

**ANALISIS IMPLEMENTASI ALGORITMA VIOLA-JONES
DALAM MENDETEKSI WAJAH (FACE DETECTION) TERHADAP
BERBAGAI PERUBAHAN EKSPRESI WAJAH**

SKRIPSI



disusun oleh

Muhammad Yanuar

17.11.1454

**PROGRAM SARJANA
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2021

**ANALISIS IMPLEMENTASI ALGORITMA VIOLA-JONES
DALAM MENDETEKSI WAJAH (FACE DETECTION) TERHADAP
BERBAGAI PERUBAHAN EKSPRESI WAJAH**

SKRIPSI

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai gelar Sarjana
pada Program Studi Informatika



disusun oleh

Muhammad Yanuar

17.11.1454

**PROGRAM SARJANA
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2021

PERSETUJUAN

SKRIPSI

ANALISIS IMPLEMENTASI ALGORITMA VIOLA-JONES DALAM MENDETEKSI WAJAH (FACE DETECTION) TERHADAP BERBAGAI PERUBAHAN EKSPRESI WAJAH

yang dipersiapkan dan disusun oleh

Muhammad Yanuar

17.11.1454

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 20 April 2021

Dosen Pembimbing

Arif Akbarul Huda, S.Si., M.Eng.

NIK. 190302287

PENGESAHAN

SKRIPSI

ANALISIS IMPLEMENTASI ALGORITMA VIOLA-JONES DALAM MENDETEKSI WAJAH (FACE DETECTION) TERHADAP BERBAGAI PERUBAHAN EKSPRESI WAJAH

yang dipersiapkan dan disusun oleh

Muhammad Yanuar

17.11.1454

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 16 April 2021

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Tanda Tangan

Afrig Aminuddin, S.Kom., M.Eng.

NIK. 190302351

Anna Baita, M.Kom

NIK. 190302290

Arif Akbarul Huda, S.Si.,M.Eng.

NIK. 190302287

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER

Hanif Al Fatta, S.Kom., M.Kom.

NIK. 190302096

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI), dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Yogyakarta, 29 April 2021



Muhammad Yanuar

NIM. 17.11.1454

MOTTO

”Jika merasa tidak berguna, maka ingatlah. Memang!”

(Jek - #BincangAkhlaq)



PERSEMBAHAN

Alhamdulillah dengan semua kemudahan yang Allah SWT berikan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tidak banyak pusingnya. Dengan ini saya mempersembahkan skripsi ini kepada semua pihak yang ikut terlibat secara langsung maupun tidak langsung, yaitu:

1. Ibu saya yang selalu mendo'akan, meridho'i segala usaha yang saya lakukan.
2. Ibu saya yang selalu mendo'akan, meridho'i segala usaha yang saya lakukan.
3. Ibu saya yang selalu mendo'akan, meridho'i segala usaha yang saya lakukan.
4. Adik-adik saya yang selalu mensupport saya dan bangga terhadap saya.
5. Adik kecil saya yang selalu memberikan senyuman tulusnya untuk meringkan lelah.
6. Dosen pembimbing saya pak Arif Akbarul Huda, yang telah membimbing saya dan memudahkan segala alur per-skripsi-an, terimakasih.
7. Tunangan saya Dzul Asfi Warraihan yang selalu memberikan dukungan moral, melakukan revisi kata per-kata pada skripsi ini, dan selalu mendorong saya menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman-teman 17-IF08 yang telah mau diajak berdiskusi dan memberikan semangat untuk berjuang menyelesaikan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas berkah, rahmat, dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “ANALISIS IMPLEMENTASI ALGORITMA VIOLA-JONES DALAM MENDETEKSI WAJAH (FACE DETECTION) TERHADAP BERBAGAI PERUBAHAN EKSPRESI WAJAH” sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Sarjana Fakultas Ilmu Komputer Universitas Amikom Yogyakarta.

