

**PERANCANGAN PINTU PINTAR UNTUK DETEKSI WAJAH NYATA BERBASIS
PENGOLAHAN CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN DETEKSI GERAK FISIOLOGIS
DESIGN OF SMARTDOOR FOR LIVE FACE DETECTION BASED ON IMAGE PROCESSING
USING PHYSIOLOGICAL MOTION DETECTION**

Rizky Naufal Perdana¹, Budhi Irawan², Casi Setianingsih³

^{1,2,3}Prodi S1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹rmaufalperdana@student.telkomuniversity.ac.id, ²budhiirawan@telkomuniversity.ac.id,

³setiacasi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pada era modern teknologi pengolahan citra berkembang sangat pesat untuk membantu dan memudahkan pekerjaan manusia. Wajah manusia dapat digunakan dalam pengolahan citra sebagai kunci keamanan karena setiap orang memiliki karakteristik wajah yang berbeda-beda, walaupun sebagian orang memiliki beberapa karakteristik yang sama. Salah satu tujuan image processing dapat mempelajari bagaimana mengolah citra untuk melakukan deteksi objek. Proyek akhir ini memiliki tujuan yaitu mengimplementasikan deteksi wajah nyata berbasis pengolahan citra pada rancangan pintu pintar. Sistem deteksi gerak fisiologis dapat mengenali perbedaan wajah nyata dan tiruan foto berdasarkan gerak reflek wajah pada bagian mata dan mulut. Metode yang digunakan untuk deteksi wajah yaitu *Histogram Oriented Gradient* dan *Haar-Cascade*, deteksi gerak reflek wajah menggunakan *Support Vector Machine*. Hasil akhir dari proyek akhir ini menyimpulkan bahwa sistem pintu pintar dengan deteksi gerak fisiologis yang telah dirancang berhasil melakukan deteksi wajah nyata tingkat rata-rata akurasi adalah 93,5% dan wajah tiruan foto memiliki rata-rata 90,7% berdasarkan deteksi gerakan reflek mata dan mulut.

Kata kunci : *image processing, face detection, raspberry pi*

Abstract

In this modern era, technology of image processing has been developed to help human solve many problem. A face of human can be used in image processing as a security key because every human face have a unique characteristic, although there are some aspect that can be a same match. One of the purpose in image processing is that there is a way to detect specific object. This final project is implement live face detection based on image processing on a prototype of smart-door system. Physiological live face detection will recognize between a live face and photo based on face reflect movement of eyes and mouth. Methods of face detection using *Histogram Oriented Gradient* and *Haar-Cascade*, motion detection of face reflect movement using *Support Vector Machine*. The result of this final project smart-door system with live face detection using physiological motion that we can conclude, the average accuracy for live face detection is 93,5 % and fake photo 90,7% based on reflect movement of eyes and mouth.

Keywords: *image processing, face detection, raspberry pi*

1. Pendahuluan

Pada era ini semua teknologi bekerja secara otomatis untuk membantu dan memudahkan pekerjaan manusia dalam hal apapun, salah satunya di bidang teknologi. Selain itu juga dibutuhkan tingkat keamanan yang tinggi, maka dari itu dibutuhkan sistem keamanan yang dapat mengurangi tindak kriminalitas.

Dengan menerapkan perkembangan teknologi pengolahan citra yang menggunakan sistem biometrik pada pintu pintar akan lebih baik jika dibandingkan dengan pintu konvensional ketika ingin masuk ruangan, karena pintu pintar dapat terbuka secara otomatis dengan mengenali citra wajah. Dalam sistem ini dibuat pengolahan citra dengan deteksi gerak fisiologis wajah yang dapat membedakan antara wajah asli atau tiruan seperti foto.

Pada Perancangan Pintu Pintar Untuk Deteksi Wajah Nyata Berbasis Pengolahan Citra Digital Menggunakan Deteksi Gerak Fisiologis, menjadi solusi dari permasalahan untuk sistem pintu pintar yang dapat digunakan untuk keamanan ruangan. Sistem ini bekerja dengan cara mendeteksi gerakan fisiologis untuk mengenali wajah nyata pengguna sebagai wajah asli dan bukan tiruan ketika ingin membuka pintu pintar.

