**Prototype Pendeteksi Jumlah Orang Dalam Ruangan**

**Nesi Syafitri1, Adri2**

1,2Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

E-mail: nesisyafitri@uir.ac.id, adrisaputra91@gmail.com

***Abstract***

*This research consists of a face detection system in humans using Viola Jones. Methods Viola Jones is known to have a high speed and accuracy because it incorporates some of the concepts (Haar Features, Integral Image, AdaBoost, and Cascade Classifier) ​​becomes a primary method for detecting objects. Many of these detection systems using OpenCV as object detection library. This is because the OpenCV libraries to apply the method Viola Jones into the detection system, to facilitate the making system. The data used in this research of sample images as much as 19 images. Dimensional image of the sample size of 300 x 400 pixels and 400 x 300 pixels. Once the system is completed, the system test the facial characteristics that can be detected. When the testing is done in a state of frontal human faces, the system is able to detect with 100% accuracy and the detection time of less than 0.15 s and distance limitations of faces that can be detected is <= 2,3 m from the camera. The system also can detect multiple faces in an image.*

***Keywords*** *: Detection, Image, OpenCV, Viola Jones.*

**Abstrak**

Penelitian ini berisikan tentang suatu sistem deteksi wajah pada manusia dengan menggunakan metode Viola Jones. Metode Viola Jones dikenal memiliki kecepatan dan keakuratan yang tinggi karena menggabungkan beberapa konsep (Haar Features, Integral Image, AdaBoost, dan Cascade Classifier) menjadi sebuah metode utama untuk mendeteksi objek. Banyak dari sistem deteksi tersebut menggunakan OpenCV sebagai librari deteksi objek. Hal ini dikarenakan librari OpenCV menerapkan metode Viola Jones kedalam sistem deteksinya, sehingga memudahkan dalam pembuatan sistem. Data yang digunakan pada penelitian ini berupa sampel gambar sebanyak 19 citra. Dimensi sampel citra berukuran 300 x 400 pixel dan 400 x 300 pixel. Setelah sistem selesai dibuat, dilakukan pengujian sistem terhadap karakteristik wajah yang dapat dideteksi. Ketika dilakukan pengujian wajah manusia dalam keadaan frontal, sistem mampu mendeteksi dengan akurasi 100% dan waktu deteksi kurang dari 0.15 detik dan batasan jarak wajah yang dapat dideteksi adalah <= 2,3 m dari kamera. Sistem juga dapat mendeteksi adanya beberapa wajah dalam suatu citra.

***Kata Kunci*** *:* Deteksi, Image, OpenCV, Viola Jones.

1. PENDAHULUAN

Saat ini, penelitian mengenai pendeteksian wajah dengan cepat berkembang. Aplikasi komersial tentang ini telah banyak diimplementasikan antara lain untuk sistem pengenalan biometrik, sistem pencarian, sistem keamanan, sistem kontrol, dan sistem presensi, namun pada dasarnya teknologi ini belum sempurna Penelitian perlu terus dikembangkan untuk memperoleh hasil yang diinginkan. Satu hal yang dapat ditambah atau diimplementasikan dalam pengembangan teknologi pendeteksian wajah yaitu dengan menambah tingkat kecepatan dan akurasi dalam pendeteksian wajah. Banyak dari sistem pendeteksian tersebut menggunakan metode *Viola Jones* 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. Dalam melakukan penelitian, penulis menggunakan library OpenCV. OpenCV adalah perpustakaan digital yang berisi fungsi pemrograman yang ditujukan pada visi komputer secara real-time. Dikembangkan oleh pusat penelitian Intel Rusia di Nizhny Novgorod, dan sekarang didukung oleh Willow Garage dan Itseez. Library ini gratis, bersifat open source di bawah naungan lisensi BSD. Library ini juga bersifat class-platform dan berfokus pada pengolahan gambar real-time. Metode yang digunakan dalam deteksi wajah adalah metode Haar Cascades yang dikembangkan oleh Paul Viola dan Michael Jones yang dituangkan dalam jurnal mereka, “Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features” di tahun 2001.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk penerapan prototype pendeteksian jumlah orang dari metode deteksi wajah viola jones menggunakan opencv agar dapat dikembangkan menjadi aplikasi nyata di berbagai bidang seperti keamanan, kontrol, catatan sipil, dan lain-lain.

