

Pengujian *Smart Doorbell* Menggunakan Kamera dan Metode *Haar-Cascade*

Algi Fajardi¹, Aji Gautama Putrada², Maman Abdurrohman³

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

⁴Divisi Digital Service PT Telekomunikasi Indonesia

¹algifajr@students.telkomuniversity.ac.id, ²ajigps@telkomuniversity.ac.id,

³abdurrohman@telkomuniversity.ac.id,

Abstrak

Pada umumnya kedatangan seorang tamu, pemilik rumah mengetahui dari suara bel listrik konvensional yang ditekan oleh tamu namun ketika pemilik rumah sedang tidak berada didalam rumah, pemilik rumah tidak mengetahui keberadaan tamu yang datang. Berdasarkan permasalahan tersebut, *Smart Doorbell* berbasis *Internet of Things (IoT)* dirancang untuk mengetahui datangnya tamu melalui deteksi OpenCV dengan metode *Haar-cascade* yang memberikan notifikasi pada *smartphone* melalui *email* dan notifikasi suara modul buzzer didalam rumah. Dengan adanya *Smart Doorbell* berbasis IoT pemilik rumah dapat mengetahui informasi kedatangan tamu walaupun pemilik rumah tidak berada di rumah. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa klasifikasi menggunakan *upperbody recognition* lebih baik dibandingkan dengan *face recognition* dengan nilai rata-rata selisih waktu terdeteksi 6,05 detik pada *delay* 30 detik dan 6,31 detik pada *delay* 60 detik dan akurasi sebesar 95%.

Kata kunci : *Smart Doorbell, Internet of Things, smartphone, OpenCV, Haar-cascade*

Abstract

In general, when a guest arrives, homeowners know from the sound of a conventional electric bell pressed by guests, but when the homeowner is not in the house, the homeowner does not know the whereabouts of guests who come. Based on these problems, the Internet-based Smart Doorbell of IoT (IoT) is designed to determine the arrival of guests through OpenCV detection with the Haar-cascade method and notifying smartphones on e-mail and sound notification by buzzer module inside the house. With the IoT-based Smart Doorbell, homeowners can find out guest arrival information even though the homeowner is not at home. The results of this study indicate that classification using upperbody recognition is better than face recognition with an average value of the detected time difference of 6.05 seconds at a delay of 30 seconds and 6.31 seconds at a delay of 60 seconds and 95% accuracy.

Keywords: *Smart Doorbell, Internet of Things, smartphone, OpenCV, Haar-cascade*

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Kedatangan tamu atau seseorang yang akan berkunjung datang ke rumah umumnya akan mengetuk pintu. Seiring dengan perkembangan teknologi yang ada terciptalah bel listrik konvensional. Bel listrik konvensional merupakan suatu alat yang berguna untuk memberi informasi kedatangan tamu kepada pemilik rumah melalui bunyi yang diciptakan setelah tamu menekan tombol bel tersebut. Namun bel listrik konvensional ini belum bekerja secara efektif karena jika pemilik rumah sedang tidak berada didalam rumah, pemilik rumah tersebut tidak mengetahui kedatangan seorang tamu yang datang kerumahnya. Berdasarkan permasalahan ini peneliti merancang sebuah sistem berbasis IoT yaitu *Smart Doorbell* menggunakan modul kamera dan metode *haarcascade* untuk mendeteksi kedatangan seorang tamu dan mengirimkan notifikasi berupa *email* pada *smartphone* dan suara modul buzzer didalam rumah tersebut.

Menentukan objek dengan menggunakan metode *haarcascade* bukanlah hal yang baru dalam dunia penelitian. *Haarcascade* pernah digunakan untuk mendeteksi wajah dan mata secara bersamaan [1] dimana pada penelitian tersebut digunakan *knowledge-based rules* dan hasilnya dibandingkan antara HCC yang dibuat dengan HCC yang telah ada sebelumnya. Pada penelitian sebelumnya *haarcascade* juga pernah digunakan untuk menentukan gender [2] dimana pada penelitian ini dilakukan pendeteksian dalam dua tahap yaitu pendeteksian pada pejalan kaki dan pendeteksian yang dilakukan di dengan ROI. *Haarcascade* juga pernah digunakan untuk mendeteksi wajah dari pejalan kaki [3] dengan menggunakan *adaboost* dan *decision tree* untuk meningkatkan performansi dalam pendeteksian pejalan kaki. Pada penelitian sebelumnya *haarcascade* juga pernah digunakan untuk mendeteksi pose manusia berdasarkan *upper body* secara *real time*[4] penelitian ini mengeluarkan model berbasis pendekatan untuk mendeteksi dan mengestimasi pose manusia dengan *fusing depth* dan warna data RGB dari tampilan *monocular*. *Haarcascade* juga pernah digunakan untuk mendeteksi pejalan kaki dengan memperhatikan *full body* yang dilatih dari peningkatan *shapelet feature*[5] dengan bagian dari pendeteksi

