

TESIS

**PENERAPAN TEKNOLOGI FACE RECOGNITION DALAM
PENGEMBANGAN SISTEM MOBILE BASED TEST (MBT)
MENGUNAKAN FACENET**

*Face Recognition Technology in Mobile Based Test (MBT) Systems
Using FaceNet*

Disusun dan diajukan oleh

**SUHENDHAR AJI PUTRA
D032191011**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**



Optimized using
trial version
www.balesio.com

PENGAJUAN TESIS

PENERAPAN TEKNOLOGI FACE RECOGNITION DALAM PENGEMBANGAN SISTEM MOBILE BASED TEST (MBT) MENGUNAKAN FACENET

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister
Program Studi Teknik Elektro

Disusun dan diajukan oleh

**SUHENDHAR AJI PUTRA
D032191011**

Kepada

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**



TESIS

PENERAPAN TEKNOLOGI FACE RECOGNITION DALAM PENGEMBANGAN SISTEM MOBILE BASED TEST (MBT) MENGGUNAKAN FACENET

SUHENDHAR AJI PUTRA
D032191011

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi pada Program Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin

pada tanggal 20 Desember 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc
Nip 196404271989101002

Pembimbing Pendamping



Dr. Eng. Muhammad Niswar, S.T., M.I.T
Nip 196908021997021001

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Dr. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., IPM
Nip 197309262000121002

Ketua Program Studi
S2 Teknik Elektro



Dr. Eng. Ir. Wardi, S.T., M.Eng
Nip 197208281999031003



PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Suhendhar Aji Putra
NIM : D032191011
Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa, tesis berjudul “Penerapan Teknologi Face Recognition dalam Pengembangan Sistem *Mobile Based Test* (MBT) menggunakan *Facenet*” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc. selaku pembimbing I dan Dr. Eng. Muhammad Niswar, S.T., M.I.T. selaku pembimbing II). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan Prosiding (2022 8th International Conference on Education and Technology (ICET), Volume 8, Halaman 107, DOI 10.1109/ICET56879.2022.9990684) sebagai artikel dengan judul “Face Recognition in Mobile-Based Test Systems Using FaceNet”.

Gowa, 27 Desember 2023

Yang Menyatakan



(Suhendhar Aji Putra)



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji hanya milik Allah Subhana Wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat, hidayah, taufik dan pertolongan-Nya dalam menyelesaikan tesis ini.

Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'alaihi Wa Sallam, beserta keluarga dan para sahabatnya yang telah membimbing kita dari jalan kegelapan menuju jalan yang terang benderang.

Bukan hal yang mudah untuk mewujudkan gagasan-gagasan tersebut dalam sebuah susunan tesis, berkat bimbingan, arahan dan motivasi berbagai pihak maka disertasi ini bisa disusun sebagaimana kaidah-kaidah yang dipersyaratkan, dan untuk itu penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc. selaku pembimbing I
Dr. Eng. Muhammad Niswar, S.T., M.I.T. selaku pembimbing II
2. Dr. A. Ejah Umraeni Salam, ST., M.T., sebagai komisi tim penguji I,
Dr. Eng. Ir. Wardi, ST., M.Eng., sebagai komisi tim penguji II, dan
Prof. Dr.-Ing. Ir. Faizal Arya Samman, ST., MT., sebagai komisi tim penguji III.
3. Rektor Universitas Hasanuddin dan Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memfasilitasi saya menempuh program magister serta para dosen dan rekan-rekan dalam tim penelitian.
4. Kepada teman seperjuangan angkatan 2019 atas kerjasama dan kekompakannya selama ini, serta teman-teman di Laboratorium Computer Based System telah berbagi pengalaman dan saran- sarannya. Semoga kedepannya kita tetap menjaga kekompakan ini

Akhirnya, kepada kedua orang tua tercinta saya **Sappewali, S.Pd.** dan **Sitti Nirmala, A.Md.** yang senantiasa terus memberikan dukungan moril maupun materil serta doa yang senantiasa terus dipanjatkan dan sekaligus menjadi pendengar yang baik dikala penulis ingin berbagi cerita terkait kendala maupun kemajuan pada saat pengerjaan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih belum sempurna. Dengan demikian, penulis tetap mengharapkan saran dan kritik dengan harapan semoga



tulisan ini bisa memberikan manfaat kepada seluruh pihak. Akhir kata penulis mendoakan semoga Allah Subhana Wa Ta'ala terus memberikan taufik dan hidayah-Nya kepada semua pihak untuk dapat terus melakukan terobosan-terobosan baru dalam peningkatan kualitas ilmu pengetahuan. Aamiin Allahumma Aamiin.

Penulis

Suhendhar Aji Putra



ABSTRAK

SUHENDHAR AJI PUTRA. *Penerapan Teknologi Face Recognition dalam Pengembangan Sistem Mobile Based Test (MBT) menggunakan facenet.* (dibimbing oleh **Zahir Zainuddin dan Muhammad Niswar**).

Hampir seluruh kegiatan saat ini sudah diimplementasikan dengan aplikasi, termasuk pelaksanaan ujian, apalagi terjadinya pandemic *covid-19* menyebabkan ujian secara online sudah mulai banyak dimanfaatkan oleh berbagai macam lembaga pendidikan, ujian online yang dilakukan umumnya menggunakan perangkat komputer yang memerlukan perangkat yang banyak dan ruangan untuk infrastruktur. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem ujian online yang simple dan mudah dilakukan dengan memanfaatkan perangkat mobile. Sistem ini memanfaatkan fitur *face recognition* demi keamanan dan meminimalisir terjadinya kecurangan dengan metode yang digunakan adalah *FaceNet*. Arsitektur sistem dibangun dengan 3 sistem berbeda yaitu, Sistem training dan deteksi wajah yang diupload keserver dengan ketersediaan API, system admin yang dibuat dengan berbasis Website, dan sistem ujian online dengan berbasis mobile. Hasil deteksi wajah yang dilakukan telah berhasil dengan presentase rata-rata 84.65%, deteksi wajah dilakukan pada saat akan melakukan ujian dan setiap 1 menit selama ujian.

Kata Kunci : Mobile Based Test, Face Recognition, FaceNet



ABSTRACT

SUHENDHAR AJI PUTRA. *Face Recognition Technology in Mobile Based Test (MBT) Systems Using FaceNet.* (supervised by **Zahir Zainuddin and Muhammad Niswar**).

Almost all activities are currently implemented with applications, including the implementation of exams, especially the covid-19 pandemic has caused online exams to have begun to be widely used by various kinds of educational institutions, online exams are carried out generally using computer devices that require a lot of devices and space for infrastructure. This study aims to create an online exam system that is simple and easy to do by utilizing mobile devices. This system utilizes the face recognition feature for security and minimizes the occurrence of fraud with method used is FaceNet. The system architecture is built with 3 different systems, first a training and face detection system which is uploaded to the server with API availability, an admin system created on a website, and a online exam system create with mobile system. The results of the face detection were successful with an average percentage of 84.65%. Face detection was carried out at the time of the exam and every 1 minute during the exam.

Keyword : Mobile Based Test, Face Recognition, FaceNet



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGAJUAN TESIS.....	ii
PERSETUJUAN TESIS.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Landasan Teori	6
Pengolahan Citra.....	6
Face Detection	7



2.1.3	<i>Face Recognition</i>	10
2.1.4	Computer Vision	11
2.1.5	<i>Smartphone</i>	13
2.1.6	<i>Android</i>	14
2.1.7	<i>FaceNet</i>	16
2.1.8	<i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	19
2.2	Penelitian Terkait.....	22
2.3	State Of The Art	23
2.4	Kerangka Pikir.....	25
BAB III.....		27
METODE PENELITIAN.....		27
3.1	Tahapan Penelitian	27
3.2	Waktu Dan Lokasi Ujian	27
3.2.1	Waktu.....	27
3.2.2	Lokasi	27
3.3	Jenis Penelitian	28
3.4	Perancangan Sistem.....	28
3.5	Instrumen Penelitian.....	29
3.5.1	Software	29
3.5.2	Hardware.....	30
3.6.	Akuisisi Data	30
BAB IV		31
HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS.....		31
4.1	Arsitektur Sistem.....	31
	Training Wajah	32
	Deteksi Wajah.....	34



