

Pengenalan Wajah Untuk Keamanan Laptop Dengan Metode *Triangle Face*

Muhammad Miftah¹, Aripin²

Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro

Jl. Nakula I No. 5-11, Semarang, Jawa Tengah 50131 - (024) 3517261

E-mail : miftahskom@gmail.com¹, arifin@dsn.dinus.ac.id²

Abstrak

Kemanan laptop merupakan bagian dari sebuah sistem yang sangat penting untuk menjaga validitas data-data dan sumber informasi yang berada di dalam sebuah laptop, termasuk data pribadi, data instansi, data organisasi ataupun data perusahaan. Apabila sebuah informasi tersebut jatuh dan di akses oleh pengguna yang tidak bertanggung jawab maka akan berakibat fatal. Sebagai tempat penyimpanan data dan informasi yang penting maka laptop perlu mempunyai sistem keamanan yang baik dan handal. Melihat masalah-masalah yang telah dijabarkan maka dalam penelitian ini akan dibangun sistem keamanan menggunakan teknologi biometrik. Dalam penelitian ini dipilih biometrika wajah, karena wajah termasuk dalam sistem biometrik yang mempunyai tingkat keakurasian 90% pada penelitian sebelumnya untuk digunakan dalam sistem keamanan, verifikasi data dan juga catatan seseorang dalam sebuah organisasi. Namun akan digunakan suatu metode untuk mengenali wajah seseorang yaitu Metode *Triangle Face*, Metode ini merupakan suatu metode untuk pengenalan wajah dengan cara mengukur jarak antar fitur wajah yaitu mata kanan, mata kiri, hidung dan mulut yang membentuk garis segitiga. Berdasarkan pengujian sistem yang telah dilakukan, ternyata sistem pengenalan wajah menggunakan metode *Triangle Face* ini memiliki tingkat keakuratan 93,3%, kesalahan positif 6,7% dan kesalahan negatif 0% sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem ini cukup aman untuk diaplikasikan dalam pengaksesan laptop.

Kata Kunci: Keamanan Laptop, Pengenalan Wajah, *Triangle Face*, Laptop

Abstract

Security of laptop is a part of a system that is very important to maintain the validity of the data and resources inside a laptop, including personal data, agency data, organization data or company data. When the information is falling and accessed by users who are not responsible, it will be fatal. As a repository of data and important information, the laptop need to have a good security system and reliable. Seeing the problems that have been clear in this study, the security system will be built using biometric technology. In this study using biometric face, because the face is included in the biometric system that has a 90% accuracy rate. In previous studies, it is used in security systems, data verification and also records a person in an organization. However, it will use a method to recognize a person's face is *Triangle Face* method. This method is a method for face recognition by measuring the distance between facial features, namely the right eye, left eye, nose and mouth that make up the triangle. Based on the system testing that has been done, it shows that face recognition system using *Face Triangle* has 93.3% accuracy rate, positive error of 6.7% and a negative error of 0% so that it can be concluded that the system is safe enough to be applied in accessing the laptop.

Keywords : Security of Laptop, Face Recognition, *Triangle Face*, Laptop.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi keamanan komputer yang digunakan sebagai kunci keamanan kini sudah marak diperbincangkan untuk melindungi akses laptop dari pencurian data-data dan informasi yang tersimpan didalamnya, untuk itu laptop tersebut harus mempunyai sistem keamanan yang baik dan handal. Salah satu sistem keamanan laptop yang menjadi kebutuhan masyarakat adalah sistem keamanan yang menggunakan ciri khas tertentu dari seseorang yang disebut dengan teknologi *biometrika*.

Teknologi *biometrika* merupakan teknologi yang dalam kerjanya menggunakan ciri-ciri fisik yang khas dari tubuh seseorang sebagai pembeda antara satu orang dengan orang lainnya dan memiliki karakteristik diantaranya tidak dapat hilang, sulit dipalsukan dan tidak mungkin lupa karena keberadaanya melekat pada manusia yang tidak akan sama antara individu dengan individu lainnya, teknologi *biometrika* mempunyai banyak macam diantaranya sidik jari, retina, rambut, suara dan wajah.