Penyelesaian skripsi ini tidak juga tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, untuk itu izinkan penulis untuk menyampaikan rasa hormat dan terimakasih pada kesempatan ini kepada:

1. **Prof. Dr. M. Suyanto, MM.** selaku Rektor Universitas Amikom Yogyakarta.
2. Bapak **Hanif Al Fatta, S.Kom., M.Kom.** selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Amikom Yogyakarta.
3. Ibu **Windha Mega Pradnya D, M.Kom.** selaku ketua Program Studi Informatika Universitas Amikom Yogyakarta.
4. Bapak **Arif Akbarul Huda, S.Si.,M.Eng.** selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan kemudahan, nasehat baik, dan waktunya selama penulisan skripsi ini.
5. Bapak **Afrig Aminuddin, S.Kom., M.Eng.** selaku dosen penguji, terimakasih atas saran yang diberikan selama pengujian untuk memperbaiki penelitian ini menjadi lebih baik lagi.

6. Ibu **Anna Baita, M. Kom.** selaku dosen penguji, terimakasih atas saran yang diberikan selama pengujian untuk memperbaiki penelitian ini menjadi lebih baik lagi.

Penulis menyadari skripsi ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu peneliti berhadap kepada semua pihak dapat menyampaikan kritik dan saran yang membangun untuk menambah meminimalkan kekurangan pada skripsi ini. Namun penulis tetap berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada para penulis lainnya yang melalukan penelitian dengan topik yang sama dan memberikan manfaat kepada siapa saja yang membacanya. Apabila terdapat kesalahan semoga Allah SWT melimpahkan magfirh-Nya. Aamiin ya Rabbal ‘Alamin

