

IMPLEMENTASI *FACE DETECTION* MENGGUNAKAN METODE *VIOLA JONES* UNTUK MEMBANTU MEMPERMUDAH PROSES *COUNTER* PENGUNJUNG GEDUNG

M. Nur Inrawansyah

Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang
indra.gmf.27@gmail.com

ABSTRAK

Proses counter dilakukan hampir di setiap gedung yang kemudian dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Akan tetapi beberapa perusahaan melakukan proses counter masih dilakukan secara manual. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini. Salah satu metode yang digunakan adalah dengan memanfaatkan deteksi wajah yang kemudian akan digunakan untuk menghitung jumlah pengunjung.

Untuk membuat aplikasi tersebut peneliti menggunakan metode *viola jones* dengan software VB 2010 dengan bahasa C Sharp atau C#. Untuk pembuatannya menggunakan beberapa library seperti Open CV, Emgu CV. Program ini dapat merekam siapa saja yang keluar dan masuknya seseorang dalam bangunan tersebut.

Dalam pengujian aplikasi ini dapat menghitung orang yang telah terdeteksi oleh kamera dan dapat menghitung orang lebih dari satu secara real time. Dari pengujian yang sudah dilakukan aplikasi yang dibuat belum dapat berjalan jika orang yang akan deteksi lebih dari satu, memakai kacamata, memiliki model rambut yang menutupi sebagian wajah dan beberapa user atau pengunjung yang menggunakan kerudung yang modelnya menutup sebagian dari wajah. Faktor cahaya, camera dan spesifikasi computer yang digunakan sangat berpengaruh dalam aplikasi "Implementasi face detection menggunakan metode *Viola Jones* untuk membantu mempermudah proses counter pengunjung gedung".

Kata kunci : *Face Detection, Metode Viola Jones, Counter.*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring perkembangan zaman, teknologi elektronika dan komputer mengalami kemajuan yang sangat pesat. Perkembangan ini mendorong berkembangnya teknologi computer vision dan *image processing* yang memungkinkan komputer dapat mengenali suatu citra (gambar) digital. Salah satu contohnya adalah sistem pendeteksian wajah sebagai tahap awal.

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 Fitur persegi sederhana, disebut *fitur Haar*, *Integral image* untuk pendeteksian fitur dengan cepat, Metoda *AdaBoost machine-learning*, *Cascade classifier* untuk mengkombinasikan banyak fitur. Fitur yang digunakan dalam metode *Viola-Jones* adalah fitur *Haar* yang didasari oleh *Haar wavelets*. *Haar wavelets* adalah satu gelombang panjang berupa 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.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang dibahas dalam program ini adalah bagaimana cara membangun aplikasi yang dapat melakukan proses *counter* dengan menggunakan metode *viola jones* pada VB 2010

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan sistem yang dikerjakan penulis, adapun batasan masalah yang ada pada program ini adalah:

1. Aplikasi ini hanya dapat dijalankan pada *desktop* saja. Untuk uji coba aplikasi menggunakan camera *handphone* yang dikoneksikan menggunakan *IP Webcam*.
2. Spesifikasi *handphone* yang digunakan ber-type *samsung galaxy J5*.

1.4. Tujuan

Dari masalah-masalah yang telah dirumuskan aplikasi yang menghasilkan *sistem counter* dengan mendeteksi wajah menggunakan metode *viola jones* berbasis *desktop*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

Haar Cascade Classifier Dan Algoritma *Adaboost* Untuk Deteksi Banyak Wajah Dalam

Ruangan Kelas. Deteksi wajah yang dibuat mengarah kepada sistem absensi secara otomatis namun hanya sebatas deteksi wajah mahasiswa yang ada dikelas berdasarkan posisi wajah yaitu posisi lurus kedepan sejajar 15 derajat kekanan, kekiri, mengangkut dagu keatas dan kebawah, dan berdasarkan tiga jarak *object* wajah yaitu 100 cm, 150 cm, dan 200 cm serta menghitung banyak mahasiswa yang ada di dalam kelas. Aplikasi ini menggunakan metode *haar cascade classifier*. Hasilnya metode yang digunakan sangat baik ideal digunakan untuk deteksi banyak wajah ,berdasarkan indikasi dari objek terdeteksi banyak wajah secara *real time* maka jumlah orang akan diketahui ,objek tidak akan terdeteksi jika terhalang oleh objek lain. (Hadi, 2013)