Beberapa penelitian yang menggunakan metode Viola Jones antara lain Haar Cascade Classifier dan Algoritma Adaboost Untuk Deteksi Banyak Wajah Dalam Ruang Kelas (Hadi, dkk, 2013), menyimpulkan bahwa metode haar cascade classifier sangat ideal digunakan untuk deteksi banyak wajah dalam ruang kelas. Sistem pendeteksi jumlah mobil dalam intelligent transport system (its) menggunakan metode viola jones (Irmaya, dkk, 2016), menyimpulkan bahwa Hasil yang didapatkan dari sistem ini menunjukkan tingkat keakuratan tertinggi metode viola jones dalam mendeteksi jumlah mobil terdapat pada kondisi sampel 1 buah mobil yakni sebesar 92,86%. Penggunaan Metode Viola Jones dan Algoritma Eigen Eyes dalam Sistem Kehadiran Pegawai (Andrianus, dkk, 2014), menyimpulkan bahwa Metode Viola Jones dapat berfungsi untuk mendeteksi keberadaan mata didepan webcam tingkat keberhasilan aplikasi kehadiran pegawai dalam mengidentifikasi pegawai secara benar sebesar 96,43%.

1. METODE PENELITIAN

Bagian ini menggambarkan metode penelitian untuk mendeteksi wajah pada suatu gambar dengan menggunakan metode *Viola-Jones*.

1. *Pengumpulan Data*

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa citra gambar sebanyak 19 citra manusia. Citra yang digunakan berukuran 300 x 400 pixel dan 400 x 300 pixel. Adapun data tersebut diperoleh dari internet dan dari hasil pemotretan sendiri.

1. *Konsep Teori*
2. *Pengolahan citra*

Pengolahan citra adalah pemrosesan gambar berdimensi dua melalui computer digital (Jain, 1989). Menurut Efford (2000), pengolahan citra adalah istilah umum untuk berbagai teknik yang keberadaannya untuk memanipulasi dan memodifikasi citra dengan berbagai cara. Foto adalah contoh gambar berdimensi dua yang dapat diolah dengan mudah. Setiap foto dalam bentuk citra dapat diolah melalui perangkat lunak tertentu. Sebagai contoh, apabila citra terlihat agak gelap, citra dapat diolah menjadi lebih terang. Dimungkinkan pula untuk memisahkan objek dari latar belakangnya, dan banyak hal lain yang dapat dilakukan melalui pengolahan citra.

1. *Mengenal Jenis Citra*

Ada tiga jenis citra yang umum digunakan dalam pemrosesan citra. Ketiga jenis citra tersebut yaitu citra RGB, citra *grayscale*, dan citra biner.

1. Citra Warna

Citra RGB, merupakan jenis citra yang menyajikan warna dalam bentuk kompenen R (merah), G (hijau), B (biru). Setiap komponen warna menggunakan delapan bit (nilainya berkisar antara 0 sampai dengan 255). Dengan demikian, kemungkinan warna yang dapat disajikan mencapai 255 x 255 x 255 atau 16.581.375 warna. Gambar 2.1 merupakan contoh dari citra RGB.

Tabel 1. Warna dan Nilai Penyusun Warna

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Warna | R | G | B |
| Merah | 255 | 0 | 0 |
| Hijau | 0 | 255 | 0 |
| Biru | 0 | 0 | 255 |
| Hitam | 0 | 0 | 0 |
| Putih | 255 | 255 | 255 |
| Kuning | 0 | 255 | 255 |



Gambar 2.1 Contoh Citra RGB

1. Citra *Grayscale*

Sesuai dengan nama yang melekat, citra jenis ini menangani gradasi warna hitam dan putih, yang tentu saja menghasilkan efek warna abu-abu. Pada jenis gambar ini, warna dinyatakan dengan intensitas. Dalam hal ini, intensitas berkisar antara 0 sampai dengan 255. Nilai 0 menyatakan hitam dan nilai 255 dinyatakan putih. Gambar 2.2 merupakan contoh dari citra *grayscale*.



Gambar 2.2 Contoh Citra *Grayscale*

1. Citra Biner

Citra biner adalah citra dengan setiap piksel hanya dinyatakan dengan sebuah nilai dari dua kemungkinan (yaitu nilai 0 dan 1). Nilai 0 menyatakan warna hitam dan nilai 1 menyatakan warna putih. Citra jenis ini banyak dipakai dalam pemrosesan citra, misalnya untuk kepentingan memperoleh tepi bentuk suatu objek. Gambar 2.3 merupakan contoh dari citra biner.