2. Dasar Teori

2.1. Viola-Jones

Metode *viola-jones* merupakan algoritma pendeteksi objek yang terdapat dalam *OpenCV*, *Open Source Computer Vision* sendiri merupakan sebuah *software library* bebas (*open source*) yang digunakan untuk operasi *computer vision* dan *machine learning*[9]. Viola-Jones merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk mendeteksi objek hal ini dikarenakan metode *viola-jones* memiliki algoritma yang efisien, sehingga tidak memerlukan waktu lama dalam melakukan proses pendeteksian objek. Proses pendeteksian objek dilakukan dengan mengklasifikasikan sebuah image setelah sebelumnya sebuah pengklasifikasi dibentuk dari *data training*. Terdapat empat tahap pengolahan data diantaranya fitur, *integral image*, *Adaptive Boosting* dan *Classifier of Cascade*. Deteksi menggunakan algoritma Viola-jones bisa mengenali objek yang solid [6]

2.1.1. Cascade of Classifier

Kombinasi Cascade of Classifier merupakan pengklasifikasian dalam sebuah struktur cascade atau Cascade of Classifier, kecepatan dari proses pendeteksian dapat meningkat, yaitu dengan cara memusatkan perhatian pada daerah-daerah dalam image yang berpeluang saja. Hal ini dilakukan untuk menentukan di mana letak objek yang dicari pada suatu Citra. Karakteristik dari algoritma Viola-jones adalah adanya klasifikasi bertingkat. Klasifikasi pada algoritma ini terdiri dari tiga tingkatan di mana tiap tingkatan mengeluarkan subimage yang diyakini bukan objek. Hal ini dilakukan karena lebih mudah untuk menilai subimage tersebut bukan objek yang ingin dideteksi ketimbang menilai apakah subimage tersebut merupakan objek yang ingin dideteksi. Struktur cascade mencerminkan fakta bahwa dalam setiap gambar tunggal, mayoritas dari sub-window negatif. Dengan demikian, cascade berguna untuk menolak negatif sebanyak mungkin dan secepat mungkin di level yang memungkinkan. Sementara contoh positif akan memicu evaluasi setiap classifier pada cascade (Viola & Jones, 2001). Sama seperti pohon keputusan, pengklasifikasian selanjutnya dilatih menggunakan contoh-contoh yang melewati semua tahap sebelumnya. Akibatnya, classifier kedua menghadapi tugas yang lebih sulit dari yang pertama, dan begitu selanjutnya, classifiers yang lebih dalam memiliki korespondensi terhadap tingkat positif salah yang lebih tinggi. Untuk itu dibutuhkan suatu rumus untuk menghitung tingkat positif yang salah dari suatu cascade classifier, menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Viola & Jones [8].

2.2. Histogram of Oriented Gradient

Histogram Of Oriented Gradients ini digunakan untuk mengekstraksi fitur pada obyek gambar dengan menggunakan obyek manusia. Berdasarkan langkahnya, proses awal pada metode HOG adalah mengkonversi citra RGB (Red, Green, Blue) menjadi grayscale, yang kemudian dilanjutkan dengan menghitung nilai gradien setiap piksel. Setelah mendapatkan nilai gradien, maka proses selanjutnya yaitu menentukan jumlah bin orientasi yang akan digunakan dalam pembuatan histogram. Proses ini disebut *spatial orientation binning*. Namun sebelumnya pada proses gradient compute gambar pelatihan dibagi menjadi beberapa cell dan dikelompokkan menjadi ukuran lebih besar yang dinamakan block. Sedangkan pada proses normalisasi block digunakan perhitungan geometri HOG. Proses ini dilakukan karena terdapat block yang saling tumpang tindih. Berbeda dengan proses pembuatan histogram citra yang menggunakan nilai – nilai intensitas piksel dari suatu citra atau bagian tertentu dari citra untuk pembuatan histogramnya. Citra berwarna yang memiliki tiga komponen utama yaitu merah, hijau dan biru (RGB). Masing-masing komponen pada citra true colour mempunyai nilai dengan 256 kemungkinan nilai. Nilai tersebut dimulai dari nol untuk warna hitam dan 255 untuk warna putih. Konversi Citra true colour ke Grayscale mengubah nilai piksel dari *Red, Green, Blue* menjadi satu nilai yaitu keabuan [3]. Objek yang dapat dideteksi dapat tidak terbatas pada manusia atau benda mati tapi juga dapat mendeteksi hewan [2].