Deteksi Wajah Menggunakan Metode *Viola Jones* Pada *Graphics Processing Unit Face Detection Using Viola Jones Method On Graphics Processing Unit*. Metode *Viola Jones* dieksekusi secara paralel menggunakan *GPU (Graphic Processing Unit)* berbasis *CUDA (Compute Unified Device Architecture)*. *CUDA* adalah *platform* komputasi paralel pada *GPU* yang dibuat oleh perusahaan *NVIDIA*. Data citra yang digunakan berformat *Portable grayscale map (*.pgm)*. Sebagai perbandingan *speedup* , dilakukan juga *eksekusi* secara serial . Dari hasil penelitian, didapat bahwa metode *Viola Jones* pada *GPU* mempunyai akurasi yang baik. Didapat *speedup* 1.38 pada citra ukuran lebih kecil atau sama dengan 640x480, *speedup* 1.82 pada wajah ukuran diantara resolusi 640x480 sampai 1024x768, dan *speedup* 1.9 pada wajah ukuran diatas sama dengan 1024x768. Metode yang digunakan *Viola Jones On GPU*. Hasilnya Dari hasil pengujian didapat *speedup* terendah dari data ke-1 sebesar 0.35 dan *speedup* tertinggi dari ke-80 sebesar 3.55, akurasi semua golongan citra relatif akurat sebesar 85.9155%, Untuk citra golongan A memiliki akurasi dan *speedup* sebesar 87.7193% dan 1.38, Untuk citra golongan B memiliki akurasi dan *speedup* sebesar 87.7879% dan 1.82, Untuk citra golongan C memiliki akurasi dan *speedup* sebesar 84.5921%, dan 1.9. (Yogi, 2014)

2.2. Face Detection

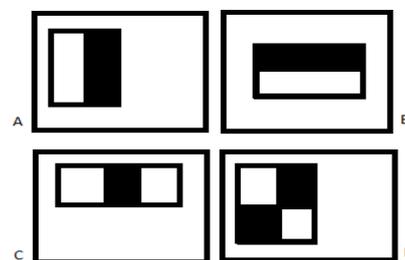
Deteksi wajah adalah suatu teknologi komputer untuk mendeteksi wajah manusia dengan cara menentukan letak dan ukuran wajah manusia di dalam citra digital. Teknologi ini dapat mendeteksi wajah melalui ciri/sifat wajah dan tidak memperdulikan hal hal lainnya, seperti bangunan, pohon dan badan manusia itu sendiri. Bidang-bidang penelitian yang juga berkaitan dengan pemrosesan wajah (*face processing*) adalah autentikasi wajah (*face authentication*), lokalisasi wajah (*face localization*), penjejakan wajah (*facetracking*), dan pengenalan ekspresi wajah (*facial expression recognition*). Deteksi wajah merupakan salah satu tahap awal (*preprocessing*) yang sangat penting sebelum dilakukan proses pengenalan

wajah (*face recognition*). Deteksi wajah dapat juga diartikan dengan deteksi benda yang spesifik. Dalam kasus ini benda yang dideteksi secara spesifik atau berupa wajah manusia yang sering disebut dengan istilah fitur. Yaitu bagian wajah manusia yang memiliki ciri khusus, seperti mata, hidung, mulut, pipi, dahi dan dagu. Adapun faktor yang dapat mempengaruhi deteksi wajah, antara lain: (Yogi, 2014)

1. Pose Bagian wajah yang terlihat pada citra bisa bervariasi (bagian depan terlihat jelas, bagian wajah ada yang tidak terlihat).
2. Komponen Struktural Fitur pada wajah seperti kumis, jenggot, kacamata dan beberapa komponen yang bisa membuat wajah berbeda dari satu dengan yang lain. Seperti bentuk wajah, warna kulit, dan ukuran.
3. Ekspresi Wajah Ekspresi wajah yang ada pada citra.
4. Orientasi Citra Pengambilan gambar pada objek citra.
5. Kondisi Citra Kondisi pencahayaan (spektrum), dan karakteristik kamera (sensor, response, lensa) berpengaruh terhadap tampilan wajah.

