

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM PENGENAL POLA TANGAN BERBASIS PENGOLAHAN CITRA UNTUK SISTEM PERTOLONGAN DARURAT

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF HAND PATTERN RECOGNITION SYSTEM FOR EMERGENCY ASSISTANCE SYSTEM

Nur Muhamad Iskandar¹, Sony Sumaryo², Ekki Kurniawan³

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

¹muhamadiskan2@gmail.com, ²sonysumaryo@yahoo.co.id, ³ekkekurniawan2012@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan akan inovasi pada sektor keamanan semakin meningkat seiring meningkatnya kriminalitas di lingkungan masyarakat. Salah satu tindakan kriminal yang tak jarang terjadi yaitu kasus perampokan dengan cara kekerasan di dalam rumah. Ruang gerak yang sempit menyebabkan korban sulit untuk meminta pertolongan. Oleh karena itu diperlukan sistem pertolongan darurat yang dapat berinteraksi secara *non verbal* dengan mengenali instruksi tertentu melalui *gesture* fisik. Sistem terhubung ke perangkat *mobile* sehingga notifikasi tanda adanya instruksi tertentu dapat diterima dimanapun dan kapanpun selama dalam jangkauan internet. Pada penelitian ini dirancang sistem pertolongan darurat berbasis pengolahan citra berupa pengenalan pola tangan mengepal sebagai instruksi untuk meminta pertolongan melalui media kamera. Sistem terhubung dengan perangkat *mobile* sehingga ketika sistem mendeteksi adanya pola tangan maka sistem akan mengirim notifikasi ke perangkat *mobile* melalui aplikasi berupa pesan teks dan foto subyek dan kondisi area *monitoring*. Sistem dapat mendeteksi subyek pola tangan di dalam ruangan pada siang hari dengan nilai sensitivitas = 0.92, presisi = 0.8928, akurasi = 0.8333 dan eror = 0.1667. Sedangkan di dalam ruangan dengan cahaya lampu pada malam hari nilai sensitivitas = 0.96, presisi = 0.8965, akurasi = 0.8667 dan eror = 0.1333. Sistem dapat bekerja dengan baik pada rentang intensitas cahaya antara 31-90 lux dengan jarak minimal 1 meter dan maksimal 4 meter pada jenis latar subyek berupa dinding polos dengan sedikit hiasan.

Kata Kunci : Kriminalitas, Pengolahan Citra, Pola Tangan, *Non Verbal*, Perangkat *Mobile*.

Abstract

The need for innovation in the security sector is increasing as crime increases in the community. One crime that is not rare is the case of robbery by means of violence inside the house. A narrow space of movement causes the victim is hard to ask for help. Therefore, an emergency assistance system is needed that can interact non-verbally by recognizing certain instructions through physical gesture. The system is connected to a mobile device so that the notification of the presence of certain instructions can be received anywhere and anytime while device connect to the internet. In this project is designed an emergency assistance system based image processing in the form of a fist pattern identifier as a medium to ask for help. The system is connected to a mobile device so that when the system detects a hand pattern the system will send a notification to the mobile device through an application in the form of text messages, subject photos and the condition of the monitoring area. The system can detect subjects of hand patterns in the room during the day with a sensitivity value = 0.92, precision = 0.8928, accuracy = 0.8333 and error = 0.1667. While in the room with the lamp light at night the sensitivity value = 0.96, precision = 0.8965, accuracy = 0.8667 and error = 0.1333. The system can work well in the range of light intensity between 31-90 lux with a minimum distance of 1 meter and a maximum of 4 meters on the type of subject background plain wall with little decoration.

Keyword : *Criminality, Image Processing, Hand Pattern, Non Verbal, Mobile Device.*

1. Pendahuluan

Kebutuhan akan inovasi pada sektor keamanan dalam kehidupan sehari-hari semakin meningkat dan berbanding lurus dengan tingkat kriminalitas yang terjadi. Sikap waspada harus diterapkan pada setiap individu karena tindakan kriminal bisa terjadi tanpa mengenal waktu dan tempat. Salah satu tindakan kriminal yang sering terjadi seperti perampokan dengan cara kekerasan hingga terjadi pembunuhan. Hal ini tak jarang terjadi di dalam rumah sehingga sangat kecil ruang gerak korban untuk meminta pertolongan kepada orang sekitar. Jika korban berteriak atau melakukan perlawanan memungkinan pelaku akan melukai hingga membunuh korban. Walaupun di dalam rumah terdapat CCTV (*Closed Circuit Television*) sebagai pelengkap keamanan, tentu tidak dapat dijadikan media untuk meminta pertolongan karena dalam pengoperasiannya dibutuhkan manusia untuk memantaunya.

