

SISTEM DETEKSI WAJAH JENIS KUCING DENGAN *IMAGE CLASSIFICATION* MENGGUNAKAN *OPENCV*

Muhammad Ridwan Effendi

Program Studi/Jurusan Sistem Informasi
Univeristas Mohammad Husni Thamrin Jakarta
Jl. Raya Pd. Gede No. 23-25, Jakarta, Indonesia
email : jundi79@gmail.com

Abstrak— Banyaknya ras kucing yang diakui secara jenis klasifikasi diantaranya seperti Anggora, Persia, kucing local dan lain lain. Setiap ras memiliki ciri khusus, maka penentuan ras kucing asli menjadi sulit. Dikarenakan kurangnya informasi tentang membedakan klasifikasi jenis kucing. Maka penulis menganalisa identifikasi dan mengenali jenis kucing Anggora dan Persia melalui bentuk hidung dan wajah dan kaki yang dapat diambil melalui *image* dengan menggunakan *OpenCV* (*Open Source Computer Vision Library*). Metode penelitian berupa pengamatan langsung, pengumpulan data objek, dan studi pustaka (*Library Research*) dengan menggunakan perangkat lunak *Visual Studio* dan *Library OpenCV* dan *Python*. Dalam menggunakan metode *image classification* karena klasifikasi citra

merupakan suatu proses pengelompokan seluruh *pixel* pada suatu citra kedalam kelompok sehingga dapat diinterpretasikan sebagai suatu *property* yang spesifik. Metode *image Classification* menggunakan dua algoritma yaitu *Haarcascade* dan *Viola Jones*. *Haarcascade* yaitu *Haar Classifier* merupakan pengklasifikasian fitur yang digunakan dalam metode *viola jones*. *Viola Jones* merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk mendeteksi objek hal ini dikarenakan *viola jones* memiliki algoritma yang efisien. Hasil analisa riset penulis pada pendeteksian gambar menggunakan *Python* dan untuk menampilkan *image* dengan menggunakan *opencv*.

Kata kunci: Kucing, Opendv, Image Classification, Pengolahan Citra

1. Pendahuluan

Banyaknya ras kucing yaitu sekitar 32 kucing yang diakui secara internasional diantaranya seperti *Anggora* dan *Persia*. Kucing *Anggora* berasal dari angora sebuah kota di Turki. Kota *Angora* sejak tahun 1930 disebut dengan Ankara Kedisi. Jika di lihat kucing *Anggora* mirip dan hampir sama dengan kucing *Persia*, tetapi bila kita perhatikan secara seksama maka akan tampak jelas perbedaannya pada hidung, badan dan bulunya. Kucing *Persia* mempunyai ciri berhidung pesek, berbadan agak membulat dan sekujur badannya berbulu panjang. Sedangkan kucing *Anggora* biasanya berhidung mancung, berbadan agak ramping dan bulunya panjang pada bagian-bagian tertentu saja. Pada pengembangan teknologi pengenalan wajah yaitu dengan menambah tingkat kecepatan dan akurasi dalam pendeteksian wajah. Banyak dari sistem pendeteksian tersebut menggunakan metode *Viola Jones* (viola, 2001) sebagai metode pendeteksi objek. Metode *Viola Jones* dikenal memiliki kecepatan dan keakuratan yang cukup tinggi karena menggabungkan beberapa konsep (*Fitur Haar, Citra Integral, AdaBoost, Cascade Classifier*) menjadi sebuah metode utama untuk mendeteksi objek. Pada penelitian ini akan dijelaskan mengenai cara kerja *Viola Jones*, dalam sistem deteksi wajah jenis kucing dengan memanfaatkan librari *OpenCV* dan

Python. Setelah sistem selesai dibuat, akan dibahas mengenai cara kerja sistem deteksi mulai dari akuisisi citra, pengolahan citra, pengenalan pola, dan analisis citra. Kemudian dilakukan pengujian mengenai karakter wajah yang dapat dideteksi.

1. Image Classification

Citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, pemindai (*scanner*), dan sebagainya, sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam. (Andi, 2016).

Klasifikasi citra merupakan suatu proses pengelompokan seluruh *pixel* pada suatu citra kedalam dalam kelompok sehingga dapat diinterpretasikan sebagai suatu *property* yang spesifik (H.Ren., 2000) Ada dua metode umum dalam mengidentifikasi dan mengklasifikasikan citraan satelit yaitu klasifikasi tak terbimbing dan klasifikasi terbimbing yang berkaitan dengan paendekatan dalam pengenalan pola.