2.3. Viola Jones

Prosedur deteksi wajah *Viola-Jones* mengklasifikasikan gambar berdasarkan pada nilai fitur sederhana. Terdapat banyak alasan untuk menggunakan fitur dari pada *pixel* secara langsung. Alasan yang paling umum adalah bahwa fitur dapat digunakan untuk mengkodekan pengetahuan domain *ad-hoc* yang sulit dalam pembelajaran terhadap data latih yang terbatas jumlahnya. Alasan penting kedua untuk menggunakan fitur adalah sistem fitur berbasis operasi jauh lebih cepat daripada sistem berbasis *pixel*. Klasifikasi gambar dilakukan berdasarkan nilai dari sebuah fitur. Penggunaan fitur dilakukan karena pemrosesan fitur berlangsung lebih cepat dibandingkan pemrosesan citra perpixel. Terdapat tiga jenis fitur berdasarkan jumlah persegi panjang yang terdapat di dalamnya seperti yang dapat dilihat seperti pada Gambar 1 (Dwisnanto, 2012).

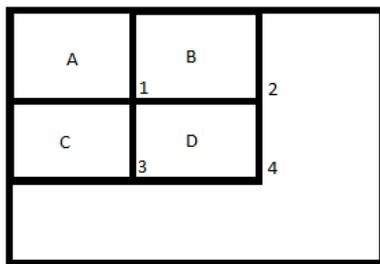


Gambar 1. Jenis fitur gambar

Gambar 1 : Menggambarkan bahwa fitur (a) dan (b) terdiri dari dua persegi panjang, sedangkan fitur (c) terdiri dari tiga persegi panjang dan fitur (d) empat persegi panjang. Cara menghitung nilai dari fitur ini adalah mengurangkan nilai *pixel* pada area

putih dengan *pixel* pada area hitam. Untuk mempermudah proses penghitungan nilai fitur, algoritma *Viola-Jones* menggunakan sebuah media berupa *Integral Image*.

Untuk menentukan nilai rata-rata *pixel* pada area segiempat (daerah yang diarsir) dapat dilakukan hanya dengan membagi nilai pada (x,y) oleh area segiempat. Gambar 3 menggambarkan perhitungan *integral* salah satu area segiempat seperti pada Gambar 2 berikut ini



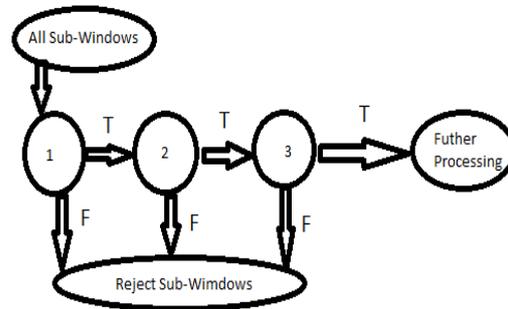
Gambar 2. Integral image

Gambar 2 : Dengan menggunakan *integral image* dapat mengetahui nilai *pixel* untuk beberapa segiempat yang lain misalkan, seperti segiempat D pada Gambar 3 di atas dapat dilakukan dengan cara menggabungkan jumlah *pixel* pada area segiempat A+B+C+D, dikurangi jumlah dalam segiempat A+B dan A+C, ditambah jumlah *pixel* di dalam A. Dengan A+B+C+D adalah nilai dari *integral image* pada lokasi 4, A+B adalah nilai pada lokasi 2, A+C adalah nilai pada lokasi 3, dan A pada lokasi 1. Sehingga hasil dari D dapat dikomputasikan $D = (A+B+C+D) - (A+B) - (A+C) + A$.