menggunakan haar like wavelets sebagai fitur. Selain kasus-kasus diatas haarcascade juga pernah digunakan untuk mengenali wajah dengan menggabungkan algoritma local binary pattern histogram didalamnya[6] dimana penelitian ini menggunakan webcam sebagai kamera dan library yang ada pada opencv.

Penggunaan haarcascade dalam mendeteksi manusia sebagai objek dengan memperhatikan wajah atau postur tubuh bagian atas sudah sangat baik. Penerapan pendeteksian manusia dengan memperhatikan wajah atau postur tubuh bagian atas dalam penerimaan tamu dapat membantu tuan rumah untuk mengetahui setiap tamu yang datang.

Topik dan Batasannya

Dari permasalahan yang ada diantaranya bagaimana sistem *Smart Doorbell* dapat mendeteksi keberadaan tamu yang datang menggunakan modul kamera dengan pemanfaatan *library OpenCV* dan metode *Haar-Cascade* dengan membandingkan kinerja antara klasifikasi *upperbody recognition* dan *face recognition* yang kemudian mengirimkan notifikasi pada *e-mail* berupa gambar dari tangkapan gambar modul kamera pada *smartphone* dan memberikan informasi berupa suara kedalam rumah setelah terdeteksi kedatangan tamu.

Batasan masalah pada penelitian ini adalah intensitas cahaya yang dapat mempengaruhi kualitas modul kamera untuk dapat mendeteksi sebuah objek, penelitian ini dilakukan di depan rumah untuk mendapatkan objek tamu.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan pengujian dari perancangan sistem berbasis IoT yang dibuat agar dapat mendeteksi kedatangan tamu menggunakan modul kamera yang memanfaatkan *library OpenCV* dan metode *Haar-Cascade* dan melakukan analisis dalam pengujian dengan varian *delay* dan klasifikasi *recognition* berbeda.

Tabel 1 Keterkaitan antara tujuan, pengujian dan kesimpulan

No	Tujuan	Pengujian	Kesimpulan
1	Membandingkan sistem deteksi klasifikasi antara <i>facial recognition</i> dan <i>upper body recognition</i>	Menghitung tingkat keberhasilan antara <i>facial recognition</i> dan <i>upper body recognition</i>	Sistem deteksi menggunakan klasifikasi <i>upper body recognition</i> lebih efektif
2	Menentukan waktu <i>delay</i> yang tepat	Melakukan pengujian dengan varian <i>delay</i> yang berbeda	Semakin kecil <i>delay</i> yang digunakan semakin baik
3	Memberikan informasi kedatangan tamu secara <i>real-time</i>	Menganalisis apakah setelah modul kamera mendeteksi tamu, email dapat menerima notifikasi secara langsung	Sistem dapat memberikan informasi secara <i>real-time</i> melalui <i>email</i> dan suara modul buzzer didalam rumah