Perkembangan teknologi pengenalan wajah mempunyai sistem autentifikasi yang lebih cepat dan akurat, dimana suatu sistem komputer bekerja dengan mengenali identitas seseorang dari wajah tersebut. Dalam sistem keamanan laptop ini menggunakan wajah sebagai pengidentifikasiannya dan menggunakan metode *triangle face* sebagai metode pengenalan wajah tersebut. Oleh karena itu sistem pengenalan wajah menggunakan metode *triangle face* ini diharapkan mampu menjadi sistem keamanan laptop yang baik dan handal.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana menemukan dan

menentukan posisi fitur-fitur wajah seperti mata kanan, mata kiri, hidung dan mulut kemudian menghitung jarak antar fiturnya dan menerapkannya untuk digunakan dalam sistem keamanan laptop.

1.3 Batasan Masalah

Pada saat pengambilan objek wajah untuk verifikasi sistem keamanan pose kepala dan pencahayaan tidak di perhitungkan dalam pembahasan, pose kepala dan pencahayaan di anggap pada kondisi normal. Posisi kepala harus lurus menghadap ke *webcam* agar bisa di tangkap fitur-fitur dari wajah tersebut. Kondisi pencahayaan pada kondisi normal adalah di mana kondisi cukup untuk menerangi wajah agar terlihat jelas oleh *webcam* yaitu antara jam 12.00 sampai jam 14.00 WIB.

Untuk implementasi sistem keamanan ini pada laptop, hanya laptop yang menggunakan sistem operasi windows yang dapat digunakan.

1.4 Tujuan Penelitian

Untuk menemukan dan menentukan posisi fitur wajah mata kanan, mata kiri, hidung dan mulut maka dalam penelitian ini menggunakan metode *Triangle Face*. Setelah posisi fitur wajah diketahui maka untuk menghitung jarak antar fiturnya menggunakan jarak *Euclidean*.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yaitu penelitian dengan cara mencatat langsung hasil pengujian sebagai media pengumpulan data. Pengumpulan data juga dilakukan dengan mempelajari, mencari dan mengumpulkan data yang berhubungan dengan penelitian ini.

2.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan untuk implementasi sistem pengenalan wajah

untuk keamanan laptop ini adalah citra digital user. Citra digital user yang digunakan yaitu citra standar yang didapatkan dari peng-capture-an menggunakan webcam laptop user.

Pengujian citra digital tersebut menggunakan citra digital dengan format *JPG atau JPEG dan resolusi sesuai dengan webcam pada laptop, setelah citra digital didapatkan selanjutnya akan diimplementasikan menggunakan metode triangle face.

2.2 Pemrosesan Wajah

Pendeteksian wajah (*face detection*) adalah tahap awal yang sangat penting sebelum dilakukan proses pengenalan wajah (*face recognition*), langkah ini dilakukan untuk mengetahui lokasi wajah yang akan diproses. Dalam pemrosesan wajah ada beberapa bidang penelitian yang terkait antara lain adalah [6] :

1. Pengenalan wajah (*face recognition*) adalah melakukan perbandingan atau pencocokan citra wajah yang diinputkan dengan citra wajah dalam database yang telah berupa label kelas.
2. Autentikasi wajah (*face authentication*) adalah menguji keaslian dan kebenaran suatu wajah dengan data wajah yang diinputkan sebelumnya.
3. Lokalisasi wajah (*face localization*) adalah pendeteksian wajah yang hanya menggunakan satu wajah saja di dalam citra.
4. Penjejakan wajah (*face tracking*) adalah melakukan perkiraan lokasi wajah dalam suatu video secara *real time*.
5. Pengenalan ekspresi wajah (*facial expression recognition*) adalah pengenalan yang dilakukan untuk mengenali emosi wajah manusia.

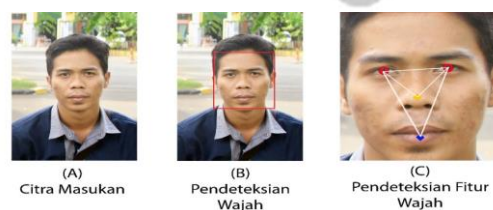
2.3 Metode Triangle Face

Triangle face adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengenali wajah dalam suatu citra digital. Cara kerja metode ini yaitu dengan cara mendeteksi fitur-fitur wajah seseorang yang telah diinputkan, fitur-fitur wajah ini di jadikan parameter untuk dihitung jarak antar fiturnya yang membentuk segitiga yang sering disebut *triangle face*. Fitur-fitur wajah tersebut yaitu mata kanan, mata kiri, hidung, mulut, tinggi wajah dan lebar wajah [5].

