

Identifikasi Wajah Menggunakan Metode Eigenfaces dan Euclidean Distance

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



OLEH:

**RONAL ANETOTI A.M
09121001046**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

**Identifikasi Wajah Menggunakan Metode Eigenfaces dan
Euclidean Distance**

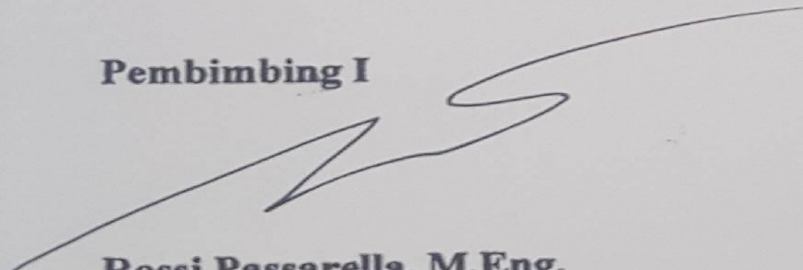
TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

OLEH :
RONAL ANETOTI A.M
09121001046

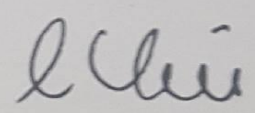
Inderalaya, Juli 2019

Pembimbing I



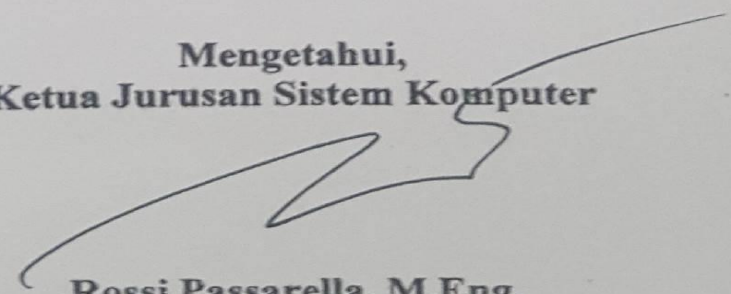
Rossi Passarella, M.Eng.
NIP. 197806112010121004

Pembimbing II



Sri Desy Siswanti, M.T.
NIP. 1978062232015109201

Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Rossi Passarella, M.Eng.
NIP. 197806112010121004

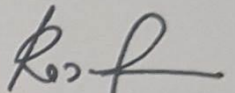
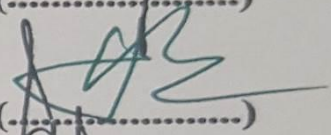
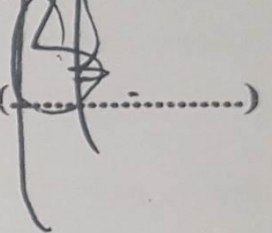
HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

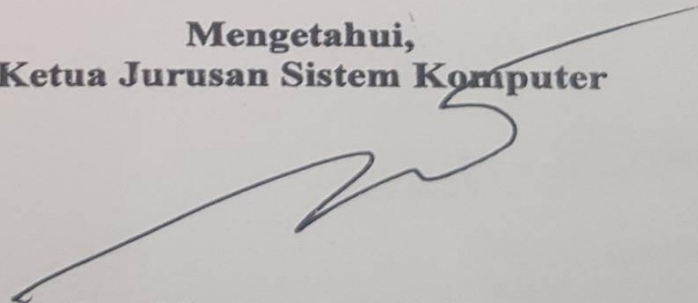
Hari : Sabtu
Tanggal : 15 Juni 2019

Tim Penguji :

1. Ketua : Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T.
2. Anggota I : Erwin, M.Si.
3. Anggota II : Sutarno, M.T.


(.....)

(.....)

(.....)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Rossi Passarella, M. Eng.
NIP. 19780611 201012 1 004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ronal Anetoti A.M
NIM : 09121001046
Judul : Identifikasi Wajah Menggunakan Metode Eigenfaces dan Euclidean Distance

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 19%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan / *plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan / *plagiat* dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Prabumulih, Juli 2019



Ronal Anetoti A.M
NIM. 09121001046

HALAMAN PERSEMBAHAN

*“Sesungguhnya, mata Tuhan tertuju kepada mereka yang takut akan Dia,
kepada mereka yang berharap akan kasih setia-Nya”
(Mazmur 33:18)*

Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk :

- *Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan seluruh berkatNya yang saya terima sampai saat ini.*
- *Papi dan Mami yang selalu mendoakan, menasihati dan memberikan support dalam seluruh bidang.*
- *Seluruh keluarga yang selalu mendoakan diriku.*
- *Teman – teman yang selalu mensupport diriku.*
- *Serta almamater ku Universitas Sriwijaya.*

KATA PENGANTAR

Haleluyah,

Puji syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala berkat dan kasihNya yang telah memberikan kesehatan dan kelancaran dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini yang berjudul “Identifikasi Wajah Menggunakan Metode Eigenfaces dan Euclidean Distance”.

