

**IMPLEMENTASI FITUR *FACE RECOGNITION* PADA
SISTEM PEMILIHAN KETUA UMUM UKKI DENGAN
MENGUNAKAN ALGORITMA *HAAR CASCADE*
CLASSIFIER DAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS***



Oleh :

ANDI PURNOMO

NPM. 20081010014

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : IMPLEMENTASI FITUR *FACE RECOGNITION* PADA SISTEM PEMILIHAN KETUA UMUM UKKI DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA *HAAR CASCADE CLASSIFIER* DAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS*

Oleh : ANDI PURNOMO

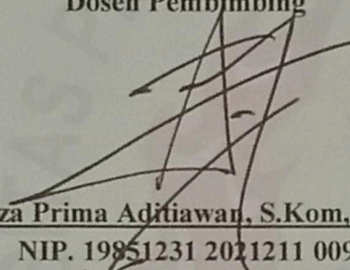
NPM : 20081010014

Telah Diseminarkan Dalam Ujian Skripsi Pada :
Hari Kamis, Tanggal 04 Juli 2024

Mengetahui

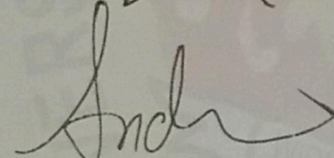
Dosen Pembimbing

1.



Firza Prima Aditiawan, S.Kom, MTI
NIP. 19851231 2021211 009

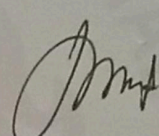
2.



Andreas Nugroho Sihananto, S.Kom, M.Kom
NPT. 211199 00 412271

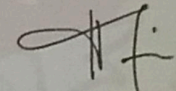
Dosen Penguji

1.



Achmad Junaidi, S.Kom., M.Kom
NPT. 3 7811 04 0199 1

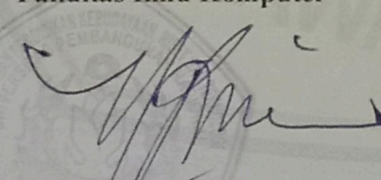
2.



Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom
NIP. 1993121 3202203 2010

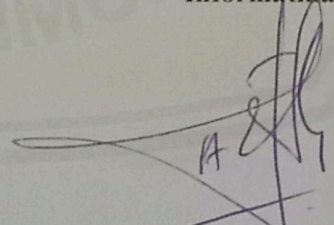
Menyetujui

Dekan
Fakultas Ilmu Komputer



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT
NIP. 19681126 199403 2 001

Koordinator Program Studi
Informatika



Fetty Tri Anggraeny, S.Kom, M.Kom
NIP. 19820211 2021212 005

SURAT PERNYATAAN BEBAS DARI PLAGIASI

Saya, mahasiswa Program Studi Sarjana Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Purnomo

NPM : 20081010014

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi/Tugas Akhir yang saya kerjakan dengan judul:

“IMPLEMENTASI FITUR *FACE RECOGNITION* PADA SISTEM PEMILIHAN KETUA UMUM UKKI DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA *HAAR CASCADE CLASSIFIER* DAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS*”

bukan merupakan plagiasi sebagian atau keseluruhan dari Skripsi/Tugas Akhir/Penelitian orang lain dan juga bukan merupakan produk dan *software* yang saya beli dari pihak lain. Saya juga menyatakan bahwa Skripsi/Tugas Akhir ini secara keseluruhan adalah pekerjaan saya sendiri, kecuali yang dinyatakan dalam Daftar Pustaka dan tidak pernah diajukan untuk syarat memperoleh gelar di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur maupun di Institut Pendidikan lain. Bukti hasil pengecekan plagiasi dokumen ini dapat ditelusuri melalui QR Code di bawah.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa dokumen ini merupakan plagiasi karya orang lain, saya sanggup menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Demikian atas perhatiannya disampaikan terima kasih.

Surabaya, 11 Juli 2024

Hormat saya,



Andi Purnomo

NPM. 20081010014

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat, hidayah, serta inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir Skripsi dengan judul “Implementasi Fitur *Face Recognition* pada Sistem Pemilihan Ketua Umum UKKI dengan Menggunakan Algoritma *Haar Cascade Classifier* dan *Convolutional Neural Networks*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai kendala yang dihadapi selama prosesnya. Namun demikian, berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan skripsi ini. Tanpa dukungan, bimbingan, dan dorongan mereka, penyelesaian skripsi ini tidak akan mungkin tercapai.