4.2	Desain dan Kinerja Sistem	37
4.2.1	Sistem Admin	37
4.2.2	Sistem <i>Mobile Based Test</i>	40
4.3	Tahap Pengujian Sistem	45
4.3.1	Pengujian Deteksi Wajah.....	45
4.3.2	Pengujian Ukuran Pixel.....	52
4.3.3	Wajah dengan Presentase Dibawah 75%	53
4.3.4	Pendeteksian Wajah Saat Ujian	55
4.3.5	Pengujian Portabilitas.....	56
BAB V	58
KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1	Kesimpulan.....	58
5.2	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	61



DAFTAR TABEL

Table 1 <i>State Of The Art</i> Penelitian.....	23
Tabel 2 Pesentase Uji deteksi Wajah Normal	45
Tabel 3 Pesentase Uji deteksi Wajah Tertawa	46
Tabel 4 Pesentase Uji deteksi Wajah dengan Mata Tertutup.....	47
Tabel 5 Pesentase Uji deteksi Wajah Memakai Kacamata	48
Tabel 6 Pesentase Uji deteksi Wajah dengan Cahaya Redup	49
Tabel 7 Pesentase Uji deteksi Wajah dengan Jarak 10cm	50
Tabel 8 Pesentase Uji deteksi Wajah dengan Jarak 1m	51
Tabel 9 Pesentase Uji deteksi Wajah dengan Ukuran Pixel	52
Tabel 10 Pesentase Uji deteksi Wajah dibawah 75%	55
Tabel 11 Pengujian <i>portability</i>	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 <i>Face Detection</i>	9
Gambar 2 Blok diagram pengenalan wajah	11
Gambar 3 Menganalisa Kemeiripan wajah dengan 128 <i>Embedding</i>	17
Gambar 4 Mengubah dari gambar menjadi 128 angka vector	18
Gambar 5 Arsitektur CNN	19
Gambar 6 Foto <i>RGB</i>	20
Gambar 7 <i>Feature map</i>	21
Gambar 8 <i>Max pooling</i>	22
Gambar 9 Kerangka Pikir Penelitian.....	26
Gambar 10 <i>Flowchat</i> Admin Proses	28
Gambar 11 <i>Flowchat Participant Proses</i>	29
Gambar 12 Asitektur Sistem	31
Gambar 13 <i>Flowchart</i> Training Wajah.....	32
Gambar 14 Facenet embedding 128 angka	33
Gambar 15 Hasil <i>Embedding</i> Wajah menjadi Vektor.....	33
Gambar 16 <i>Flowchart</i> Deteksi Wajah.....	34
Gambar 17 Komparasi kesesuaian wajah	35
Gambar 18 <i>Sorce Code Threshold</i> 75% untuk tingkat kesesuaian wajah	36
Gambar 19 <i>Sorce Code</i> deteksi wajah	36
Gambar 20 <i>Login</i> Admin	37
Gambar 21 Tambah data Peserta.....	38
Gambar 22 Tambah Foto Peserta.....	38
Gambar 23 Data Peserta dan Training Wajah.....	39
Gambar 24 <i>Sorce Code</i> Training Wajah	39
Gambar 25 Hasil Ujian dan Akurasi Wajah.....	40
Gambar 26 Login Peserta.....	40
Gambar 27 Rekam Wajah	41
28 Kesesuaian Wajah	42
29 Proses Ujian.....	43
30 Hasil Ujian Peserta	44



Gambar 31 Posisi Wajah Normal.....	45
Gambar 32 Posisi Wajah Tertawa.....	46
Gambar 33 Wajah dengan Mata Tertutup.....	47
Gambar 34 Wajah Memakai Kacamata	48
Gambar 35 Wajah dengan Cahaya Redup	49
Gambar 36 Wajah dengan Jarak 10cm.....	50
Gambar 37 Wajah dengan Jarak 1m	51
Gambar 38 Ukuran wajah denngan Pixel.....	52
Gambar 39 Posisi Wajah Terpotong	53
Gambar 40 Posisi Wajah Kesamping.....	53
Gambar 41 Posisi Wajah Menunduk.....	54
Gambar 42 Posisi Wajah Menunduk.....	54
Gambar 43 Notifikasi kamera aktif saat ujian pada sistem <i>mobile based test</i>	55
Gambar 44 Foto wajah peserta dibawah 75% terkirim ke sistem admin.....	56



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Sorce Code Training Wajah Python</i>	61
Lampiran 2 <i>Sorce Code Detect Wajah Python</i>	64
Lampiran 3 <i>Sorce Code API Python</i>	65
Lampiran 4 <i>Sorce Code Training Wajah pada Sistem Admin</i>	68
Lampiran 5 <i>Sorce Code Detect Wajah pada Sistem Mobile</i>	69
Lampiran 6 <i>Posisi Wajah Terdeteksi Dibawah 75%</i>	70



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan aplikasi pada era sekarang bisa dibilang sangat pesat, hampir seluruh aspek kegiatan yang dilakukan oleh manusia sudah diimplementasikan dengan aplikasi.

Salah satu kegiatan yang marak dilakukan sekarang ini adalah ujian secara online, Saat ini ujian konvensional dengan media kertas (*Paper Based Test*) telah bergeser ke arah komputerisasi atau biasa disebut *Computer Based Test* (CBT) (Novrianti, 2014), apalagi dimasyarakat sedang terjadi masa pandemi covid-19 yang menyebabkan semua kegiatan yang biasa dilakukan harus dialihkan secara online dan salah satunya adalah mengikuti ujian atau tes juga secara online.

Ujian online sudah mulai banyak dimanfaatkan oleh berbagai macam lembaga pendidikan, ujian yang dilakukan umumnya menggunakan perangkat komputer desktop atau CBT (*Computer Based Test*). *Computer Based Test* (CBT) merupakan suatu metode tes dimana pengaturan untuk setiap hasil test disimpan dan dinilai secara elektronik.

Computer Based Test itu sendiri merupakan ujian yang dikerjakan di komputer sehingga tidak memerlukan kertas, pena maupun pensil untuk menjawab pertanyaannya. Semua soal tertulis dan lembar jawabannya juga disediakan di komputer sehingga kita hanya tinggal mengklik jawaban yang benar maupun salah. *Computer Based Test* ini banyak diimplementasikan diberbagai bidang seperti bidang pendidikan maupun di dunia kerja. Di bidang pendidikan biasanya dipakai untuk menentukan berapa nilai tertinggi seorang siswa atau mahasiswa dalam menguasai satu mata pelajaran atau mata kuliah. Sedangkan di dunia kerja, *Computer Based Testing* digunakan untuk mengetahui kemampuan dasar dari pelamar pekerjaan sehingga mempermudah bagian HRD dalam menyeleksi pelawannya. Saat ini, penggunaan computer based testing pun cukup marak



digunakan dalam dunia perusahaan. Khususnya adalah pada proses rekrutmen, di mana pelamar diuji dan hasil dari tahapan ujian tersebut dapat dengan cepat diperoleh (Putu Putra Yana Wardana dkk., 2015). Namun, pelaksanaan sistem ujian CBT tersebut melibatkan kebutuhan sumber daya komputer yang besar. Pelaksanaan sistem CBT juga membutuhkan adanya ruangan khusus untuk menampung infrastruktur tersebut, sehingga belum semua institusi dapat melaksanakan sistem ujian. Hal itu dapat diatasi dengan alternatif sistem ujian online lainnya, yaitu sistem ujian online menggunakan perangkat mobile, system mobile atau aplikasi mobile adalah aplikasi perangkat lunak yang dibuat khusus untuk dijalankan di dalam tablet dan juga smartphone (Gonzales, R.C , 2004). Dan ujian online ini biasa disebut dengan MBT (*Mobile Based Test*), system MBT akan membuat proses ujian jauh lebih efisien.

Permasalahan lain ujian secara online ini memungkinkan peserta ujian melakukan kecurangan. Kecurangan yang biasanya dilakukan adalah pemalsuan identitas, ini disebabkan karena lemahnya keamanan aplikasi. Kecurangan dapat terjadi sejak awal atau selama tes berlangsung. Kebanyakan sistem hanya melakukan identifikasi username dan password pengguna pada saat login. Password dan username dapat dengan mudah diberikan kepada joki. Tidak adanya identifikasi peserta selama tes membuat kecurangan terjadi selama tes, permasalahan ini bisa diatasi dengan melakukan verifikasi wajah pada saat memulai ujian dan selama ujian berlangsung.