Untuk memilih fitur yang spesifik yang akan digunakan dan untuk mengatur nilai ambangnya (*threshold*), *Viola* dan *Jones* menggunakan sebuah metode *machine learning* yang disebut *AdaBoost*. *AdaBoost* menggabungkan banyak *classifier* lemah untuk membuat sebuah *classifier* kuat. Lemah disini berarti urutan *filter* pada *classifier* hanya mendapatkan jawaban benar lebih sedikit. Jika keseluruhan *classifier* lemah digabungkan maka akan menjadi *classifier* yang lebih kuat. *AdaBoost* memilih sejumlah *classifier* lemah untuk disatukan dan menambahkan bobot pada setiap *classifier*, sehingga akan menjadi *classifier* yang kuat. *Viola-Jones* menggabungkan beberapa *AdaBoost classifier* sebagai rangkaian *filter* yang cukup efisien untuk menggolongkan daerah *image*. Masing-masing filter adalah satu *AdaBoost classifier* terpisah yang terdiri *classifier* lemah atau satu filter fitur.

Karakteristik dari algoritma *Viola-Jones* adalah adanya klasifikasi bertingkat. Klasifikasi pada algoritma ini terdiri dari tiga tingkatan dimana tiap tingkatan mengeluarkan subcitra yang diyakini bukan wajah. Hal ini dilakukan karena lebih mudah untuk menilai subcitra tersebut bukan wajah ketimbang

menilai apakah subcitra tersebut berisi wajah. Gambar 3 menggambarkan bentuk alur kerja dari klasifikasi bertingkat.



Gambar 3. Alur klasifikasi bertingkat

Gambar 3: Pada klasifikasi tingkat pertama, tiap subcitra akan diklasifikasi menggunakan satu fitur. Hasil dari klasifikasi pertama ini berupa T (*True*) untuk gambar yang memenuhi *fitur Haar* tertentu dan F (*False*) bila tidak. Klasifikasi ini kira-kira akan menyisakan 50% subcitra untuk diklasifikasi di tahap kedua. Hasil dari klasifikasi kedua berupa T (*True*) untuk gambar yang memenuhi proses *integral image* dan F (*False*) bila tidak. Seiring dengan bertambahnya tingkatan klasifikasi, maka diperlukan syarat yang lebih spesifik sehingga fitur yang digunakan menjadi lebih banyak. Jumlah subcitra yang lolos klasifikasi pun akan berkurang hingga mencapai jumlah sekitar 2%. Hasil dari klasifikasi terakhir berupa T (*True*) untuk gambar yang memenuhi proses *AdaBoost* dan F (*False*) bila tidak.

2.4. Proses Counter

Pada program penghitungan orang yang lewat ini diberi batasan hanya dilakukan di pintu masuk dan di pintu keluar bagi pengunjung gedung. Demikian pula untuk intensitas cahaya pada saat penghitungan dilakukan. Intensitas cahaya akan mempengaruhi warna dari orang yang akan dihitung. Untuk itu pengujian penghitungan orang dilakukan pada ruang tertutup dimana intensitas cahaya cenderung tetap. Proses penghitungan dilakukan apabila orang melewati *detection windows*, baik *detection windows 1* maupun *detection windows 2*. Masing-masing *detection windows* mewakili dua jalur pada arah yang berbeda. Jumlah nilai deteksi yang masuk akan dikurangkan dengan jumlah deteksi yang keluar. Selisih dari operasi ini.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Analisa Sistem

Analisa kebutuhan sistem merupakan proses identifikasi dan evaluasi permasalahan-permasalahan yang dibangun sesuai dengan kriteria yang diharapkan. Oleh karena itu aplikasi harus memenuhi kebutuhan yaitu : Aplikasi bisa digunakan pada

semua PC , Laptop, dan aplikasi mampu mengimplementasikan perhitungan sesuai metode yang dipakai.

