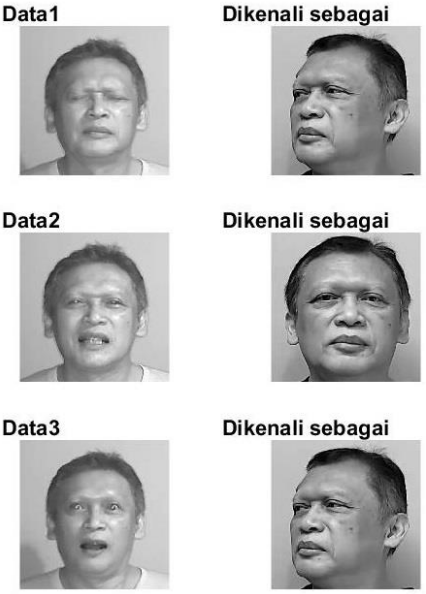
Pada skenario malam, digunakan enam citra latih yang sama dengan skenario citra siang hari. Posisi wajah citra latih yang digunakan yaitu wajah menghadap kamera, wajah menghadap kanan, dan wajah menghadap kiri. Sedangkan untuk citra uji digunakan sebanyak enam citra, tiga citra bapak dan tiga citra anak. Ekspresi yang digunakan pada citra uji sama dengan yang digunakan pada skenario citra siang hari.

4.3.1 Citra Asli Pada Data Uji

Pada skenario ini menggunakan tiga citra bapak dan tiga citra anak tidak diolah. Sistem pengenalan wajah pada skenario ini tidak 100% dapat mengenali wajah bapak dengan benar, namun sistem kesulitan mengidentifikasi wajah anak.

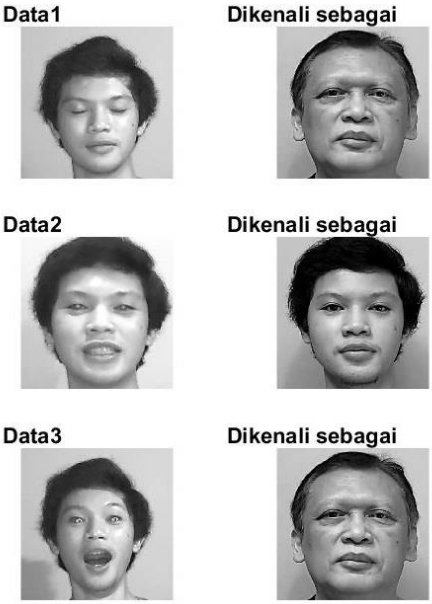
Tabel 4.8 Hasil jarak *euclidean* citra asli wajah bapak

Ekspresi Wajah	Jarak *euclidean*					
	Wajah 1	Wajah 2	Wajah 3	Wajah 4	Wajah 5	Wajah 6
Mata Terpejam	1.5399 e+08	1.5248 e+08	1.6043 e+08	3.8994 e+08	4.6727 e+08	4.0831 e+08
Senyum	1.4449 e+08	1.5178 e+08	1.6171 e+08	3.8104 e+08	4.6328 e+08	4.0336 e+08
Kaget	1.5789 e+08	1.5518 e+08	1.6350 e+08	4.020 e+08	4.780 e+08	4.2043 e+08



Gambar 4.7 Identifikasi citra wajah bapak yang dikenali

Dari hasil gambar dan tabel diatas, semua citra uji wajah bapak dapat dikenali sistem pengenalan wajah dengan benar sebagai wajah bapak. Citra uji dengan ekspresi mata terpejam dikenali sebagai citra wajah 2 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 1.5248e+08. Kemudian citra dengan ekspresi senyum dikenali sebagai wajah 1 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 1.4449e+08. Untuk citra dengan ekspresi kaget dikenali sebagai wajah 2 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 1.5518e+08.