Verifikasi wajah merupakan proses pengenalan dan pencocokan wajah. Penggunaan biometrika untuk sistem pengenalan mempunyai tujuan untuk meningkatkan kenyamanan dan keamanan, kelebihan biometrika punya banyak kemanfaatan dan keunggulan dibandingkan dengan sistem tradisional seperti: tandatangan manual, penggunaan password, dan PIN (Kulkarni, A. D., 2001). Untuk sistem mobile biometrika masih sedikit dan bisa diekplorasi lebih beragam

dalam untuk dibahas. Aplikasi dengan tambahan keamanan seperti fitur an wajah akan menambah keamanan dan fitur ini sangat bisa diterapkan



dalam system ujian online pada mobile sehingga meminimalisir terjadinya kecurangan selama ujian berlangsung.

Karenanya, pada penelitian ini penulis tertarik untuk membahas dan melakukan pendekatan lain mengenai system ujian online yang sedang marak dilakukan sekarang ini, maka dari itu penulis merumuskan judul penelitian yaitu **“Penerapan Teknologi *Face Recognition* Dalam Pengembangan Sistem *Mobile Based Test* (MBT) Menggunakan *FaceNet*”**. Dimana peneliti mencoba untuk mendesain dan membuat *prototype software* ujian online berbasis mobile yang menerapkan *face recognition*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana membangun system *mobile based test*?
2. Bagaimana menerapkan teknologi *face recognition* pada sistem *mobile based test*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengembangkan sistem *mobile based test*
2. Untuk menerapkan teknologi *face recognition* pada *system mobile based test*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi peneliti, pengaplikasian dari sejumlah konsep dan pengetahuan yang berguna untuk menambah pengetahuan ataupun kemampuan/skill mengenai proses pengenalan wajah atau *face recognition* dalam penerapannya ke *system mobile based test*



2. Bagi masyarakat, dapat digunakan sebagai referensi bagi pembaca dalam menambah wawasan dan ilmu pengetahuan dalam hal teknologi, khususnya dalam bidang *face recognition dan mobile application*
3. Bagi institusi Pendidikan Magister Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Informatika, dapat digunakan sebagai referensi ilmiah dalam penelitian berikutnya terkait *face recognition dan mobile application*

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah penelitian ini:

1. Membuat *prototype* sistem mobile based test dengan menerapkan *face recognition*
2. Penerapan *face recognition* menggunakan *Facenet*
3. Perangkat yang digunakan adalah *Smartphone*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini yaitu, diantaranya:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi penjelasan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi penjelasan tentang landasan teori yang digunakan dalam penelitian dan kerangka pemikiran. Diuraikan pula tentang tinjauan pustaka yang merupakan penjelasan tentang hasil-hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Landasan teori merupakan suatu penjelasan

umber acuan terbaru dari pustaka primer seperti buku, artikel, jurnal, dan tulisan asli lainnya untuk mengetahui perkembangan penelitian yang dengan judul atau tema penelitian yang dilakukan dan juga sebagai arahan



dalam memecahkan masalah yang diteliti. Dalam bab ini juga diuraikan tentang kerangka pemikiran yang merupakan penjelasan tentang kerangka berpikir untuk memecahkan masalah yang sedang diteliti, termasuk menguraikan objek penelitian serta state of the art dari beberapa penelitian terkait.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini merupakan penjelasan tentang tahapan penelitian, bagaimana pengembangan system mobile based test dan penerapan face recognition menggunakan metode Facenet, yang kemudian dilakukan analisis sesuai rumusan masalah yang ada secara terperinci.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini merupakan penjelasan mengenai hasil yang didapatkan pada saat proses pengujian dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan terhadap hasil yang didapatkan dalam penelitian ini dan juga berisi saran-saran kepada pembaca atau peneliti untuk dapat menyempurnakan kekurangan-kekurangan atau capaian- capaian yang belum tercapai pada penelitian ini agar kedepannya bisa mendapatkan hasil yang jauh lebih baik.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Pengolahan Citra

Pengolahan citra merupakan proses pengolahan sinyal yang inputannya berupa citra. Outputnya dapat berupa citra atau sekumpulan karakteristik atau parameter yang berhubungan dengan citra. Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer. Dalam definisi yang lebih luas, pengolahan citra digital juga mencakup semua data dua dimensi. Citra digital adalah barisan bilangan nyata maupun kompleks yang diwakili oleh bit-bit tertentu (Basuki, Achmad. 2005).

Citra atau image juga merupakan representasi spasial dari suatu objek yang sebenarnya dalam bidang dua dimensi yang biasanya ditulis dalam koordinat cartesian x-y, dan setiap koordinat merepresentasikan satu sinyal terkecil dari objek (Rahim, M.A. 2013). Fungsi citra adalah model matematika yang sering digunakan untuk menganalisis dimana semua fungsi analisis digunakan untuk mempertimbangkan citra sebagai fungsi dengan 2 variabel. Citra merupakan gambaran yang terekam oleh kamera atau oleh sensor. mengutarakan pengertian tentang citra yaitu:

- a. Gambaran obyek yang dibuahkan oleh pantulan atau pembiasan sinar yang difokuskan oleh sebuah lensa atau sebuah cermin.
- b. Gambaran rekaman suatu obyek (biasanya berupa gambaran pada foto) yang dibuat dengan cara optik, elektro-optik, optik mekanik atau elektronik. Pada umumnya gambar digunakan bila radiasi elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan dari suatu obyek tidak langsung direkam pada film. Sedangkan penginderaan jauh ialah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi ng obyek, daerah, atau gejala dengan jalan menganalisis data yang oleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, ah, atau gejala yang dikaji.



2.1.2 Face Detection

Face detection alias deteksi wajah merupakan suatu teknologi komputer berbasis *Artificial Intelligence* (AI) yang digunakan untuk mengekstraksi dan mengidentifikasi wajah seseorang dari gambar digital. Ketika terintegrasi dengan sistem keamanan biometrik (khususnya, pengenalan wajah), maka teknologi semacam inilah yang memungkinkan untuk memantau dan melacak orang secara *real-time*.

Face detection merupakan langkah awal dalam analisis wajah, pelacakan wajah, dan yang terpenting, pengenalan wajah. Teknologi ini diterapkan pada pembukaan kunci perangkat, perbankan, perhotelan, penegakan hukum, keamanan gedung, dan masih banyak lagi lainnya.

Teknologi *face detection* menggunakan pembelajaran mesin dan algoritma untuk mengekstraksi wajah manusia dari gambar yang lebih besar. Gambar seperti itu biasanya akan berisi banyak objek non-wajah, seperti bangunan, lanskap, dan berbagai bagian tubuh lainnya.

Algoritma deteksi wajah biasanya akan dimulai dengan mencari mata manusia, yang merupakan salah satu fitur wajah yang paling mudah dideteksi. Kemudian selanjutnya, algoritma mungkin mencoba menemukan mulut, hidung, alis, hingga iris mata. Setelah mengidentifikasi fitur wajah ini, dan algoritma menyimpulkan bahwa ia telah mengekstraksi wajah, maka ia kemudian menjalani tes tambahan untuk mengonfirmasi bahwa itu memang wajah.

a. Algoritma *Face Detection*

Artificial Intelligence (AI). Sistem yang menggunakan AI menunjukkan perilaku yang mirip dengan kecerdasan manusia, misalnya pemecahan masalah, perencanaan, pembelajaran, persepsi, manipulasi, dan penalaran.

1- Metode *Face Detection*

eliti dari University of California, yaitu David Kriegman, Ming-Hsuan n Narendra Ahuja, menerbitkan klasifikasi metode face detection, yaitu riegman and Ahuja, 2002):



1. *Feature-Based Method*

Metode ini mampu menemukan wajah dengan mengekstraksi fitur struktural. Pertama, sebuah algoritma akan dilatih sebagai *classifier*, lalu digunakan untuk mengurutkan daerah wajah dari daerah non-wajah. Anggota tubuh seperti hidung atau mata seseorang akan digunakan untuk mendeteksi wajah.

2. *Knowledge-Based Method*

Algoritma berbasis pengetahuan akan sangat bergantung pada seperangkat aturan, dan dibangun di atas pengetahuan manusia. Misalnya, sebuah aturan bahwa wajah harus memiliki mata, hidung, dan mulut dalam posisi tertentu, yang relatif sama terhadap satu sama lain. Namun, metode semacam ini memiliki satu tantangan besar yaitu sangat sulit untuk membangun seperangkat aturan yang sesuai. Jika aturan terlalu umum, maka kemungkinan akan ada banyak kesalahan positif. Dan sebaliknya, jika aturan terlalu rinci, maka sistem dapat menghasilkan banyak kesalahan negatif.