**Gambar 2.3 Contoh Citra Biner**

1. *OpenCV*

*Open Source Computer Vision Library*, adalah *library open source multiplatform* berlisensi BSD (*Berkeley Software Distribution*) yang bersifat gratis untuk digunakan baik di kegiatan akademik maupun komersial. *Library* iniberfungsi untuk mentransformasikan data dari citra diam atau kamera *video* kesalah satu keputusan atau representasi baru. Semua representasi tersebut dilakukanuntuk mencapai beberapa tujuan tertentu.

*OpenCV* dirilis pada Januari 1999 oleh *Visual Interactivity Group* di *Intel’s Microprocessor Research Lab*. Tujuannya untuk membangun suatu komunitas *open source vision* dan menyediakan situs yang mendistribusikan upaya darikomunitas sehingga dapat dikonsolidasi dan dioptimalkan kinerjanya.

Telah banyak pengembangan-pengembangan yang dilakukan olehkontributor dalam penambahan komponen ke kelas *OpenCV,* sehingga *OpenCV* hingga saat ini, telah memiliki lebih dari 500 fungsi. Beberapa fungsi tersebutdiantaranya Metoda Geometrik, Pengenalan Objek, Pengukuran, Segmetasi, Utilitas, Fitur, Transformasi Citra, Piramida Citra, *Tracking*, Kalibrasi Kamera, Pengolahan Citra.

OpenCV hadir dengan filter *cascade classifier* yang terdiri dari empat jenis variasi pendeteksian wajah yaitu Frontalface\_alt\_tree, Frontalface\_alt, Frontalface\_alt2, dan Frontalface\_default.

1. *Viola Jones*

Metode Viola-Jones merupakan salah satu metode pendeteksian objek yang cukup populer, yang dapat memberikan hasil dengan tingkat keakuratan yang cukup tinggi dan dengan kecepatan yang sangat tinggi. Metode ini, diusulkan oleh Paul Viola dan Michael Jones pada tahun 2001, dengan menggabungkan empat kunci utama untuk mendeteksi suatu objek, yaitu :

1. Fitur persegi sederhana, disebut *Haar Features*
2. *Integral image* untuk pendeteksian fitur dengan cepat
3. Metoda AdaBoost *machine-learning*
4. *Cascade classifier* untuk mengkombinasikan banyak fitur
5. *Haar Features*

Fitur yang digunakan dalam metode Viola Jones adalah *haar features* yang didasari oleh Haar wavelets. Haar wavelets adalah satu gelombang panjangberupa gelombang persegi (satu interval tinggi satu dan satu interval rendah).Dalam dua dimensi, gelombang persegi ini digambarkan dengan sepasang persegi yang berdekatan – satu terang dan satu gelap.

Gambar 2.4 Haar Features

Ada atau tidaknya *haar features* dalam suatu citra ditentukan dengan cara mengurangi nilai rata-rata piksel daerah gelap dengan nilai rata-rata piksel daerah terang. Jika hasilnya diatas ambang maka fitur tersebut dikatakan ada.

1. *Integral Image*

Untuk menentukan ada atau tidaknya ratusan *haar features* pada suatu citra secara efektif, Viola Jones menggunakan teknik yang disebut *integral image*. *Integral image* merupakan teknik yang dapat mempercepat proses pendeteksian suatu objek dengan menggabungkan unit terkecil dari citra yaitu nilai-nilai piksel menjadi suatu representasi citra baru, caranya dengan menjumlahkan piksel yang ada di sebelah kiri dan atas titik tersebut.

Sebagai contoh terdapat citra masukan dengan dimensi 5x5 dengan nilai-nilai piksel sebagai berikut :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | 4 | 7 | 5 | 8 |
| 1 | 5 | 9 | 7 | 7 |
| 4 | 6 | 8 | 5 | 6 |
| 3 | 5 | 6 | 6 | 7 |
| 4 | 4 | 5 | 3 | 6 |

Gambar 2.5 Citra dimensi 5x5

Maka *integral image* dari citra input diatas adalah :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | 6 | 13 | 18 | 26 |
| 3 | 12 | 28 | 40 | 55 |
| 7 | 22 | 46 | 63 | 84 |
| 10 | 30 | 60 | 83 | 111 |
| 14 | 38 | 73 | 99 | 133 |

Gambar 2.6 Integral image citra 5x5

Nilai piksel pada integral image ini didapatkan dengan cara menjumlahkan nilai suatu piksel dengan nilai piksel disebelah kiri, kiri atas dan atas dari piksel tersebut. Sebagai contoh, nilai dari piksel pada baris ke-2 dan kolom ke-2 pada ilustrasi di atas diperoleh dengan cara menjumlahkan nilai piksel baris ke-1 kolom ke-1, piksel baris ke-1 kolom ke-2, piksel baris ke-2 kolom ke-1 dengan piksel baris ke-2 kolom ke-2, maka didapatkan piksel dengan nilai 12 (2+4+1+5).