2. Studi Terkait

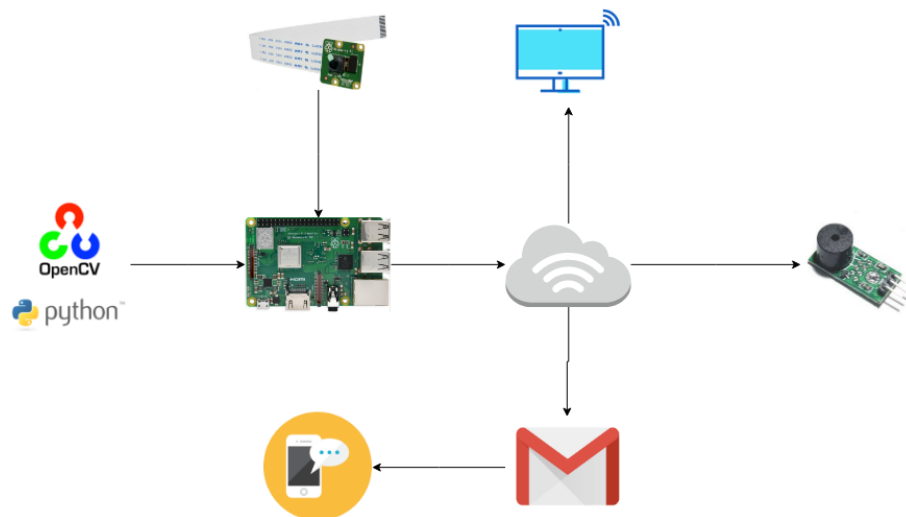
2.1. Haar-cascade

Penelitian mengenai sistem deteksi wajah menggunakan haar cascade classifiers sudah pernah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Dimana metode ini pernah digunakan untuk mendeteksi mata dan wajah secara bersamaan [1], menentukan gender [2], mendeteksi wajah dari pejalan kaki [3], mendeteksi pose manusia secara real time[4], mendeteksi pejalan kaki berdasarkan full body[5], mengenali wajah menggunakan algoritma local binary pattern histogram[6]. Pada penelitian dalam mendeteksi mata dan wajah secara bersamaan didapatkan akurasi sebesar 90% dengan nilai 94% true positif dan 8,4% false positif[1]. Pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa metode haarcascade belum dapat membedakan gender secara sempurna [2]. Penelitian mendeteksi wajah pada pejalan kaki mendapatkan hasil true positif sebesar 85,77% untuk proposed method dan 30,45% untuk viola and al method, false positif sebesar 60% untuk proposed method dan 66,5% untuk viola and al method, missed detection sebesar 14,29% untuk proposed method dan 69,54% untuk viola and al method[3]. Pada penelitian mendeteksi pose manusia berdasarkan upper body secara realtime dengan metode haarcascade didapatkan hasil rata-rata waktu running sebesar 14ms/frame[4]. Pada penelitian mendeteksi pejalan kaki berdasarkan full body dengan metode haarcascade sistem hanya membutuhkan 1s untuk mendeteksi gambar dengan ukuran 384x288 dalam 4 skala yang berbeda[5]. pada penelitian untuk mengenali wajah didapatkan hasil fps berkisar 13-24 dimana semakin tinggi fps yang dihasilkan maka proses tersebut semakin baik[6].

3. Perancangan Sistem

3.1. Gambaran Umum Sistem

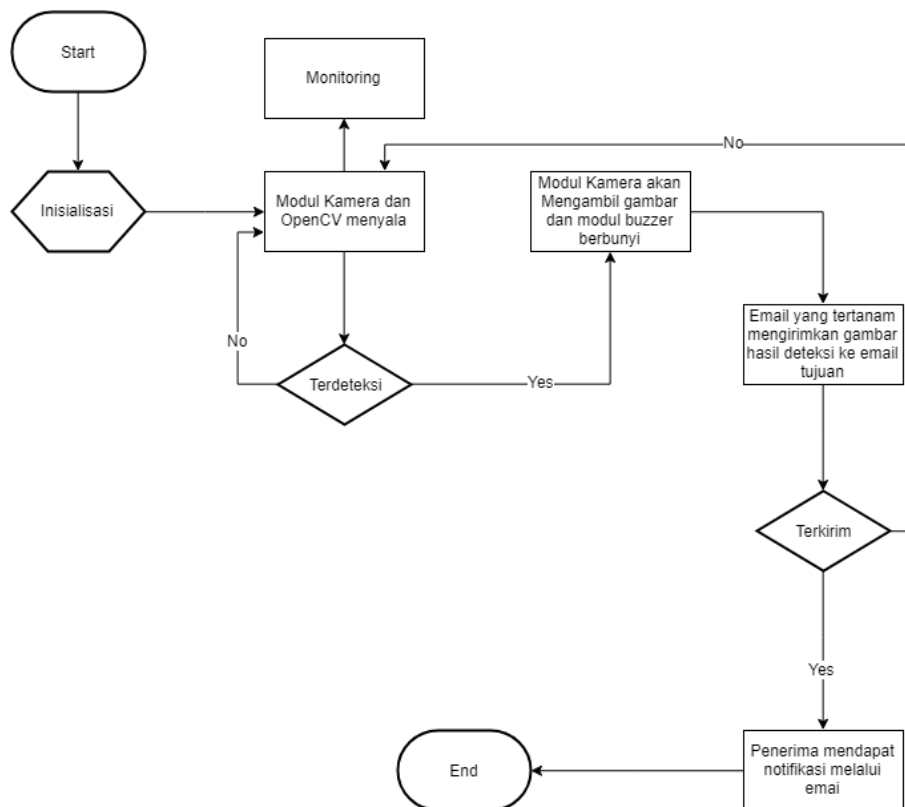
Pada Gambar 1 menjelaskan bahwa perancangan *Smart Doorbell* ini menggunakan modul kamera untuk mendeteksi tamu menggunakan *library OpenCV* dan metode *Haar-Cascade* kemudian saat modul kamera mendeteksi keberadaan tamu *Raspberry Pi* akan mengirimkan notifikasi berupa *e-mail* pada *smartphone* dan modul buzzer akan memberikan informasi berupa suara kedalam rumah tersebut, modul kamera juga dapat diakses secara *real-time monitoring* melalui *device* yang terhubung pada koneksi internet yang sama melalui IP address.