Akhir kata, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan, baik moril maupun materil. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan penyempurnaan karya ini di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat yang berarti, baik bagi penulis sendiri, para pembaca, maupun perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknologi informasi dan kesehatan.

Surabaya, 11 Juli 2024

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Puja dan puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta inayah-Nya. Sehingga, penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan tugas akhir atau skripsi ini. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M. Kom. selaku Koordinator Program Studi Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Firza Prima Aditiawan, S.Kom., MTI. selaku dosen pembimbing pertama dan Bapak Andreas Nugroho Sihananto, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktunya memberikan arahan saran kepada penulis selama penyusunan tugas akhir atau skripsi.
5. Staff Dosen dan Tenaga Kependidikan program studi Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama masa perkuliahan.
6. Orang tua penulis, yang dengan penuh kasih sayang, motivasi, dan dukungan selama penyusunan tugas akhir atau skripsi ini. Penulis ucapkan terima kasih atas dedikasi tanpa pamrih, kesabaran, serta cinta yang luar biasa yang telah diberikan kepada penulis.
7. Orang terkasih penulis, yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan pengertian selama proses penelitian dan penulisan skripsi ini.
8. Teman – teman UKM Unit Kegiatan Kerohanian Islam Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan motivasi serta pelajaran hidup paling berharga.

9. Seluruh teman-teman dari Program Studi Informatika Angkatan 2020 yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Terima kasih atas bantuan, kebersamaan, dan segala cerita yang telah menjadi bagian tak terlupakan dari perjalanan perkuliahan ini.

Penulis berharap dan berdoa semoga Allah Subhanahu wa Ta'ala membalas segala kebaikan yang telah diberikan selama penyusunan skripsi dan masa perkuliahan dengan berlipat ganda. Akhir kata, semoga tugas akhir/skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta penulis sendiri.

IMPLEMENTASI FITUR *FACE RECOGNITION* PADA SISTEM PEMILIHAN KETUA UMUM UKKI DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA *HAAR CASCADE CLASSIFIER* DAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS*

Nama Mahasiswa : Andi Purnomo

NPM : 20081010014

Program Studi : Informatika

Dosen Pembimbing : Firza Prima Aditiawan, S.Kom., MTI

Andreas Nugroho Sihananto, S.Kom, M.Kom

ABSTRAK

Sistem Pemilihan Umum merupakan salah satu sarana efektif dalam upaya memilih seorang pemimpin, namun sistem tersebut cukup rawan akan kecurangan terutama jika semakin masif lingkungannya. Pengimplementasian fitur *face recognition* ke dalam sistem pemilihan diharapkan sistem pemilihan yang LUBER JURDIL akan bisa diwujudkan. UKM UKKI digunakan sebagai studi kasus penelitian tersebut dengan menggunakan *dataset* wajah dari anggota-anggota UKKI. *Face Recognition* mampu mengenali seseorang dengan implementasi algoritma komputer visual yang sesuai. Adapun, algoritma yang digunakan adalah algoritma *Haar Cascade Classifier* yang didukung oleh dua model CNN, yaitu MTCNN dan FaceNet untuk meningkatkan akurasi dan proses deteksi.

Algoritma *Haar Cascade Classifier* berperan dalam proses deteksi awal dan penangkapan wajah, sedangkan MTCNN berperan dalam ekstraksi wajah agar mampu diverifikasi dan di-*embeddings* dengan mudah oleh model FaceNet. Implementasi algoritma *Haar Cascade Classifier* dan kedua model CNN tersebut menghasilkan nilai akurasi mencapai 99,42% dengan waktu latih selama 33 menit 45 detik dan mampu diterapkan ke dalam sistem pemilihan ketua umum UKKI yang berjalan pada laman web dengan memanfaatkan *microframework* Flask sebagai komponen dasar dalam pembuatan sistem pemilihan ketua umum yang berbasis web.