Dengan *integral image* ini, maka perhitungan untuk mendapatkan nilai *haar features* dapat didapatkan dengan waktu yang cepat, berikut ini adalah contoh perbandingan pencarian nilai fitur dengan menggunakan *integral image* dan tanpa *integral image* :

Tanpa *integral image*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | 4 | 7 | 5 | 8 |
| 1 | 5 | 9 | 7 | 7 |
| 4 | 6 | 8 | 5 | 6 |
| 3 | 5 | 6 | 6 | 7 |
| 4 | 4 | 5 | 3 | 6 |

Gambar 2.7 Tanpa integral image

Nilai *Haar Features* = | (total piksel hitam) – (total piksel putih) |

= | (jumlah nilai piksel baris-2 kolom-2 sampai nilai piksel baris-5 kolom-3) – (jumlah nilai piksel baris-2 kolom-4 sampai nilai piksel baris-5 kolom-5) |

= | (5+9+6+8+5+6+4+5) – (7+7+5+6+6+7+3+6) |

= | 48 - 47 |

= 1

Dengan *integral image*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 2 | 6 | 13 | 18 | 26 |
| 3 | 12 | 28 | 40 | 55 |
| 7 | 22 | 46 | 63 | 84 |
| 10 | 30 | 60 | 83 | 111 |
| 14 | 38 | 73 | 99 | 133 |

Gambar 2.8 Dengan integral image

Untuk menghitung fitur dengan menggunakan *integral image*, terdapat rumusan sebagai berikut :

D = D + A - (B + C)

Dimana, D adalah nilai piksel kanan bawah, A adalah nilai piksel kiri atas, B adalah piksel atas dari piksel D dan C adalah nilai piksel kiri dari piksel D. Berikut adalah gambaran dari piksel-piksel tersebut :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| A | B |  |
| C | D |
|  | | |

Gambar 2.5 Pencarian Nilai Piksel D Pada *Integral Image*

Nilai *Haar Features* = | (total piksel hitam) – (total piksel putih) |

= | (73+2-(14 + 13)) – (133+13-(73+26)) |

= | 48 - 47 |

= 1

1. AdaBoost

Selanjutnya, setelah nilai fitur didapatkan Viola Jones menggunakan metode AdaBoost *machine-learning* untuk mengetahui suatu fitur apakah merepresentasikan ada tidaknya wajah dalam suatu citra masukan. Metode AdaBoost menggabungkan banyak classifier lemah menjadi satu classifier kuat. *Classifier* adalah suatu ciri yang menandakan adanya objek wajah dalam suatu citra. Sedangkan *classifier* lemah adalah suatu jawaban benar namun memiliki tingkat kebenaran yang kurang akurat, jika digabung maka *classifier* lemah tersebut akan menghasilkan suatu *classifier* kuat. Berikut ini adalah gambaran dari metode AdaBoost yang digunakan untuk mendeteksi wajah :

T

T

T

Sub Image

Face

Not Face

F

F

F

F

Gambar 2.9 Metode AdaBoost *Machine-Learning*

Gambar 2.9, menjelaskan bagaimana metode AdaBoost ini akan menyeleksi nilai fitur dari citra masukan, jika pada fitur tersebut tidak terdeteksi adanya wajah maka akan disimpulkan tidak ada wajah, jika ada akan diteruskan ke tingkat selanjutnya sampai ke tingkat terakhir, lalu akan disimpulkan pada citra masukan terdeteksi adanya wajah. Proses penyeleksian fitur tersebut dengan cara membandingkan nilai fitur dengan nilai ambang yang telah ditentukan pada tiap tingkat, jika nilai fitur sama atau diatas nilai ambang maka terdeteksi adanya wajah dalam fitur tersebut.