Gambar 4.8 Identifikasi citra wajah anak yang dikenali

Tabel 4.9 Hasil jarak *euclidean* citra asli wajah anak

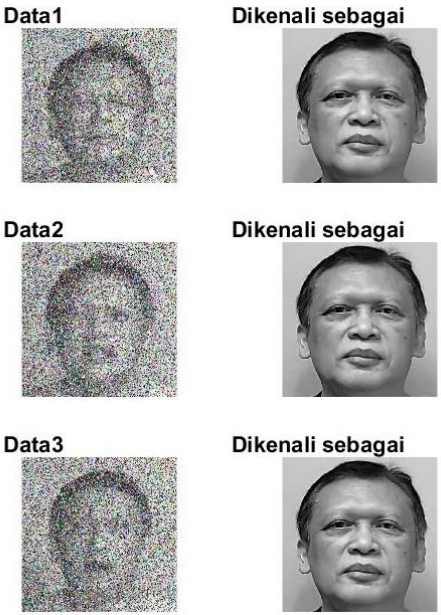
Ekspresi Wajah	Jarak *euclidean*					
	Wajah 1	Wajah 2	Wajah 3	Wajah 4	Wajah 5	Wajah 6
Mata Terpejam	1.4628 e+08	1.4778 e+08	1.7759 e+08	3.0293 e+08	3.7142 e+08	3.3902 e+08
Senyum	1.9587 e+08	2.8339 e+08	2.6695 e+08	1.4742 e+08	3.3176 e+08	2.5604 e+08
Kaget	1.4446 e+08	1.5113 e+08	1.5640 e+08	3.2641 e+08	3.9281 e+08	3.5561 e+08

Dari hasil gambar dan tabel diatas, hanya citra uji wajah anak dengan ekspresi senyum yang dapat dikenali sistem sebagai citra wajah 4 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 1.4742e+08. Sedangkan untuk ekspresi lainnya, sistem mengenali sebagai wajah 1. Sehingga citra uji dikenali sebagai wajah bapak.

4.3.2 Citra Dengan Penambahan *Noise* Pada Data Uji

Pada skenario selanjutnya menggunakan tiga citra bapak dan tiga citra anak yang citranya diolah ditambahkan *noise salt and pepper* dengan probabilitas *noise* sebesar 40%. Sistem pengenalan wajah pada skenario ini 100% dapat mengenali wajah bapak, sedangkan wajah anak tidak dapat dikenali sama sekali.

Dari hasil gambar dan tabel dibawah, semua citra uji wajah bapak dengan penambahan *noise* dapat dikenali sistem pengenalan wajah dengan benar sebagai wajah bapak. Citra uji dengan ekspresi mata terpejam dikenali sebagai citra wajah 1 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 1.3597e+08. Kemudian citra dengan ekspresi senyum juga dikenali sebagai wajah 1 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 1.3005e+08. Untuk citra dengan ekspresi kaget juga dikenali sebagai wajah 1 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 1.3586e+08.



Gambar 4.9 Identifikasi citra wajah bapak yang dikenali

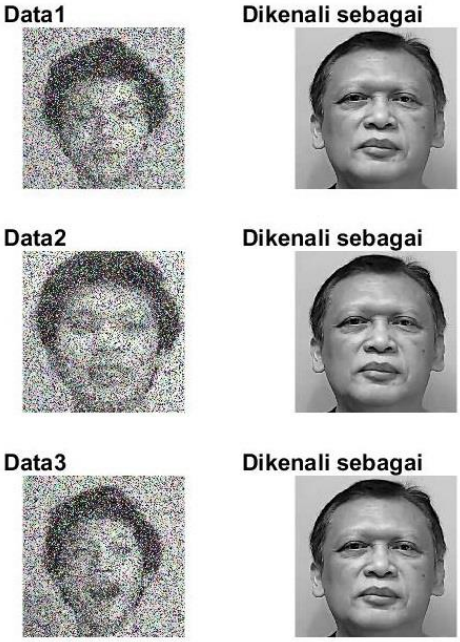
Tabel 4.10 Hasil jarak *euclidean* citra *noise* wajah bapak

Ekspresi Wajah	Jarak *euclidean*					
	Wajah 1	Wajah 2	Wajah 3	Wajah 4	Wajah 5	Wajah 6
Mata Terpejam	1.3597 e+08	1.4321 e+08	1.5457 e+08	3.5853 e+08	4.2809 e+08	3.8897 e+08
Senyum	1.3005 e+08	1.4237 e+08	1.5786 e+08	3.5090 e+08	4.2428 e+08	3.8370 e+08
Kaget	1.3586 e+08	1.4184 e+08	1.5595 e+08	3.6399 e+08	4.3287 e+08	3.9509 e+08

Dari hasil gambar dan tabel dibawah, semua citra uji wajah anak dengan penambahan *noise* tidak dapat dikenali sistem sama sekali. Masing-masing citra uji wajah anak dikenali sebagai wajah 1, sehingga sistem mengenali citra uji tersebut sebagai wajah bapak.