Kata kunci: *face recognition, Haar Cascade Classifier, MTCNN, FaceNet*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Manfaat.....	3
1.5. Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Gambaran Penelitian Terdahulu.....	6
2.2. Unit Kegiatan Mahasiswa UKKI.....	8
2.3. Pemilihan Umum (<i>E-Voting</i>).....	9
2.4. Computer Vision	9
2.5. Face Recognition	11
2.6. OpenCV	14
2.7. Algoritma <i>Haar Cascade Classifier</i>	14
2.8. Algoritma Convolutional Neural Network	17
2.9. MTCNN	22
2.10. Facenet	25
2.11. <i>Face Embeddings</i>	31
2.12. <i>Classification</i>	32
2.13. <i>Framework Flask</i>	34
2.14. <i>Database SQLAlchemy</i>	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1. Desain dan Alur Sistem	37
3.1.1. Instrumen Penelitian.....	37
3.1.1.1. Alat dan Bahan Penelitian.....	37

3.1.1.2.	Library Python yang Diperlukan	37
3.1.1.3.	Subjek Penelitian	41
3.1.2.	Arsitektur Sistem.....	41
3.1.2.1.	Komponen Utama Sistem	41
3.1.2.2.	Interaksi Antar-Komponen	42
3.1.2.3.	Diagram Aplikasi Berbasis Web.....	43
3.1.3.	Alur Proses <i>Face Recognition</i>	44
3.2.	Pengumpulan Data.....	45
3.2.1.	Citra Mengandung Wajah	45
3.3.	Implementasi <i>Haar Cascade Classifier</i>	46
3.3.1.	Pelatihan Model <i>Haar Cascade</i>	47
3.3.2.	Penerapan <i>Haar-like Features</i>	47
3.4.	Ekstraksi Wajah dengan MTCNN	48
3.4.1.	Penyaringan Awal (<i>Filtering</i>) dengan P-Net	48
3.4.2.	Penyelarasan Wajah dengan R-Net.....	50
3.4.3.	Deteksi <i>Landmarks</i> Wajah dengan O-Net.....	52
3.5.	Pelatihan dengan FaceNet.....	54
3.5.1.	Konfigurasi Pelatihan.....	54
3.5.2.	Penggunaan Fungsi <i>Loss</i> dan <i>Optimizer</i>	54
3.6.	Pengujian Model	55
3.6.1.	Implementasi <i>Haar Cascade Classifier</i> pada Data Uji.....	55
3.6.2.	Ekstraksi Fitur dengan MTCNN pada Data Uji.....	56
3.6.3.	Pengujian FaceNet dengan Data Uji	57
3.7.	Implementasi Fitur ke Dalam Sistem Pemilihan	57
3.7.1.	Pembuatan <i>Virtual Environment</i>	57
3.7.2.	Mempersiapkan <i>Database</i>	58
3.7.3.	Membuat Tampilan Sistem dan <i>Route</i>	58
3.7.4.	Integrasi Fitur ke Dalam Sistem.....	59
3.8.	Analisis dan Evaluasi.....	59
3.8.1.	Matriks Evaluasi.....	59
3.8.2.	Analisis Hasil	60
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	61
4.1.	Pengumpulan <i>Dataset</i>	61
4.2.	<i>Training Dataset</i> Mahasiswa	65

4.3. Pengujian Model	77
4.4.1. Pengujian Terhadap Data Gambar	77
4.4.2. Pengujian Secara <i>Real-Time Live Video</i>	87
4.4. Implementasi Fitur <i>Face Recognition</i> ke Dalam Sistem Pemilihan	104
4.4.1. Pembuatan <i>Virtual Environment</i>	104
4.4.2. Pembuatan <i>Database</i>	106
4.4.2.1. <i>Database</i> Dalam Bentuk Diagram.....	106
4.4.2.2. Koneksi <i>Database</i> MySQL dengan Flask SQLAlchemy	107
4.4.2.3. Pembuatan Model dan Migrasi <i>Database</i>	108
4.4.3. Pembuatan Tampilan Sistem dan <i>Route</i>	109
4.4.3.1. Tampilan <i>Home</i> Aplikasi.....	109
4.4.3.2. Tampilan Halaman <i>Register Akun</i>	110
4.4.3.3. Tampilan Halaman <i>Login</i>	110
4.4.3.4. Tampilan <i>Navbar</i> (Admin, <i>User</i> , dan Kandidat).....	111
4.4.3.5. Tampilan Halaman Beranda	111
4.4.3.6. Tampilan Halaman Pemilihan	112
4.4.3.7. Tampilan Halaman Hasil Pemilihan	114
4.4.3.8. Tampilan Hasil Daftar Jabatan	115
4.4.3.9. Tampilan Hasil Daftar Akun.....	117
4.4.4. Integrasi Fitur ke Dalam Sistem.....	118
4.4.4.1. Integrasi Fitur <i>Capture Wajah</i> Setelah <i>Register</i>	118
4.4.4.2. Integrasi Fitur <i>Face Recognition</i> Sebelum Memilih.....	121
4.5. Simulasi dan Evaluasi Sistem Pemilihan	123
4.5.1. Simulasi dan Evaluasi Fitur-Fitur Aplikasi.....	123
4.5.2. Simulasi dan Evaluasi Pendaftaran dan Proses <i>Capture Wajah</i> ...	126
4.5.3. Simulasi dan Evaluasi Pemilihan Ketua Umum dan Verifikasi <i>Face Recognition</i>	126
BAB V PENUTUP	132
5.1. Kesimpulan.....	132
5.2. Saran	134
DAFTAR PUSTAKA	135