Oleh karena itu diperlukan sistem *monitoring* pertolongan darurat yang dapat berinteraksi secara *non verbal* dengan cara mengenali instruksi berdasarkan *gesture* fisik manusia melalui kamera dan sistem terhubung langsung dengan perangkat *mobile*.

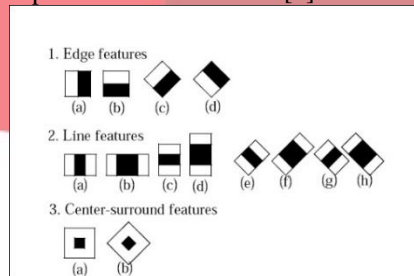
2. Dasar Teori dan Perancangan Sistem Pengenalan Pola Tangan

2.1 Haar Cascade Classifier

Framework pada Haar Cascade memiliki dua bagian utama yaitu *trainer* dan *detector* [3]. *Trainer* merupakan bagian acuan utama dalam proses *detector cascade* dari beberapa sampel positif (citra sampel acuan) dan sampel negatif (citra sampel pengecualian). Berikut merupakan komponen pada *haar cascade classifier* :

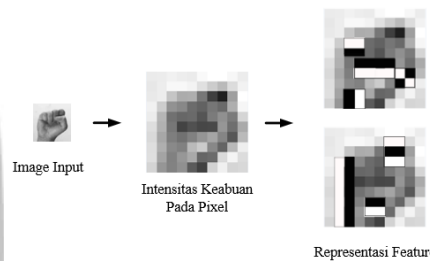
1. Haar Like Feature

Haar-like feature berbentuk persegi yang mengindikasikan perbedaan nilai total dari warna pada sebuah gambar dalam bentuk area hitam dan putih seperti pada Gambar 4 berikut [5].



Gambar 4. Haar-Like Feature.

Haar-like feature merepresentasikan bentuk fisik suatu objek dalam *frame*. Semua jenis *haar-like feature* dapat diskalakan sehingga terdapat banyak *haar-like feature* dalam satu *frame* dengan posisi dan ukuran yang berbeda [5].



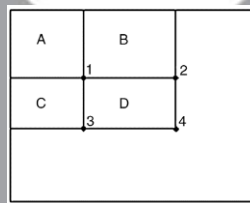
Gambar 5. Representasi Feature Pada Citra Tangan Mengepal.

2. Integral Image

Untuk mengkalkulasi *Haar-like feature* digunakan *integral image*. Pada titik x,y berisi jumlah dari piksel-piksel atas dan ke kiri dari x,y . Secara matematis direpresentasikan pada persamaan 2 sebagai berikut [5] :

$$ii(x,y) = \sum_{\substack{x' \leq x \\ y' \leq y}} i(x',y') \dots\dots(2)$$

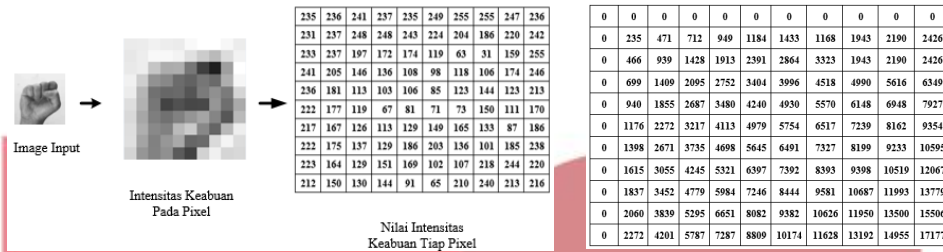
Dimana $ii(x,y)$ adalah *integral image* dan $i(x',y')$ adalah *original image*.



Gambar 6. Penjumlahan Integral Image.

