

PENGENALAN WAJAH SECARA REAL TIME DENGAN SMARTPHONE ANDROID

Yulius Harjoseputro, Suyoto, B.Yudi Dwiandiyanta

Universitas Atmajaya Yogyakarta, Yogyakarta 55281
yuliusharjoseputro@yahoo.com, suyoto@mail.uajy.ac.id, yudi-dwi@mail.uajy.ac.id

Abstrak

Manusia memiliki kemampuan untuk mengenali wajah dengan akurasi minimal 90% bahkan ketika tidak bertemu dengan wajah tersebut selama puluhan tahun, namun kemampuan seseorang untuk mengingat atau mencocokkan wajah tersebut agak kurang. Terkadang pada saat menjumpai seseorang yang ada di album foto, seringkali merasakan seperti sudah pernah mengenali atau *familiar* dengan orang tersebut tetapi tidak mengingat bahkan lupa identitas siapakah orang tersebut. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem untuk mengenali wajah seseorang yang dapat digunakan sebagai pengingat apakah seseorang yang dijumpai tersebut sudah pernah dikenali sebelumnya atau belum. Pada tulisan ini, penulis melakukan pengenalan wajah yang menggunakan metode *eigenface* sebagai metode yang digunakan secara *real time*. Pada pembuatan sistem ini, penulis menggunakan bahasa pemrograman java dan sistem operasi *android* sebagai platformnya. Tujuan dalam penulisan ini adalah dapat mengembangkan aplikasi pengenalan wajah berbasis mobile dengan tingkat akurasi dan kecepatan yang lebih baik secara *real time*. Pada tahap implementasi yang dilakukan, menghasilkan hasil pengenalan yang terbaik yaitu dengan tingkat akurasi sebesar 66,67% dengan rata-rata waktu pengenalannya adalah 333,33 ms dengan kondisi pencahayaan yang mendukung.

Kata Kunci : eigenface, android, real time

1. LATAR BELAKANG

Pertumbuhan teknologi di bidang informasi khususnya pada penggunaan mobile sangat tumbuh dengan pesat, sangat banyak sekali berbagai macam aplikasi yang telah dirancang sedemikian rupa untuk menyenangkan para penggunanya. Salah satu sistem operasi yang ada pada mobile adalah *android*. *Android* menjadi salah satu pilihan sebagai platform dalam suatu penelitian dikarenakan sistem operasi *android* itu merupakan produk *open source* yang diprakarsai oleh google dan dapat berjalan pada *CPU x86* [1]. Hal ini juga disampaikan oleh Rayarikar, dkk pada tahun 2012, bahwa fitur utama dari sistem operasi *android* adalah teknologi *open source*, dukungan *java*, dan mendukung *multitasking*, hal ini yang membuat mempermudah dalam pemrograman menggunakan sistem operasi *android* [2]. Selain itu jumlah pengguna *android* di dunia mencapai lebih dari 1 miliar dan jumlah pengguna *android* di Indonesia itu mencapai 47 juta atau sekitar 14% dari seluruh total pengguna ponsel [3].

Menurut Kremic dan Subasi pada tahun 2011, saat ini ponsel telah menjadi mesin yang running dengan sangat cepat di ukurannya yang medium, di mana pada tingkat aplikasi ada banyak aplikasi yang berjalan dan banyak data yang disimpan [4]. Salah satu aplikasi yang cukup dikenal dalam hal ini adalah aplikasi untuk pengenalan wajah atau dalam hal ini disebut dengan *face recognition*. Pengenalan wajah merupakan penelitian yang aktif sejak tahun 1980-an [5]. Pengenalan wajah telah menjadi topik penelitian yang populer dalam computer vision [6]. Banyak pekerjaan yang telah dilakukan yang berkaitan

dengan pengenalan wajah [7]. Pengenalan wajah dapat digunakan sebagai pengingat apakah kita sudah pernah mengenali orang tersebut atau belum. Terkadang pada saat kita menjumpai seseorang, kita seringkali merasakan seperti sudah pernah mengenali atau familiar dengan orang itu tetapi tidak mengingat siapakah orang tersebut. Menurut Bahrick, dkk pada tahun 1975, manusia bisa mengenali wajah-wajah dengan akurasi minimal 90% bahkan ketika beberapa wajah tidak pernah terlihat sampai 50 tahun, namun kemampuan kita untuk mengingat atau mencocokkan wajah tersebut agak kurang [8].