1. *Cascade Classifier*

Tingkatan proses penyeleksian fitur diurutkan berdasarkan bobot terberat sampai teringan, sehingga dapat secepat mungkin untuk mengklasifikasikan bahwa tidak terdeteksi wajah dalam citra masukan, pengurutan proses penyeleksian fitur ini disebut *cascade classifier.*

1. *Perancangan Sistem*

Pada tahap ini akan dijelaskan hal yang berhubungan dengan pengembangan sistem yang akan dibuat.

1. *Diagram Konteks*

Diagram konteks *(Context Diagram)* digunakan untuk menggambarkan hubungan *input* dan *output* antara sistem dengan *entitas* luar, suatu diagram konteks selalu memiliki satu proses yang mewakili seluruh sistem.



Gambar 2.10 Diagram Konteks

Gambar 2.10 menjelaskan bahwa kamera melakukan input data citra gambar terhadap sistem, kemudian data tersebut diolah dalam sistem yang nantinya akan menghasilkan data output berupa Jumlah Orang.

1. *Data Flow Diagram (DFD)*

*Data flow diagram* (DFD) akan menjelaskan alur sistem, DFD ini juga akan menggambarkan secara visual bagaimana data tersebut mengalir, berikut DFD dari prototype pendeteksi jumlah orang.



Gambar 2.11 DFD Level 0

Gambar 2.11 menjelaskan bahwa kamera mengirim data gambar yang akan diproses menggunakan menggunakan metode viola jones, adapun langkah pertama dalam metode ini adalah *haar features,* untuk mencari nilai fitur menggunakan sebuah media berupa *integral image,* setelah nilai fitur didapatkan maka langkah selanjutnya adalah memilih fitur-fitur dalam jumlah banyak, dengan hanya memilih fitur-fitur tertentu dengan menggunakan algoritma AdaBoost, kemudian dilakukan klasifikasi bertingkat untuk membedakan mana yang bukan objek untuk dideteksi dan mana objek yang ingin dideteksi.

1. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menampilkan hasil pengujian dari pendekatan penelitian ini, yang terdiri atas pengujian gambar yang terdeteksi wajah dan pengujian gambar yang tidak terdeteksi wajah. Kinerja dari pendekatan diuji pada 19 sampel gambar, pengujian ditampilkan berupa contoh hasil gambar terdeteksi dan tidak terdeteksi wajah. Gambar sampel berupa gambar manusia. Gambar sampel pada umumnya merupakan gambar dengan tampilan frontal karena beberapa gambar dengan wajah tidak tegak lurus atau tidak frontal tidak dapat mengidentifikasi wajah pada gambar tersebut. Berikut ini merupakan hasil gambar dari deteksi wajah menggunakan metode *Viola-Jones*.

1. *Pengujian Deteksi Wajah*

Pengujian deteksi wajah dilakukan berdasarkan posisi tampak depan (*frontal)*, *non frontal*, jarak dan beberapa wajah.

Tabel 2. Pengujian Deteksi Wajah

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Gambar** | **Jenis Pengujian** | **Hasil** | **Kesimpulan** |
| 1 |  | *Frontal* | Terdeteksi | Wajah pada posisi *frontal* akan terdeteksi 100%. |
| 2 |  | *Non Frontal* | Tidak terdeteksi | Wajah pada posisi *non frontal* tidak terdeteksi. |
| 3 |  | Jarak (<=2.3 m) | Terdeteksi | Wajah dengan jarak (<=2.3 m) akan terdeteksi. |
| 4 |  | Jarak (>2.3 m) | Tidak terdeteksi | Wajah dengan jarak (>2.3 m) tidak terdeteksi. |
| 5 |  | Beberapa wajah | Terdeteksi | Mampu mendeteksi wajah lebih dari satu. |

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 2, dapat disimpulkan bahwa wajah pada posisi *frontal,* dan jarak (<=2.3 m) akanterdeteksi 100% dan wajah pada posisi *non frontal,* dan jarak (>2.3 m)tidak terdeteksi. Sistem juga dapat mendeteksi beberapa wajah.

1. *Pengujian Jumlah Wajah yang Terdeteksi*

Adapun gambar yang akan di uji yaitu gambar yang terdiri dari beberapa orang. Tabel 3 merupakan hasil pengujian jumlah wajah yang terdeteksi.