Yogyakarta, 29 April 2021



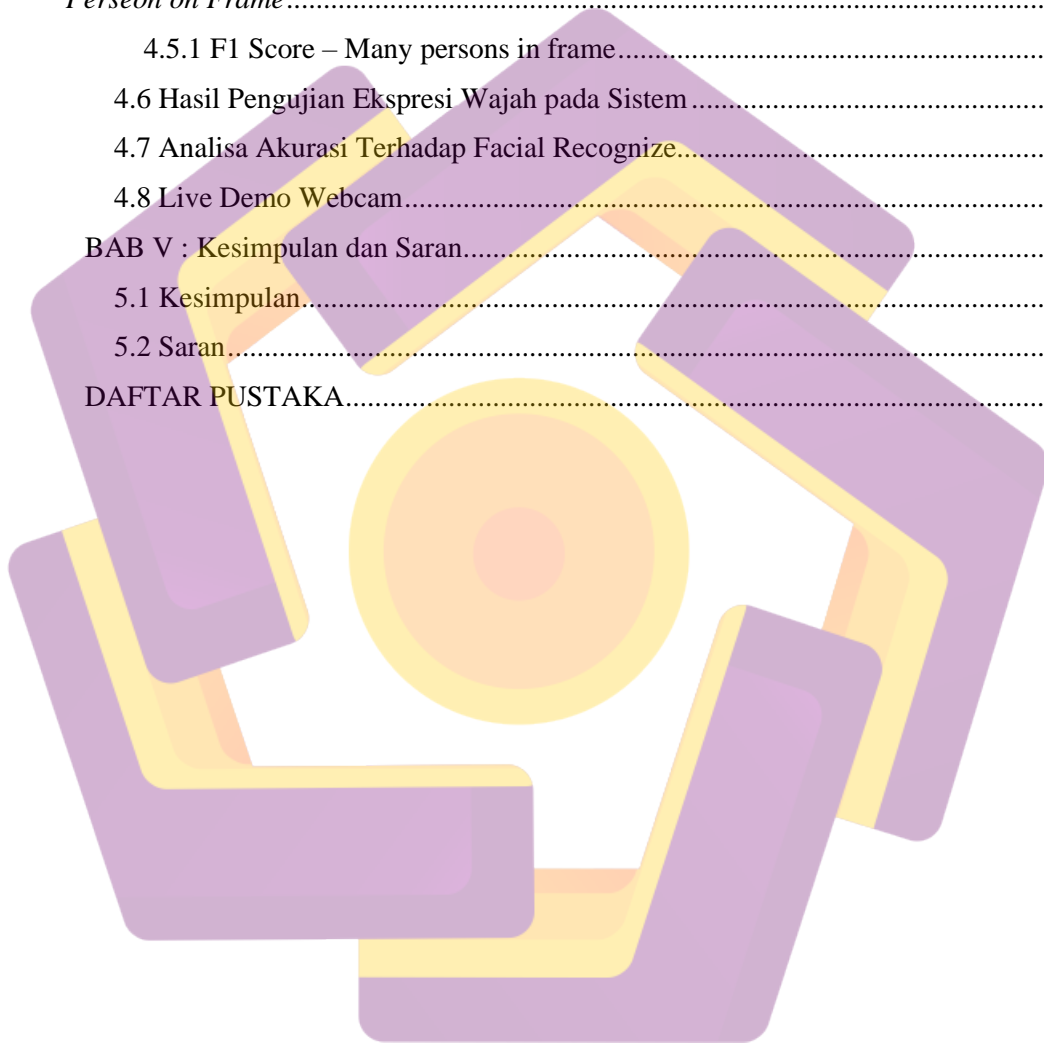
Muhammad Yanuar

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
MOTTO.....	v
PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Metode Penelitian.....	4
1.6.1 Studi Literatur.....	4
1.6.2 Pengujian Sistem	4
1.6.3 Pengumpulan Data	4
1.6.4 Penulisan Hasil Penelitian	5
BAB II : LANDASAN TEORI	6
2.1 Definisi Citra	6
2.1.1 Citra Digital.....	6
2.1.2 Pixel/Piksel (<i>Pictures Element</i>)	7
2.1.3 Bit Depth	8
2.1.4 Resolusi	8
2.1.5 Kecerahan, Kontras, dan Pengaruh Cahaya.....	8
2.2 Penerapan Biometrik	9
2.2.1 Biometrik.....	9
2.2.2 Wajah.....	10
2.2.3 <i>Computer Vision</i>	10

2.2.4	<i>Face Detection (Deteksi Wajah)</i>	11
2.2.5	<i>Facial Expression Recognize (Pendeteksian Ekspresi Wajah)</i>	11
2.3	Representasi AI	12
2.3.1	Artificial Intelligence	12
2.3.2	Machine Learning.....	13
2.3.3	<i>Deep Learning</i>	14
2.3.4	<i>Transfer Learning</i>	15
2.3.5	MobileNetV2.....	18
2.4	<i>Framework Viola-Jones</i>	23
2.4.1	<i>Haar-like Feature</i>	23
2.4.2	<i>Integral Image</i>	24
2.4.3	<i>AdaBoost Machine Learning</i>	27
2.4.4	<i>Cascade Classifier</i>	27
2.5	<i>Python</i>	28
2.5.1	OpenCV.....	29
2.5.2	<i>TensorFlow</i>	29
2.6	<i>Grayscale</i>	30
2.7	<i>Grayscale</i>	31
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN		32
3.1	Tahapan Penelitian	32
3.2	Dataset.....	33
3.3	Preprocessing Data	33
3.4	Pembagian Data.....	35
3.5	Implementasi Algoritma Viola-Jones.....	36
3.6	Metode Analisis Data	36
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1	Persiapan <i>Software</i>	37
4.1.1	<i>Google Colab & OpenCV</i>	37
4.2	Dataset.....	38
4.3	Preprocessing Data	41
4.3.1	Create Class from Faces	41
4.3.2	Resize the Images, Change the Dimension, and Training the Dataset	42
4.3.3	Normalize Dataset	46
4.3.4	Applying Deep Learning – Transfer Learning	47