Gambar 1 Blok diagram sistem

3.2. Flowchart Sistem

Pada Gambar 2 alur kerja dimulai dari inialisasi Raspberry Pi, Modul kamera menyala dan mulai mendeteksi kedatangan tamu sebagai objeknya. Apabila modul kamera mendeteksi objek maka modul kamera akan menangkap gambar dan modul buzzer akan mengeluarkan suara didalam rumah, jika tidak modul kamera kembali ke tahap pendeteksian. Setelah modul kamera menangkap gambar email yang sudah ditanam didalam program akan mengirimkan gambar dari hasil tangkapan modul kamera ke email tujuan, jika dalam pengiriman gambar tidak berhasil maka akan kembali ketahap pendeteksian tamu kembali sebagai objek dan mengirimnya kembali. Apabila berhasil mengirimkan gambar ke email tujuan maka email tujuan tersebut akan menerima notifikasi kedatangan tamu berupa gambar dari hasil tangkapan gambar dari modul kamera tersebut.



Gambar 2 Flowchart sistem

3.3. Spesifikasi Sistem

Spesifikasi Smart Doorbell yang digunakan memiliki fungsionalitas sebagai berikut :

Tabel 2 Spesifikasi sistem

Jenis Perangkat	Fungsionalitas
Raspberry Pi 3 B+	Memproses program yang telah dirancang.
Modul Kamera (OV5647)	Menangkap gambar yang telah di deteksi oleh OpenCV.
Python 2.7	Bahasa Pemrograman yang digunakan untuk merancang program Smart Doorbell.
OpenCV	Library yang digunakan untuk mendeteksi objek menggunakan metode Haar-cascade.
Modul buzzer	Mengeluarkan suara didalam rumah ketika sudah terdeteksi kedatangan tamu
Email	Platform yang digunakan untuk mengirim dan menerima gambar.

4. Evaluasi

4.1 Hasil Pengujian

Pengujian pertama dilakukan menggunakan klasifikasi *upperbody recognition* dengan 2 delay yang berbeda yaitu 30 detik dan 60 detik yang masing-masing dilakukan sebanyak 20 kali pengujian kedatangan tamu. Dari 20 kali pengujian kedatangan tamu didapatkan data selisih waktu kemudian dihitung rata-ratanya untuk mendapatkan nilai rata-rata selisih waktu.