3. *Template Matching Method*

Dengan algoritma pencocokan *template*, *template* dengan parameter atau yang telah ditentukan sebelumnya akan digunakan untuk menemukan atau mendeteksi wajah. Sistem akan mengukur korelasi antara foto yang dikirim dan *template*. Misalnya, *template* dapat menunjukkan bahwa wajah manusia dibagi menjadi daerah kontur hidung, mulut, mata, dan wajah. Selain itu, model wajah dapat terdiri dari tepi saja dan menggunakan metode deteksi tepi. Perlu diketahui, bahwa penerapan pendekatan ini mudah, tetapi tidak cukup untuk deteksi wajah.

4. *Appearance-Based Method*

Algoritma berbasis penampilan menggunakan serangkaian gambar pelatihan untuk “mempelajari” seperti apa wajah yang seharusnya. Secara umum, metode ini akan mengandalkan pembelajaran mesin dan analisis statistik untuk menentukan karakteristik wajah yang relevan.



Pendekatan berbasis penampilan ini, pada umumnya dianggap lebih kuat daripada metode-metode yang disebutkan sebelumnya.



Gambar 1 *Face Detection*

Bidang-bidang penelitian yang juga berkaitan dengan pemrosesan wajah (*face processing*) adalah autentikasi wajah (*face authentication*), lokalisasi wajah (*face localization*), penjejakan wajah (*face tracking*), dan pengenalan ekspresi wajah (*facial expression recognition*).

- a. Pengenalan wajah (*face recognition*) yaitu membandingkan citra wajah masukan dengan suatu database wajah dan menemukan wajah yang paling cocok dengan citra masukan tersebut.
 - b. Autentikasi wajah (*face authentication*) yaitu menguji keaslian/kesamaan suatu wajah dengan data wajah yang telah diinputkan sebelumnya.
 - c. Lokalisasi wajah (*face localization*) yaitu pendeteksian wajah namun asumsi hanya ada satu wajah di dalam citra
- ¹ Penjejakan wajah (*face tracking*) yaitu memperkirakan lokasi suatu wajah di dalam video secara real time.
- Pengenalan ekspresi wajah (*facial expression recognition*) untuk mengenali kondisi emosi manusia.



Pada sebuah penelitian dijelaskan bahwa ada beberapa tantangan yang dihadapi pada masalah deteksi wajah disebabkan oleh adanya faktor-faktor berikut :

- a. Terhalang objek lain. Citra wajah dapat terhalangi sebagian oleh objek atau wajah lain, misalnya pada citra berisi sekelompok orang.
- b. Kondisi pengambilan citra. Citra yang diperoleh sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti intensitas cahaya ruangan, arah sumber cahaya, dan karakteristik sensor dan lensa kamera.
- c. Posisi wajah. Posisi wajah di dalam citra dapat bervariasi karena posisinya bisa tegak, miring, menoleh, atau dilihat dari samping.
- d. Komponen-komponen pada wajah yang bisa ada atau tidak ada, misalnya kumis, jenggot, dan kacamata.
- e. Ekspresi wajah. Penampilan wajah sangat dipengaruhi oleh ekspresi wajah seseorang, misalnya tersenyum, tertawa, sedih, berbicara.

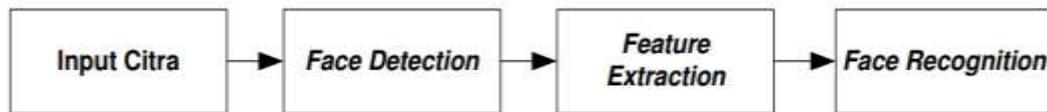
2.1.3 *Face Recognition*

Pengenalan wajah adalah salah satu teknologi biometrik yang telah banyak diaplikasikan dalam sistem keamanan selain pengenalan retina mata, pengenalan sidik jari dan iris mata. Dalam aplikasinya sendiri pengenalan wajah menggunakan sebuah kamera untuk menangkap wajah seseorang kemudian dibandingkan dengan wajah yang sebelumnya telah disimpan di dalam database tertentu (Suprianto, D. 2013).

Pengenalan wajah melibatkan banyak variabel, misalnya citra sumber, cira hasil pengolahan citra, citra hasil ekstraksi dan data profil seseorang. Dibutuhkan juga alat pengindra berupa sensor kamera dan metode untuk menentukan apakah citra yang ditangkap oleh webcam tergolong wajah manusia atau bukan, sekaligus untuk menentukan informasi profil yang sesuai dengan citra wajah yang dimaksud. (Williams, B.K., and Sawyer, S.C. 2011)

Pada gambar 1 ditunjukkan blok diagram metode pengenalan wajah yang tiga bagian: *face detection*, *feature extraction* dan *face recognition*.





Gambar 2 Blok diagram pengenalan wajah

2.1.4 Computer Vision

Computer Vision di definisikan sebagai salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari bagaimana komputer dapat mengenali obyek yang diamati/diobservasi. Cabang ilmu ini bersama *Artificial Intelligence* akan mampu menghasilkan sistem intelijen visual (*Visual Intelligence System*). Perbedaannya adalah *Computer Vision* lebih mempelajari bagaimana komputer dapat mengenali obyek yang diamati/ diobservasi. Berbeda dengan Komputer Grafika yang lebih mengarah pada pemanipulasian gambar (visual) secara digital. Bentuk sederhana dari Komputer Grafika adalah Komputer Grafika 2D yang kemudian berkembang menjadi Komputer Grafika 3D, pemrosesan citra (*image processing*), dan pengenalan pola (*pattern recognition*). Grafika komputer sering dikenal juga dengan istilah visualisasi data.

Computer Vision adalah kombinasi antara Pengolahan Citra dan Pengenalan Pola. Pengolahan Citra (*Image Processing*) merupakan bidang yang berhubungan dengan proses transformasi citra/gambar (*image*). Proses ini bertujuan untuk mendapatkan kualitas citra yang lebih baik.

Visi *computer vision* oleh beberapa ahli didefinisikan sebagai berikut (Nixon and Aguado, 2019) :

- Ballard dan Brown (Ballard & Brown, 1982), *computer vision* adalah otomatis dan integrasi sebuah range yang luas yang terdiri dari proses-proses dan representasi-representasi terhadap persepsi visual.

Adrian Low (Low, 1991), visi komputer berhubungan dengan perolehan gambar, pemrosesan, klasifikasi, pengenalan, dan menjadi penggabungan, pengurutan pembuatan keputusan menuju pengenalan.



- Michael G. Fairhurst (Fairhurst, 1988), visi komputer sesuai dengan sifatnya, merupakan suatu subyek yang merangkul berbagai disiplin tradisional secara luas guna mendasari prinsip-prinsip formalnya, dan dalam mengembangkan suatu metodologi yang berlainan dari apa yang dimilikinya, pertama-tama harus mengembangkan dan secara berurutan membangun materi yang mendasari ini.
- Shapiro dan Stockman (Shapiro & Stockman, 2001), visi komputer adalah suatu bidang yang bertujuan untuk membuat suatu keputusan yang berguna mengenai objek fisik nyata dan keadaan berdasarkan atas sebuah citra. Visi komputer merupakan kombinasi antara pengolahan citra dan pengenalan pola. Hasil keluaran dari proses visi komputer adalah pengertian tentang citra.
- Boyle dan Thomas (C & Boyle, 1988), mengatakan bahwa computer vision lebih daripada pengenalan, computer vision melakukan operasi “*low level processing*” sebagai algoritma *image processing* yang murni. Mereka juga yang menggolongkan *image processing* ke dalam computer vision.

Sedangkan Pengenalan Pola (*Pattern Recognition*), bidang ini berhubungan dengan proses identifikasi obyek pada citra atau interpretasi citra. Proses ini bertujuan untuk mengekstrak informasi/pesan yang disampaikan oleh gambar/citra.