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Logo UKM UKKI UPN “Veteran” Jawa Timur.....	8
Gambar 2. 2 Sistem Kerja <i>Computer Vision</i>	10
Gambar 2. 3 Alur Proses <i>Face Recognition</i>	12
Gambar 2. 4 Kumpulan nilai akurasi LFW <i>dataset</i> (Adjabi dkk., 2020).....	13
Gambar 2. 5 Jenis-jenis fitur <i>Haar</i>	15
Gambar 2. 6 Ilustrasi cara kerja gambar integral.....	15
Gambar 2. 7 Representasi algoritma peningkatan (Aditya Mittal, 2020).....	16
Gambar 2. 8 Diagram alur <i>Cascade Classifier</i> (Ghosh & Swarnalatha, 2022)	16
Gambar 2. 9 Array matriks RGB (Prabhu Raghav, 2018).....	17
Gambar 2. 10 Jaringan saraf dengan lapisan konvolusional (Prabhu Raghav, 2018)	18
Gambar 2. 11 Gambar matriks perkalian antara kernel atau matriks filter (Prabhu Raghav, 2018).....	18
Gambar 2. 12 Beberapa filter umum dalam lapisan konvolusi (Prabhu Raghav, 2018).....	19
Gambar 2. 13 Stride 2 piksel (Prabhu Raghav, 2018).....	19
Gambar 2. 14 Operasi ReLU (Prabhu Raghav, 2018).....	20
Gambar 2. 15 Max pooling (Prabhu Raghav, 2018).....	20
Gambar 2. 16 Setelah pooling layer, diratakan sebagai FC layer (Prabhu Raghav, 2018).....	21
Gambar 2. 17 Arsitektur CNN lengkap (Prabhu Raghav, 2018).....	21
Gambar 2. 18 Pipeline MTCNN (Rosa Gradilla, 2020).....	22
Gambar 2. 19 Gambar input yang diubah ukurannya ke skala yang berbeda untuk membangun piramida gambar (Rosa Gradilla, 2020).....	23
Gambar 2. 20 P-Net (dari MTCNN <i>paper</i>) (Rosa Gradilla, 2020).....	23
Gambar 2. 21 R-Net (dari MTCNN <i>paper</i>) (Rosa Gradilla, 2020).....	24
Gambar 2. 22 O-Net (dari MTCNN <i>paper</i>) (Rosa Gradilla, 2020).....	24
Gambar 2. 23 Sistem kerja FaceNet dan pembuatan <i>embeddings</i> (Dhairya Kumar, 2019).....	26
Gambar 2. 24 Bentuk dari Stochastic Gradient Descent (SGD) (Dhairya Kumar, 2019).....	28
Gambar 2. 25 Alur dari fungsi aktivasi ReLU (Dhairya Kumar, 2019).....	29
Gambar 2. 26 Hasil dari penyematan wajah (<i>embeddings</i>) (Uysim Ty, 2023).....	31
Gambar 2. 27 Grafik perhitungan jarak <i>Loss</i> (Uysim Ty, 2023).....	32
Gambar 2. 28 Grafik perhitungan cosine similarity (Uysim Ty, 2023).....	32
Gambar 2. 29 Sistem kerja klasifikasi.....	33
Gambar 3. 1 Diagram Alur Kinerja Sistem Pemilihan.....	44
Gambar 3. 2 Alur Proses <i>Face Recognition</i>	45
Gambar 3. 3 Contoh Sampel Foto untuk <i>Dataset</i>	46
Gambar 3. 4 Arsitektur P-Net (Penyaringan Awal).....	48
Gambar 3. 5 Arsitektur R-Net Penyelarasan Wajah.....	50
Gambar 3. 6 Arsitektur O-Net Deteksi <i>Landmarks</i> Wajah.....	52