Tabel 4.11 Hasil jarak *euclidean* citra *noise* wajah anak

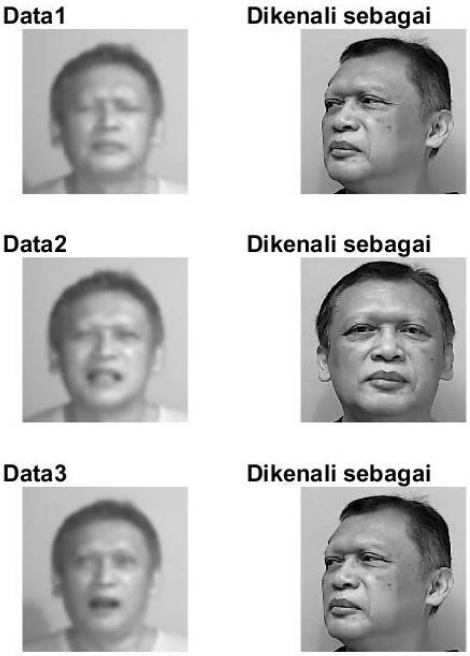
Ekspresi Wajah	Jarak *euclidean*					
	Wajah 1	Wajah 2	Wajah 3	Wajah 4	Wajah 5	Wajah 6
Mata Terpejam	1.3688 e+08	1.4608 e+08	1.7181 e+08	3.0846 e+08	3.7147 e+08	3.5037 e+08
Senyum	1.4237 e+08	2.1610 e+08	2.1028 e+08	2.1460 e+08	3.3790 e+08	2.9224 e+08
Kaget	1.3615 e+08	1.4892 e+08	1.5931 e+08	3.2200 e+08	3.8455 e+08	3.5914 e+08



Gambar 4.10 Identifikasi citra wajah anak yang dikenali

4.3.3 Citra Dengan Penambahan *Blur* Pada Data Uji

Pada skenario terakhir menggunakan tiga citra bapak dan tiga citra anak yang citranya diolah ditambahkan *blur gaussian filter* dengan $\sigma = 4$. Sistem pengenalan wajah pada skenario ini dapat mengenali wajah bapak dengan benar, sedangkan wajah anak hanya dapat dikenali satu citra uji dengan benar.



Gambar 4.11 Identifikasi citra wajah bapak yang dikenali

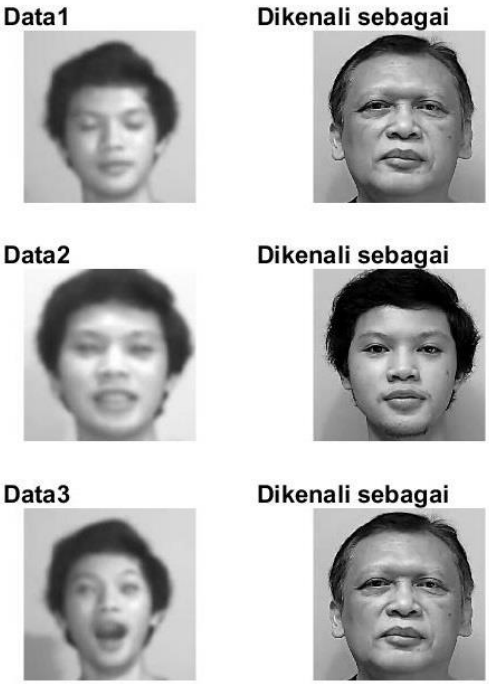
Tabel 4.12 Hasil jarak *euclidean* citra *blur* wajah bapak