Tabel 3 Pengujian dengan klasifikasi *upperbody recognition*

Tamu	delay(s)	Waktu kedatangan tamu (hours:minutes:seconds)	Waktu terdeteksi diterima email (hours:minutes:seconds)	selisih waktu (s)	Total missing	rata-rata selisih waktu (s)	Akurasi (%)
1	30	16:34:55	16:35:05	10	1	6,05	95
2		16:37:35	16:37:45	10			
3		16:39:20	16:39:25	5			
4		16:41:40	16:41:45	5			
5		16:42:55	16:43:00	5			
6		16:47:12	16:47:17	5			
7		16:48:38	16:48:43	5			
8		16:51:37	16:51:43	6			
9		16:53:17	16:53:21	4			
10		16:53:43					
11		19:09:50	19:09:57	7			
12		19:11:01	19:11:06	5			
13		19:11:57	19:12:01	4			
14		19:12:37	19:12:44	7			
15		19:13:26	19:13:31	5			
16		19:14:11	19:14:17	6			
17		19:14:53	19:15:00	7			
18		19:15:42	19:15:49	7			
19		19:16:23	19:16:29	6			
20		19:17:07	19:17:13	6			
1	60	13:21:41	13:21:46	5	1	6,31	95
2		13:23:50	13:23:59	9			
3		13:25:23	13:25:32	9			
4		13:26:44	13:26:51	7			
5		14:02:28	14:02:32	4			
6		14:04:21	14:04:30	9			
7		14:05:52	14:06:00	8			
8		14:07:10	14:07:14	4			
9		14:08:25	14:08:31	6			
10		14:08:50					
11		19:23:17	19:23:26	9			
12		19:24:31	19:24:38	7			
13		19:25:40	19:25:47	7			
14		19:26:51	19:26:55	4			
15		19:27:58	19:28:04	6			
16		19:29:08	19:29:14	6			
17		19:30:21	19:30:26	5			
18		19:31:29	19:31:33	4			
19		19:32:45	19:32:49	4			
20		19:33:55	19:34:02	7			

Pengujian kedua dilakukan menggunakan klasifikasi *face recognition* dengan 2 *delay* yang berbeda yaitu 30 detik dan 60 detik yang masing-masing dilakukan sebanyak 20 kali pengujian kedatangan tamu. Dari 20 kali pengujian kedatangan tamu didapatkan data selisih waktu kemudian dihitung rata-ratanya untuk mendapatkan nilai rata-rata selisih waktu.

Tabel 4 Pengujian dengan klasifikasi *face recognition*

Tamu	delay(s)	Waktu kedatangan tamu (hours:minutes:seconds)	Waktu terdeteksi diterima email (hours:minutes:seconds)	selisih waktu (s)	Total missing	rata-rata selisih waktu (s)	Akurasi (%)
1	30	14:32:10	14:32:30	20	4	13,6	80
2		14:33:40	14:33:45	5			
3		14:35:15	14:35:19	4			
4		14:39:14	14:39:19	5			
5		14:41:01					
6		14:43:03	14:43:12	9			
7		14:44:50	14:45:00	10			
8		14:47:49	14:47:59	10			
9		14:49:15	14:49:19	4			
10		14:49:41	14:49:50	9			
11		18:54:27	18:55:19	52			
12		18:56:03	18:56:14	11			
13		18:56:45					
14		18:57:17					
15		19:04:42					
16		19:05:07	19:05:17	10			
17		19:05:54	19:06:05	11			
18		19:06:40	19:06:46	6			
19		19:07:29	19:08:06	37			
20		19:09:02	19:09:17	15			
1	60	16:45:58	16:46:18	20	5	9,6	75
2		16:47:59	16:48:05	6			
3		16:51:09	16:51:16	7			
4		16:52:39	16:52:44	5			
5		16:54:07	16:54:13	6			
6		16:57:39	16:57:45	6			
7		16:59:17	16:59:23	6			
8		17:00:42	17:00:49	7			
9		17:02:53	17:03:00	7			
10		17:03:17					
11		19:03:37	19:03:45	8			
12		19:04:57	19:05:16	19			
13		19:06:27					
14		19:07:34	19:07:45	11			
15		19:08:57					
16		19:10:13					
17		19:11:33	19:11:45	12			

18		19:12:57	19:13:15	18			
19		19:14:27					
20		19:15:27	19:15:34	7			

4.2 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan dengan melakukan sistem deteksi menggunakan klasifikasi *upperbody recognition* dan *face recognition* yang masing-masing diberikan *delay* 30 dan 60 detik hasilnya pendeteksian dengan klasifikasi *upperbody recognition* lebih efektif digunakan pada *Smart Doorbell*. Dengan menggunakan klasifikasi *upperbody recognition* didapatkan 1 *missing* pada 20 pengujian kedatangan tamu dengan akurasi sebesar 95%. Pada *delay* 30 detik dan juga 60 detik, rata-rata selisih waktu tamu terdeteksi yang didapatkan dengan *delay* 30 detik yaitu 6.05 detik dan *delay* 60 detik didapatkan rata-rata 6.31 detik, sedangkan pada penggunaan klasifikasi *face recognition* terdapat 4 *missing* pada *delay* 30 detik dengan rata-rata selisih waktu tamu terdeteksi 13.6 detik dan akurasi sebesar 80% dan 5 *missing* pada *delay* 60 detik dengan rata-rata selisih waktu tamu terdeteksi 9.6 detik dan akurasi sebesar 75% yang masing-masing dilakukan 20 kali pengujian. Terjadinya banyak *missing* pada klasifikasi *face recognition* dikarenakan kurang tepatnya penggunaan waktu *delay* yang digunakan karena terkadang tamu datang sebelum waktu *delay* selesai setelah mendeteksi tamu yang datang sebelumnya dan juga klasifikasi deteksi ini sulit untuk mendeteksi wajah pada saat malam hari karena kurangnya intensitas cahaya yang menyebabkan sulitnya modul kamera untuk mendeteksi wajah, sedangkan jika menggunakan klasifikasi *upperbody recognition* modul kamera tidak memerlukan intensitas cahaya seperti siang hari untuk mendeteksi postur tubuh bagian atas.