2.3 Support Vector Machine

Suatu teknik untuk melakukan prediksi, baik dalam kasus klasifikasi maupun regresi. SVM berada dalam satu kelas dengan *Artificial Neural Network* (ANN) dalam hal fungsi dan kondisi permasalahan yang bisa diselesaikan. Keduanya masuk dalam kelas *supervised learning*.

2.4 dlib dan Facial Landmark

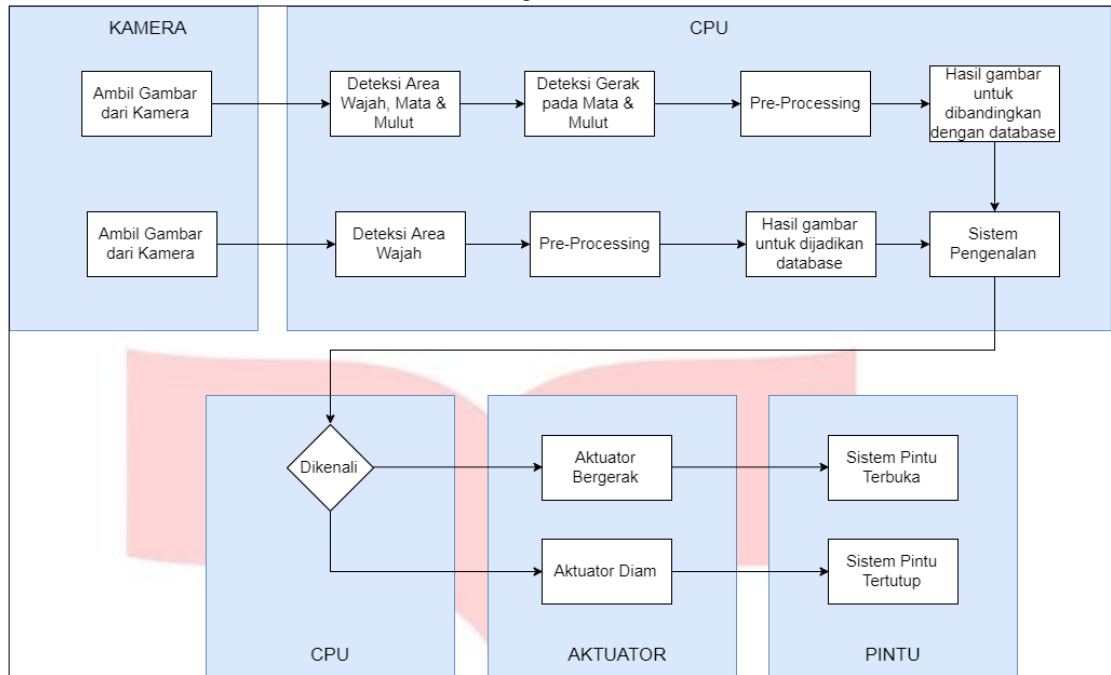
dlib adalah sebuah library *cross-platform* yang dibuat dalam bahasa C++ yang memuat algoritma pembelajaran mesin seperti *Facial Landmark Detector*. *Facial Landmark Detector* adalah algoritma yang telah dibuat untuk deteksi bagian-bagian wajah dalam waktu mili-detik dan mencapai akurasi yang tinggi[7]. Facial Landmark yang digunakan adalah anotasi 68 Titik pada dataset iBUG 300-W[11]

2.4 Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah modul *micro-computer* yang juga mempunyai input/output digital port seperti pada board *microcontroller*. Raspberry Pi awalnya dibuat untuk keperluan edukasi dikarenakan harga yang terjangkau murah.