Ekspresi Wajah	Jarak *euclidean*					
	Wajah 1	Wajah 2	Wajah 3	Wajah 4	Wajah 5	Wajah 6
Mata Terpejam	1.5447 e+08	1.5288 e+08	1.6057 e+08	3.9136 e+08	4.6842 e+08	4.0955 e+08
Senyum	1.4482 e+08	1.5240 e+08	1.6165 e+08	3.8286 e+08	4.6461 e+08	4.0466 e+08
Kaget	1.5765 e+08	1.5549 e+08	1.6354 e+08	4.0263 e+08	4.7851 e+08	4.2120 e+08

Dari hasil gambar dan tabel diatas, semua citra uji wajah bapak dengan penambahan *blur* dapat dikenali sistem pengenalan wajah dengan benar sebagai wajah bapak. Citra uji dengan ekspresi mata terpejam dikenali sebagai citra wajah 2 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat

sebesar 1.5288e+08. Kemudian citra dengan ekspresi senyum juga dikenali sebagai wajah 1 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 1.4482e+08. Untuk citra dengan ekspresi kaget juga dikenali sebagai wajah 2 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 1.5549e+08.

Dari hasil gambar dan tabel dibawah, hanya citra uji wajah anak dengan ekspresi senyum yang dapat dikenali sistem sebagai citra wajah 4 dengan nilai jarak *euclidean* terdekat sebesar 1.5446e+08. Sedangkan untuk ekspresi lainnya, sistem mengenali sebagai wajah 1. Sehingga citra uji dikenali sebagai wajah bapak.



Gambar 4.12 Identifikasi citra wajah anak yang dikenali

Tabel 4.13 Hasil jarak *euclidean* citra *blur* wajah anak

Ekspresi Wajah	Jarak *euclidean*					
	Wajah 1	Wajah 2	Wajah 3	Wajah 4	Wajah 5	Wajah 6
Mata Terpejam	1.4494 e+08	1.4810 e+08	1.7590 e+08	3.0418 e+08	3.7264 e+08	3.4007 e+08
Senyum	1.8983 e+08	2.7653 e+08	2.6065 e+08	1.5446 e+08	3.2218 e+08	2.5587 e+08
Kaget	1.4390 e+08	1.5198 e+08	1.5504 e+08	3.2762 e+08	3.9466 e+08	3.5615 e+08

4.4 Analisis Keseluruhan Pengujian Sistem

Secara keseluruhan, sistem pengenalan wajah dengan metode *eigenface* bekerja dengan cukup baik meskipun terdapat gangguan pada citra. Dari total 36 kali jumlah pengujian, sistem dapat mengenali wajah dengan benar 28 kali pengujian dan 11 kali pengujian salah. Sehingga persentase keberhasilan dari pengenalan menggunakan eigenface merujuk pada rumus 3.1 yaitu:

$$\% = \frac{28}{36} \times 100\% = 77.78\%$$

Untuk citra uji pada siang hari, dari 18 kali percobaan hanya satu kali percobaan citra yang tidak bisa dikenali sistem sehingga persentase keberhasilan menggunakan citra siang hari sebesar 94,44%.

Sedangkan untuk penggunaan citra pada malam hari, sistem menghasilkan banyak kesalahan proses pengenalan. Dari 18 kali percobaan, hanya 11 kali percobaan citra berhasil dikenali. Sehingga persentase keberhasilan menggunakan citra malam hari sebesar 61,11%.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan simulasi system pengenalan wajah, maka secara keseluruhan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem eigenface dapat bekerja cukup baik meskipun terdapat gangguan pada citra yaitu *blur* dan *noise*, dengan persentase keberhasilan 77,78%.
2. Nilai jarak *euclidean* terkecil diperoleh mayoritas ketika dilakukan proses penyesuaian citra uji dengan citra latih dalam posisi wajah sejajar menghadap kamera.
3. Sistem pengenalan wajah kurang sensitif untuk mengenali citra wajah yang diambil malam hari. Karena menggunakan teknologi inframerah, lensa kamera yang sulit fokus sehingga gambar yang dihasilkan tidak setajam ketika diambil pada pagi, siang, atau sore hari.