Jarak yang dicari menggunakan fitur-fitur wajah adalah [2]:

1. Jarak mata kanan-mata kiri (Mkn - Mkr)
2. Jarak mata kanan-mulut (Mkn - Mt)
3. Jarak mata kiri-mulut (Mkr - Mt)
4. Jarak mata kanan-hidung (Mkn - H)
5. Jarak mata kiri - hidung (Mkr - H)

Dalam penelitian citra masukan akan dikenali akan melalui berapa proses yaitu pertama citra masukan akan dikenali bagian wajahnya berdasarkan model warna kulit dan akan dilakukan pemotongan sesuai dengan ukuran wajah, setelah bagian wajah dikenali maka langkah berikutnya adalah mengidentifikasi fitur-fitur wajah yang meliputi mata kanan, mata kiri, hidung dan mulut



Gambar 1. Tahapan Pengolahan Citra Masukan

2.4 Segmentasi Warna Kulit

Pada percobaan yang telah dilakukan ternyata warna kulit manusia mempunyai warna ciri khas tersendiri, warna kulit yang ditemukan yaitu berdominan merah. Dari hal tersebut maka dapat diklasifikasikan mana warna kulit dan mana yang bukan dari

sebuah citra inputan melalui *webcam*. Terdapat persamaan untuk membedakan mana yang warna kulit dan mana yang bukan warna kulit sebagai berikut [2] :

$$\begin{pmatrix} Er \\ Eg \\ Eb \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,299 & 0,587 & 0,114 \\ 0,701 & -0,587 & -0,114 \\ 0,701 & -0,587 & 0,886 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

Dari persamaan tersebut yang merupakan warna kulit dengan nilai $R > G$ dan $R > B$ maka akan di dapatkan nilai $Eg > 0$, dan untuk yang bukan warna kulit memiliki nilai $R \leq G$ dan $R \leq B$. Jadi secara maetematis hubungan Eg dengan komponen RGB adalah :

$$Eg = (0,701 * R) + (-0,587 * G) + (-0,114 * B)$$

Apabila nilai Eg sudah ditemukan dangan persamaan di atas maka, warna piksel dalam citra diganti dengan warna piksel yang baru yang bernilai Eg , apanbila sudah diganti maka citra wajah tersebut akan berwarna lebih gelap dari yang warna wajah.

2.5 Lokalisasi Wajah

Pada proses di atas telah disebutkan bahwa warna kulit manusia mempunyai warna yang dominan yaitu warna merah, namun pada kenyataannya banyak warna merah pada area-area tertentu dalam citra inputan yang akan ikut teridentifikasi sebagai wajah. Oleh karena itu dibutuhkan formula-formula lain untuk memastikan bagian mana yang merupakan wajah, sebagai berikut [2]:

$$\text{Wajah} = C_r^2 \cdot (C_r^2 - \eta \cdot C_r / C_b)^2$$

Dimana

$$\eta = 0.95 \frac{\frac{1}{n} \sum_{(x,y) \in FG} C_r(x,y)^2}{\frac{1}{2} \sum_{(x,y) \in FG} C_r(x,y) / C_b(x,y)}$$

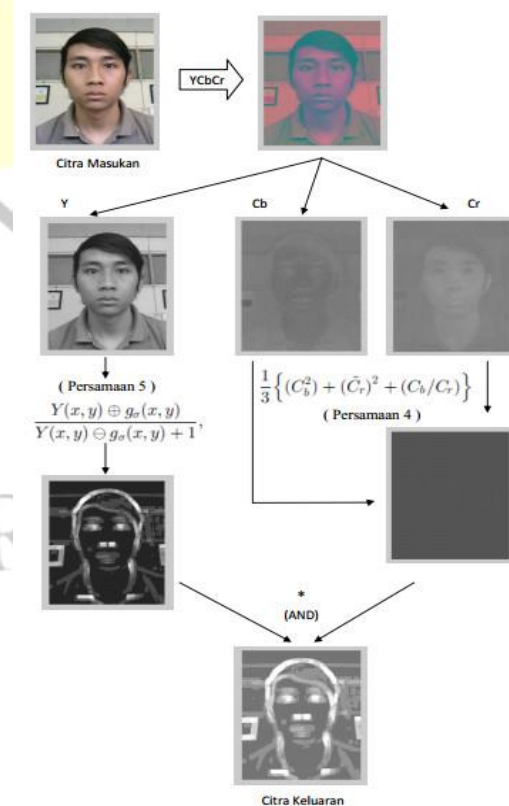
Setelah mendapatkan hasil yang cukup akurat dengan persamaan di atas maka citra harus diberi batasan-batasan seberapa besar nantinya citra akan diambil, nilai-nilai koordinat yang