2. Pengolahan Citra Awal

Proses ketika citra non-digital diubah ke citra

digital. Citra digital diperoleh dari hasil digitisasi citra analog. Digitisasi citra melibatkan dua proses, yaitu *sampling* dan kuantisasi. *Sampling* menunjukkan banyaknya *pixel*/blok untuk mendefinisikan suatu gambar. Kuantisasi menunjukkan banyaknya derajat nilai pada setiap *pixel* (menunjukkan jumlah bit pada gambar digital, *black/white* dengan 2 bit, *grayscale* dengan 8 bit, *true color* dengan 24 bit). Pengolahan Citra dilakukan untuk memperbaiki kualitas citra agar mudah untuk diinterpretasi oleh manusia/komputer. Masukannya adalah citra dan keluarannya juga citra, tetapi dengan kualitas lebih baik daripada citra masukan. Operasi pengolahan citra yang berhubungan dalam deteksi wajah: *grayscaleing*, *neighborhood operation*, *thresholding*, *histogram equalization*, *resizing*.

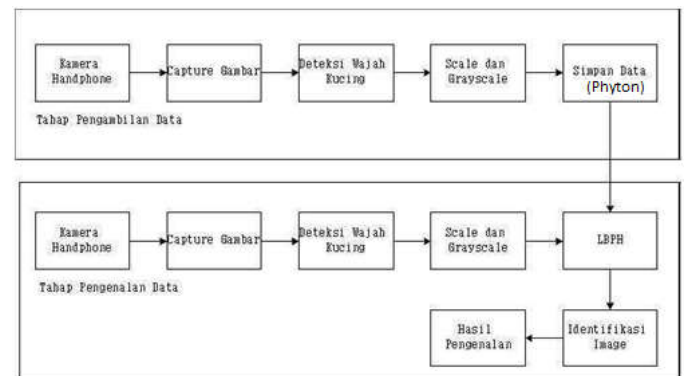
Proses analisis citra, dimulai dari pencitraan, sampai proses terakhir, sehingga didapat sebuah keputusan untuk maksud atau tujuan tertentu. Pada penelitian ini lebih focus bagaimana menentukan wajah jenis kucing di antara *background*.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Viola Jones

3. Algoritma

Analisis algoritma dilakukan untuk dapat mengetahui alur proses dari algoritma yang digunakan dan dapat diterapkan kedalam sistem perangkat lunak. Dalam proses pendeteksian ini menggunakan library dalam *OpenCV*. Pada pendeteksian wajah (*face detection*) kucing pada perangkat lunak ini menggunakan metode *viola-jones* Serta dibantu oleh algoritma *Local Binari Pattern Histograms* (LBPH) untuk pelabelan gambar (*face recognition*). Berikut ini adalah tahap-tahap yang dilakukan untuk mendeteksi ras kucing, yaitu



Gambar 2. Blok Diagram System

Blok diagram *software* untuk melakukan pengenalan dari sistem yang digunakan, dimana jalannya sistem dibagi menjadi 2, yaitu blok penyimpanan data dan blok pengenalan wajah. Jalannya sistem blok diagram adalah sebagai berikut :

1. Pengambilan gambar secara real-time menggunakan kamera *digital* dan kamera pada *handphone*.
2. Proses deteksi kucing menggunakan algoritma *Viola-Jones* dengan *haar cascade*.
3. Proses penskalaan (*scaling*) dan *grayscale*.
4. Proses penyimpanan data gambar kucing berdasarkan ras.
5. Proses pengenalan dengan *Local Binary Pattern Histogram* (LBPH).

Objek wajah dicari menggunakan *Viola Jones* yang mengacu alur seperti pada Gambar 1, dimana citra *grayscale* akan di-*scan* per-sub-window untuk dicari fitur positif dengan *AdaBoost* dan *Cascade Classifier*. Jika wajah terdeteksi, akan dilakukan penggambaran garis persegi pada wajah tersebut. Pendeteksian objek menggolongkan gambar berdasarkan pada nilai dari fitur sederhana. Operasi dasar dari suatu fitur jauh lebih cepat dibandingkan dengan pengolahan *pixel*. Sejumlah Fitur Haar mewakili wilayah persegi pada citra dan menjumlahkan semua piksel pada daerah tersebut. *Viola Jones* mengklasifikasikan citra dari nilai fitur-fitur sederhana dan menggunakan tiga jenis fitur, yaitu fitur persegi, fitur tiga persegi, dan fitur empat persegi. Nilai dari fitur-fitur tersebut adalah selisih antara daerah hitam dan putih.