Proses pada *Computer Vision* :

Untuk menunjang tugas *Computer Vision*, maka harus terdapat beberapa fungsi pendukung di dalam sistem ini, diantaranya adalah:

1. Proses penangkapan citra (*Image Acquisition*)
2. Proses pengolahan citra (*Image Processing*)
3. Analisa data citra (*Image Analysis*)
4. Proses pemahaman data citra (*Image Understanding*)



2.1.5 *Smartphone*

Menurut Williams, B.K and Sawyer, S.C (2011) *smartphone* adalah telepon selular dengan mikroprosesor, memori, layar dan modem bawaan. *Smartphone* merupakan ponsel multimedia yang menggabungkan fungsionalitas PC dan *handset* sehingga menghasilkan *gadget* yang mewah, di mana terdapat pesan teks, kamera, pemutar musik, video, *game*, akses email, tv digital, *search engine* pengelola informasi pribadi, fitur *GPS*, jasa telepon internet dan bahkan terdapat telepon yang juga berfungsi sebagai kartu kredit.

Dengan fungsinya tersebut, *smartphone* dapat dianggap sebagai komputer mini yang berbentuk telepon genggam. *Smartphone* dijalankan dengan bantuan sistem operasi, beberapa diantaranya seperti *iPhone OS*, *Android*, *Windows Phone*, *RIM Blackberry*. *Smartphone* diklasifikasikan sebagai *high end mobile phone* yang dilengkapi dengan kemampuan *mobile computing*, dengan kemampuan tersebut *smartphone* memiliki kemampuan yang tak bisa dibandingkan dengan ponsel biasa. *Smartphone* pertama kali muncul merupakan kombinasi dari fungsi suatu *personal digital assistant* (PDA) dengan telepon genggam ataupun dengan telepon kamera. Seiring dengan perkembangannya, kini *smartphone* juga mempunyai fungsi sebagai media *player portable*, *low end digital compact camera*, *pocket video camera* dan *GPS*. *Smartphone modern* juga dilengkapi dengan layar *touchscreen resolusi tinggi*, *browser* yang mampu menampilkan penuh *website* seperti pada PC, serta akses data *Wifi* dan *Internet broadband*.

Kegunaan *smartphone* bagi penggunaanya yaitu:

- a. Komunikasi antar manusia. *Smartphone* yang dilengkapi dengan prosesor, memori dan perlengkapan canggih lainnya mirip dengan teknologi komputer, memungkinkan seseorang melakukan komunikasi melebihi kemampuan *handphone* biasa.
- b. Mencari informasi atau ilmu. *Smartphone* memungkinkan seseorang berselancar di dunia maya dengan lebih cepat dengan menggunakan koneksi internet tanpa kabel. Tersedianya *web browser* terbaru dapat menerjemahkan bahasa html dan bahasa pemrograman web serta teknologi terbaru lainnya.



- c. Hiburan. *Smartphone* mampu menayangkan berbagai format multimedia yang ada, media *streaming online* dapat dengan mudah dijalankan di *smartphone* canggih tanpa banyak kendala. Aplikasi hiburan gratis atau berbayar dapat diunduh untuk melengkapi sarana hiburan di *smartphone*.
- d. Pengguna *smartphone* dapat memasang dan menjalankan berbagai aplikasi yang tersedia di internet dan *non* internet sesuai dengan sistem operasi yang digunakan. Semakin canggih dan baru *smartphone* yang dimiliki maka semakin banyak aplikasi yang bisa dijalankan.
- e. Penyimpanan data. Kapasitas memori *smartphone* yang besar bisa berfungsi sebagai media penyimpanan data file. *Smartphone* yang diberi kartu memori tambahan mampu menampung data lebih besar.
- f. Gaya. Banyak orang menggunakan *smartphone* untuk menunjang penampilan sehari-hari. Orang yang memiliki gengsi tinggi akan berusaha untuk menggunakan *smartphone* yang dipandang orang keren dan canggih.
- g. Penunjuk arah. *Smartphone* yang memiliki fasilitas *GPS* dapat menunjukkan arah kiblat, arah mata angin, jika dipadukan dengan layanan jejaring sosial maka dapat menjadi sesuatu yang sangat menarik dan dibutuhkan.

2.1.6 *Android*

Android adalah nama sistem operasi yang bersifat *open source* yang umumnya ditujukan untuk *smartphone* dan tablet. *Android* termasuk dalam dua besar bersama *iPhone*. Versi *android* semenjak diciptakan pertama kali hingga sekarang ada bermacam-macam (Abdul Kadir, 2017).

Android merupakan sistem operasi berbasis linux yang bersifat terbuka (*open source*) dan dirancang untuk perangkat seluler layar sentuh seperti *smartphone* dan komputer tablet. *Android* dikembangkan oleh *Android, Inc.*, dengan dukungan finansial dari *google* yang kemudian dibeli pada tahun 2005. *Android* dirilis secara resmi pada tahun 2007, bersamaan didirikannya *Open*

Allience. Tampilan *Android* didasarkan pada manipulasi langsung, akan masukan sentuh yang serupa dengan tindakan dunia nyata, seperti



menggesek, mengetuk, mencubit dan membalikkan cubitan untuk memanipulasi objek di layer (Sherief, S., 2014).

Kehadiran *Android* diperkirakan mampu bersaing dengan sistem operasi mobile lainnya seperti *Blackberry*, *Symbian*, dan *iPhone*. Salah satu keunggulan *Android* terletak pada bervariasinya merek ponsel yang mengadopsi sistem operasi ini. Oleh karena itu, tidak heran jika kita melihat beragam merek ponsel menggunakan sistem operasi *Android*, seperti *Samsung*, *Oppo*, *Xiomi* dan lain sebagainya. Fenomena ini tentu mengakibatkan kita sebagai konsumen memiliki banyak pilihan dalam menggunakan ponsel sistem dalam menggunakan ponsel bersistem operasi *Android*. *Android* memiliki fitur oleh *smartphone* pada umumnya seperti aplikasi yang melimpah. *Smartphone* ini cocok bagi pengguna internet karena *Android* memiliki layanan internet yang tidak terbatas. Pengguna aplikasi *Google* seperti *Gmail* maupun *Google Maps* dapat mengaksesnya dengan cepat melalui ponsel ini (Intania dkk., 2012).

Berikut ini adalah kelebihan dan kekurangan dari sistem operasi *android*:

1) Kelebihan *Android*

Penggunaan yang sangat luas membuat sistem operasi *android* merajai pasar sehingga semua orang bisa menggunakan bahkan menyukainya sebagai sistem operasi yang canggih, *android* mempunyai beberapa kelebihan yang patut dipertimbangkan menurut Intania dkk. (2012) diantaranya sebagai berikut:

- a) *Android* bersifat terbuka, karena bersifat *linux* yang memang *open source* jadi bisa dikembangkan oleh siapa saja.
- b) Akses mudah ke *play store*, beda sekali dengan *iOS* yang terbatas pada *iPhone* dari *apple*, maka *Android* punya banyak produsen, dengan *gadget* andalan masing-masing mulai *HTC* sampai *samsung*.
- c) Fasilitas penuh *USB*, anda bisa mengganti baterai, *mass storage*, *diskdrive*, dan *USB tethering*.
- d) Mudah dalam hal notifikasi, sistem operasi ini bisa memberitahukan kepada anda tentang adanya *SMS*. Email, atau bahkan artikel terbaru. mendukung semua layanan *google*. Sistem operasi *Android* mendukung semua layanan dari *google* mulai dari *gmail* sampai *google reader*.



2) Kekurangan *Android*

Android merupakan salah satu sistem operasi terbanyak yang yang dipakai pada *smartphone* karena kelebihan. Namun beberapa kelebihan tidak menutup celah kekurangan yang ada menurut Intania dkk. diantaranya adalah:

- a) Terhubung dengan *android*, bisa dibilang sangat memerlukan koneksi internet yang aktif.
- b) Perusahaan perangkat kadang lambat mengeluarkan versi resmi dari *android* milik anda.
- c) Sebagai penyedia layanan langsung, terkadang pengguna sangat sulit sekali terhubung dengan pihak *google*.
- d) Kadang sering terdapat iklan, karena mudah dan gratis diboncengi iklan.

2.1.7 *FaceNet*

Facenet merupakan sebuah model yang dikembangkan oleh Schroff, et al., (2015) yang dapat digunakan untuk face recognition, verification dan *clustering*. *FaceNet* termasuk kedalam deep convolutional neural network dengan 22 layer yang akan menghasilkan output embedding 128 angka.