Pada Gambar 6 penjumlahan dari piksel-piksel pada suatu citra termasuk area D dapat dihitung menggunakan referensi empat array. Nilai ABCD dapat dihitung dengan persamaan 3 berikut[5]:

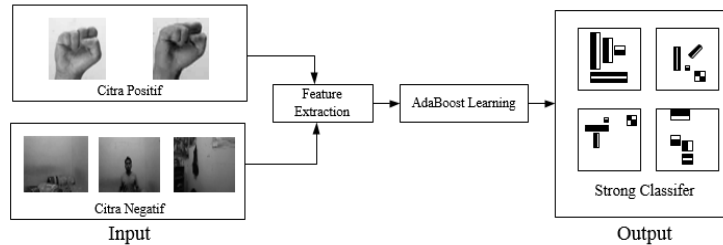
$$\sum_{(x,y) \in ABCD} i(x,y) = D + (A) - (B) - (C) \dots\dots\dots(3)$$



Gambar 7. Contoh Perubahan *Original Image* ke *Integral Image*.

3. Adaptive Boosting

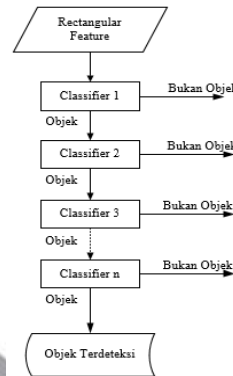
Adaptive Boosting atau *AdaBoost* adalah algoritma yang banyak mengkombinasikan kinerja dari banyaknya *weak classifier* untuk menghasilkan *strong classifier* [6]. *Weak classifier* dalam hal ini yaitu *haar-like features*. *AdaBoost* menggunakan klasifikasi bertingkat dimana setiap tingkat merupakan *feature* dari *weak classifier* [3]. Pada Gambar 8 adalah proses *AdaBoost* bekerja :



Gambar 8. Proses *AdaBoost*.

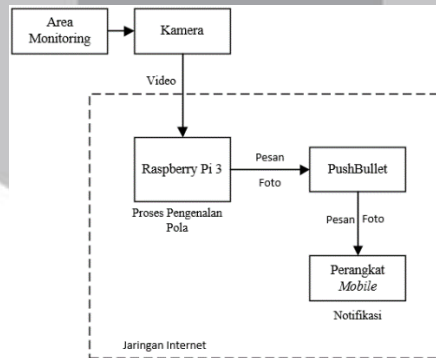
4. Cascade Classifier

Untuk mengidentifikasi objek yang dikenali bermula dari *image input* kemudian dilakukan perbandingan dengan citra sampel dalam hal ini *classifier* bertingkat [5]. Proses *cascade classifier* digambarkan pada Gambar 9 berikut :



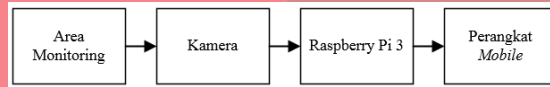
Gambar 9. Skema Pendeteksi Objek.

2.5 Perancangan Sistem



Gambar 10. Desain Sistem Pengenal Pola Tangan.

Pada Gambar 10 menunjukkan desain sistem pengenalan pola tangan. Kamera sebagai sensor merekam video terhubung dengan Raspberry Pi bekerja sebagai CPU yang memproses pengolahan citra untuk pengenalan pola tangan dan menentukan output sistem. Sistem merekam segala aktivitas pada area *monitoring* selama beroperasi dan menyimpan hasil rekaman berupa *file* video. Ketika sistem mendeteksi adanya pergerakan atau pola tangan mengepal maka secara otomatis sistem akan memfoto objek kemudian menyimpannya ke *storage*. Selanjutnya sistem akan mengirim data ke *server* PushBullet berupa teks dan foto yang tersimpan pada *storage*. Data tersebut kemudian dikirim ke perangkat *mobile* yang terpasang aplikasi PushBullet dengan menggunakan akun yang sama.

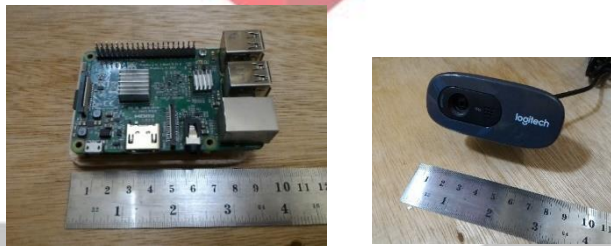


Gambar 11. Diagram Blok Sistem.

Pada Gambar 11 kamera dan Raspberry Pi 3 menjadi kesatuan sistem pengenalan pola tangan dengan input berupa citra pola tangan dan output berupa informasi yang dikirim ke perangkat *mobile*.