3.2. Perancangan

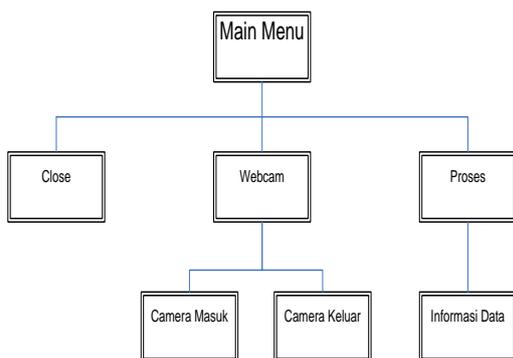
Program ini di letakan pada desktop aplikasi dimana seluruh hasil penangkapan citra telah di rekam oleh desktop aplikasi tersebut. Dapat di bilang bahwa aplikasi yang terletak di desktop berperan sebagai aplikasi sistem penghitung *object* yang melewati webcam . Dengan adanya penghitung ini maka akan lebih mudah mengetahui jumlah orang yang ada pada gedung. Adapun desain system seperti pada Gambar 4 berikut ini



Gambar 4 Desain system

1. Camera webcam akan digunakan untuk pengambilan objek yang akan digunakan sebagai pengambilan data
2. Komputer/laptop akan digunakan sebagai pemrosesan data yang akan di proses lebih lanjut ke program
3. User akan mendapatkan informasi dari data yang telah di proses.

3.3. Perancangan Struktur Menu

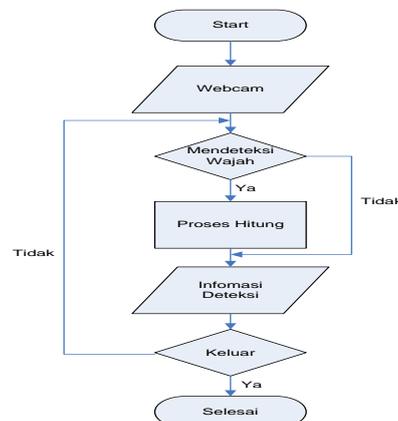


Gambar 5 Struktur menu

1. *Close* berfungsi untuk keluar dari program
2. *Webcam* berfungsi untuk masuk ke camera yang telah disiapkan. Terdapat 2 *webcam* yang pertama webcam untuk masuk dan satunya lagi *webcam* untuk keluar.
3. *Proses* berfungsi untuk masuk ke pemrosesan citra untuk proses pendeteksian perhitungan *face*.

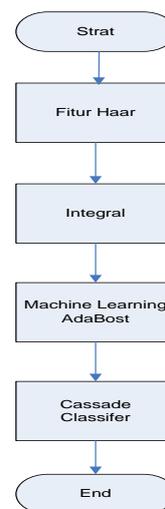
3.4. Flowchart System

1. *Start* : awal mulainya suatu program ketika pertama kali di *running*
2. *Webcam* : setelah di *running* maka masukan pada aplikasi berupa video yang *real-time*
3. Mendeteksi wajah :pada bagan tersebut terdapat percabangan ,dimana jika “ya” maka akan ke proses selanjutnya “proses hitung” tapi jika “tidak” maka akan ke proses *output*”informasi data”.
4. Informasi deteksi : hasil dari proses hitung akan di masukkan pada informasi deteksi.
5. Keluar : pada bagan “keluar” akan terdapat percabangan , dimana jika “ya” maka program akan keluar tapi “tidak” maka akan kembali ke proses “*webcam*”.
6. Selesai : program *close*.