membatasi citra tersebut membentuk segi empat yang mengelilingi wajah (*bounding box*). Setelah pembentukan *bounding box* maka akan dilakukan pemotongan pada citra asli.

2.6 Pencarian Posisi Mata

Untuk mencari posisi mata adalah dengan cara membuat dua peta mata yang terpisah, kedua peta tersebut dibuat dengan komponen pencahayaan dan satu dari komponen *chrominance*. Kedua komponen pembentuk peta tersebut akan digabungkan menjadi peta mata tunggal. Pada penentuan peta mata yang terbentuk dari *chrominance* didasarkan dari pengamatan tinggi rendahnya nilai C_r dan C_b yang berada pada sekitar mata. Kedua peta itu disebut PetaMataC dan PetaMataL [2].

Alur pencarian posisi mata secara diagram dapat digambarkan pada gambar berikut :



Gambar 2. Pencarian Posisi Mata



Gambar 3. Erosi dan Masking

Apabila sudah didapatkan PetaMata yang merupakan penggabungan dari dua peta mata maka akan didapatkan letak mata pada citra, tetapi apabila ingin mendapatkan hasil yang lebih bagus dan mudah untuk pembacaan koaordinat mata perlu dilakukan masking dan erosi pada citra PetaMata. Posisi mata dicari dengan cara menelusuri koordinat yang memiliki nilai 1 pada 1/3 tinggi wajah bagian atas

2.7 Pencarian Posisi Hidung

Pada pencarian posisi hidung mempunyai cara yang tidak jauh berbeda dengan cara pencarian posisi mata, pada pencarian posisi hidung ini sebenarnya juga telah didapatkan pada pencarian posisi mata namun menggunakan koordinat yang berbeda untuk pendeteksiannya. Pada pendeteksian posisi hidung menggunakan koordinat acuan bernilai 1 pada 1/3 tinggi wajah dan 1/3 lebar wajah bagian tengah [2].

2.8 Pencarian Posisi Mulut

Berdasarkan hasil percobaan pencarian posisi mulut batas atas yang akan dijadikan acuan dan deteksi keberadaan posisi mulut yaitu 0,25 X tinggi wajah yang pengukurannya dilakukan dari sisi bawah wajah dan yang dijadikan acuan untuk mencari batas bawah yaitu 0,96 X tinggi wajah yang diukur dari sisi atas wajah [2].

2.9 Pengukuran Jarak Antar Fitur Wajah

Setelah semua fitur wajah teidentifikasi dan di ketahui posisi-posisinya maka akan dilakukan penghitungan jarak antar fitur wajah

yaitu [2]:

1. Jarak mata kanan-mata kiri (Mkn - Mkr)
2. Jarak mata kanan-mulut (Mkn - Mt)
3. Jarak mata kiri – mulut (Mkr - Mt)
4. Jarak mata kanan-hidung (Mkn - H)
5. Jarak mata kiri – hidung (Mkr - H)

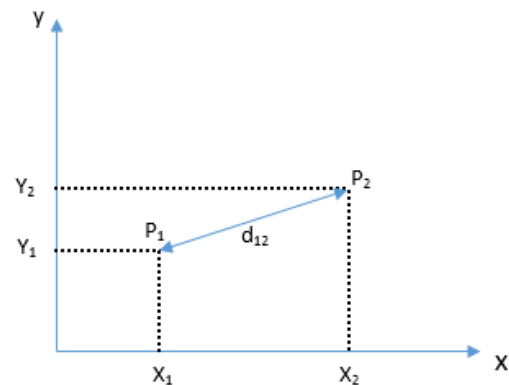
Penghitungan jarak antar fitur ini bisa menggunakan persamaan *Jarak Eucliden 2D* :