Penulis berharap dari penulisan laporan tugas akhir ini dapat memberikan referensi bagi para pembaca dan memberikan pengetahuan yang berguna pada bidang yang akan dikerjakan.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang membantu berupa bimbingan, saran, dukungan dan doa dari awal dan akhir pembuatan tugas akhir. Karena itu penulis banyak mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus atas segala berkat dan kasihNya.
2. Papi dan Mami yang selalu mendoakan dan menyayangi diriku.
3. Bapak Jaidan Jauhari, M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
4. Bapak Rossi Pasarella, M.Eng. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer
5. Bapak Rossi Pasarella, M.Eng. selaku Pembimbing I dan Pembimbing Akademik
6. Ibu Sri Desy Siswanti, M.T. selaku Pembimbing II..
7. Terima kasih kepada teman – teman sitem komputer angkatan 12 yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Prabumulih, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah dan Batasan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Citra.....	7
2.2 Pengolahan Citra	7
2.3 Model Warna.....	8
2.3.1 RGB	8
2.3.1 Grayscale.....	9
2.4 Deteksi Wajah	9
2.5 Haar-Like Feature	10

2.5.1 Training Data Pada Haar	13
2.5.2 Fitur Segi Empat Sederhana (Fitur Haar).....	13
2.5.3 <i>Integral Image</i>	14
2.5.4 <i>Cascade Classifier</i>	15
2.6 Pengenalan Wajah (<i>Face Recognition</i>)	16
2.7 <i>Eigenfaces</i>	17
2.7.1 Penyelesaian dengan <i>Eigenfaces</i>	21
2.7.2 <i>Euclidean Distance</i>	21
2.8 <i>OpenCV</i>	21

BAB III METODOLOGI

3.1 Pendahuluan	22
3.2 Kerangka Kerja	22
3.3 Studi Literatur	33
3.4 Perancangan Sistem	24
3.4.1 Kamera	25
3.4.2 Perancangan <i>Software</i> (Perangkat Lunak)	25
3.4.2.1 <i>Camera Capture</i>	26
3.4.2.2 <i>Preprocessing</i>	26
3.4.2.3 <i>Haar Cascade Classifier</i>	27
3.4.2.4 <i>Face Database Training</i>	28
3.4.2.5 <i>Face Recognition</i>	29
3.5 Pengujian Perangkat Lunak	30
3.6 Pengambilan Data	30
3.7 Validasi dan Analisis Sistem.....	30
3.8 Pengambilan Kesimpulan.....	30

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pendahuluan	31
4.2 Pengujian Perangkat Lunak.....	31

4.2.1	Pengujian Deteksi Wajah dengan Metode <i>Haar Like Feature</i> ...	40
4.2.1.1	Pengujian Berdasarkan Kondisi Posisi Wajah Terhadap Kamera.....	40
4.2.1.2	Pengujian Berdasarkan Jarak Wajah Terhadap Kamera.....	42
4.2.1.3	Pengujian Berdasarkan ondisi Pencahayaan	43
4.2.1.4	Pengujian Jarak Wajah Terhadap Banyaknya Wajah Yang Dideteksi pada Kamera	44
4.2.2	Pengujian Identifikasi Wajah Menggunakan Metode <i>Eigenface</i>	44
4.2.2.1	Pengujian Identifikasi Wajah Berdasarkan Posisi Wajah	45
4.2.2.2	Pengujian Identifikasi Wajah Berdasarkan Tingkat Pencahayaan.....	45
4.2.2.3	Pengujian Identifikasi Wajah Berdasarkan Jarak Wajah Kekamera.....	46