Menurut Gobbini dan Haxby pada tahun 2007, pengenalan individu yang familiar sangat penting untuk interaksi sosial yang tepat [9]. Pengenalan wajah-wajah bergantung lebih pada hubungan spasial antara fitur-fitur, fitur yang sangat intern daripada karakteristik featural [10]. Dalam hal ini penulis akan melakukan pengembangan aplikasi pengenalan wajah secara *real time* dengan menggunakan metode *eigenface* pada perangkat mobile, sehingga yang tujuan penulis dalam melakukan penelitian ini adalah dapat mengembangkan sebuah aplikasi untuk mengenali wajah familiar yang terdapat dalam album foto.

Dalam penelitian sebelumnya menurut Soliman, dkk pada tahun 2013, telah dilakukan penelitian pengenalan wajah menggunakan aplikasi mobile dengan menggunakan data trainingnya yaitu 3 orang dengan masing-masing orang memiliki 3 bentuk wajah yang tersimpan tanpa variasi wajah atau pose. Hasil penelitiannya tersebut hanya menghasilkan

tingkat akurasi 92% dengan rata-rata pengenalannya adalah 0,35 detik [11].

Artikel ini membahas tentang langkah-langkah dalam mengembangkan aplikasi pengenalan wajah berbasis mobile secara real time untuk tingkat akurasi dan waktu pengenalannya yang lebih baik.

Untuk menghindari kerancuan dan ketidakjelasan dalam pembahasan, adapun batasan masalahnya sebagai berikut:

- Metode pengenalan wajah yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Eigenface*
- Jarak dari kamera dengan target subject maksimal 160 cm.
- Proses pengujian yang dilakukan pada kondisi ideal yaitu pada siang hari dan pada kondisi pencahayaan yang mendukung.
- Tools yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi ini adalah Eclipse.
- Sistem operasi digunakan pada aplikasi ini merupakan sistem operasi Android dengan minimal sistem operasi nya yaitu Android 2.3.3.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Wajah merupakan sebuah model visual multidimensional yang kompleks dan untuk menggambarkan pengenalan wajah secara komputasi itu sulit. Pada penelitian Tayal, dkk pada tahun 2013, digunakan sebuah metode *eigenface* sebagai metode yang digunakan untuk mengenali wajah, hanya pada penelitian ini masih menggunakan input citra yang tidak realtime, atau menggunakan input citra yang sudah ada sebagai inputan citranya untuk mengenali wajah [12]. Menurut penelitian Georgescu pada tahun 2011, sebuah sistem dapat secara real-time mengenali wajah dalam video stream yang disediakan oleh kamera yang dilaksanakan dan memiliki deteksi wajah real time [13]. Kelebihan dari penelitian ini adalah mampu melakukan deteksi wajah secara real time, pengenalan wajah dan dapat memberikan info kepada lembaga-lembaga yang berkepentingan.