$$d_{12} = \sqrt{(dx^2 + dy^2)}$$

dimana,

$$dx = x_2 - x_1$$

$$dy = y_2 - y_1$$

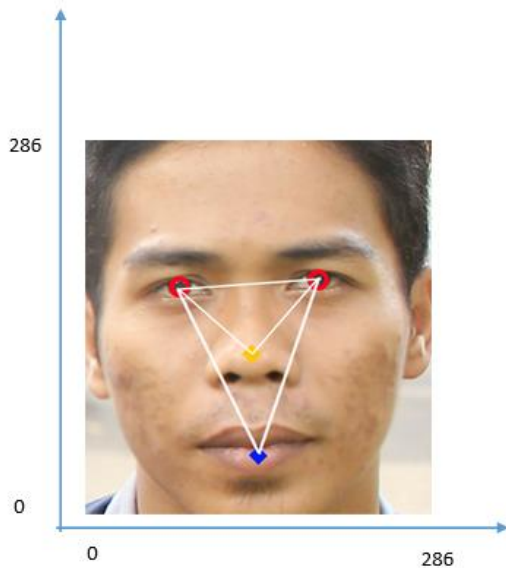


Gambar 4. Jarak Euclidean (d_{12}) untuk dua titik dalam 2D

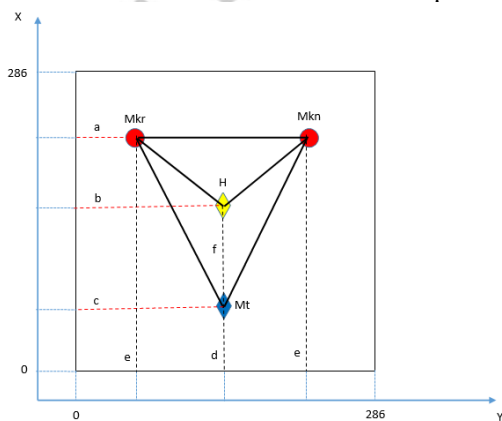
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Proses Jarak Euclidean

Pada proses perhitungan jarak antar fitur wajah *user* akan digunakan rumus jarak *Euclidean*, pada perhitungan ini akan digunakan sampel citra berwarna berukuran 286 x 286 piksel dan format gambar JPG. Untuk proses *Euclidean* bisa dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5. Citra berukuran 286 x 286 piksel



Gambar 5. Euclidean Citra berukuran 286 x 286 piksel

Keterangan :

- Mkn = Mata Kanan
- Mkr = Mata Kiri
- H = Hidung
- Mt = Mulut

Koordinat titik fitur – fitur wajah :

- Mkn (197,101)
- Mkr (82,101)
- H (143,166)
- Mt (143,228)

Perhitungan jarak antar fitur menggunakan persamaan jarak euclidean :

$$\begin{aligned}
 & \text{Mkn (197,101)} \\
 & \text{Mkr (82,101)} \\
 & \text{Mkn} - \text{Mkr} = x_1 - x_2 \\
 & = 197 - 82 \\
 & = 115
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Mkn (197,101)} \\
 & \text{H (143,166)} \\
 & \text{Mkn} - \text{H} \\
 & = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \\
 & = \sqrt{(197 - 143)^2 + (101 - 166)^2} \\
 & = \sqrt{(54)^2 + (-65)^2} \\
 & = \sqrt{2916 + 4225} \\
 & = \sqrt{7141} \\
 & = 84,504
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Mkr (82,101)} \\
 & \text{H (143,166)} \\
 & \text{Mkr} - \text{H} \\
 & = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \\
 & = \sqrt{(82 - 143)^2 + (101 - 166)^2} \\
 & = \sqrt{(-61)^2 + (-65)^2} \\
 & = \sqrt{3721 + 4225} \\
 & = \sqrt{7946} \\
 & = 89.140
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Mkn (197,101)} \\
 & \text{Mt (143,228)} \\
 & \text{Mkn} - \text{Mt} \\
 & = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \\
 & = \sqrt{(197 - 143)^2 + (101 - 228)^2} \\
 & = \sqrt{(54)^2 + (-127)^2} \\
 & = \sqrt{2916 + 16129} \\
 & = \sqrt{2916 + 16129} \\
 & = 138.003
 \end{aligned}$$