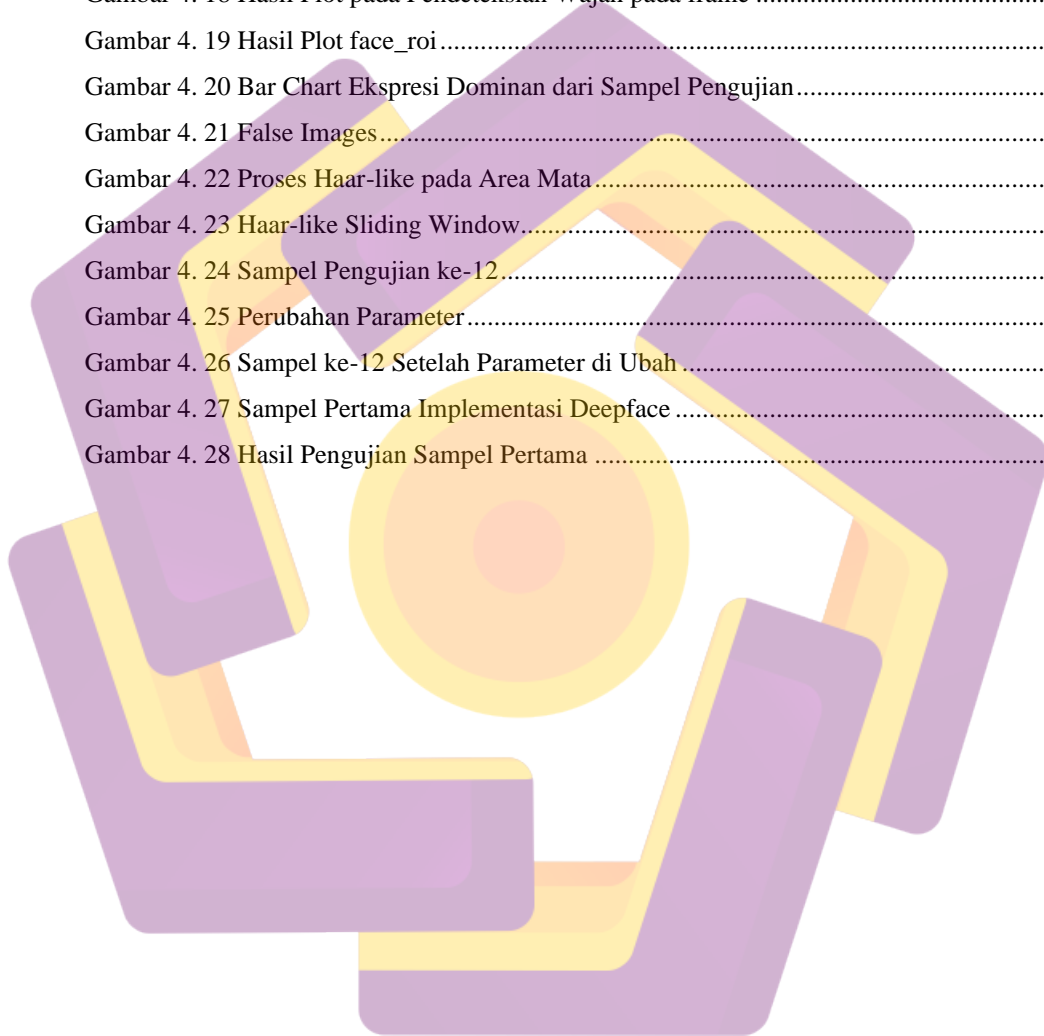
4.3.5 Detect the Faces.....	51
4.3.6 Facial Recognize Testing	56
4.4 Kapabilitas dari Haar-Features Terhadap Proses Pendeteksian Wajah <i>One Person on Frame</i>	57
4.4.1 F1 Score – One Person in Frame.....	65
4.5 Kapabilitas dari <i>Haar-Features</i> Terhadap Proses Pendeteksian Wajah <i>Many Perseon on Frame</i>	67
4.5.1 F1 Score – Many persons in frame.....	70
4.6 Hasil Pengujian Ekspresi Wajah pada Sistem	71
4.7 Analisa Akurasi Terhadap Facial Recognize.....	74
4.8 Live Demo Webcam.....	79
BAB V : Kesimpulan dan Saran.....	81
5.1 Kesimpulan.....	81
5.2 Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA.....	83