5. Kesimpulan

Dari pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini, sistem *smart doorbell* yang dirancang dapat memberikan informasi berupa notifikasi kedatangan tamu secara *real time* dengan menggunakan *delay* yang kecil maka akan semakin efektif. Penggunaan klasifikasi *upperbody recognition* pada metode *haarcascade* menunjukkan hasil yang memuaskan dimana hanya terdapat 1 *missing* dalam 20 percobaan dan mendapatkan rata-rata selisih waktu terdeteksi 6.05 detik untuk *delay* 30 detik dan rata-rata selisih waktu terdeteksi 6.31 detik untuk *delay* 60 detik dan akurasi sebesar 95% dibandingkan dengan menggunakan klasifikasi *face recognition* yang kurang efektif terutama jika digunakan pada malam hari dan hanya mendapatkan akurasi sebesar 80% dan 75%.

6. Saran

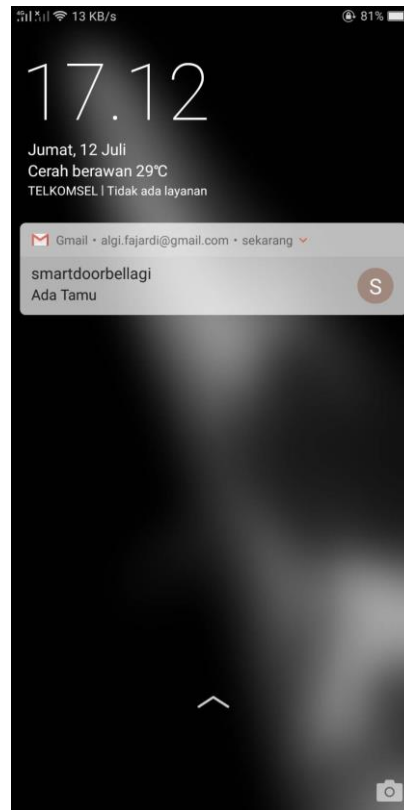
Penelitian ini nantinya akan terus berlanjut ke jenjang yang lebih baik lagi dengan penambahan sistem deteksi agar lebih efektif dalam segi waktu ketika mendeteksi dengan mengkombinasikan sistem deteksi, kemudian penambahan fitur-fitur seperti dapat mengenali tamu yang datang, dapat dimonitoring dari jauh, dan dapat mengirim notifikasi lebih dari 1 email tujuan.

Daftar Pustaka

- [1] A. Kasinski and A. Schmidt, "The architecture and performance of the face and eyes detection system based on the Haar cascade classifiers," *Pattern Anal. Appl.*, vol. 13, no. 2, pp. 197–211, 2010.
- [2] M. E. Yildirim, J. S. Park, J. Song, and B. W. Yoon, "Gender Classification Based on Binary Haar Cascade," *Int. J. Comput. Commun. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 105–108, 2014.
- [3] M. Sialat, N. Khlifat, F. Bremond, K. Hamrouni, and S. Antipolis, "classifiers based on Haar-like-features," *Pattern Recognit.*, pp. 83–87, 2009.
- [4] H. P. Jain and A. Subramanian, "Real-time Upper-body Human Pose Estimation using a Depth Camera Abstract : Automatic detection and pose estimation of humans is an important task in Human- Computer Interaction Real-time Upper-body Human Pose Estimation using a Depth Camera Himanshu Praka," *Development*, 2010.
- [5] W. Yao and Z. Deng, "A robust pedestrian detection approach based on shapelet feature and Haar detector ensembles," *Tsinghua Sci. Technol.*, vol. 17, no. 1, pp. 40–50, 2012.
- [6] S. Al-Aidid and D. Pamungkas, "Sistem Pengenalan Wajah dengan Algoritma Haar Cascade dan Local Binary Pattern Histogram," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 14, no. 1, pp. 62–67, 2018.