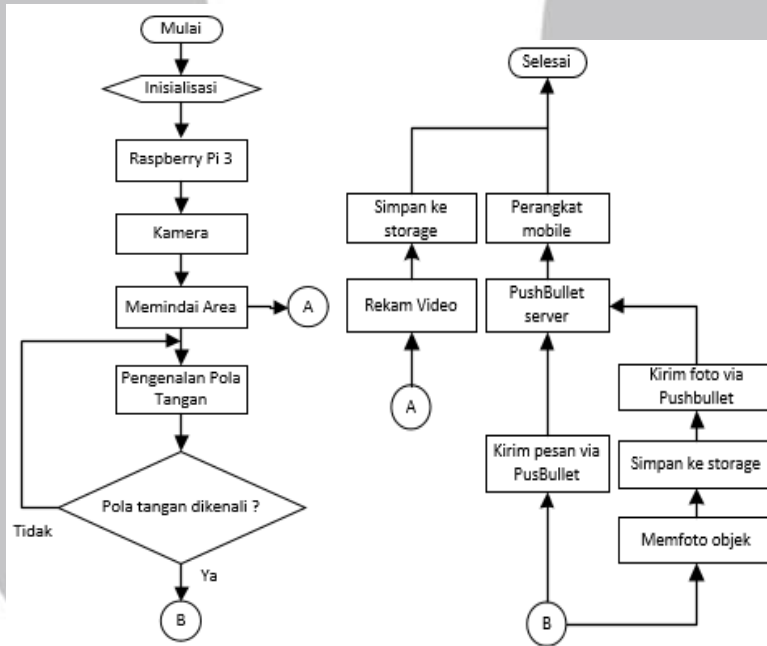
1. Kebutuhan Perangkat.

- a. Raspberry Pi 3 dan Logitech C270 HD webcam.



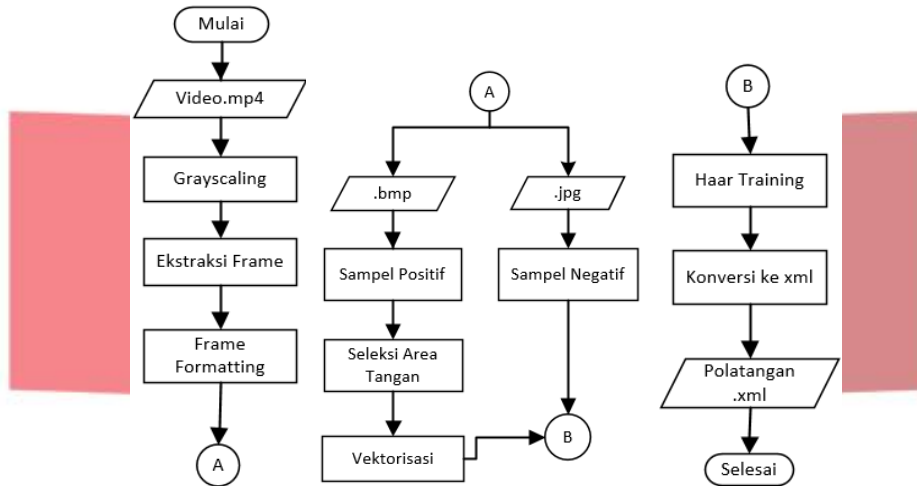
Gambar 12. Raspberry Pi 3 dan Logitech C270 HD.

2. Flowchart Sistem



Gambar 13. Flowchart sistem pengenalan pola tangan.

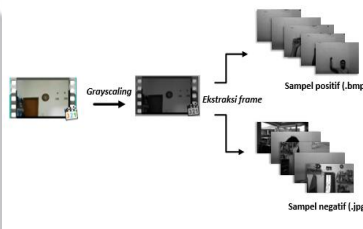
3. Perancangan Sistem



Gambar 14. Diagram alir pembuatan sampel database pola tangan.

Pada Gambar 14 tahap pembuatan database pola tangan terdiri dari beberapa tahap sebagai berikut :

- Pembuatan Sampel Positif dan Sampel Negatif
 Pembuatan sampel database dibutuhkan dataset berupa kumpulan frame dari video yang akan dibuat sampel positif dan sampel negatif. Dalam pembuatannya meliputi proses pembuatan video dataset, grayscale, ekstraksi frame dan frame formatting.



Gambar 15. Proses Pembuatan Citra Sampel Positif dan Sampel Negatif.

- Membuat file xml
 Sampel database yang dapat terbaca oleh library OpenCV berupa file xml. File tersebut merupakan hasil konversi dari hasil haar training. Berikut adalah langkah-langkah dalam pembuatan file .xml :
 Menseleksi gambar pola tangan mengepal yang terdapat pada sampel positif menggunakan objectmaker dan menentukan foto untuk dataset sampel negatif.