Di dalam tiap sub-*window image*, jumlah total dari Fitur Haar sangat besar, jauh lebih besar jika dibandingkan dengan jumlah *pixel*. Untuk memastikan pengklasifikasian dapat dilakukan secara cepat, proses pembelajaran harus menghilangkan fitur-fitur mayoritas yang tersedia, dan memusatkan pada sekumpulan kecil fitur yang perlu. *AdaBoost* bertujuan untuk membentuk *template* wajah.

Suatu metode klasifikasi yang menggunakan beberapa tingkatan dalam penyeleksian. Pada tiap tingkatan dilakukan penyeleksian menggunakan algoritma *AdaBoost* yang telah di-*training* dengan menggunakan Fitur Haar. Penyeleksian berguna untuk memisahkan antara sub-*window* yang mengandung positif objek (gambar yang terdeteksi memiliki objek yang diinginkan) dengan negatif objek (gambar yang terdeteksi tidak memiliki objek yang diinginkan).

Haar Cascade

Setelah *training data* telah dilakukan, selanjutnya memanggil algoritma *Haar Cascade* dalam program. Pelacakan wajah pada penelitian ini dikhususkan untuk pelacakan wajah dengan posisi lurus ke depan terhadap kamera (*frontal face*). Dan berikut ini contoh dan proses-proses yang terjadi dalam metode *haar cascade*.

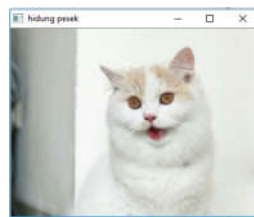
Contoh Metode *Haar Cascade* yaitu :

1. Deteksi wajah
2. Deteksi tepi dan lain lainnya

Local Binari Pattern Histograms (LBPH)

Local Binary Pattern Histogram (LBPH) adalah fitur untuk mengklasifikasi yang dikombinasikan dengan *histogram* dan merupakan teknik baru dari metode LBP untuk mengubah performa hasil pengenalan wajah. LBPH pada umumnya didesain untuk pengenalan tekstur. LBPH adalah metode yang paling cocok untuk dilakukan pengenalan citra wajah untuk diimplementasikan pada perangkat bergerak android karena menggunakan penghitungan yang sederhana mengingat *resource* android yang terbatas (Wijaya, 2014).

Pada pengenalan wajah ini digunakan algoritma *Local Binari Pattern Histograms* (LBPH). *Local Binary Pattern Histogram* (LBPH) adalah teknik baru dari metode LBPH untuk mengubah performa hasil pengenalan wajah. LBPH adalah metode yang paling cocok untuk dilakukan pengenalan citra wajah. Mekanismenya adalah pertama-tama membagi daerah gambar menjadi 8x8.



GAMBAR 3 CAPTURE

Grayscale

Grayscale yaitu mengubah citra RGB menjadi citra keabuan yang digunakan untuk menyederhanakan model

citra, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses selanjutnya berjalan lebih cepat. Hal ini bisa dilakukan karena perhitungan yang terjadi hanya dilakukan pada satu layer saja, yaitu layer derajat keabuan. Pada umumnya warna yang dipakai warna hitam sebagai warna minimal (0) dan warna putih (255) sebagai warna maksimalnya, sehingga warna antaranya adalah abu-abu, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

0	1	2	...	128	...
---	---	---	-----	-----	-----

GAMBAR 4 PALLETE SKALA GRAYSCALE

Derajat keabuan sendiri sebenarnya memiliki beberapa nilai, tidak hanya skala 0 sampai 255. Hal ini tergantung pada nilai kedalaman pixel yang dimiliki oleh citra. Misalnya dalam gambar kucing yang telah dicapture mempunyai nilai warna Red, Green dan Blue seperti pada Tabel 1.

x/y		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	R	210	215	209	220	220	207	203	192	208	209
	G	200	190	175	185	191	161	155	129	173	163
	B	175	136	104	121	135	84	79	52	115	88
1	R	212	221	228	222	216	214	207	209	193	193
	G	185	192	202	196	189	173	171	173	130	143
	B	132	136	145	145	142	107	113	123	61	72
9	R	212	221	228	222	216	214	207	209	193	193
	G	185	192	202	196	189	173	171	173	130	143
	B	132	136	145	145	142	107	113	123	61	72