Gambar 6 Flowchart

3.5. Flowchart Viola Jones



Gambar 7 Flowchart viola jones

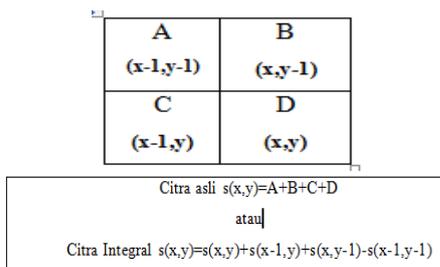
1. *Fitur haar* : Adanya fitur Haar ditentukan dengan cara mengurangi rata-rata *pixel* pada

daerah gelap dari rata-rata *pixel* pada daerah terang. Jika nilai perbedaannya itu diatas nilai ambang atau *threshold*, maka dapat dikatakan bahwa fitur tersebut ada. Nilai dari *Haar-like feature* adalah perbedaan antara jumlah nilai-nilai *pixel gray level* dalam daerah kotak hitam dan daerah kotak putih:

$$\text{SumBlack rectangle} - \text{SumWhite rectangle} \times x$$

dimana untuk kotak pada *Haar-like feature* dapat dihitung secara cepat menggunakan "*integral image*".

2. *Integral* : untuk memudahkan proses perhitungan nilai dari setiap *fitur Haar* pada setiap lokasi gambar digunakan teknik yang disebut citra *integral*. Secara umum *integral* mempunyai makna menambahkan bobot, bobot merupakan nilai-nilai *pixel* yang akan ditambahkan ke dalam gambar asli. Jika titik (x,y) sudah ditentukan maka akan di jumlahkan dari kiri atas sampai kanan bawah seperti persamaan 3 .



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

dimana (,) ii x y adalah *integral image* dan (,) i x y adalah original image Guna mengetahui nilai piksel untuk beberapa segiempat yang lain, seperti segiempat D pada gambar (b), dapat dilakukan dengan cara menggabungkan jumlah piksel pada area segiempat A+B+C+D, dikurangi jumlah dalam segiempat A+B dan A+C, ditambah jumlah piksel di dalam A. Dengan, A+B+C+D adalah nilai dari integral image pada lokasi 4, A+B adalah nilai pada lokasi 2, A+C adalah nilai pada lokasi 3, dan A pada lokasi 1. Sehingga hasil dari D dapat dikomputasikan seperti persamaan 4.

$$D = (A+B+C+D) - (A+B) - (A+C) + A \tag{4}$$

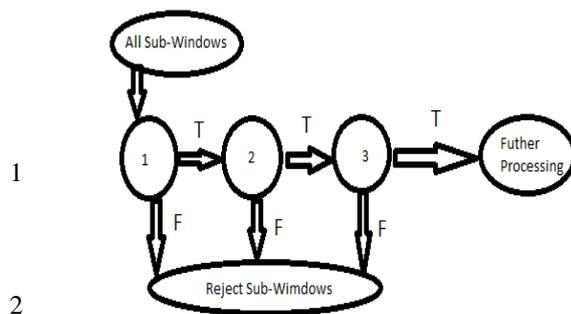
3. Algoritma *AdaBoost* mengkombinasikan banyak citra-citra yang kurang tajam (*weak classifiers*) untuk menjadi citra-citra yang lebih tajam (*strong classifiers*) dengan memberi

bobot kepada citra *weak classifiers*. *Weak classifier* dalam hal ini adalah nilai dari *haar-like feature*

4. *Cascade classifier* : menentukan ambang batas (nilai *threshold*) untuk mencari nilai perbedaan antara nilai fitur yang telah didapatkan Memberikan bobot kepada *weak classifier* (nilai *threshold* < nilai (rectangle black - rectangle white)) Menggabungkan banyak *classifier* yang lemah untuk membuat *classifier* yang lebih kuat.

Lemah disini berarti urutan filter pada *classifier* hanya mendapatkan jawaban benar lebih sedikit.

Filter nilai citra : Filter pada masing-masing level mengklarifikasi citra yang sebelumnya telah di filter. Jika salah satu filter tersebut gagal, daerah pada citra diklarifikasikan sebagai bukan wajah.