DAFTAR GAMBAR

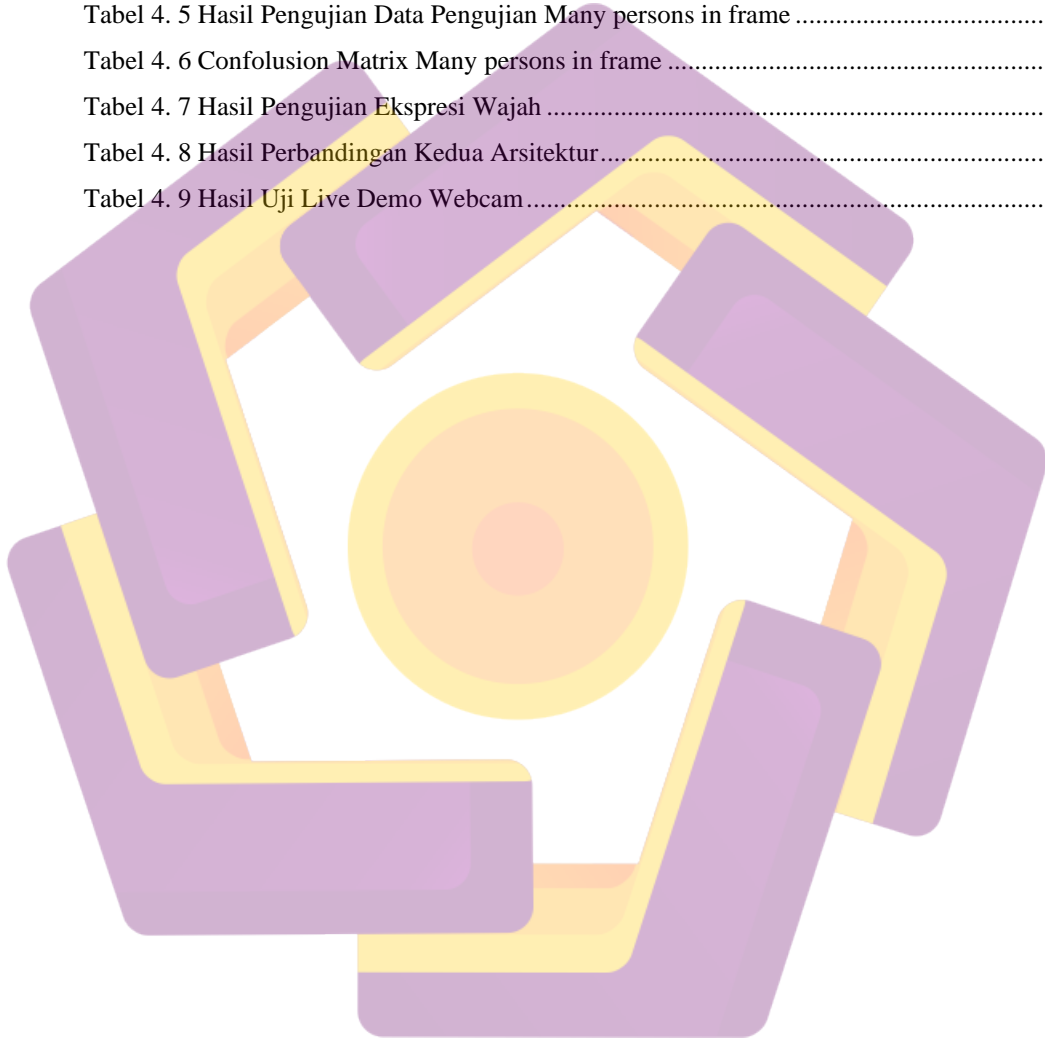
Gambar 2. 1 Citra RGB dengan Pemisahan Warna Dominan.....	6
Gambar 2. 2 Grafik Citra 2 Dimensi	7
Gambar 2. 3 Ilustrasi Deep Learning	14
Gambar 2. 4 ImageNet.....	16
Gambar 2. 5 Layer-layer pada 3 Pre-trained Model Populer	16
Gambar 2. 6 Frezzed Model.....	17
Gambar 2. 7 Tuning Model.....	18
Gambar 2. 8 Aristektur Konvolusi CNN pada Umumnya	19
Gambar 2. 9 Konvolusi Depthwise	19
Gambar 2. 10 Konvolusi pointwise.....	19
Gambar 2. 11 Arsitektur Pre-trained Lainnya.....	20
Gambar 2. 12 Arsitektur MobileNets.....	20
Gambar 2. 13 Shorcut Antar Bottleneck	21
Gambar 2. 14 Plot Latensi dan Akurasi MobileNetV1 vs MobileNetV2 [26]	22
Gambar 2. 15 Plot Akurasi Macam-macam Pre-trained Model [26]	22
Gambar 2. 16 Rectangles Feature pada Haar-like Features	23
Gambar 2. 17 Contoh Penerapan Haar-like Features	24
Gambar 2. 18 Proses Pengubahan Piksel Suatu Citra Digital ke Integral Image	25
Gambar 2. 19 Langkah ke-1 dalam Integral Image.....	25
Gambar 2. 20 Langkah ke-2 dari Integral Image	26
Gambar 2. 21 Langkah Terakhir Integral Image	26
Gambar 2. 22 Threshold Integral Image	26
Gambar 2. 23 Alur Pendeteksian Wajah pada Cascade Classifier	28
Gambar 2. 24 RGB ke Grayscale Image	31
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian.....	32
Gambar 4. 1 Google Add Workspace	37
Gambar 4. 2 Membuat Folder dan Membut Google Collaboratory	38
Gambar 4. 3 Tampilan Utama Google Collaboratory	38
Gambar 4. 4 Kaggle API.....	39
Gambar 4. 5 Laman Download pada Browser	39
Gambar 4. 6 Proses Ploting Line 6 Kode di Atas.....	42
Gambar 4. 7 Citra Digital Berubah ke 224 x 224 Piksel	43
Gambar 4. 8 Dimensi dari X	45
Gambar 4. 9 Dataset Sebelum Normalisasi Data	46
Gambar 4. 10 Dataset Setelah Proses Normalisasi.....	46
Gambar 4. 11 Total Parameter MobileNetV2	47