TABEL 1 NILAI GAMBAR WARNA CAPTURE

Menurut (Munir R. , 2010, p. 194) Untuk mendapatkan citra grayscale, kita bisa menggunakan rumus dibawah ini :

$$s = \frac{r+g+b}{3} \dots\dots\dots$$

Dimana **r, g, b** = nilai Red, Green, dan Blue
s = nilai grayscale menjadi

x/y	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	195	180	163	175	182	151	146	124	165	153
1	176	183	192	188	182	165	164	168	128	136
.										
.										
.										
9	176	183	192	188	182	165	164	168	128	136

TABEL 2 NILAI GRAYSCALE HASIL PERHITUNGAN

Scalling

Scaling atau penskalaan citra merupakan suatu proses pengubahan ukuran citra baik itu memperkecil maupun memperbesar ukuran citra. dalam hal ini memperbesar dan memperkecil gambar, biasanya ukuran untuk proses pendeksian wajah yang efektif menggunakan pixel 20x20. Misalkan gambar yang telah dicapture mempunyai nilai value :

x/y	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	195	180	163	175	182	151	146	124	124	124
1	176	183	192	188	182	165	164	168	168	168
.										
.										
.										
9	176	183	192	188	182	165	164	168	168	168

TABEL 3 NILAI DATA GAMBAR

Dikarenakan gambar berukuran 10x10 maka gambar harus diskala sehingga menjadi 20x20. Untuk mendapatkan scaling atau penskalaan citra dapat menggunakan rumus seperti di bawah ini:

$$x' = s_x \cdot x$$

$$y' = s_y \cdot y$$

s_x dan s_y adalah faktor skala masing-masing dalam arah x dan arah y. Maka $s_x = 2$ dan $s_y = 2$.

195	180
176	183



Karena ukuran gambar diperbesar maka nilai dua petak tetanggannya mempunyai nilai yang sama sehingga menghasilkan :

x/y	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	195	195	180	180	163	163	175	175	182	182	151	151	146	146	124	124	165	165	153	153
1	195	195	180	180	163	163	175	175	182	182	151	151	146	146	124	124	165	165	153	153
2	176	176	183	183	192	192	188	188	182	182	165	165	164	164	168	168	128	128	136	136
3	176	176	183	183	192	192	188	188	182	182	165	165	164	164	168	168	128	128	136	136

TABEL 4 NILAI SCALE HASIL PERHITUNGAN

OpenCV dan Python

Open Computer Vision (OpenCV) sendiri merupakan library open source yang tujuannya dikhususkan untuk melakukan pengolahan citra. Maksudnya adalah agar komputer mempunyai kemampuan yang mirip dengan cara pengolahan visual pada manusia. OpenCV telah menyediakan banyak algoritma visi komputer dasar. OpenCV juga

menyediakan modul pendeteksi objek yang menggunakan algoritma Viola Jones.

Python adalah salah satu bahasa pemrograman tingkat tinggi yang bersifat interpreter, interactive, object-oriented, dan dapat beroperasi hampir di semua platform: Mac, Linux, dan Windows. Python termasuk bahasa pemrograman yang mudah dipelajari karena sintaks yang jelas, dapat dikombinasikan dengan penggunaan modul- modul siap pakai, dan struktur data tingkat tinggi yang efisien (Kadir, 2005).

Distribusi Python dilengkapi dengan suatu fasilitas seperti shell di Linux. Lokasi penginstalan Python biasa terletak di "/usr/bin/Python", dan bisa berbeda. Menjalankan Python, cukup dengan mengetikkan "Python", tunggu sebentar lalu muncul tampilan ">>>", berarti Python telah siap menerima perintah. Ada juga tanda "..." yang berarti baris berikutnya dalam suatu blok prompt '>>>'. Text editor digunakan untuk modus skrip.