BAB V KESIMPULAN

5.1	Kesimpulan	48
5.2	Saran	48

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Metode Penelitian.....	4
Gambar 2.1 Kombinasi Warna RGB	8
Gambar 2.2 Skala Yang Digunakan Pada Grayscale	9
Gambar 2.3 Skema Kerja Haar Like Wavelets	11
Gambar 2.4 Skema Kerja Haar Like Feature	11
Gambar 2.5 Skema Perhitungan Integral	12
Gambar 2.6 Kotak Rectangular Feature.....	14
Gambar 2.7 Gambar A,B,C,D Yang Dihitamkan	15
Gambar 2.8 Proses Cascade Classifier.....	16
Gambar 2.9 Citra 2D Direpresentasikan Kedalam Bentuk Citra 1D	18
Gambar 3.1 Kerangka Kerja Penelitian	23
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem Pendeteksi Wajah	24
Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem Pengenalan Wajah	24
Gambar 3.4 Diagram Alir Perancangan Perangkat Sistem	25
Gambar 3.5 Flowchart Camera Capture.....	26
Gambar 3.6 Citra Warna RGB dan Grayscale Setelah Hasil Preprocessing.....	26
Gambar 3.7 Flowchart Metode Haar Like Features.....	27
Gambar 4.1 Contoh Wajah Yang Diambil Data Sampelnya.....	31
Gambar 4.2 A,B,C,D Yang Dihitamkan	36
Gambar 4.3 Posisi Wajah Kekamera	41
Gambar 4.4 Berdasarkan Jarak Objek Wajah Dari Kamera	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Nilai Matriks R.....	31
Tabel 2 Nilai Matriks G	32
Tabel 3 Nilai Matriks B.....	33
Tabel 4 Nilai Matriks Grayscale	35
Tabel 5 Perhitungan Dengan Menggunakan Integral Image.....	37
Tabel 6 Hasil Pengujian Deteksi Wajah Berdasarkan Posisi Wajah Kekamera	41
Tabel 7 Hasil Pengujian Deteksi Wajah Berdasarkan Jarak Wajah Dari Kamera.....	42
Tabel 8 Hasil Pengujian Deteksi Wajah Berdasarkan Kondisi Cahaya Ruang	43
Tabel 9 Hasil Uji Coba Pendeteksian Banyak Wajah Terhadap Jarak	44
Tabel 10 Hasil Pengujian Identifikasi Wajah Berdasarkan Posisi Wjah	45
Tabel 11 Hasil Pengujian Identifikasi Wjah Berdasarkan Tingkat Pencahayaan	46
Tabel 12 Hasil Pengujian Identifikasi Wjah Berdasarkan Jarak Wajah	46

Face Identification Using the Eigenfaces and Euclidean Distance Methods

Ronal Anetoti A.M (09121001046)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Sriwijaya

Email: ronal.anetoti.a.m@gmail.com

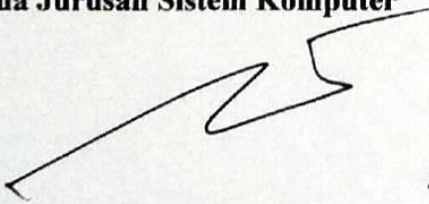
ABSTRACT

Face identification is one of the important research fields that is also very interesting, this is an identity guide, and today many systems use it. In identifying faces, face detection is the first step in the system with the aim of localizing and extracting faces from the background or can be called face detectors that determine the location and size of all possible human faces in the image. Then it will be extracted using the Eigenfaces method to get its facial features and compared with training data using the Euclidean Distance method. For detection can be obtained overall success of an average of 86.6% while for face identification obtained an average success of 75.3%.

Keyword: Face identification, face detection, haar cascade classifier, eigenfaces, euclidean distance

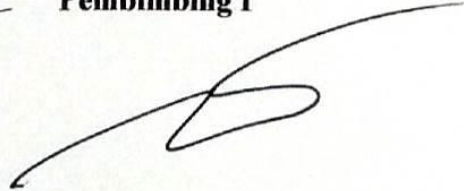
Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Rossi Passarella, M.Eng
NIP.197806112010121004

Pembimbing I



Rossi Passarella, M.Eng
NIP.197806112010121004

Pembimbing II



Sri Desy Siswanti, M.T.
NIP. 197802232015109201

Identifikasi Wajah Menggunakan Metode Eigenfaces dan Euclidean Distance

Ronal Anetoti A.M (09121001046)
Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Sriwijaya
Email: ronal.anetoti.a.m@gmail.com

ABSTRAK

Identifikasi wajah adalah salah satu bidang penelitian yang penting juga sangat menarik sebagai petunjuk identitas, dan saat ini banyak sistem yang menggunakannya. Dalam pengidentifikasian wajah, deteksi wajah adalah sebagai langkah awal dalam sistem dengan tujuan melokalisasi dan mengekstraksi wajah dari latar belakang atau dapat disebut detektor wajah yang menentukan lokasi dan ukuran dari semua wajah manusia yang mungkin dalam gambar. Selanjutnya akan diekstraksi dengan menggunakan metode Eigenfaces untuk mendapatkan fitur-fitur wajahnya dan dibandingkan dengan data training dengan menggunakan metode Euclidean Distance. Untuk pendeteksian dapat diperoleh keberhasilan keseluruhan rata-rata 86,6% sedangkan untuk identifikasi wajah diperoleh rata-rata keberhasilan 75,3%.