Kelemahan dari penelitian ini adalah diperlukan banyak subyek dalam sistem pengenalan wajah agar dapat mengenali subyek dengan kecepatan yang diharapkan. Hanya pada penelitian ini masih belum menggunakan smartphone dan masih berbasis desktop. Sedangkan menurut penelitian dari Wang, dkk tahun 2005, memperkenalkan mekanisme seleksi fitur yang dapat diterapkan untuk memecahkan masalah identifikasi subjek ketika hanya satu sampel wajah per subyek yang tersedia. Pemilih fitur yang diusulkan menentukan ruang fitur dimensi rendah di mana variasi intersubjek dimaksimalkan sementara variasi intrasubjek diminimalkan [14]. Pendekatan *Eigenface* adalah salah satu metode paling sederhana dan paling efisien untuk pengenalan wajah. Dalam pendekatan *eigenface* memilih nilai *threshold* yang merupakan faktor yang sangat penting bagi unjuk kerja pengenalan wajah. Selain itu, pengurangan dimensi ruang wajah tergantung pada jumlah

eigenfaces yang diambil [15]. Kelebihan dari penelitian diatas adalah dapat meningkatkan unjuk kerja pada pengenalan wajah ketika kedua faktor tersebut dikombinasikan yaitu 15% dari *eigenfaces* dengan nilai eigen terbesar dipilih dan nilai *threshold* yang dipilih 0,8 kali maksimum jarak Euclidean minimum setiap gambar dari semua gambar yang lain. Sedangkan kekurangan dari penelitian ini adalah dilakukan penambahan proses pada preprocessing yaitu *threshold*.

Menurut penelitian dari Kumar, dkk pada tahun 2011, penelitian ini membahas arsitektur client server melalui penggunaan teknologi bluetooth melalui fase deteksi wajah yang dapat diimplementasikan [16]. Kelebihan dari penelitian ini adalah dalam CSAB (Client Server Architecture menggunakan Bluetooth) komunikasi antara klien dan server tanpa ketergantungan pada pihak ketiga mana seperti di CSAH (Client Server Architecture menggunakan HTTP) komunikasi antara klien dan server tergantung pada ketersediaan serta keandalan GPRS penyedia layanan. Kelemahan dari penelitian ini CSAB dan CSAH belum dapat dikombinasikan bersama-sama dalam sebuah aplikasi sehingga kinerja dan ketersediaan belum maksimal.

Adapun penelitian tentang pengenalan wajah dengan metode yang berbeda, yakni metode tentang sebuah metode ekstraksi fitur sangat baik efisien, menggabungkan dengan jaringan syaraf probabilitistik (PNN) untuk real-time pengenalan wajah. Metode yang diusulkan dievaluasi pada database wajah ORL [17]. Kelebihan dari penelitian ini adalah otentifikasi pengenalan wajah ini dapat diimplementasikan dengan tingkat pengenalan terbaik, yakni 100%.

Pengenalan Wajah (Face Recognition)

Pengenalan wajah adalah suatu kegiatan yang aktif di bidang biometric [18]. Bagian terpenting dalam pengenalan wajah adalah pendeteksian bagian – bagian dari wajah [19]. Teknik pengenalan wajah secara garis besar dapat dibagi menjadi 3 kategori berdasarkan metodologi akuisisi data wajah [20], diantaranya:

- Metode yang beroperasi pada intensitas
- Urutan dalam pengambilan gambar
- Informasi 3D atau citra infra merah

Pengenalan wajah ini, pada dasarnya digunakan untuk mengidentifikasi orang dari gambar atau video [21].

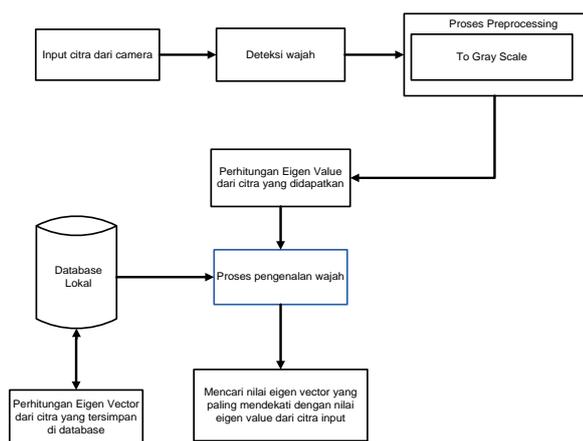
Algoritma Eigenface

Eigenface adalah salah satu metode pengenalan awal berbasis bentuk wajah [22] dan merupakan suatu metode yang paling sederhana dan yang paling efisien [15]. Dalam metode *eigenface*, seri gambar (training set) yang direpresentasikan sebagai vektor. Ide dari *eigen* itu sendiri adalah untuk mengetahui ruang-dimensi yang lebih rendah di mana vektor pendek akan mencerminkan wajah [23]. Metode