Lampiran

1. Tampilan notifikasi *email* pada *smartphone*

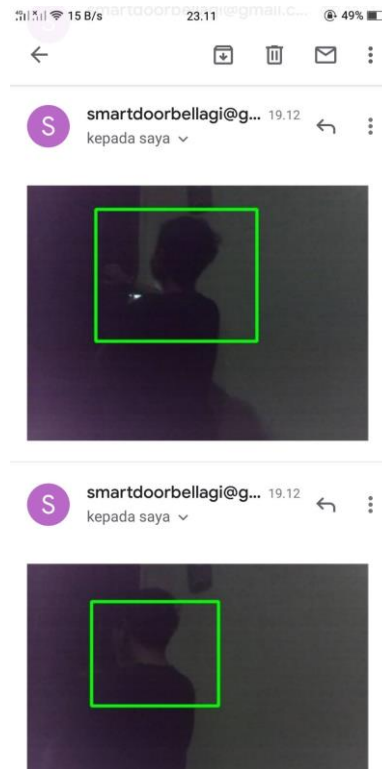


Gambar 3 Notifikasi *email* pada *smartphone*

2. Hasil deteksi *upperbody recognition*

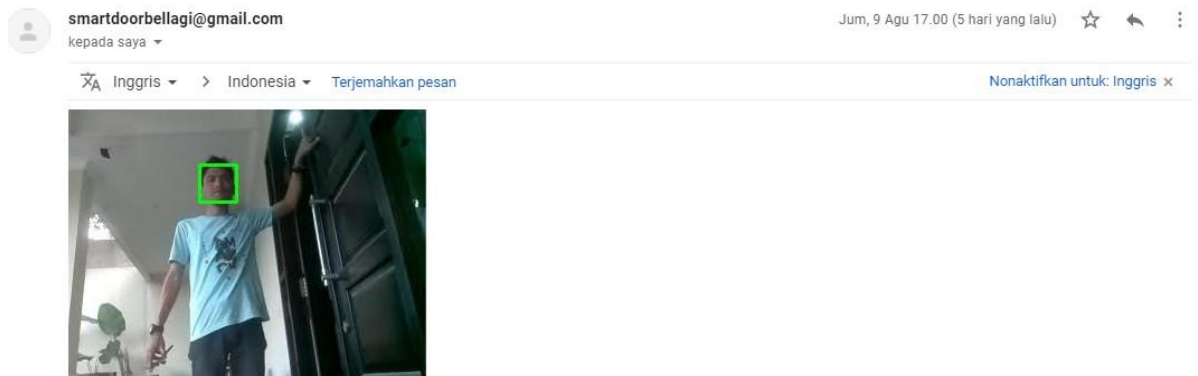


Gambar 4 Hasil deteksi dari *upperbody recognition* pada siang hari

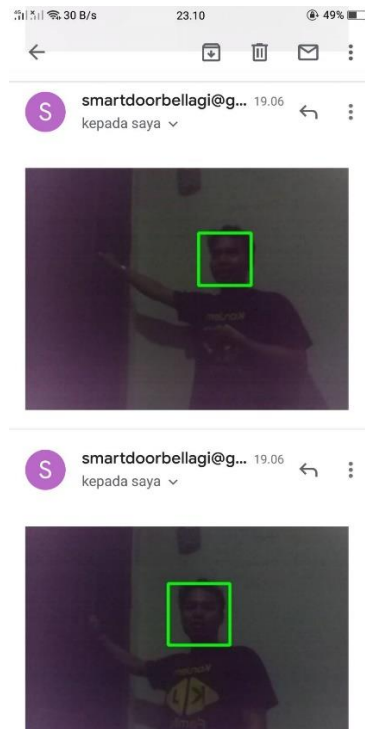


Gambar 5 Hasil deteksi dari *upperbody recognition* pada malam hari

3. Hasil deteksi *Face Recognition*



Gambar 6 Hasil deteksi dari *face recognition* pada siang hari



Gambar 7 Hasil deteksi dari *face recognition* pada malam hari