3. Pembahasan
3.1. Deskripsi Sistem

Gambar 3.1 Diagram Umum Sistem

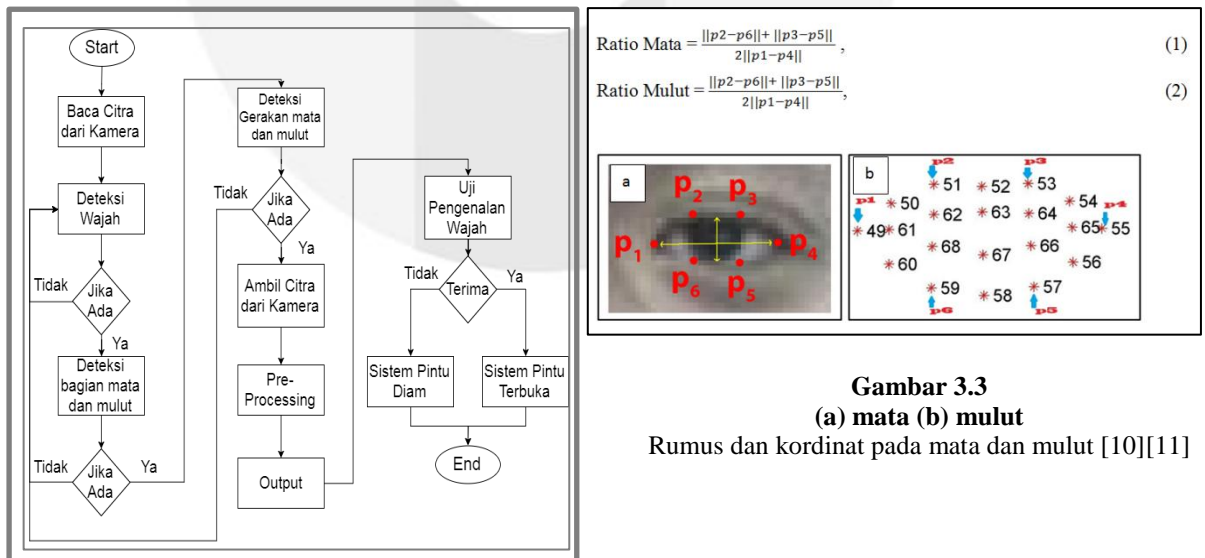


Sistem terbagi menjadi dua, yaitu sistem deteksi wajah nyata dan sistem pintu pintar. Gambaran umum sistem pintu pintar pada ruang kerja berbasis pengenalan wajah nyata secara umum terbagi menjadi beberapa komponen utama yaitu kamera, *Raspberry Pi* (*Central Processing Unit*) dan desain pintu dengan penggerak motor DC. Semua komponen tersebut saling terhubung dan saling terintegrasi

3.2. Perancangan Sistem

3.2.1. Perancangan Perangkat Lunak.

Proses pengujian deteksi wajah nyata merupakan sebuah proses untuk menentukan apakah objek yang dideteksi merupakan sebuah objek wajah nyata atau tiruan. Citra wajah nyata dan wajah tiruan gambar hampir memiliki nilai yang sama[4]. Jenis Kamera yang dipakai juga memiliki pengaruh dalam perbedaan nyata dan palsu[5]. Karena itu daerah mata bisa dijadikan aspek terjadinya gerakan pada wajah untuk membedakan asli dan palsu[1]. Terjadinya deteksi wajah nyata terjadi apabila nilai keluaran dari pengujian memenuhi kisaran nilai target yang sudah ditentukan menggunakan rumus SVM Linear menggunakan facial landmark [10][11].



Gambar 3.2 Diagram Alir Sistem

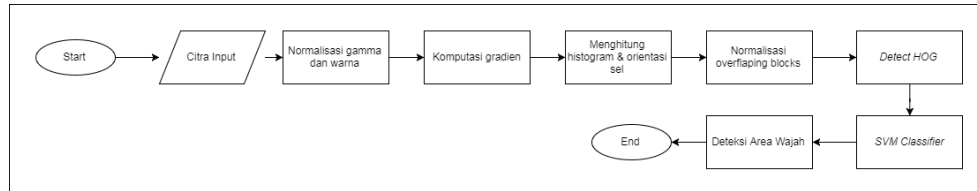
Gambar 3.3

(a) mata (b) mulut

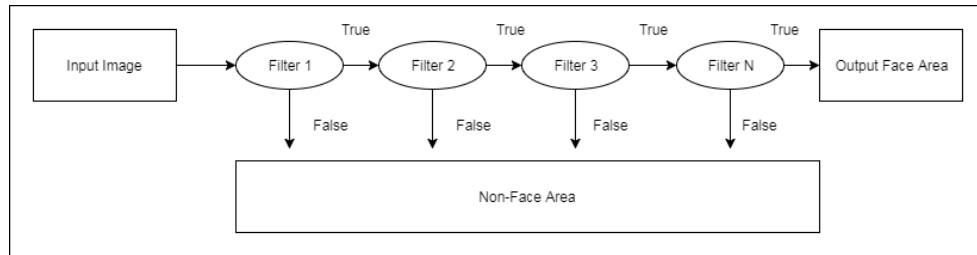
Rumus dan kordinat pada mata dan mulut [10][11]