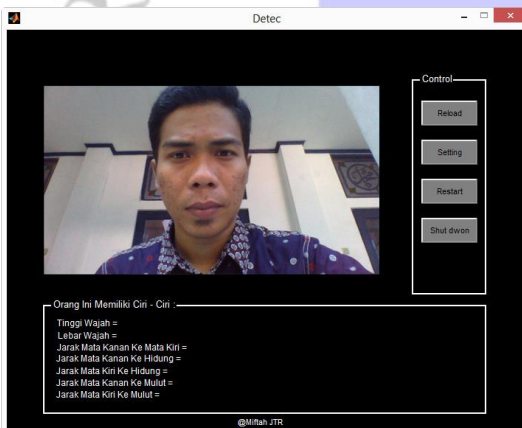
$$\begin{aligned}
 & \text{Mkr (82,101)} \\
 & \text{Mt (143,228)} \\
 & \text{Mkr} - \text{Mt} \\
 & = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \\
 & = \sqrt{(82 - 143)^2 + (101 - 228)^2} \\
 & = \sqrt{(-61)^2 + (-127)^2} \\
 & = \sqrt{3721 + 16129} \\
 & = \sqrt{19850} \\
 & = 140,890
 \end{aligned}$$

Dengan rumus jarak euclidean maka diperoleh hasil perhitungan jarak antar fiturnya yaitu :

Jarak mata kanan ke mata kiri = 115
 Jarak mata kanan ke hidung = 84,504
 Jarak mata kiri ke hidung = 89.140
 Jarak mata kanan ke mulut = 138.003
 Jarak mata kiri ke mulut = **140,890**

3.2 Pengujian Webcam

Pengujian *webcam* ini dimaksudkan untuk menguji media yang akan digunakan untuk menangkap citra masukan, apakah *webcam* ini sudah sesuai dengan fungsi yang telah disebutkan dan apakah citra yang ditangkap sudah sesuai dengan citra yang diharapkan untuk menjadi citra masukan dari sistem perangkat lunak ini. Seperti posisi wajah, pembatasan jarak dan intensitas cahaya. Hasil dari pengujian ini ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 6. Gambar Citra yang Ditangkap Oleh Webcam

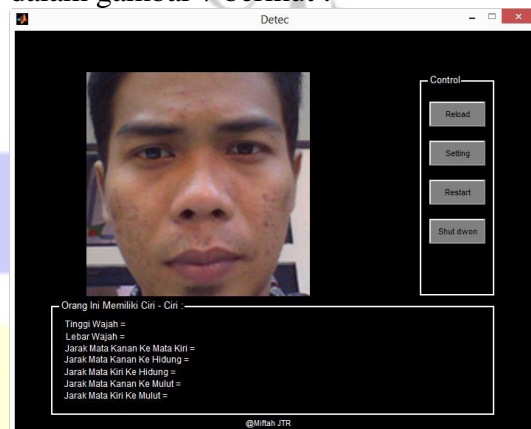
3.3 Pengujian Pendeteksian Wajah

Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan pendeteksian wajah, apakah mempunyai tingkat keberhasilan yang tinggi atau tidak berdasarkan rumus yang telah dijabarkan sebelumnya.

Ada beberapa peralatan yang digunakan dalam pengujian ini, diantaranya adalah :

1. Laptop / *Personal computer*
2. *Webcam* yang ada dalam laptop
3. Citra gambar dengan resolusi 640 x 480
4. Perangkat lunak pendeteksian wajah

Yang harus dilakukan pertama kali adalah menyalakan menyala laptop yang akan digunakan untuk pengujian setelah menyala kemudian buka aplikasi *webcam* yang disediakan oleh *operating system* yang dipakai, ini dilakukan untuk mengecek apakah *webcam* terhubung atau tidak. Jika telah terhubung maka jalankan perangkat lunak pendeteksian wajah dan pengguna dapat memosisikan wajahnya didepan laptop sesuai dengan aturan yang telah dibuat sebelumnya. Dalam pengujian ini didapatkan hasil yang ditampilkan dalam gambar 7 berikut :