5.2 Saran

Adapun hal-hal yang masih bisa dikembangkan dari simulasi pengenalan wajah ini adalah:

1. Untuk kedepannya dapat ditambahkan dengan data uji objek mengenakan masker atau kacamata. Untuk mengetahui apakah dengan dihalanginya bagian mulut atau mata, sistem pengenal wajah dapat bekerja dengan baik.
2. Dapat dilakukan simulasi dengan *tools* lain seperti *opencv*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Daftar Pustaka

[1] Dutta, Abhishek., et al. May 2012 "The impact of Image Quality on the Performance of Face Recognition" 33rd WIC Symposium on Information Theory in the Benelux and the 2nd Joint WIC/IEEE Sympossium on Information Theory and Signal Processing in the Benelux, 24 May 2012.

[2] Fahad, Shahzada., et al. 2017 "An Experimental Evaluation of Different Face Recognition Algorithms Using Closed Circuit Television Images" IEEE 2nd International Conference on Signal and Image Processing, 2017.

[3] Marciniak, Tomasz., et al. 2013 "Influence of Low Resolution of Images on Reliability of Face Detection and Recognition" Multimed Tools Appl 74, 2015.

[4] Knežević, Katarina., et al. 2018 "Blur and Motion Blur Influence on Face Recognition Performance" 14th Symposium on Neural Networks and Applications (NEUREL), November 20-21 2018.

[5] Biswas, Soma., et al. 2013 "Pose-Robust Recognition of Low-Resolution Face Images" IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence.

[6] Kustian, Nunu. "*Principal Component Analysis* untuk Sistem Pengenalan Wajah dengan Menggunakan Metode *Eigenface*," Universitas Indraprasta PGRI, 2016.

[7] Rico-Rodriguez, Dayron, et al. 2010 "An Illumination Quality Measure for Face Recognition" International Conference on Pattern Recognition, 2010.

[8] Anam, M. Khoirul. "Metode Eigenface / Principle Component Analysis (PCA) Untuk Identifikasi Wajah Manusia", Jutis Vol. 6 No. 2 November 2018.

[9] Matthew A. Turk and Alex P. Pentland.(2005). Face Recognition Using Eigenfaces. IEEE, pp.586–591, 1991.

[10] Anil K. Jain. 1989. Fundamentals of Digital Image Processing. Prentice Hall.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran

a. Proposal Tugas Akhir

Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Elektro - ITS

EE184801 TUGAS AKHIR – 6 SKS

Nama Mahasiswa	:	Rifqi Pratama
Nomor Pokok	:	07111340000185
Bidang Studi	:	Telekomunikasi Multimedia
Tugas Diberikan	:	Semester Gasal 2019/ 2020
Dosen Pembimbing	:	Dr. Ir. Endroyono, DEA.

Judul Tugas Akhir : **Evaluasi Kualitas Gambar CCTV pada Kinerja Pengenalan Wajah**
(Evaluating Image Quality of CCTV in Facial Recognition Performance)

Uraian Tugas Akhir :
Penerapan dari *smart city* di perkotaan adalah *intelligent traffic light*. Sistem ini bekerja dengan menggunakan kamera CCTV yang dapat berfungsi memantibkan pengguna jalan raya agar disiplin dalam berlalu lintas. Ketika ada pengguna jalan yang melanggar peraturan lalu lintas, pengenalan wajah pada kamera CCTV akan mengidentifikasi wajah pelanggar, nantinya pelanggar akan dikirimi tilang elektronik langsung ke rumahnya. Pengenalan wajah tidak bekerja optimal ketika ada pergerakan pada wajah dan kualitas gambar yang beragam.
Salah satu cara untuk mengevaluasi gambar pada pengenalan wajah yaitu dengan menyamakan gambar referensi dengan gambar tes yang bervariasi pada sistem pengenalan wajah untuk mendapat performa pengenalan yang lebih baik. Pada tugas akhir ini akan mengevaluasi kualitas gambar CCTV pada kinerja pengenalan wajah.
Kata kunci: *Image Quality, Facial Recognition, Performance Evaluation*