3.2.2. Diagram alir deteksi wajah dan gerak

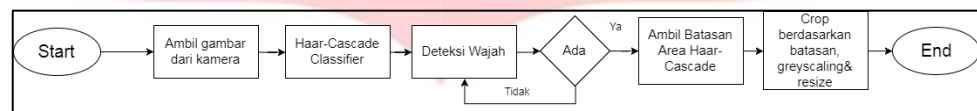
Berikut adalah diagram alir dari deteksi area wajah menggunakan Histogram untuk deteksi gerak dan deteksi wajah Haar-Cascade untuk pre-processing.



Gambar 3.4 Histogram oriented gradient[3]

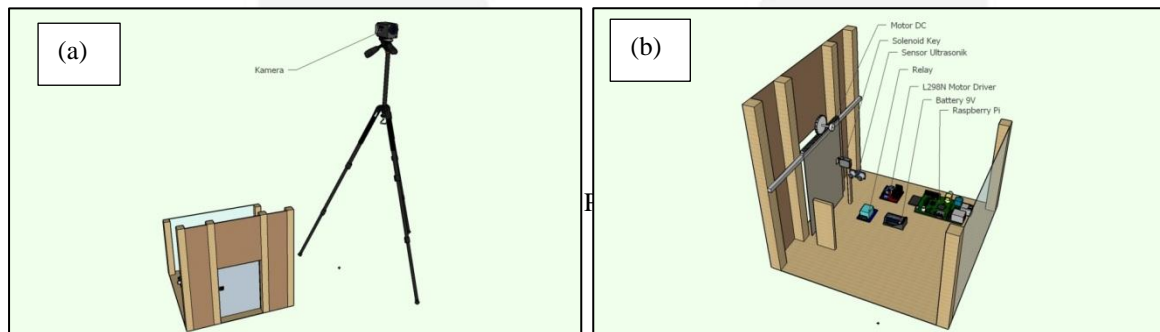


Gambar 3.5 Cascade Classifier [8]



Gambar 3.6 Pre-Processing

3.3. Implementasi Sistem



Gambar 3.7 Sistem dari sisi hardware

(a) Gambar tampak dari bagian depan dengan kamera

(b) Gambar bagian dalam tampak dari samping

4. Pengujian dan Analisis

Tabel 4.1 Keterangan subjek

No.	Subjek	Jenis Kelamin	Usia (tahun)	Tinggi (cm)
1		Laki-laki	22	175
2		Laki-laki	21	163

3		Laki-laki	23	167
4		Perempuan	21	150
5		Perempuan	22	164

Tabel 4.2 Keterangan Print Foto

No.	Subjek	Jenis Kelamin	Panjang	Lebar
1		Laki-laki	19 Cm	27 Cm
2		Laki-laki	19 Cm	27 Cm
3		Laki-laki	19 Cm	27 Cm
4		Perempuan	19 Cm	27 Cm
5		Perempuan	19 Cm	27 Cm

4.1. Hasil Pengujian Jarak (0,5 Meter, 0,75 Meter dan 1 Meter)

Pada pengujian ini, subjek yang digunakan sebanyak 5 subjek. Masing-masing subjek dilakukan pengujian sebanyak 10 kali dengan tinggi 2-Meter, sehingga total pengujian yang dilakukan pada skenario ini sebanyak 150 kali. Pengujian dilakukan pada siang hari dengan kondisi cahaya 101-167 lx (sekitar jam 12.00 – 16.00 WIB). Pengujian dilakukan pada tanggal 19 Juli 2017 pukul 13.40 WIB. Tempat pengujian dilakukan di dalam ruangan dengan menggunakan lampu ruangan. Berikut merupakan hasil pengujian yang telah dilakukan:

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Jarak

Pengujian ke-	0,5 Meter					0,75 Meter					1 Meter				
	Subjek ke-														
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Persentase Berhasil = 100%					Persentase Berhasil = 96%					Persentase Berhasil = 86%					