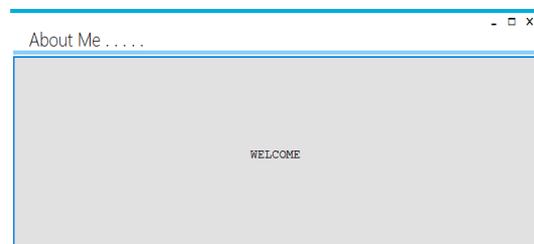
Gambar 8 Alur klasifikasi bertingkat

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi

Menu yang dirancang dalam aplikasi *system counter* berbasis *face detection* ini memiliki beberapa tampilan seperti:

1. Tampilan awal program ketika pertama kali di *running* seperti pada Gambar 9 berikut ini



Gambar 9 Tampilan awal program

2. Setelah *button* "*welcome*" di klik maka akan muncul tampilan "*about me*" seperti pada Gambar 10



Gambar 10 Tampilan about me



Keterangan 3 : Jauh Dekat Dapat Terdeteksi

3. Setelah *button* “GO” di klik maka akan tampil halaman utama seperti pada Gambar 11.



Gambar 11 Tampilan utama program

Tabel 2 Tidak terdeteksi



Keterangan 1: Dari 3 Orang Hanya 2 Yang Terdeteksi

4.2. Pengujian

Setelah dilakukan pengujian pada program *system counter* berbasis *face detection* ini maka di dapatkan hasil seperti Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Object dapat di hitung



Keterangan 1: Satu Orang Dapat Terdeteksi



Keterangan 2 : 2 Orang Dapat Terdeteksi



Keterangan 2 : Memakai Kerudung Tidak Dapat Terdeteksi

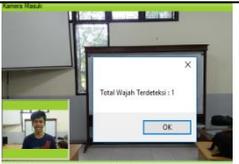


Ket 3 :Tampak Dari Samping Tidak Terdeteksi

Tabel 3 Pengujian jumlah object

No	Jumlah Object	Gambar Deteksi
1	2 Orang	
Keterangan 1: 1 orang terdeteksi dari 2 object		
2	3 Orang	
Keterangan 2 : 2 orang terdeteksi dari 3 object		
3	4 orang	
Keterangan 3 :3 orang terdeteksi dari 4 object		
4	5 orang	
Keterangan 3 :1 orang terdeteksi dari 5 object		

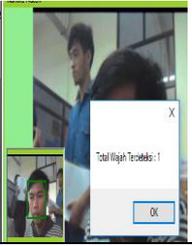
Tabel 4 Pengujian jarak

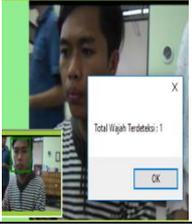
No	Jumlah Object	Gambar Deteksi
1	30 cm	
Keterangan 1: Jarak 30 cm object dapat terdeteksi		
2	60 cm	
Keterangan 2 : Jarak 60 cm object dapat terdeteksi		

No	Jumlah Object	Gambar Deteksi
3	90 cm	
Keterangan 3 : Jarak 90 cm object dapat terdeteksi		
4	120 cm	
Keterangan 3 : Jarak 120 cm object dapat terdeteksi		
5	2 meter	
Keterangan 3 : Jarak 2 meter object dapat terdeteksi		
6	2,5 meter	
Keterangan 3 : Jarak 2,5 meter object dapat terdeteksi		
7	3 meter	
Keterangan 3 : Jarak 3 meter object dapat terdeteksi		
8	3,5 meter	
Keterangan 3 : Jarak 3,5 meter object dapat terdeteksi		

No	Jumlah Object	Gambar Deteksi
9	4 meter	
Keterangan 3 : Jarak 4 meter <i>object</i> dapat terdeteksi		
10	4,5 meter	
Keterangan 3 : Jarak 4,5 meter <i>object</i> dapat terdeteksi		
11	10 meter	
Keterangan 3 : Jarak 10 meter <i>object</i> dapat terdeteksi		

Tabel 5 Pengujian jenis handphone

No	Jenis Handphone	Gambar Deteksi
1	Sony Ericsson K8001 OS MIDP 2.0 3.15 MP, autofocus, xenon flash Asus Zenfone 5	
Keterangan 1: Dapat mendeteksi satu orang		
2	Nokia 3660 Symbian OS v6.1, Series 60 v1.0 UI VGA, 640x480 pixels, video	
Keterangan 2 : Tidak dapat mendeteksi		