eigenface telah diterapkan untuk mengekstrak wajah dasar gambar wajah manusia. Untuk mengekstrak wajah manusia, digunakan teknik yang sering digunakan yaitu *Principal Component Analysis* (PCA). Cara kerja teknik ini adalah dengan menguraikan citra wajah ke dalam satu set kecil karakteristik gambar dan dilakukan pengenalan dengan memproyeksikan wajah baru ke sebuah *eigenspace* dimensi rendah lalu dilakukan perhitungan jarak antara gambar yang dihasilkan di *eigenspace* dengan data yang sudah tersimpan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah penelitian yang dibuat pada tulisan ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. Alur langkah penelitian untuk pengenalan wajah.

Pada gambar 1 diatas proses penelitian dimulai dari input image, yang dalam hal ini dilakukan menggunakan kamera smartphone android, setelah itu akan dilakukan proses deteksi wajah, yang akan mendeteksi apakah inputan citra yang dimasukkan itu berupa gambar wajah atau bukan. Setelah terdeteksi sebagai gambar wajah, maka hal yang akan dilakukan kembali adalah proses preprocessing, dimana pada proses ini akan dilakukan proses perubahan image warna ke image grayscale. Setelah itu, lalu dilakukan perhitungan nilai eigennya. Setelah nilai eigen tersebut diketahui, lalu langkah selanjutnya yang dilakukan adalah proses pengenalan wajah. Pada proses ini akan dilakukan pencarian dari eigen vector dari database wajah yang paling mendekati dengan nilai eigen dari citra input. Dalam hal ini penulis menggunakan library *opencv* untuk melakukan proses *face detection* dan *face recognition*.

Hal yang berbeda yang dilakukan pada penelitian ini dibandingkan pada penelitian Tayal, dkk pada tahun 2013 adalah pada saat mendapatkan input citranya yang masih belum menggunakan camera realtime [12]. Pada penelitian ini cara untuk mendapatkan input citranya adalah dengan cara real

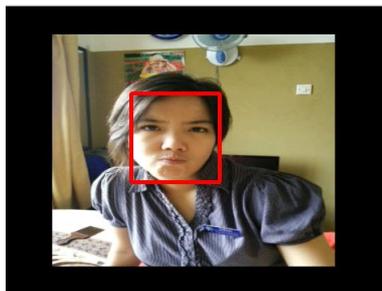
time pada camera smartphone android jadi dalam 1 detik itu akan menghasilkan berapa frame per second (fps). Dari hasil frame per second (fps) tersebut, itu yang akan menjadi inputan citra nya yang akan di deteksi dan dilakukan preprocessing untuk selanjutnya dilakukan pengenalan. Selain itu pada penelitian ini menggunakan beberapa variasi pose yang belum pernah dilakukan pada penelitian Soliman, dkk pada tahun 2013 [11]. Variasi pose yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan 3 macam variasi pose, yakni menggunakan 3 variasi pose, 5 variasi pose, dan 9 variasi pose. Selain itu pada penelitian ini juga menggunakan smartphone android, dimana penerapan penelitian ini pada smartphone android digunakan untuk mendapatkan input citra yang dibutuhkan untuk pengenalan wajah, serta smartphone android ini digunakan penulis untuk melakukan proses komputasi dalam melakukan proses perhitungan dalam pengenalan wajah.