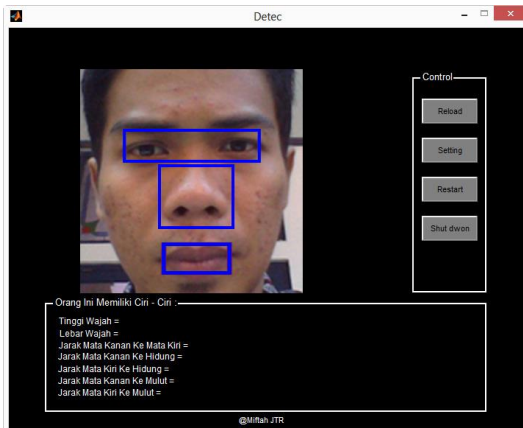


Gambar 7. Gambar Pendeteksian Wajah

3.4 Pengujian Pendeteksian Fitur – Fitur Wajah (Mata, Hidung dan Mulut)

Pada pengujian tahap ini dilakukan untuk mengetahui posisi mata kanan, mata kiri, hidung dan mulut yang merupakan fitur – fitur dari wajah. Adapun peralatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah :

1. Laptop / *Personal computer*
2. *Webcam* yang ada pada laptop
3. Perangkat lunak pendeteksian wajah
4. Citra wajah yang telah berhasil dideteksi



Gambar 8. Hasil Deteksi Mata, Hidung Dan Mulut

Dari gambar tersebut bisa dilihat bahwa perangkat lunak ini berhasil mendeteksi posisi mata, hidung dan mulut yang merupakan fitur – fitur wajah. Setelah didapatkan posisi mata, hidung dan mulut kemudian setiap fitur yang terdeteksi akan dibuat batasan *boundary box* untuk membatasi setiap fiturnya.

3.5 Pengukuran Jarak Fitur User dengan Jarak Pengambilan 40 Cm

Pengambilan citra user juga dipengaruhi jarak pengambilan antar user dengan webcam di bawah ini merupakan hasil pengukuran jarak antar fitur wajah dengan jarak pengambilan 40 cm dari webcam.

Tabel 1. Pengukuran jarak antar fitur wajah dengan jarak pengambilan 40 cm

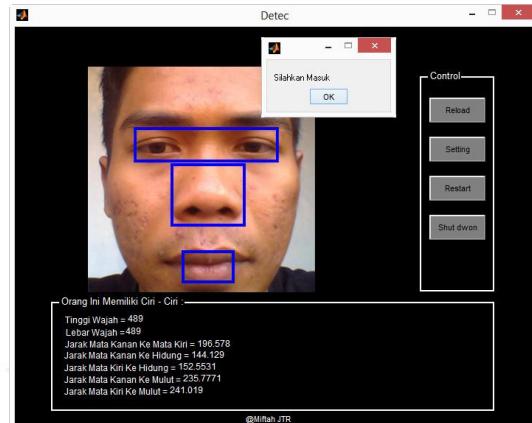
Mkn - Mkr	Mkn - H	Mkr - H	Mkn - Mt	Mkr - Mt
196.176	143.834	152.241	235.295	240.526
197.784	1450132	153489	2372236	2424976
196.578	144.129	152.553	235.777	241.019

3.6 Pengujian Sistem Perangkat Lunak Secara Keseluruhan

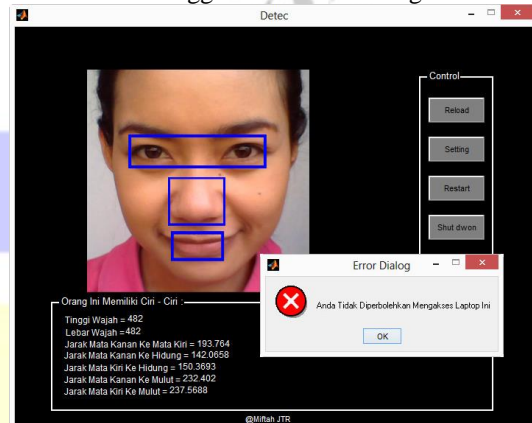
Dalam pengujian kali ini merupakan pengujian sistem secara keseluruhan dari perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan dalam sistem ini. Adapun peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Laptop / Personal Computer
2. Webcam pada laptop
3. Perangkat lunak pengenalan wajah
4. User / Pengguna

Hasil dari pengujian sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 9. Pengguna Dikenali Sebagai Miftah