Model *FaceNet* adalah model yang dilatih untuk membedakan perbedaan wajah apakah wajah tersebut mirip dengan sampel atau berbeda. Gambar wajah dapat dikelompokkan secara efektif dengan memanfaatkan penyematan 128D *Embedding*. Dengan vektor ruang yang dibuat terdiri dari penyematan di tempat pengelompokan, verifikasi, dan pengenalan wajah, maka untuk implementasi akan lebih mudah dengan menggunakan model tersebut.

Embedding dapat dibuat saat model dilatih untuk mengenal wajah dengan cara menggunakan foto wajah sebagai sampel. Untuk menyamakan dua gambar, embedding untuk kedua foto wajah dibuat terpisah setelah itu rumus di atas untuk mencari jarak terkecil untuk wajah serupa dan nilai tertinggi untuk wajah berbeda.



lenurut Luka Dulčić (2019) *FaceNet* adalah jaringan saraf dalam yang n untuk mengekstrak fitur dari gambar wajah seseorang. *FaceNet* il gambar wajah orang tersebut sebagai input dan output vektor 128 angka wakili fitur paling penting dari wajah. Dalam *Machine Learning*, vektor

ini disebut *embedding*. Semua informasi penting dari sebuah gambar disematkan ke dalam vektor ini. Pada dasarnya, *FaceNet* mengambil wajah seseorang dan mengkompresnya menjadi vector 128 angka. *Embeddings* adalah vektor dan kita dapat menafsirkan vektor sebagai titik dalam sistem koordinat *Cartesian*.

Salah satu cara yang mungkin untuk mengenali seseorang pada gambar yang tidak terlihat adalah dengan menghitung penyesuaian, memperhitungkan jarak kemiripan pada gambar orang yang dikenal dan jika penyesuaian wajah cukup mirip dengan penyesuaian orang A, kita katakan bahwa gambar ini berisi wajah orang A.



Gambar 3 Menganalisa Kemeiripan wajah dengan 128 *Embedding*
Luka Dulčić (2019).

Untuk melatih *FaceNet* kita membutuhkan banyak gambar wajah. Untuk lebih sederhana nya, kita memiliki dua buah gambar wajah orang. Logika yang sama dapat diterapkan jika kita memiliki ribuan gambar orang yang berbeda. Pada awal pelatihan, *FaceNet* menghasilkan vektor acak untuk setiap gambar yang mbar tersebar secara acak saat diplot.



FaceNet belajar dengan cara berikut:

1. Memilih gambar sesuai dengan sampel.
2. Secara acak memilih gambar orang yang mirip dengan sampel gambar.
(Contoh Positif).
3. Secara acak memilih gambar seseorang yang berbeda dari sampel gambar.
(Contoh Negatif).
4. Menyesuaikan parameter jaringan *FaceNet* sehingga contoh positif lebih dekat ke sampel gambar dibandingkan dengan contoh negatif.

FaceNet perlu mengidentifikasi fitur utama wajah seseorang yang membedakannya dari wajah yang berbeda. *FaceNet* mencoba banyak kombinasi berbeda selama training hingga menemukan yang paling cocok dengan sampel gambar.

$$f\left(\text{gambar}\right) = \begin{pmatrix} 0.112 \\ 0.067 \\ 0.091 \\ 0.129 \\ 0.002 \\ 0.012 \\ 0.175 \\ \vdots \\ 0.023 \end{pmatrix}$$

Gambar 4 Mengubah dari gambar menjadi 128 angka vector

Luka Dulčić (2019).

Dari gambar diatas yakni sebuah fungsi yang mengambil gambar sebagai input dan output berupa angka vektor dari *face embedding*. *FaceNet* akan membandingkan wajah yang tertera pada kamera dengan sampel yang paling mirip.



proses penyesuaian wajah pada sistem dan alur kerja *FaceNet* dilakukan bersamaan (1)

$$\frac{1}{2} \sum_1^{128} \sqrt{(s + v)^2} \quad (1)$$

Dimana

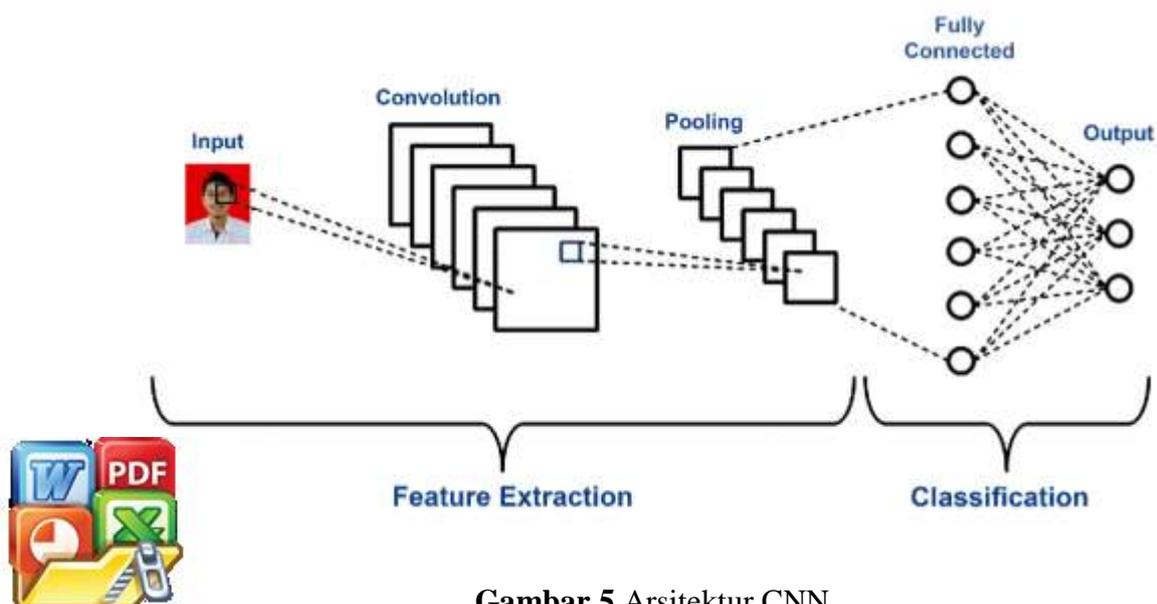
s = signature wajah yang telah tersimpan pada database

v = value wajah yang baru yang terekam.

Dari persamaan diatas membandingkan 128 angka dari hasil olah model *FaceNet* yang telah tesimpan dan wajah yang terekam.

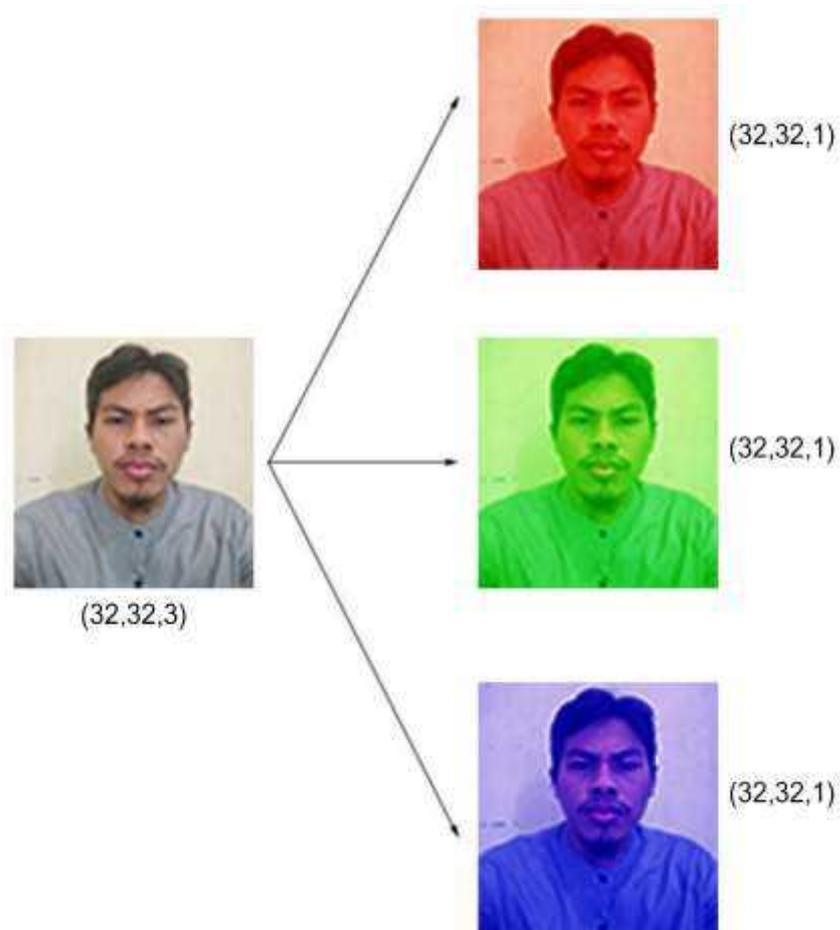
2.1.8 Convolutional Neural Network (CNN)

Menurut W. S. Eka Putra (2017) *Convolutional neural network* termasuk dalam jenis *Deep Neural Network* karena memiliki kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak diaplikasikan pada data citra. Arsitektur dalam *Convolutional neural network* dapat di *training* dan terdiri dari beberapa tahap. Input dan output dari masing-masing tahap adalah beberapa array yang disebut *feature map* atau map fitur. Terdapat empat layer utama dalam algoritma Convolutional neural network yaitu convolutional layer, pooling layer, activation layer, dan fully connected layer.