Gambar 4. 12 Layer Terakhir MobileNetV2.....	48
Gambar 4. 13 Arsitektur Layer-layer Terakhir pada New_Model	49
Gambar 4. 14 Kurva Epoch.....	50
Gambar 4. 15 Sampel Pengujian.....	52
Gambar 4. 16 Setelah Convert	52
Gambar 4. 17 Plot Citra Digital Setelah Proses Grayscale Level	53
Gambar 4. 18 Hasil Plot pada Pendeteksian Wajah pada frame	55
Gambar 4. 19 Hasil Plot face_roi.....	55
Gambar 4. 20 Bar Chart Ekspresi Dominan dari Sampel Pengujian.....	57
Gambar 4. 21 False Images.....	62
Gambar 4. 22 Proses Haar-like pada Area Mata.....	63
Gambar 4. 23 Haar-like Sliding Window.....	63
Gambar 4. 24 Sampel Pengujian ke-12.....	64
Gambar 4. 25 Perubahan Parameter.....	64
Gambar 4. 26 Sampel ke-12 Setelah Parameter di Ubah	65
Gambar 4. 27 Sampel Pertama Implementasi Deepface	75
Gambar 4. 28 Hasil Pengujian Sampel Pertama	76



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Arsitektur MobileNet	20
Tabel 4. 1 Layer pada Model Termodifikasi	48
Tabel 4. 2 Proses Epoch	50
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Data Pengujian One Person in Frame	57
Tabel 4. 4 Confolusion Matrix One Person in Frame	65
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Data Pengujian Many persons in frame	67
Tabel 4. 6 Confolusion Matrix Many persons in frame	70
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Ekspresi Wajah	72
Tabel 4. 8 Hasil Perbandingan Kedua Arsitektur	76
Tabel 4. 9 Hasil Uji Live Demo Webcam	80



INTISARI

Dewasa ini merupakan tahun-tahun yang dimana sedang genjar-genjarnya teknologi biometrik bermunculan dan dikembangkan, teknologi ini bahkan diadaptasi pada fitur unlock screen yang ada pada smartphone, seperti: *fingerprint unlock* dan *face unlock*. Teknologi ini memberikan tingkat keamanan tinggi dan privasi, karena selain sidik jari atau wajah yang terdaftar pada perangkat smartphone, lainnya tidak dapat mengoperasikan smartphone tersebut. Arsitektur dari *face unlock* pada smartphone membuat penulis tertarik untuk melakukan penelitian terhadap bagaimana cara kerja dari proses pendeteksian pada *face detection*.

Pada *framework Viola-Jones*, sehingga tugas akhir ini akan dikembangkan sebuah program terpadu terhadap pendeteksian pada wajah dengan memanfaatkan metode *Haar-like Features* dan *Cascade Classifier* untuk menentukan proses pendeteksian pada wajah secara tepat. Setelah wajah terdeteksi akan dilakukan prediksi dari ekspresi wajah dari citra digital terdeteksi wajah, menggunakan metode *Transfer Learning* pre-trained model MobileNetV2 dengan dataset training berupa citra digital *grayscale* ukuran 48 x 48.

Dalam penelitian ini, penulis melakukan pengujian kapabilitas dari penerapan algoritma *Viola-Jones* khususnya *Haar-like Features* dan *Cascade Classifier* untuk membangun sebuah arsitektur pendeteksian pada wajah terhadap sampel digital *one person in frame* dengan tingkat akurasi 81% dan *many persons in frame* dengan tingkat akurasi 76%. Selanjutnya proses pendeteksian terhadap ekspresi wajah akan dilakukan dengan sampel citra digital *one person in frame* menggunakan arsitektur dari MobileNetV2 untuk proses prediksi terhadap ekspresi wajah.

Kata Kunci: *Face Detection, Viola-Jones, Cascade Classifier, Haar-like Features, Transfer Learning, MobileNetV2*

ABSTRACT

Nowadays, biometric technology is in full swing, emerging and being developed, this technology has even been adapted to the unlock screen features available on smartphones, such as: fingerprint unlock and face unlock. This technology provides a high level of security and privacy, because other than fingerprints or faces registered on a smartphone device, others cannot operate the smartphone. The architecture of face unlocks on smartphones made me interested in researching how the detection process on face detection works.

This final project will develop an integrated program for face detection using Haar-like Features and Cascade Classifier methods to determine the detection process on faces correctly in the Viola-Jones framework. After the face is detected, the prediction will be made from facial expressions from digital images detected by faces, using the Transfer Learning method of the MobileNetV2 trained model with training datasets in the form of a 48 x 48 size grayscale digital image. In this study, the authors tested the capabilities of the application of the Viola-Jones algorithm in particular.

Haar-like Features and Cascade Classifier to build a face detection architecture against a digital one person in frame with an accuracy rate of 81% and many people in a frame with an accuracy rate of 76%. Furthermore, the detection process of facial expressions will be carried out by sampling a digital image of one person in the frame using the architecture from MobileNetV2 to predict facial expressions.

Keyword: Face Detection, Viola-Jones, Cascade Classifier, Haar-like Features, Transfer Learning, MobileNetV2