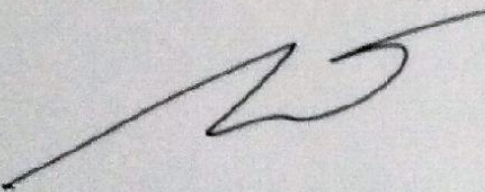
Kata Kunci : Identifikasi wajah, deteksi wajah, haar cascade classifier, eigenfaces, euclidean distance

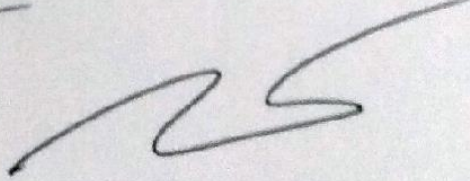
Mengetahui,

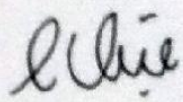
Ketua Jurusan Sistem Komputer

Pembimbing I

Pembimbing II


Rossi Passarella, M.Eng
NIP. 197806112010121004


Rossi Passarella, M.Eng.
NIP. 197806112010121004


Sri Desy Siswanti, M.T.
NIP. 197802232015109201

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi yang terkait dengan pemrosesan menggunakan komputer sudah semakin pesat, dimana pemrosesan image (*citra*) sudah menggunakan teknologi digital. Teknologi saat ini dapat digunakan untuk menimbang dan mengambil keputusan sendiri layaknya manusia. Suatu mesin atau komputer dilengkapi dengan sistem cerdas yang dikembangkan untuk meningkatkan suatu sistem keamanan. Deteksi wajah adalah proses untuk menentukan lokasi wajah manusia dalam gambar digital. Deteksi wajah dianggap sebagai langkah awal yang penting dalam system pengenalan wajah dengan tujuan melokalisasi dan mengekstraksi wilayah dari latar belakang (*background*)[1]. Lebih tepatnya, kita dapat mengatakan detektor wajah harus menentukan lokasi dan ukuran dari semua wajah manusia yang mungkin dalam gambar yang diberikan. Ini mendeteksi fitur wajah dan mengabaikan hal lain seperti bangunan, pohon, dan tubuh. Deteksi wajah memainkan peran penting dalam analisis berbasis citra wajah dan merupakan salah satu masalah terpenting dalam computer vision. Penampilan berbagai aplikasi berbasis wajah, dari pengenalan wajah dan verifikasi untuk pengelompokan wajah, serta penandaan dan pengambilan wajah, bergantung pada deteksi wajah yang akurat dan efisien. Terlepas dari keberhasilan dalam dua dekade terakhir, detektor wajah masih memiliki masalah dalam mendeteksi jika menghadapi berbagai variasi penampilan di alam yang besar [2]. Penelitian yang terkait dengan wajah seperti pengenalan wajah adalah salah satu bidang computer vision. Peneliti telah mengembangkan banyak algoritma yang terkait dengan wajah, namun beberapa mode ekstraksi fitur berfungsi dengan baik ketika subjek yang akan dikenali memiliki sampel yang terbatas [3]. Pengenalan wajah termasuk kedalam perkembangan teknologi yang menjadi penting dalam beberapa bidang seperti sistem sekuriti, sistem kontrol, termasuk sistem kehadiran atau presensi. Pengenalan wajah sebagai petunjuk identitas seseorang menjadi sangat menarik terutama pada ruangan laboratorium dengan akses terbatas. Permasalahan