Gambar 16. (a) Sampel Positif dan (b) Sampel Negatif.

3. Hasil Pengujian dan Analisis

Dalam pengujian ini terdapat berbagai parameter yang digunakan untuk menguji kinerja sistem dalam mendeteksi pola tangan dengan kondisi yang akan dijelaskan pada setiap parameter. Pengujian dilakukan di dalam ruangan berukuran 4 x 3 meter dan dinding berwarna putih.



Gambar 17. Tampilan Pola Tangan Yang Terdeteksi.

Untuk menguji keefektifan *detector* sistem pengenalan pola tangan dalam mendeteksi pola tangan dinilai dari tingkat akurasi dan sensitivitas menggunakan persamaan 4, 5 dan 6 berikut [7] :

$$Akurasi = \frac{TP}{TP+FP+FN} \dots\dots(4)$$

$$Sensitivitas = \frac{TP}{TP+FN} \dots\dots(5)$$

$$Presisi = \frac{TP}{TP+FP} \dots\dots(6)$$

Keterangan :

True Positive (TP) : Apabila ROI (*Region of Interest*) mendeteksi pola tangan sesuai pada area citra pola tangan.

False Positive (FP) : Apabila ROI mendeteksi pola tangan pada area bukan citra pola tangan.

False Negative (FN) : Apabila ROI tidak mendeteksi pola tangan walaupun ada pola tangan.

Percobaan dilakukan di dalam ruangan berukuran 12 meter persegi. Hasil percobaan dipaparkan dalam beberapa parameter.

4.1 Identifikasi Pola Tangan

Pengujian menggunakan 30 sampel video pola tangan mengepal pada kondisi ruangan dengan cahaya siang hari lampu padam dan malam hari lampu menyala. Lampu ruangan yang digunakan yaitu Phillips Ecolamp 20 watt dengan temperatur warna 6500K. Tujuan pengujian ini untuk mengetahui kinerja sistem berdasarkan nilai akurasi, sensitivitas dan presisi dengan menggunakan metode *haar-cascade classifier*.

Tabel 1. Analisis Identifikasi Pola Tangan.

Kondisi ruangan	Jumlah sampel	TP	FP	FN	Skala 0-1			
					Akurasi	Sensitivitas	Presisi	Error
Siang lampu padam.	30	25	3	2	0.8333	0.9259	0.8928	0.1667
Malam lampu menyala.	30	26	4	0	0.8667	1	0.8667	0.1333

4.2 Pengujian Parameter Jarak

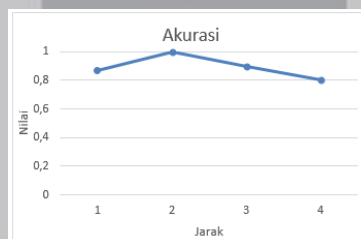
Jarak antara subyek ke kamera yang diujikan yaitu 1 meter, 2 meter 3 meter dan 4 meter. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jarak ideal sistem dalam mendeteksi adanya citra pola tangan.

Berikut adalah tabel hasil pengujian jarak subyek ke kamera pada siang hari dan malam hari :

Tabel 2. Analisis Jarak Pada Siang Hari.

Jarak (meter)	Jumlah Percobaan	D	TD	Skala 0-1	
				Akurasi	Error
1	30	26	4	0.8667	0.1334
2		30	0	1	0
3		27	3	0.9	0.1
4		24	6	0.8	0.2

Keterangan : D = Terdeteksi ; TD = Tidak terdeteksi

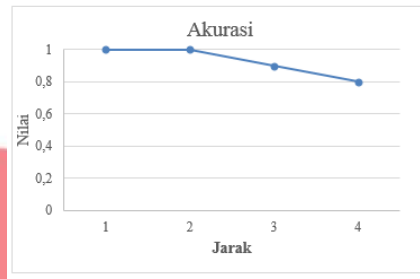


Gambar 18. Grafik Akurasi Jarak Pada Siang Hari.

Tabel 3. Analisis Jarak Pada Malam Hari

Jarak (meter)	Jumlah Percobaan	D	TD	Skala 0-1	
				Akurasi	Error
1	30	30	0	1	0
2		30	0	1	0
3		27	3	0.9	0.1
4		24	6	0.8	0.2

Keterangan : D = Terdeteksi ; TD = Tidak terdeteksi



Gambar 17. Grafik Analisis Jarak Pada Malam Hari.