Gambar 3. 7 Alur sistem kerja pengujian <i>face recognition</i>	55
Gambar 3. 8 Contoh ilustratif dari <i>Confusion matrix</i> untuk tes klasifikasi multi-kelas.....	60
Gambar 4. 1 Kode Program <i>Capture Wajah</i> Bagian 1.....	62
Gambar 4. 2 Kode Program <i>Capture Wajah</i> Bagian 2.....	62
Gambar 4. 3 Kode Program <i>Capture Wajah</i> Bagian 3.....	63
Gambar 4. 4 Kode Program <i>Capture Wajah</i> Bagian 4.....	64
Gambar 4. 5 Kode Program <i>Capture Wajah</i> Bagian 5.....	64
Gambar 4. 6 Hasil <i>Capture Wajah</i> Salah Satu Subfolder	65
Gambar 4. 7 Kode Program <i>Training Model</i> Bagian 1.....	66
Gambar 4. 8 Kode Program <i>Training Model</i> Bagian 2.....	67
Gambar 4. 9 Kode Program <i>Training Model</i> Bagian 3.....	67
Gambar 4. 10 Kode Program <i>Training Model</i> Bagian 4.....	68
Gambar 4. 11 Kode Program <i>Training Model</i> Bagian 5.....	69
Gambar 4. 12 Kode Program <i>Training Model</i> Bagian 6.....	70
Gambar 4. 13 Kode Program <i>Training Model</i> Bagian 7.....	71
Gambar 4. 14 Kode Program <i>Training Model</i> Bagian 8.....	72
Gambar 4. 15 Kode Program <i>Training Model</i> Bagian 9.....	73
Gambar 4. 16 Output dari <i>Training Model</i> dan Pembagian Dataset dari atas ke bawah: Integrasi (1), (2), dan (3)	74
Gambar 4. 17 Visualisasi Nilai Akurasi dan <i>Loss</i> pada 20 <i>epochs</i> Integrasi <i>Haar Cascade Classifier</i> + Model FaceNet	76
Gambar 4. 18 Visualisasi Nilai Akurasi dan <i>Loss</i> pada 20 <i>epochs</i> Integrasi Model MTCNN + FaceNet.....	76
Gambar 4. 19 Visualisasi Nilai Akurasi dan <i>Loss</i> pada 20 <i>epochs</i> Integrasi <i>Haar Cascade Classifier</i> dan Model MTCNN + FaceNet	76
Gambar 4. 20 Grafik <i>Train</i> dan <i>Val Accuracy</i> serta <i>Train</i> dan <i>Val Loss</i> dari Integrasi <i>Haar Cascade Classifier</i> + Model FaceNet.....	76
Gambar 4. 21 Grafik <i>Train</i> dan <i>Val Accuracy</i> serta <i>Train</i> dan <i>Val Loss</i> dari Integrasi Model MTCNN + FaceNet	77
Gambar 4. 22 Grafik <i>Train</i> dan <i>Val Accuracy</i> serta <i>Train</i> dan <i>Val Loss</i> dari Integrasi <i>Haar Cascade Classifier</i> dan Model MTCNN + FaceNet.....	77
Gambar 4. 23 Kode Program Uji Model Data Gambar Bagian 1	78
Gambar 4. 24 Kode Program Uji Model Data Gambar Bagian 2	79
Gambar 4. 25 Kode Program Uji Model Data Gambar Bagian 3	80
Gambar 4. 26 Kode Program Uji Model Data Gambar Bagian 4	81
Gambar 4. 27 Kode Program Uji Model Data Gambar Bagian 5	82
Gambar 4. 28 Kode Program Uji Model Data Gambar Bagian 6	82
Gambar 4. 29 Matriks <i>Confusion</i> Metode <i>Haar Cascade Classifier</i> + Model FaceNet	83
Gambar 4. 30 Matriks <i>Confusion</i> Metode MTCNN + FaceNet.....	84
Gambar 4. 31 Matriks <i>Confusion</i> Metode <i>Haar Cascade Classifier</i> dan MTCNN + FaceNet	86
Gambar 4. 32 Kode Program <i>Face Recognizer Real-Time</i> Bagian 1	88
Gambar 4. 33 Kode Program <i>Face Recognizer Real-Time</i> Bagian 2	89