Untuk membangun penelitian ini digunakan wxPython yang merupakan toolkit GUI untuk bahasa pemrograman Python. wxPython memungkinkan programmer Python untuk membuat aplikasi dengan pondasi kuat, grafis antarmuka dengan pengguna yang sangat fungsional, sederhana, dan mudah. wxPython diimplementasikan sebagai modul ekstensi oleh Python wxPython wxWidget GUI library dalam bahasa C++. Selain itu, digunakan pula Boa Constructor yang merupakan Integrated Development Environment (IDE) untuk Python dan wxPython GUI Builder yang cross-platform. Boa Constructor mampu membuat, memanipulasi frame secara visual (tanpa skrip), dan ada banyak object inspector seperti: browser objek, himari warisan, debugger yang canggih, dan bantuan yang sudah terintegrasi.

195	195
195	195

(kode asli). membungkus sebagai salah satu populer yang ditulis dalam bahasa C++. Selain itu, digunakan pula Boa Constructor yang merupakan Integrated Development Environment (IDE) untuk Python dan wxPython GUI Builder yang cross-platform. Boa Constructor mampu membuat, memanipulasi frame secara visual (tanpa skrip), dan ada banyak object inspector seperti: browser objek, himari warisan, debugger yang canggih, dan bantuan yang sudah terintegrasi.

Metode Penelitian

Suatu prosedur penelitian dibutuhkan agar pekerjaan dapat dilaksanakan secara berurutan dan berkelanjutan tanpa harus mengganggu jenis pekerjaan lainnya. Persiapan meliputi segala sesuatu yang berhubungan dengan proses perancangan, yakni: mempelajari dan memahami cara Viola Jones bekerja, perancangan untuk algoritma dan flowchart, pembuatan sistem, kemudian menganalisis sistem.


Sistem yang akan dibuat mengacu diagram alir pada Gambar 3 dimana sistem setelah dijalankan untuk mengakuisisi citra, lalu dilakukan pengolahan citra: grayscaling, resizing, equalization. Wajah dicari menggunakan Viola Jones. Jika wajah terdeteksi, akan dilakukan penggambaran garis persegi pada wajah tersebut.




Gambar 4.
Diagram Alir
Sistem Deteksi
Wajah

Hasil dan Pembahasan

Untuk pendeteksian ras kucing dalam penelitian ini menggunakan gambar data ras kucing memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

N O	GAMBAR	CIRI-CIRI
1.		Anggora 1. Bentuk kepala : kecil, lembut, dan datar 2. Telinga : besar, lebar, runcing 3. Mata : besar, seperti walnut dengan warna mata biru atau kuning

		4. Dagu : tegak lurus dengan hidung 5. Hidung : mancung 6. Leher : ramping dan anggun 7. Badan : panjang dan ramping 8. Kaki : panjang dan bulat 9. Ekor : panjang dengan ujung menyempit 10. Bulu : panjang
2.		Persia 1. Bentuk kepala : bulat dan lebar. 2. Telinga : kecil dan bulat 3. Mata : besar, bulat 4. Dagu : pas ke wajah 5. Hidung : pesek 6. Leher : pendek, tebal, berotot 7. Badan : pendek dan bulat

		8. Kaki : besar dan bulat
		9. Ekor : pendek dan lurus
		10. Bulu : panjang

TABEL DATA GAMBAR KUCING



Gambar Hasil 1 muka depan angora

Analisis

Data gambar objek menjadi ke beberapa *extension* gambar seperti jpg, png, tif, bmp, yang dimasukkan ke *opencv*.

Tabel Tabel Anggora

No.	Variasi gambar	Keterangan
1	Hidung depan	Anggora
2	Hidung samping kiri	Anggora
3	Hidung samping kanan	Anggora
4	Bentuk wajah depan	Anggora
5	Bentuk wajah samping kiri	Anggora
6	Bentuk wajah samping kanan	Anggora
7	Kaki depan	Anggora
8	Kaki samping kiri	Anggora
9	Kaki samping kanan	Anggora

```
import cv2

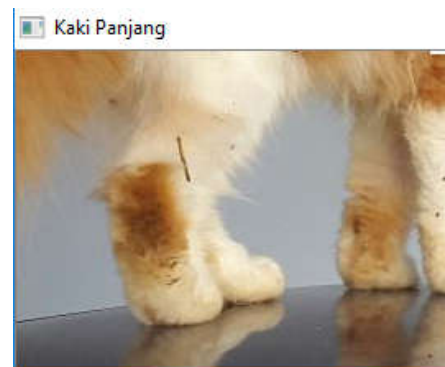
image = cv2.imread('agrmukahidung.png')
cv2.imshow('muka kecil', image)

cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()
```