3	Samsung J1 Android 5.1 Lollipop 5 MP , Autofokus, LED Flash	
Keterangan 3 :Dapat mendeteksi		
4	Android OS, v4.3 (Jelly Bean), upgradable to v4.4.2 (KitKat) Wi-Fi 802.11 b/g/n, Wi-Fi Direct, Wi-Fi hotspot 8 MP, 3264 x 2448 pixels, autofocus, LED flash	
Keterangan 3 :1 orang terdeteksi dari 2 <i>object</i>		

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penerapan sistem terhadap permasalahan yang ada beserta pengujian yang ada dalam perancangan sistem *counter* adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi ini dapat menghitung jumlah orang dengan mendeteksi wajahnya jika wajahnya lurus ke *camera* dan terlihat *full face* tidak sebagian atau nampak dari samping.
2. Aplikasi ini dibuat dengan menggunakan VB 2010 dengan bahasa C# (C-Sharp).
3. Aplikasi *counter* ini sangat berpengaruh dengan intensitas cahaya dan *accessories* yang digunakan oleh *object* agar wajahnya dapat dideteksi.

5.2. Saran

1. Aplikasi ini dapat dikembangkan dengan menggunakan kamera yang lebih bagus seperti camera yang cakupannya 360 derajat sehingga dapat memaksimalkan hasilnya.
2. Aplikasi ini dapat di kembangkan dalam berbagai macam permasalahan seperti absensi berbasis deteksi wajah, kapasitas ruangan untuk jumlah orang yang ada di dalam dan lain-lain.
3. Aplikasi ini dapat di kembangkan dengan penambahan alarm yang berfungsi jika sudah terpenuhi maka alarm akan berbunyi .

5.3. Kuissioner

Tabel 6. Hasil perbandingan 20 responden

No	Pertanyaan	Jumlah Skor
1	Apakah aplikasi ini sesuai dengan kebutuhan ?	0,17
2	Apakah aplikasi ini sangat membantu ?	0,13
3	Apakah aplikasi ini mudah di gunakan ?	0,17
4	Apakah proses aplikasi ini cepat ?	0,27
5	Menurut anda bagaimana desain aplikasi ini ?	0,26

Pengujian kelayakan aplikasi dilakukan dengan memberikan kuissioner kepada 20 responden, hasilnya ditunjukkan pada Tabel 5.1.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Barczak, A. L., & Dadgostar, F. (2005). *Real-time hand tracking using a set of cooperative classifiers based on Haar-like features.*
- [2] Dwisnanto, T. B. (2012). *Sistem Deteksi Wajah dengan Menggunakan Metode Viola-Jones . Metode Viola Jones , 02.*
- [3] Heru, L. H. (2012). *Penerapan Algoritma Viola Jones Pada Deteksi Wajah . Deteksi wajah , 01.*
- [4] Nugroho, S., & Hardjoko, A. (2004). *Sistem pendeteksi wajah manusia pada citra digital* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- [5] Putro, M. D., Adji, T. B., & Winduratna, B. (2012). *Sistem Deteksi Wajah dengan Menggunakan Metode Viola-Jones.*
- [6] Santoso, H., & Harjoko, A. (2013). *Haar Cascade Classifier dan Algoritma Adaboost untuk Deteksi Banyak Wajah dalam Ruang Kelas. Jurnal Teknologi, 6(2).*
- [7] Wilson, P. I., & Fernandez, J. (2006). *Facial feature detection using Haar classifiers. Journal of Computing Sciences in Colleges, 21(4), 127-133.*
- [8] Yogi, F. (2014). *Deteksi Wajah Menggunakan Metode Viola Jones Pada Graphics*
- [9] *Processing Unit Face Detection Using Viola Jones Method On Graphics Processing UNIT. Face Detection , 05.*