Metode yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Metode Observasi
Metode ini dilakukan dengan cara pengumpulan data dengan mengadakan pengamatan dan pencatatan secara langsung dan sistematis terhadap objek atau proses yang terjadi.
- b. Metode Penelitian Kepustakaan (Library Research)
Metode ini dilakukan dengan cara mempelajari literatur, buku, atau jurnal yang ada kaitannya dengan obyek yang diteliti.
- c. Metode Dokumentasi
Metode ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data dan informasi yang diperlukan dari sumber-sumber.
- d. Metode Pembangunan Perangkat Lunak
Metode ini dilakukan dengan cara melakukan implementasi dan desain sistem yang akan dibuat.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil dan pembahasan ini akan ditunjukkan database wajah asli yang tersimpan serta hasil pengujian menggunakan citra uji yang telah disiapkan untuk mengukur dari tingkat akurasi dan waktu yang dibutuhkan dalam mengenali wajah. Dalam penelitian ini, database wajah yang tersimpan adalah 15 wajah yang berbeda dengan masing – masing wajah memiliki 3 variasi, 5 variasi, dan 9 variasi bentuk yang didapatkan dari camera real time pada saat gambar didapatkan. Ukuran citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah 256x256



Gambar 2. Citra uji

Pada gambar 2 diatas merupakan citra uji, yang digunakan untuk menentukan apakah citra uji tersebut mirip dengan citra yang tersimpan di dalam database atau tidak. Dalam percobaan ini, akan dilakukan percobaan selama 1 detik, untuk menguji dalam 1 detik berapa frame per second (fps) yang dihasilkan dan memiliki tingkat akurasi berapa. Citra uji diatas terlebih dahulu akan di lakukan proses preprocessing terlebih dahulu sebelum dikenali. Citra yang akan diuji di dalam database merupakan citra yang sudah dilakukan proses preprocessing terlebih dahulu. Pada proses pengujian, akan dibagi menjadi 3 pengujian :

1. Pengujian menggunakan database citra wajah dengan 3 variasi pose.
2. Pengujian menggunakan database citra wajah dengan 5 variasi pose.
3. Pengujian menggunakan database citra wajah dengan 9 variasi pose.

Berdasarkan hasil penelitian, pada pengujian pertama yang dilakukan, dari proses pengambilan gambar selama 1 detik dapat menghasilkan 5 frame per second (fps). Dari 5 frame per second (fps) yang dihasilkan dari kamera tersebut, setelah dilakukan pengenalan wajah maka dapat ditarik kesimpulan bahwa dari 5 hasil citra uji yang terdeteksi tersebut, menghasilkan pengenalan wajah yang benar sebanyak 2 citra, sedangkan citra yang tidak menghasilkan pengenalan wajah yang benar adalah 3 citra. Oleh karena itu, tingkat akurasi yang dihasilkan pada percobaan secara real time selama 1 detik menghasilkan akurasi sebesar 40% dengan rata-rata waktu pengenalannya per frame adalah 200 ms, dimana tingkat akurasi didapatkan dari jumlah citra yang dikenali secara benar / Jumlah citra yang dideteksi.

Sedangkan pada penelitian pada pengujian yang kedua yakni pengujian menggunakan 5 variasi pose yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa berdasarkan pengujian secara real time selama 1 detik, dapat menghasilkan 4 frame per second (fps). Dari 4 hasil citra uji yang terdeteksi tersebut, menghasilkan pengenalan wajah yang benar sebanyak 2 citra, sedangkan citra yang tidak menghasilkan pengenalan wajah yang benar adalah 2 citra. Oleh karena itu, tingkat akurasi yang dihasilkan pada percobaan secara real time selama 1 detik menghasilkan akurasi sebesar 50% dengan rata-rata waktu pengenalannya per frame adalah 250 ms,