Gambar Algoritma hasil muka depan angora

Tabel Tabel Persia

No.	Variasi gambar	Keterangan
1	Hidung depan	Persia
2	Hidung samping kiri	Persia
3	Hidung samping kanan	Persia
4	Bentuk wajah depan	Persia
5	Bentuk wajah samping kiri	Persia
6	Bentuk wajah samping kanan	Persia
7	Kaki depan	Persia
8	Kaki samping kiri	Persia
9	Kaki samping kanan	Persia



Gambar Hasil 2 kaki kanan Anggora

```
import cv2

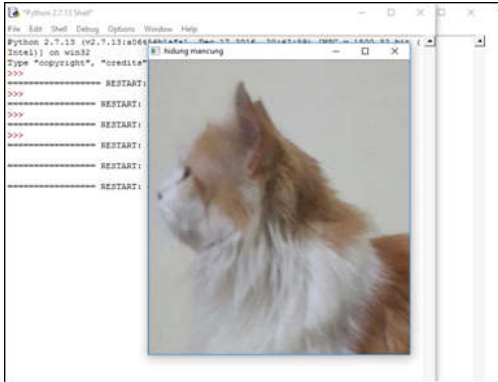
image = cv2.imread('agrkaki')
cv2.imshow('Kaki Panjang', image)

cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()
```

Hasil

Dari 2 algoritma yang peneliti menggunakan metode *viola jones* karena lebih sangat efisien untuk menampilkan gambar sesuai ciri ciri klasifikasi.

Gambar Algoritma Hasil Kaki Kanan Anggora



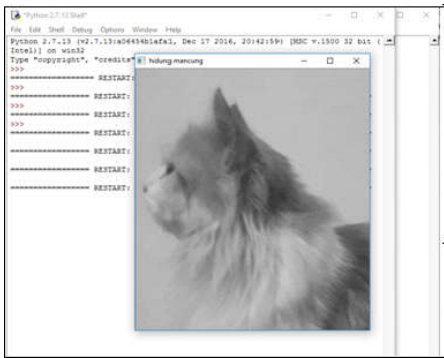
Gambar Hasil 3 Hidung kiri Anggora

```
import cv2

image = cv2.imread('agrmukahidungkiri.png')
cv2.imshow('hidung mancung', image)

cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()
```

Gambar Algoritma Hidung Kiri Anggora



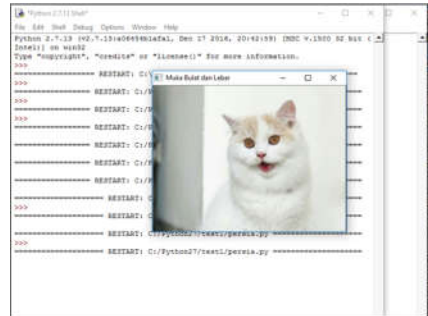
Gambar Hasil Grayscale Anggora

```
import cv2

image = cv2.imread('agrmukahidungkiri.png', cv2.IMREAD_GRAYSCALE)
cv2.imshow('hidung mancung', image)

cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()
```

Gambar Algoritma Hasil Grayscale Anggora



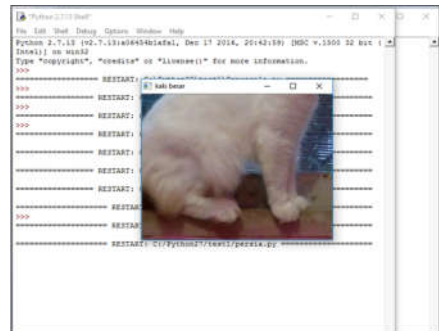
Gambar Hasil 1 muka depan Persia

```
import cv2

image = cv2.imread('mukadepan.png')
cv2.imshow('Muka Bulat dan Lebar', image)

cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()
```

Gambar Algoritma Hasil Muka Depan Persia



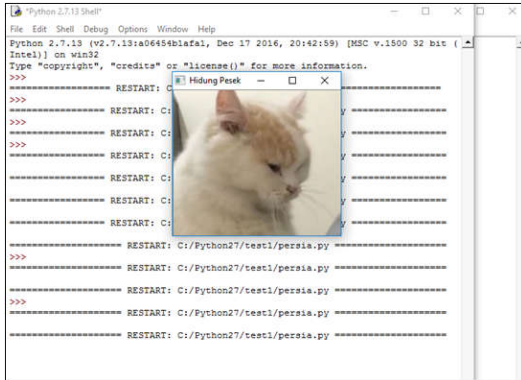
Gambar Hasil 2 Kaki kanan Persia

```
import cv2

image = cv2.imread('persiakakikanan.png')
cv2.imshow('kaki besar', image)

cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()
```