Dosen Pembimbing,

Dr. Ir. Endroyono, DEA
NIP: 196504041991021001

Mengetahui,
Ketua Program Studi S1,

Dedet C. Riawan, ST. M.Eng., Ph. D.
NIP: 197311192000031001

Menyetujui,
Kepala Laboratorium Komunikasi Multimedia,

Dr. Ir. Endroyono, DEA.
NIP: 196504041991021001

b. *Listing* Program

```
clc; clear; close all;
curdir=fileparts(which('pelatihan_pca.m'));

data_train_path=[curdir,'\data latih\'];

filenames = dir(fullfile(data_train_path,
'*.jpg'));
total_images = numel(filenames);

X = [];
for i = 1 : total_images
    str = fullfile(data_train_path,
filenames(i).name);
    img = imread(str);
    img = rgb2gray(img);
    [r,c] = size(img);
    temp = reshape(img',r*c,1);

    X = [X temp];

end


m = mean(X,2);
imgcount = size(X,2);

A = [];
for i=1 : imgcount
    temp = double(X(:,i)) - m;
    A = [A temp];
end


L = A' * A;
[V,D] = eig(L);

L_eig_vec = [];
for i = 1 : size(V,2)
```

```
    if( D(i,i) > 1 )
        L_eig_vec = [L_eig_vec V(:,i)];
    end
end


eigenfaces = A * L_eig_vec;


projectimg = [];
for i = 1 : size(eigenfaces,2)
    temp = eigenfaces' * A(:,i);
    projectimg = [projectimg temp];
end

train_target = zeros(total_images,1);
num_img = 5;
num_face = 1;

for i = 1 : num_face
    train_target((i-1)*num_img+1:i*num_img) = i;
end

class_index = zeros(total_images,1);

for n = 1 : total_images
    str = fullfile(data_train_path,
filenames(n).name);
    test_image = imread(str);
    test_image = rgb2gray(test_image);
    [r,c] = size(test_image);
    temp = reshape(test_image',r*c,1
    temp = double(temp)-m;
    projtestimg = eigenfaces'*temp;

    euclide_dist = [ ];
    for i=1 : size(eigenfaces,2)
        temp = (norm(projtestimg-
projectimg(:,i)))^2;
        euclide_dist = [euclide_dist temp];
```

```
    end

    [euclide_dist_min,recognized_index] =
min(euclide_dist);
    class_index(n) =
train_target(recognized_index);
end

[~,b] = find(class_index==train_target);
train_accuracy = sum(b)/total_images*100

data_test_path =[curdir,'\data uji\'];
filenames = dir(fullfile(data_test_path,
'*.jpg'));
total_images = numel(filenames);
class_index = zeros(total_images,1);

for n = 1 : total_images
    str = fullfile(data_test_path,
filenames(n).name);
    test_image = imread(str);
    test_image = rgb2gray(test_image);
    [r,c] = size(test_image);
    temp = reshape(test_image',r*c,1);
    temp = double(temp)-m;
    projtestimg = eigenfaces'*temp;

    euclide_dist = [ ];
    for i=1 : size(eigenfaces,2)
        temp = (norm(projtestimg-
projectimg(:,i)))^2;
        euclide_dist = [euclide_dist temp];
    end

    [euclide_dist_min,recognized_index] =
min(euclide_dist);
    class_index(n) =
train_target(recognized_index);
end
```

```
test_target = zeros(total_images,1);
num_img = 2;
num_face = 1;

for i = 1 : num_face
    test_target((i-1)*num_img+1:i*num_img) = i;
end

[~,b] = find(class_index==test_target);
test_accuracy = sum(b)/total_images*100

SE=(class_index-test_target).^2;
MSE=mean(SE)
RMSE=sqrt(MSE)
PSNR=10*log10(256*256/MSE)

save([curdir,'\pca'],'projectimg','eigenfaces','
train_target','m')
```

Halaman ini sengaja dikosongkan

RIWAYAT PENULIS

Rifqi Pratama**,** lahir di Jakarta pada tanggal 1 Mei 1995. Menamatkan pendidikan dasarnya di SD Al-Falah Ciracas Jakarta Timur lalu meneruskan di SMP Negeri 49 Jakarta dan lulus pada tahun 2011. Kemudian melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 39 Jakarta dan lulus pada tahun 2013. Setelah itu melanjutkan pendidikan strata satu (S1) di Departemen Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2013 dengan program studi Telekomunikasi Multimedia. Penulis dapat dihubungi melalui alamat email: rifqi0105@yahoo.com.