yang sering terjadi dalam pendeteksi wajah adalah mengenai oklusi wajah, pose dan faktor pencahayaan. Banyak sistem biometrik dapat diterapkan pada sistem absensi, tapi semuanya kebanyakan menggunakan teknik autentifikasi yang sama. Setiap sistem biometrik khususnya pada proses deteksi wajah bersifat unik dimana data secara pribadi disimpan kedalam basis data dan terdapat proses identifikasi dan verifikasi. Artinya ada dua proses perbandingan ciri biometrik dari seseorang dengan template basis data sebelumnya yang diambil pada proses training. Template biometrik dapat berupa sidik jari, iris mata, wajah, alur tangan, tanda tangan dan suara. Viola-Jones mengusulkan kerangka kerja deteksi wajah menggunakan Haar feature dan melakukan penelitian serupa dengan melakukan scaling sehingga dapat mendeteksi adanya wajah yang berukuran lebih besar atau lebih kecil dari gambar classifier. Di dalam teknik ini terdapat metode cascade of classifier, haar-like feature classifier yang digunakan untuk mendeteksi wajah. Sedangkan untuk pengenalan digunakan metode Eigenfaces. Berdasarkan latar belakang tersebut diusulkan sebuah sistem yang mengarah pada sistem identifikasi secara otomatis, namun hanya sebatas mengenali dan menampilkan informasi nama dari wajah manusia berdasarkan hasil ukuran citra secara real time dengan menggunakan kamera webcam secara realtime. Oleh sebab itu penulis mengambil judul ***“Identifikasi Wajah Menggunakan Metode Eigenfaces dan Euclidean Distance”***.

1.2 Rumusan dan Batasan Masalah

Berdasarkan Latar belakang diatas maka rumusan masalah yang dibahas pada tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana merancang suatu sistem yang dapat mengenali serta memberi informasi wajah dengan berbagai parameter.
2. Bagaimana merancang sistem pengenalan wajah agar mampu bekerja secara realtime dengan menggunakan bahasa pemrograman Java.
3. Bagaimana cara mengimplementasikan sistem ke dalam metode Haar Cascade Classifier dan Eigenfaces.

4. Bagaimana mengimplementasikan sistem deteksi wajah dan identifikasi wajah.

Selain rumusan masalah juga terdapat batasan masalah pada tugas akhir ini, yakni sebagai berikut:

1. Metode yang digunakan untuk deteksi wajah adalah Haar Cascade Classifier.
2. Deteksi wajah pada Haar mendeteksi mata dan pipi.
3. Metode yang digunakan untuk identifikasi wajah adalah Eigenfaces.
4. Bahasa pemrograman yang dipakai adalah bahasa pemrograman Java.
5. Wajah yang diambil secara realtime harus berada di depan kamera.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Untuk mendeteksi wajah.
2. Untuk mengidentifikasi wajah.

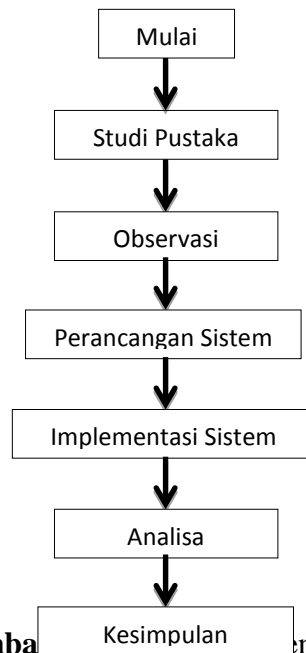
1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Diperolehnya sebuah sistem yang dapat mendeteksi wajah.
2. Diperolehnya sebuah sistem untuk mengidentifikasi wajah secara *realtime*.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang akan digunakan dalam penelitian ini diwakilkan dengan beberapa tahap sebagai berikut:



Gambar Kesimpulan Penelitian

1. Metode Studi Pustaka / Literatur
Metode ini dilakukan dengan cara mengkaji dan mempelajari berbagai literatur yang berkaitan dengan metode Haar Cascade Classifier, sehingga dapat menunjang penulisan metodologi dan pendekatan yang akan diterapkan pada penelitian. Literatur berupa buku, naskah ilmiah, internet, atau lainnya.
2. Metode Observasi
Metode ini terdiri dari pembelajaran dan pencatatan berbagai data atau informasi penting yang didapat terkait penelitian tentang Haar Cascade Classifier.
3. Metode Perancangan Sistem
Melakukan perancangan sistem berupa kamera wireless dan laptop
4. Metode Pengujian
Tahap ini meliputi pengujian perangkat sistem secara realtime agar wajah dapat dideteksi, dengan cara mengarahkan kamera wireless ke wajah, serta menggunakan beberapa parameter jarak. Pengujian dilakukan dilaboratorium digital.

5. Metode Analisa

Hasil dari pengujian pada tahap sebelumnya kemudian dianalisa untuk mengetahui kekurangan pada hasil perancangan serta faktor penyebabnya sehingga pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengembangan.