Gambar 10. Pengguna Tidak Dikenali Karena Memang Tidak Terdaftar

Dari hasil pengujian sistem secara keseluruhan Pada gambar 9 pengguna dikenali sebagai miftah atau sebagai user pengguna laptop sedangkan pada gambar 10 tidak dikenali sebagai user karena memang tidak termasuk dalam pengguna.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dalam jurnal ini telah dipaparkan hasil dan analisis dari sistem pengenalan wajah untuk keamanan laptop menggunakan metode *triangle face*. Hasil pengujian tersebut dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada penentuan posisi fitur – fitur wajah dapat menggunakan metode *Triangle Face* dan setelah posisi

fitur terdeteksi dalam perhitungan jaraknya menggunakan jarak *Euclidean*

2. Sistem pengenalan wajah dapat dilakukan dengan metode *Triangle Face* dengan membandingkan jarak antar fitur wajah dan sistem ini cukup aman untuk diterapkan dalam keamanan laptop.

4.2 Saran

Saran penulis untuk pengembangan sistem berikutnya agar menjadi lebih baik yaitu :

1. Kamera yang digunakan sebaiknya kamera yang lebih bagus yang mempunyai resolusi lebih dari 8 Mp, karena itu akan menentukan keakuratan dari sistem pengenalan wajah.
2. Pada sistem pengenalan wajah ini masih dibatasi jarak yang ditentukan. Sehingga saat pengambilan citra, pengguna tidak dapat bebas dan terlihat kaku.
3. Pada saat pengambilan citra wajah pengguna tidak boleh ada citra wajah lain yang berada dalam area *webcam* laptop, ini akan mengganggu proses pengidentifikasian wajah pengguna

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Sweetania, "Analisa Algoritma Sistem Keamanan Komputer Menggunakan Sidik Jari Dengan Metode Point Menutiae Pada HP Compact 2210B Notebook PC," *UG Jurnal*, vol. 6, no. 1, pp. 18-21, 2012.
- [2] D. F. Azis, "Simulasi Akses Ruang Pada Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Metode *Triangle Face*," Universitas Jember, Jember, 2012.
- [3] D. E. Kurniawan, "Rancang Bangun Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Filter Gabor," Universitas Diponegoro, Semarang, 2012.
- [4] A. Fadlil dan S. Yeki, "Sistem Verifikasi Wajah Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Learning Vector Quantization," *Jurnal Informatika*, vol. 4, no. 2, pp. 480-487, 2010.
- [5] B. T. Putra, S. B. Utomo dan I. Febriani, "Rancang Bangun Penitipan Loker Barang Berdasarkan Password dan Deteksi Wajah Pemilik Menggunakan Metode *Triangle Face*," dalam *Seminar Nasionak TEKNOIN Vol 1*, Jember, 2013.
- [6] I. N. Piarsa dan R. Hisamuddin, "Sistem Verifikasi Online Menggunakan Wajah," *Teknik Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 88-93, 2010.
- [7] E. Ardianto, "Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Ciri Sidik jari Berbasis *Minutiae*," *Dinamika Informatika*, vol. 3, no. 1, pp. 11-17, 2010.
- [8] K. D. A. R dan S. Ramadhan, "Aplikasi Deteksi Wajah pada Foto Dijital Dalam Sistem Pengenalan Wajah," dalam *Seminar On Application and Research in Industrial Technology*, Yogyakarta, 2006.
- [9] A. F. Y. Limpraptono dan K. Yamada, "Segmentasi Warna untuk Ekstraksi Simbol dan

Karakter pada Citra Rambu Lalu Lintas,” *Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi*, vol. 3, no. 1, pp. 18-23, 2010.

[10] R. Y. Sofian, “Pembuatan Aplikasi Pengenalan Wajah Dengan Metode Discrete Cosine Transform Dengan Contoh Kasus Presensi Sederhana,” *Calyptra : Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, vol. 3, no. 1, pp. 1-8, 2014.

[11] Tim Dosen STMIK AMIKOM. Yogyakarta, Panduan Teknis Pembuatan Proposal dan Laporan Skripsi Jurusan Teknik Informatika dan Sistem Informasi, Yogyakarta: STMIK AMIKOM, 2014.

[12] J. D. Purbani, “Pembuatan Mesin Identifikasi Sidik Jari Sebagai Kunci Pengaman Pintu,” Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2010.