Tabel 3. Pengujian Jumlah Wajah Yang Terdeteksi

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Gambar** | **Jumlah Orang** | **Terdeteksi** | **Tidak Terdeteksi** |
| 1 |  | 1 | 1 | 0 |
| **2** |  | 3 | 3 | 0 |
| 3 |  | 3 | 2 | 1 |
| 4 |  | 7 | 7 | 0 |
| 5 |  | 5 | 4 | 1 |

Dari tabel 3 pengujian nomor 1, 2 dan 4 itu pengujiannya sukses, menunjukkan jumlah orang yang sesuai dengan yang terdapat pada gambar.

Dari tabel 3 pengujian nomor 3 dan 5, dimana pada nomor 3, jumlah orang pada gambar berjumlah 3 orang, tetapi sistem mendeteksi hanya 2 orang dan pada nomor 5, jumlah orang pada gambar berjumlah 5 orang, tetapi sistem mendeteksi hanya 4 orang, hal itu disebabkan karena gambar pada nomor 3 dan 5 terdapat gambar orang yang mempunyai wajah dengan posisi *non frontal*.

1. KESIMPULAN

Setelah melakukan beberapa pengujian yaitu pengujian deteksi wajah, pengujian jumlah wajah yang terdeteksi, maka dapat di ambil kesimpulan bahwa :

1. Wajah pada posisi *frontal* dan jarak (<=2.3 m) akan terdeteksi 100% dan waktu deteksi kurang dari 0.15 detik.
2. Wajah pada posisi *non frontal* dan jarak (>2.3 m)tidak terdeteksi.
3. Sistem mampu mendeteksi beberapa wajah.
4. Data uji terdiri dari 19 citra dengan jumlah orang 38 orang, 30 orang berhasil dideteksi dan 8 orang tidak berhasil dideteksi. Jadi, tingkat akurasi deteksi dalam sistem ini adalah sebesar 79%**.**
5. SARAN

Setelah mendapatkan kesimpulan dari prototype pendeteksi jumlah orang dalam ruangan. Maka penulis akan memberikan saran, supaya sistem ini bisa dikembangkan menjadi lebih baik lagi. Adapun saran pengembangan prototype pendeteksi jumlah orang ini sebagai berikut :

1. Sistem ini dapat dikembangkan menjadi sistem yang tidak hanya mendeteksi wajah dalam bentuk citra statis (*image*) tetapi sistem juga dapat mendeteksi wajah dalam bentuk citra dinamis (video).
2. Sistem ini dapat dikembangkan menjadi sistem yang tidak hanya bisa mendeteksi wajah, tetapi juga bisa mendeteksi bagian tubuh lainnya dari manusia untuk mengetahui keberadaan orang.
3. Sistem dapat dikembangkan dengan menggunakan metode lain, agar bisa melihat perbandingan dari metode yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Gunawan, Krisna, 2012, Perancangan Sistem Pengenalan Wajah Berbasis Algoritma Principal Component Analysis (PCA), *Skripsi,* Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer,Universitas Komputer Indonesia, Bandung.

[2] Harwendhani, Citra Irmaya., Ningrum2, Purwanti Ika., Sarita, Ihsan Muh., 2016, Sistem Pendeteksi Jumlah Mobil Dalam Intelligent Transport System (ITS) Menggunakan Metode Viola-Jones, *semanTIK,* no 1,Vol 2, hal 279-288.

[3] Hermawati, Astuti Fajar, 2013, *Pengolahan Citra Digital*, Andi, Yogyakarta.

[4] Kadir, Abdul, dan Susanto, Adhi. 2013. *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*, Andi, Yogyakarta.

[5] Santoso, Hadi., Harjoko, Agus., 2013, Haar Cascade Classifier dan Algoritma Adaboost Untuk Deteksi Banyak Wajah Dalam Ruang Kelas, *Jurnal Teknologi,* no 2, vol 6, hal 108-115.

[6] Septian, Yogi M, 2014, Deteksi Wajah Menggunakan Metode Viola Jones pada Graphics Processing Unit Face Detection Using Viola Jones Method On Graphics Processing Unit,Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom, Bandung.

[7] Triatmoko, Hendro Andrianus., Pramono, Hadi Sholeh., Dachlan, S. Harry., 2014, Penggunaan Metode Viola Jones dan Algoritma Eigen Eyes dalam Sistem Kehadiran Pegawai, *Jurnal EECCIS*, no 1, Vol 8, hal 41-46.

[8] Arta, Y., Kadir, E. A., & Suryani, D. (2016, May). KNOPPIX: Parallel computer design and results comparison speed analysis used AMDAHL theory. In Information and Communication Technology (ICoICT), 2016 4th International Conference on (pp. 1-5). IEEE.