Keterangan:

1 = Terdeteksi

0 = Tidak

Terdeteksi

4.2. Hasil Pengujian Kondisi Cahaya (70-100lx, 101-167 lx dan 36-41lx)

Pada pengujian ini, subjek yang digunakan sebanyak 5 subjek. Masing-masing subjek dilakukan pengujian sebanyak 10 kali dengan jarak 1-meter dari kamera dengan tinggi 2-Meter, sehingga total pengujian yang dilakukan pada skenario ini sebanyak 150 kali. Pengujian dilakukan pada pagi, siang dan malam hari. Pengujian dilakukan pada tanggal 19 Juli 2017 dengan tempat pengujian dilakukan di dalam ruangan dengan menggunakan lampu ruangan Berikut merupakan hasil pengujian:

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kondisi Cahaya

Pengujian ke-	70-100 lx					101-167 lx					36-41 lx				
	Subjek ke-														
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
6	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Persentase Berhasil = 94%					Persentase Berhasil = 98%					Persentase Berhasil = 80%					

Keterangan:

1 = Terdeteksi

0 = Tidak

Terdeteksi

4.3. Hasil Pengujian Tinggi Kamera (2 Meter, 1,75 Meter dan 1,5 Meter)

Pada pengujian ini, subjek yang digunakan sebanyak 5 subjek. Masing-masing subjek dilakukan pengujian sebanyak 10 kali dengan jarak 1-meter dari kamera, sehingga total pengujian yang dilakukan pada skenario ini sebanyak 150 kali. Pengujian dilakukan pada siang hari dengan kondisi cahaya 101-167 lx (sekitar jam 12.00 – 16.00 WIB). Pengujian dilakukan pada tanggal 19 Juli 2017 pukul 14.10 WIB. Tempat pengujian dilakukan di dalam ruangan dengan menggunakan lampu ruangan. Berikut merupakan hasil pengujian yang telah dilakukan:

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Tinggi Kamera

Pengujian ke-	2 Meter					1,75 Meter					1,5 Meter				
	Subjek ke-														
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1
7	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Persentase Berhasil = 96%					Persentase Berhasil = 94%					Persentase Berhasil = 94%					

Keterangan:

1 = Terdeteksi

0 = Tidak

Terdeteksi

4.4. Hasil Pengujian Kemiringan Kamera (30, Derajat, 45 Derajat dan 60 Derajat)

Pada pengujian ini, subjek yang digunakan sebanyak 5 subjek. Masing-masing subjek dilakukan pengujian sebanyak 10 kali dengan jarak 1-meter dari kamera, sehingga total pengujian yang dilakukan pada skenario ini sebanyak 150 kali. Pengujian dilakukan pada siang hari dengan kondisi cahaya 101-167 lx (sekitar jam 12.00 – 16.00 WIB). Pengujian dilakukan pada tanggal 19 Juli 2017 pukul 14.10 WIB. Berikut hasil pengujian yang telah dilakukan:

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kemiringan Kamera

Pengujian ke-	30 Derajat					45 Derajat					60 Derajat				
	Subjek ke-														
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	
4	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
5	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
7	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
9	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
10	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Persentase Berhasil = 92%					Persentase Berhasil = 96%					Persentase Berhasil = 96%					

Keterangan:
 1 = Terdeteksi
 0 = Tidak Terdeteksi

4.5. Hasil Pengujian dengan object print foto

Pada skenario ini dilakukan pengujian pada kondisi ideal sistem yaitu dengan jarak 0.5-meter dari kamera, kondisi cahaya siang (101-167 lx), tinggi kamera 2-meter dan kemiringan kamera 45°, dilakukan dengan cara menampilkan foto tiruan wajah terhadap kamera.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian dengan Foto

No. Uji	Subjek ke-				
	1	2	3	4	5
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
3	1	0	1	1	1
4	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1
7	1	1	0	1	1
8	1	1	1	1	1
9	0	1	0	1	1
10	1	1	1	1	1
11	1	1	1	0	1
12	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1
Presentase keberhasilan = 90,7%					

Keterangan:
 1 = Tidak Terdeteksi Gerakan
 0 = Terdeteksi Ada Gerakan

4.5. Pengujian Lama Waktu Penyimpanan Gambar dan Pre-Processing

Central Processing Unit yang dipakai adalah Raspberry Pi 3 Type B. Pengambilan gambar dilakukan secara berturut-turut selama 20 kali, 10 menit setelah CPU dinyalakan. Berikut merupakan hasil pengujian :