Gambar 4. 34 Kode Program <i>Face Recognizer Real-Time</i> Bagian 3	90
Gambar 4. 35 Kode Program <i>Face Recognizer Real-Time</i> Bagian 4	91
Gambar 4. 36 Kode Program <i>Face Recognizer Real-Time</i> Bagian 5	91
Gambar 4. 37 Kode Program <i>Face Recognizer Real-Time</i> Bagian 6	92
Gambar 4. 38 Wajah dengan Ekspresi Sedih	93
Gambar 4. 39 Wajah dengan Ekspresi Tersenyum	93
Gambar 4. 40 Wajah dengan Memakai Kacamata	93
Gambar 4. 41 Wajah Menghadap ke Kanan 45°	94
Gambar 4. 42 Wajah Menghadap ke Kiri 45°	94
Gambar 4. 43 Wajah Teroklusi Bagian Bawah 30%	94
Gambar 4. 44 Wajah Teroklusi Bagian Samping 30%	95
Gambar 4. 45 Wajah dengan Ekspresi Sedih	95
Gambar 4. 46 Wajah dengan Ekspresi Tersenyum	96
Gambar 4. 47 Wajah dengan Memakai Kacamata	96
Gambar 4. 48 Wajah Menghadap ke Kanan 45°	96
Gambar 4. 49 Wajah Menghadap ke Kiri 45°	97
Gambar 4. 50 Wajah Teroklusi Bagian Bawah 30%	97
Gambar 4. 51 Wajah Teroklusi Bagian Samping 30%	97
Gambar 4. 52 Wajah dengan Ekspresi Sedih	98
Gambar 4. 53 Wajah dengan Ekspresi Tersenyum	98
Gambar 4. 54 Wajah dengan Memakai Kacamata	98
Gambar 4. 55 Wajah Menghadap ke Kanan 45°	99
Gambar 4. 56 Wajah Menghadap ke Kiri 45°	99
Gambar 4. 57 Wajah Teroklusi Bagian Bawah 30%	99
Gambar 4. 58 Wajah Teroklusi Bagian Samping 30%	100
Gambar 4. 59 Sampel Deteksi M. Syammaidzar Adani	100
Gambar 4. 60 Sampel Deteksi Andi Purnomo	101
Gambar 4. 61 Sampel Deteksi Naufal Rafif Syahriyan	101
Gambar 4. 62 Sampel Deteksi Rizki Eka Fatmala	101
Gambar 4. 63 Sampel Deteksi Nesvia Nissa Artanti	102
Gambar 4. 64 Sampel Deteksi Anas Fajrul Alam	102
Gambar 4. 65 Sampel Deteksi M. Zaky Pria Maulana	102
Gambar 4. 66 Tampilan Struktur Folder <i>Virtual Environment</i>	105
Gambar 4. 67 Sintaks Pembuatan <i>Virtual Environment</i> dan Instal Semua <i>Library</i>	105
Gambar 4. 68 Contoh Kode Program Pembuatan <i>Route</i>	106
Gambar 4. 69 Tabel <i>Database</i> Sistem Pemilihan Ketua Umum UKKI.....	107
Gambar 4. 70 Tampilan XAMPP phpmyadmin.....	107
Gambar 4. 71 Kode Untuk Koneksi ke <i>Database</i>	108
Gambar 4. 72 Contoh Skrip Pembuatan Model <i>Database</i>	108
Gambar 4. 73 Tampilan dari Halaman Home (Halaman Awal Aplikasi).....	109
Gambar 4. 74 Tampilan Halaman <i>Register</i>	110
Gambar 4. 75 Tampilan Halaman <i>Login</i>	110
Gambar 4. 76 Tampilan <i>Navbar</i> Berdasarkan <i>Role</i> (dari atas): (1) Admin, (2) Kandidat, dan (3) <i>User</i>	111