Gambar Algoritma Hasil Kaki kanan Persia



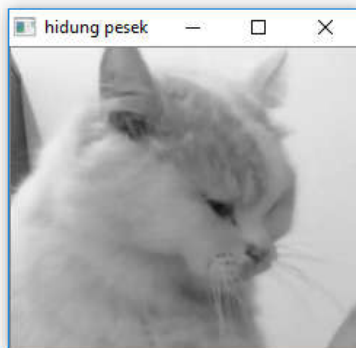
Gambar Hasil 3 Hidung kanan Persia

```
import cv2

image = cv2.imread('persiamukahidungkanan.png')
cv2.imshow('Hidung Pesek', image)

cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()
```

Gambar Algoritma Hasil Hidung Kanan Persia



Gambar Hasil Grayscale Persia

```
import cv2

image = cv2.imread('persiamukahidungkanan.png', cv2.IMREAD_GRAYSCALE)
cv2.imshow('hidung pesek', image)

cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()
```

Gambar Algoritma Hasil Grayscale Persia

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisis dan pengujian maka di dapatkan bahwa :

1. Metode *Viola-Jones* dan *HaarCascade* dapat diimplementasikan dalam pendeteksian mengenali bentuk wajah jenis kucing Anggora dan persia.
2. Untuk menerapkan *image* sebagai objek penulis *capture* gambar yang ingin di olah di *OpenCV* lalu gambar akan dibandingkan di *dataset* dengan LBPH jika ada yang mendekati maka akan menampilkan hasil gambar deteksi.
3. Sistem dapat mendeteksi adanya beberapa bentuk wajah kucing dalam suatu citra.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi. (2016). *Pengolahan Citra Digital : Konsep dan Teori.* (F. A. Hermawat, Ed.) *Aplikasi Pengolahan Citra Digital Meat Detection dengan Metode segmentasi k-mean berbasis opencv .*
- Budi, P. (2011). *Adobe Photoshop CS.* Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Cornelis, R. C. (2012). *Python as a Federation Tool for GENESIS 3.0.* London
- H.Ren., C.-I. C. (2000). *An Experiment-Based Quantitative and Comparative Analysis of Target Detection and Image Classification Algorithms for Hyperspectral Imagery.* on Geosciene and Remote Sensing: IEEE Trans.
- Kristanto, A. (2013). *Perancangan Sistem Informasi dan Aplikasi.* Yogyakarta: Gava Media.
- Marakas, O. d. (2009). *Pengertian Sistem.* Bandung: Informatika.
- Munir, R. (2010). *"Warna," dalam Pengolahan Citra Digital.* Bandung.
- Munir, R. (2011). *Algoritma dan Pemrograman* (rev. ed.). Bandung: Informatika.
- Mustakini. (2013). *Definisi Sistem Informasi.* Jakarta: Pengolahan Sistem informasi.
- Prasojo, M. (2011). *Pengertian Sistem informasi.* Surabaya: Jelajah Informasi.
- Rezaei, M. (2013). *Creating a Cascade of Haar-Like Classifiers: Step by Step. Aplikasi Pendeteksian Ras kucing dengan mendeteksi wajah kucing dengan metode viola jones .*

- Santoso. (2010). *Open Source*. Jogja: Open Source Software.
- Sawyer, W. d. (2014). *Definisi sistem Informasi*. IEE Trans: IEE Trans.
- Sutabri. (2012). *Analisa Sistem Informasi*. Malang: Media Komputindo.
- Team, O. D. (2013). *About OpenCV*. Retrieved April 5, 2013, from Open CV: www.opencv.org/about.html
- Wahyudi, E. (2011). *Perbandingan Unjuk Kerja Pengenalan Wajah Berbasis Fitur Local Binary Pattern dengan Algoritma PCA dan Chi Square*. . Surabaya.
- Wijaya, S. A. (2014). *Perbandingan Metode Pengenalan Wajah Secara Real Time*. malang.
- Yakub, M. D. (2012). *Data Informasi dalam ilmu komputer*. Bandung: Jelajah Informasi.