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Waktu Proses

Pengujian Ke-	Waktu Proses (Detik)		
	Simpan Gambar	Pre-Process	Total
1	0,0000069	0,00000286	0,00000976
2	0,000005	0,00000286	0,00000786
3	0,00000596	0,00000286	0,00000882
4	0,0000081	0,000004	0,0000121
5	0,00001	0,0000038	0,0000138
6	0,00000786	0,0000021	0,00000996
7	0,000005	0,000005	0,00001
8	0,0000069	0,000003	0,0000099
9	0,0000078	0,0000028	0,0000106
10	0,000005	0,000003	0,000008
11	0,0000061	0,000003	0,0000091
12	0,0000081	0,0000021	0,0000102
13	0,000005	0,000003	0,000008
14	0,0000059	0,0000038	0,0000097
15	0,0000078	0,0000028	0,0000106
16	0,0000069	0,000003	0,0000099
17	0,000004	0,0000038	0,0000078
18	0,000005	0,000003	0,000008
19	0,0000059	0,000004	0,0000099
20	0,0000169	0,000003	0,0000199
Rata-rata Proses			0,000010195

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Dari hasil yang didapatkan dari penelitian ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem dapat mendeteksi wajah nyata memiliki tingkat keakuratan nilai rata-rata parameter 93,5%.
2. Pengambilan citra optimal sebagai data input yaitu jarak sejauh 0,5-meter, pada siang hari (101-167 lx), ketinggian kamera antara 1,5 sampai dengan 2-meter dan kemiringan kamera antara 45 sampai 60 derajat.
3. Sistem dapat mendeteksi foto print memiliki tingkat keakuratan rata-rata 90,7 % dari 5 subjek.
4. RaspberryPi 3 memiliki waktu proses 0,000010195sec dalam melakukan pengambilan dan *pre-processing*.

5.2. Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Pengembangan aplikasi mobile *remote-control* dan *monitoring*.
2. Penelitian pengolahan citra menggunakan kamera *infra-red* dalam kondisi gelap.

Daftar Pustaka:

- [1] Wang, Liting, Ding, Xiaoqing, Fang, Chi, 2009. Face Live Detection Method Based on Physiological Motion Analysis. Beijing : Department of Electronic Engineering, Tsinghua University
- [2] Zhou, Depu. 2014. Real-Time Animal Detection System for Intelligence Vehicles. Thesis. Ottawa : Faculty of Engineering, University of Ottawa.
- [3] Dalal, Navneet, Triggs, Bill. 2005. Histograms of Oriented Gradients for Human Detection. France
- [4] Cho, Mi-Young, Young-Sook Jeong. 2014. Face Recognition Performance Comparison of Fake Faces with Real Faces in Relation to Lighting. Korea : Electronics and Telecommunications Research Institute
- [5] Kim, Gahyun. 2012. Face Liveness Detection Based on Texture and Frequency Analysis. Republic of Korea : School of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University
- [6] Jaber, Zahraa Qasem, Mohammed Issam Younis. 2014. Design and Implementation of Real Time Face Recognition System (RTFRS). Baghdad : College of Engineering, University of Baghdad
- [7] Kazemi, Vahid, Sullivan, Josephine. 2014. One Millisecond Face Alignment with an Ensemble of Regression Trees. Stockholm : KTH Royal Institute of Technology.
- [8] Viola, Paul, Jones, Michael. 2001. Rapid Object Detection Using a Boosted Cascade of Simple Features. Cambridge. Mitsubishi Electric Research Labs
- [9] Bradski, Gary, Kaehler, Adrian. 2013. Learning OpenCV Computer Vision with OpenCV library.
- [10] Soukupova, Tereza, Cech, Jan Cech. 2016. Real-Time Eye Blink Detection using Facial Landmarks. Prague : Faculty of Electrical Engineering, Czech Technical University
- [11] S. Zafeiriou, G. Tzimiropoulos, and M. Pantic. 2015. The 300 videos in the wild (300-VW) facial landmark tracking in-the-wild challenge. In ICCV Workshop. <http://ibug.doc.ic.ac.uk/resources/300-VW/>