Gambar 4. 77 Tampilan Halaman Beranda.....	111
Gambar 4. 78 Tampilan Halaman Pemilihan	112
Gambar 4. 79 Pesan Konfirmasi Berhasil Memilih Kandidat.....	112
Gambar 4. 80 Pesan Konfirmasi Memilih Lebih dari Sekali	113
Gambar 4. 81 Tampilan Profil Tentang Kandidat.....	113
Gambar 4. 82 Tampilan Halaman Hasil Pemilihan	114
Gambar 4. 83 Tampilan Halaman Hasil Pemilihan Bagi Admin.....	114
Gambar 4. 84 Tampilan dari Detail Pemilihan	115
Gambar 4. 85 Tampilan Halaman Daftar Jabatan	115
Gambar 4. 86 Tampilan Halaman Tambah Jabatan	116
Gambar 4. 87 Tampilan Halaman Edit Jabatan	116
Gambar 4. 88 Tampilan Halaman Daftar Akun	117
Gambar 4. 89 Tampilan Halaman Edit Akun.....	117
Gambar 4. 90 Tampilan <i>Library</i> yang Diganti pada “ <i>Capture.py</i> ”	118
Gambar 4. 91 Kode Tambahan dan Perubahan Untuk “ <i>Capture.py</i> ”	118
Gambar 4. 92 Kode Tambahan dan Perubahan Untuk “ <i>Capture.py</i> ”	119
Gambar 4. 93 Pembuatan <i>Route</i> dan Logika Untuk “ <i>Capture.py</i> ”	120
Gambar 4. 94 Logika Untuk Menampilkan Kamera di Web	120
Gambar 4. 95 Kode JS Untuk Menangani Response pada “ <i>Capture.py</i> ”	121
Gambar 4. 96 Kode Tambahan dan Perubahan Untuk “ <i>face_recognizer.py</i> ”.....	121
Gambar 4. 97 Pembuatan <i>Route</i> dan Logika Untuk “ <i>face_recognizer.py</i> ”	122
Gambar 4. 98 Kode JS Untuk Menangani Response pada “ <i>face_recognizer.py</i> ”	123
Gambar 4. 99 Proses <i>Capture</i> Wajah Untuk <i>Dataset</i>	126
Gambar 4. 100 Verifikasi Wajah Syahrul Hidayat	127
Gambar 4. 101 Verifikasi Wajah Anas Fajrul Alam.....	128
Gambar 4. 102 Verifikasi Wajah Ahmad Tsalits Hilmi.....	128
Gambar 4. 103 Verifikasi Wajah M. Syammaidzar Adani	128
Gambar 4. 104 Verifikasi Wajah Abdur Rohman Sahila Fikri	129
Gambar 4. 105 Verifikasi Wajah Erika Fatimatul Hidayanti.....	129
Gambar 4. 106 Verifikasi Wajah Wijaya Agus Setiawan.....	129

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Arsitektur Zeiler & Fergus (Dhairya Kumar, 2019)	30
Tabel 3. 1 <i>Library-library</i> yang perlu diinstal dalam environment	38
Tabel 3. 2 Pengkategorian <i>Dataset</i>	46
Tabel 3. 3 <i>Pseudocode</i> Penyaringan Awal (P-Net).....	49
Tabel 3. 4 <i>Pseudocode</i> Penyelarasan Wajah (R-Net)	50
Tabel 3. 5 <i>Pseudocode</i> Deteksi <i>Landmarks</i> Wajah (O-Net).....	53
Tabel 4. 1 Tabel Pembagian <i>Dataset</i> dan Durasi Pelatihan	73
Tabel 4. 2 Perbandingan Nilai Akurasi dan <i>Loss</i> 3 Metode.....	75
Tabel 4. 3 Pengujian terhadap Metode <i>Haar Cascade Classifier</i> + FaceNet	93
Tabel 4. 4 Pengujian terhadap Metode <i>Haar Cascade Classifier</i> + FaceNet	95
Tabel 4. 5 Pengujian terhadap Metode <i>Haar Cascade Classifier</i> dan MTCNN + FaceNet	98
Tabel 4. 6 Sampel Deteksi Wajah <i>Real-Time</i> yang Terverifikasi	100
Tabel 4. 7 Tabel <i>Test Case</i> Fitur-Fitur Aplikasi	124
Tabel 4. 8 Tabel Sampel Pengujian Verifikasi Wajah Dalam Sistem.....	127