6. Kesimpulan

Terakhir pada tahapan ini akan dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan studi pustaka, hasil pengujian sistem dan hasil analisa sistem.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk lebih memudahkan dalam menyusun tugas akhir ini dan memperjelas isi dari setiap bab yang ada pada laporan ini, maka dibuatlah sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Mendesripsikan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah dan batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan memuat landasan teori, kerangka konsep, pandangan umum serta berbagai definisi sebagai pengantar pada bab selanjutnya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan secara bertahap dan terperinci tentang langkah-langkah (metodologi) yang digunakannya untuk mencari, mengumpulkan dan menganalisa tema dalam penulisan Tugas Akhir.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini menjelaskan tahapan pengambilan data identifikasi wajah dan menganalisanya, dengan tujuan untuk mengetahui kekurangan dan faktor penyebabnya sehingga dapat digunakan untuk pengembangan pada penelitian selanjutnya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan tentang apa yang diperoleh dari hasil penelitian serta merupakan jawaban dari setiap tujuan yang ingin dicapai pada Bab I (Pendahuluan)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Jenila and I. J. Joslin, "Threshold Based Human Face Detection," *Procedia Eng.*, vol. 38, pp. 2748–2753, 2012.
- [2] J. Yan, X. Zhang, Z. Lei, and S. Z. Li, "Face detection by structural models," *Image Vis. Comput.*, pp. 1–10, 2013.
- [3] D. Cui, G. Zhang, K. Hu, W. Han, and G. Huang, "Face recognition using total loss function on face database with ID photos," *Opt. Laser Technol.*, pp. 1–7, 2017.
- [4] Erwin and M. Fachrurrozi, *Pemrosesan Citra Berwarna & Aplikasi dengan Java*. Palembang: UPT Penerbit dan Percetakan Universitas Sriwijaya, 2017.
- [5] G. Niu and Q. Chen, "Learning an video frame-based face detection system for security fields," *J. Vis. Commun. Image Represent.*, vol. 55, no. July, pp. 457–463, 2018.
- [6] M. Pamplona Segundo, L. Silva, O. R. P. Bellon, and S. Sarkar, "Orthogonal projection images for 3D face detection," *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 50, pp. 72–81, 2014.
- [7] K. Y. Park and S. Y. Hwang, "An improved Haar-like feature for efficient object detection," *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 42, no. 1, pp. 148–153, 2014.
- [8] M. Oualla, A. Sadiq, and S. Mbarki, "A Survey of Haar-Like Feature Representation," *IEEE Int. Conf. Multimed. Comput. Syst.*, pp. 1101–1106, 2014.
- [9] S. Kang, B. Choi, and D. Jo, "Faces detection method based on skin color modeling," *J. Syst. Archit.*, vol. 000, pp. 1–10, 2015.
- [10] C. Barreto, P. Menezes, and J. Dias, "Face Tracking Based On Haar-Like Features And Eigenfaces," *IAV2004 - Prepr. 5th IFAC / EURON Symp. Intell. Auton. Veh.*, pp. 304–309, 2004.
- [11] M. Çarıkçı and F. Özen, "A Face Recognition System Based on Eigenfaces Method," *Procedia Technol.*, vol. 1, pp. 118–123, 2012.

- [12] D. Kim, B. Comandur, H. Medeiros, N. M. Elfiky, and A. Kak, "Multi-View Face Recognition from Single RGBD Models of the Faces," *Comput. Vis. Image Underst.*, 2017.
- [13] M. Guiying, "The Research on the Face Region Detection Based on the Color Characteristics in Mechanics of Materials," *IERI Procedia*, vol. 3, no. 0, pp. 162–168, 2012.
- [14] D. Chakrabarti and D. Dutta, "Facial Expression Recognition Using Eigenspaces," *Procedia Technol.*, vol. 10, pp. 755–761, 2013.
- [15] A. De, A. Saha, and M. C. Pal, "A Human Facial Expression Recognition Model based on Eigen Face Approach," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 45, pp. 282–289, 2015.
- [16] E.R.Davies, "Face detection and recognition: the impact of deep learning," in *Computer Vision Principles, Algorithms, Applications, Learning*, 2018, pp. 631–662.
- [17] A. Eleyan and D. Hasan, "PCA and LDA based Neural Networks for Human Face Recognition," in *Face Recognition*, Shanghai: InTech China, 2007, pp. 93–106.