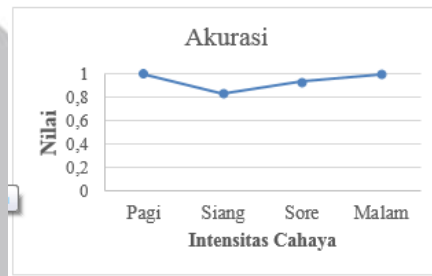
4.3 Pengujian Parameter Intensitas Cahaya

Pengujian dilakukan pada tanggal 17 Juli 2018 dengan kondisi intensitas cahaya pagi (39-45 lux) pukul 08.00-11.00 WIB lampu padam, siang (71-90 lux) pukul 12.00-15.00 lampu padam, sore (36-41 lux) pukul 16.00-17.30 WIB lampu padam, dan malam (31-35 lux) pukul 19.00-22.00 Jarak subyek ke kamera 2 meter.

Tabel 4. Analisis Parameter Intensitas Cahaya.

Intensitas Cahaya	Jumlah Percobaan	D	TD	Skala 0-1	
				Akurasi	Error
Pagi	30	30	0	1	0
Siang		25	5	0.8333	0.1667
Sore		28	2	0.9333	0.9333
Malam		30	0	1	0

Keterangan : D = Terdeteksi ; TD = Tidak terdeteksi



Gambar 18. Grafik Analisis Parameter Intensitas Cahaya.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

1. Sistem dapat mendeteksi pola tangan di dalam ruangan dengan kondisi cahaya pada siang hari lampu padam dengan nilai akurasi = 0.8333, sensitivitas = 0.92, presisi = 0.8928 dan error = 0.1667. Sedangkan untuk deteksi pola tangan pada malam hari lampu menyala dengan nilai akurasi = 0.8667, sensitivitas = 0.96, presisi = 0.8965 dan error = 0.1333.
2. Pola tangan dapat diidentifikasi dengan baik pada jarak 1 meter sampai dengan 4 meter pada ruangan dengan kondisi cahaya siang lampu padam dan malam lampu menyala.
3. Pada kondisi cahaya di dalam ruangan dengan intensitas antara 31-90 lux, sistem dapat mendeteksi pola tangan dengan baik.

4.2 Saran

Dari tugas akhir ini masih terdapat kendala yang bisa diperbaiki dan dikembangkan untuk penelitian lebih lanjut, diantaranya adalah :

1. Menambahkan fitur *nightvision* agar sistem dapat digunakan pada ruangan gelap.
2. Menggunakan media *web streaming* agar kondisi ruangan dapat dilihat sesaat setelah menerima notifikasi.
3. Menggunakan prosesor dan *video card* yang lebih tinggi.

Daftar Pustaka

- [1] Priyanto Hidayatullah, *Pengolahan Citra Digital - Teori dan Aplikasi Nyata* 2017.
- [2] A. Mitchie, J. Aggarwal. *Computer Vision Analysis of image motion by various methods*. 2013.
- [3] Vassana Inmoonnoy, Mahasak Ketcham. *The Message Notification For Patients Care System Using Hand Gestures Recognition*. Department of Information Technology Management, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand.
- [4] C. Huang, S. Jeng. *A Model-Based Hand Gesture Recognition System*", *Machine Visions and Applications*, Springer-Verlag 2001, ch 12.pp.243-258.
- [5] R. Lienhart dan J. Maydt, *An Extended Set Of Haar-Like Features For Rapid Object Detection*. *Proceedings International Conference on Image Processing*, 2002, pp. I-900-I-903 vol.1.
- [6] K. Viola, M. Jones. *Robust Real Time Face Detection*. *International Journal of Computer Vision* 57(2), 137-154, 2004.
- [7] Ahmed Reda Amin EL-Barkouky. *Mathematical Modeling for Partial Object Detection*. University of Louisville, Kentucky, USA.
- [8] Mahdi Rezaei. *Creating a Cascade of Haar-Like Classifier: Step by Step*. Departement of Computer Science of University of Auckland, New Zealand.
- [9] Raspberry. *Raspberry Pi 3*. <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/> diakses tanggal 1 Februari 2018.
- [10] IoT Breaks : *An Application For Motion Detection And Notification To Mobile And Web*. <https://github.com/iotbreaks/PiCameraNotifier> diakses tanggal 23 Mei 2018.