Gambar 5 Arsitektur CNN

1. Convolutional Layer (Conv. Layer)



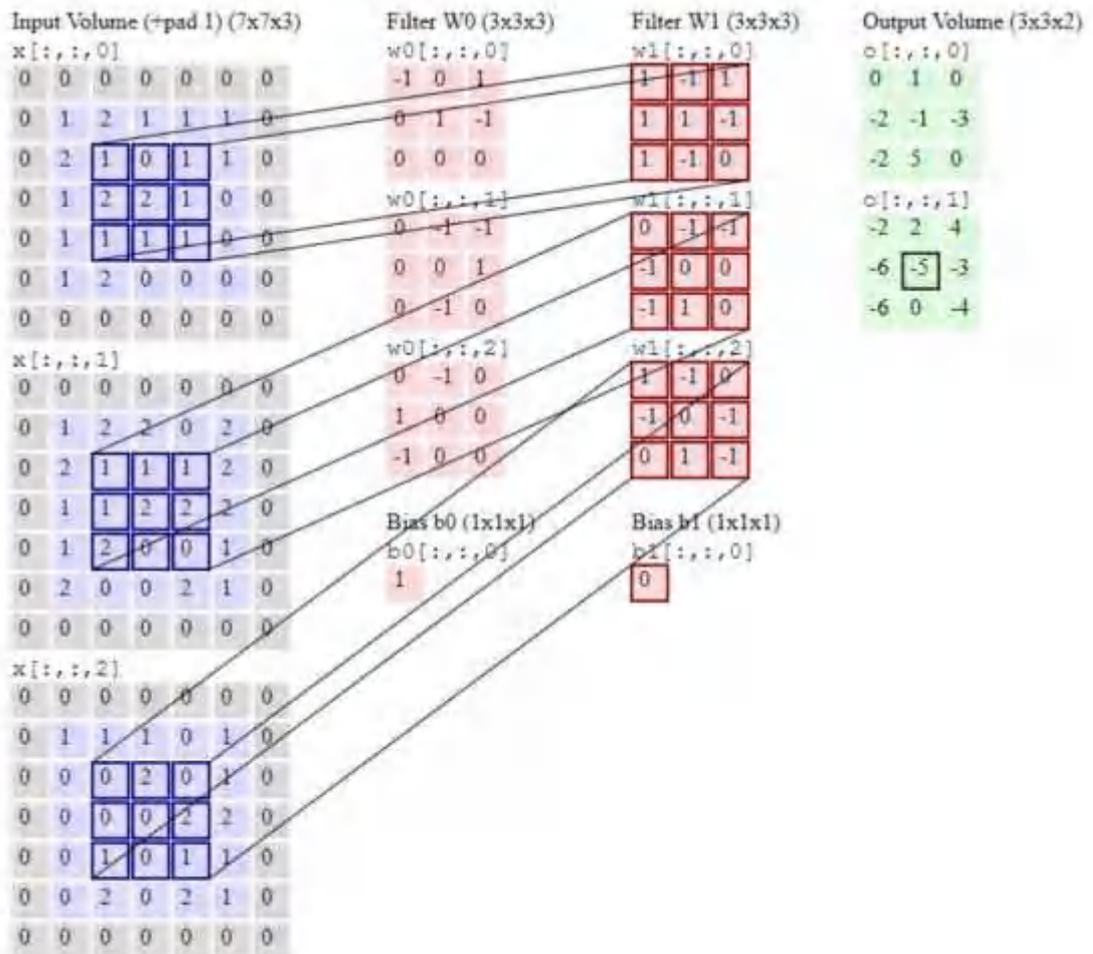
Gambar 6 Foto *RGB*

Gambar diatas adalah RGB (Red, Green, Blue) berukuran 32x32 pixels yang sebenarnya adalah multidimensional array dengan ukuran 32x32x3 (3 adalah jumlah channel). Convolutional layer terdiri dari *neuron* yang tersusun sedemikian rupa sehingga membentuk sebuah filter dengan panjang dan tinggi (pixels). Sebagai contoh, layer pertama pada feature extraction layer biasanya adalah conv. layer dengan ukuran 5x5x3. Panjang 5 pixels, tinggi 5 pixels dan /jumlah 3 buah sesuai dengan channel dari image tersebut.



Ketiga filter ini akan digeser keseluruhan bagian dari gambar. Setiap geseran akan dilakukan operasi “dot” antara input dan nilai dari filter

tersebut sehingga menghasilkan sebuah output atau biasa disebut sebagai *activation map* atau *feature map*. Sena Samuel (2017).



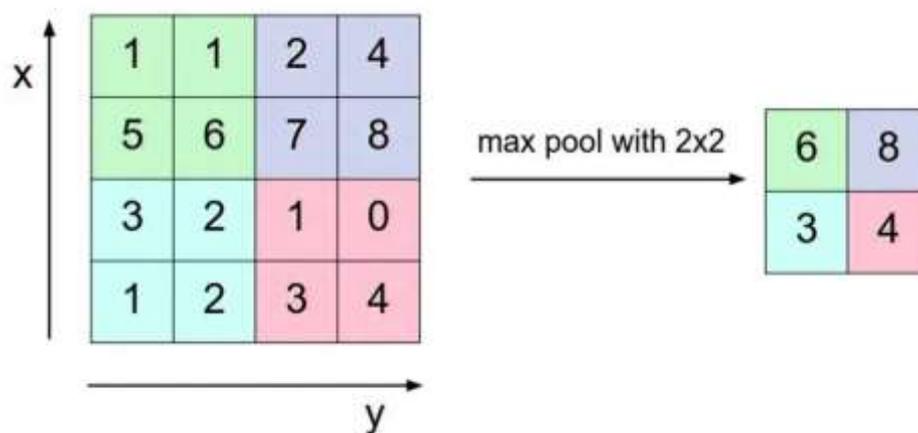
Gambar 7 *Feature map*
Sena Samuel (2017).

2. Pooling Layer

Pooling layer biasanya berada setelah conv. layer. Pada prinsipnya pooling layer terdiri dari sebuah filter dengan ukuran dan *stride* tertentu yang bergeser pada seluruh area *feature map*. *Pooling* yang biasa digunakan *Max Pooling* dan *Average Pooling*.



Sebagai contoh jika kita menggunakan *Max Pooling 2x2* dengan stride 2, maka pada setiap pergeseran filter, nilai maximum pada area 2x2 pixel tersebut yang akan dipilih, sedangkan *Average Pooling* akan memilih nilai rata-ratanya.



Gambar 8 Max pooling

5. Fully-Connected Layer

Feature map yang dihasilkan dari *feature extraction layer* masih berbentuk multidimensional array, sehingga kita harus melakukan “flatten” atau reshape feature map menjadi sebuah vector agar bisa kita gunakan sebagai input dari *fully-connected layer*. *FC Layer* memiliki beberapa *hidden layer*, *activation function*, *output layer* dan *loss function*.

2.2 Penelitian Terkait

Beberapa penelitian terkait tentang pelaksanaan ujian online berbasis mobile dan komputer serta penerapan *face recognition* antara lain:

1. Penelitian ini menghasilkan sebuah *prototype system* untuk pengenalan wajah yang digunakan sebagai validasi absen peserta ujian sebelum melaksanakan ujian dengan metode yang digunakan adalah metode eigenface. (Arief Agus and Indrajani Sutedja, 2019)



Penelitian ini membuat sebuah system cerdas sebagai monitoring peserta ujian, memproses hasil penangkapan video dan audio mengambil gambar dari

- peserta ujian sehingga dapat menyimpulkan kemungkinan kecurangan dari peserta ujian. (Swathi Prathish, Athi Narayanan S and Kamal Bijlani, 2016)
3. Penelitian mendesain sebuah system pengenalan wajah peserta ujian, serta kemudahan pemeriksaan hasil ujian oleh pengawas. (SHI Jun *et al*, 2017)
 4. Penelitian ini memperlihatkan *output* berupa tampilan sistem validasi peserta ujian online yang dapat diakses langsung menggunakan Komputer desktop, memvalidasi peserta ujian dengan system pengenalan wajah menggunakan metode *haar cascade dan eigen face vector*. (Mika Tandililing, 2016)
 5. Hendro Fj Lami & Stephanie Imelda Pella tahun 2019, menyajikan pemodelan sistem identifikasi peserta secara otomatis pada kegiatan tes berbasis online, metode *deep learning* berbasis *raspberry pi* digunakan dalam proses pengenalan wajah peserta untuk menyesuaikan dengan dataset yang sudah ada. (Hendro Fj Lami and Stephanie Imelda Pella, 2019)
 6. Membuat aplikasi tes berbasis computer yang memverifikasi wajah peserta ujian dengan metode *eigenface*. (Haruno Sajati *et al*, 2017)

2.3 State Of The Art

State of The Art merupakan sebuah ringkasan tabel yang memuat penelitian-penelitian sebelumnya yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang dilakukan seperti judul, penulis, penerbit, tahun, metode dan hasil yang dicapai. Berikut beberapa penelitian tentang Ujian online yang menerapkan face recognition atau pengenalan wajah:

Table 1 *State Of The Art* Penelitian

No	Judul	Penulis	Tahun	Penerbit	Metode	Hasil
1.	Face Recognition Method for Online Exams	Arief Agus Sukmandhani & Indrajani Sutedja	2019	IEEE International Conference on Information Management and	Eigenface	Pengenalan wajah berhasil dilakukan sebelum peserta melakukan ujian dengan metode eigenface



				Technolo gy (ICIMTec h)		
2.	An Intelligent System for Online Exam Monitoring	Swathi Prathish, Athi Narayanan S & Kamal Bijlani	2016	IEEE International Conference on Information Science (ICIS)	Membat algoritma untuk menyimpulkan analisis video, audio, gambar wajah, dan posisi kepala	Sistem dapat menghasilkan penangkapan video dan audio mengambil gambar dari peserta ujian, posisi kepala, sehingga dapat menyimpulkan kemungkinan kecurangan dari peserta ujian
3	Research and Development of Intelligent Online Examination Monitoring System	SHI Jun, LI Hui, GU Hang & ZHOU Li-dong	2017	IEEE International Conference on Computer Science and Education (ICCSE)	Extended Sparse Representation Classification method (ESRC)	Sistem pemeriksaan data dan wajah peserta ujian berhasil dilakukan serta memberikan kemudahan kepada pengawas dalam import data hasil ujian
4	Aplikasi Pengenalan Wajah Untuk Validasi Peserta Ujian Online Menggunakan Metode Haar Cascade Dan Eigen Vector	Mika Tandililing	2016	Jurnal STMIK Profesional	Haar Cascade Dan Eigen Face Vector	sistem mampu menghasilkan rata-rata nilai akurasi pengenalan wajah sebesar 62 % untuk jarak 0.5 Meter dan error sebesar 38 %, kemudian 30 % untuk Mika - Aplikasi Pengenalan Wajah untuk Validasi Peserta Ujian 57 jarak 1 Meter dengan error 70 %, terakhir 0 % untuk jarak 2 Meter dan error 100 %

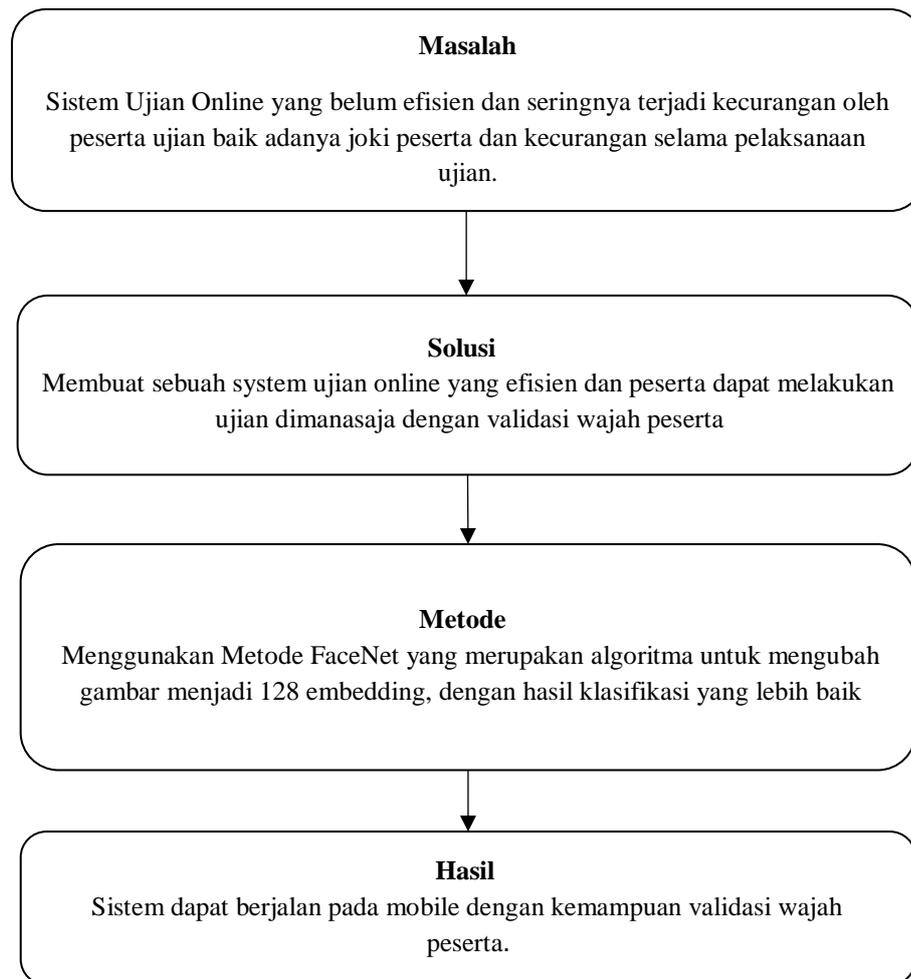


5	Implementasi Deteksi Dan Pengenalan Wajah Pada Sistem Ujian Online Menggunakan Metode Deep Learning Berbasis Raspberry Pi	Hendro Fj Lami & Stephanie Imelda Pella	2019	Ejurnal University of Nusa Cendana	Deep Learning Berbasis Raspberry Pi	Sistem berhasil mengenali wajah peserta ujian yang sudah terdaftar pada dataset
6	Penerapan Eigenface Untuk Computer Based Test (Cbt) Penerimaan Mahasiswa Baru Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto	Haruno Sajati, Astika Ayuningtyas & Dwi Kholistyanto	2017	Ejurnal Sekolah tinggi teknologi adisutjipto	Eigenface	Pengenalan wajah berhasil diterapkan pada keamanan aplikasi tes berbasis komputer (CBT) pada saat pergantian soal. Pengenalan wajah menggunakan algoritma eigenface memiliki nilai validitas yang tinggi sebesar 82%

2.4 Kerangka Pikir

Kerangka pikir dapat menjelaskan alur penelitian yang akan dilakukan. Pada tahap pertama menjelaskan permasalahan yang ada sehingga diperlukan pendekatan untuk mendapatkan solusinya. Fokus pada penelitian ini adalah dibutuhkannya sebuah system ujian online berbasis mobile dimana keikutsertaan peserta ujian bisa dimana saja sehingga lebih efisien dibanding menggunakan perangkat computer. Tahap berikutnya yaitu menggunakan teknologi face recognition untuk validasi wajah peserta ujian secara realtime selama pelaksanaan ujian dengan menggunakan metode *FaceNet*.





Gambar 9 Kerangka Pikir Penelitian