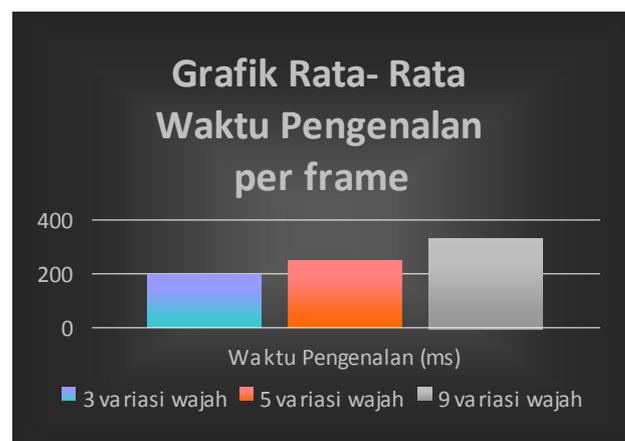
dimana tingkat akurasi didapatkan dari jumlah citra yang dikenali secara benar / Jumlah citra yang di deteksi.

Dan pada pengujian yang terakhir dimana pada pengujian ketiga ini menggunakan 9 variasi pose yang digunakan. Dari pengujian tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa berdasarkan pengujian secara real time selama 1 detik, dapat menghasilkan 3 frame per second (fps). Dari 3 hasil citra uji yang terdeteksi tersebut, menghasilkan pengenalan wajah yang benar sebanyak 2 citra, sedangkan citra yang tidak menghasilkan pengenalan wajah yang benar adalah 1 citra. Oleh karena itu, tingkat akurasi yang dihasilkan pada percobaan secara real time selama 1 detik menghasilkan akurasi sebesar 66,67% dengan rata-rata waktu pengenalannya per frame adalah 333,33 ms, dimana tingkat akurasi didapatkan dari jumlah citra yang dikenali secara benar / Jumlah citra yang di deteksi.

Dari hasil 3 percobaan diatas, menghasilkan grafik perbedaan persentase tingkat akurasi dan waktu pengenalan antara dengan menggunakan 3 variasi pose, 5 variasi pose, dan 9 variasi pose ditunjukkan dengan gambar 3 dan 4 :



Gambar 3. Grafik Persentase Tingkat Akurasi dari 3 percobaan



Gambar 4. Grafik Rata-Rata Waktu Pengenalan per frame dari 3 percobaan

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan percobaan diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa dalam pengenalan wajah secara real time, untuk menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi dibutuhkan sample citra wajah yang tersimpan di database semakin banyak semakin tingkat akurasi yang dihasilkan juga semakin baik. Tetapi semakin banyak pula citra wajah yang tersimpan di database, maka waktu pengenalan wajah pun juga akan semakin lama. Hal itu ditunjukkan pada percobaan diatas, dengan menggunakan citra ukuran 256x256 dan dilakukan 3 kali percobaan, yakni pada percobaan pertama dengan menggunakan 3 variasi pose, lalu percobaan kedua dengan menggunakan 5 variasi pose, dan percobaan ketiga dengan menggunakan 9 variasi pose, yang menunjukan bahwa pada percobaan ketiga dengan menggunakan 9 variasi pose mendapatkan tingkat akurasi yang lebih baik tetapi membutuhkan rata-rata waktu pengenalan per frame nya juga lebih lama dibanding percobaan pertama dan kedua. Selain itu permasalahan faktor pencahayaan juga harus diperhatikan, karena jika pencahayaan yang dilakukan pada saat melakukan pengujian itu tidak sesuai atau kondisi pencahayaan tidak bagus, maka hasil pengenalan yang didapatkan juga baik. Oleh karena itu, penulis mengharapkan pada penelitian berikutnya dapat dilakukan peningkatan dalam tingkat akurasi pada pengenalan wajah.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Patil and P. Ramteke, "Development of Android Based Cloud Server for Efficient Implementation of Platform as a Service," *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 4(1), 2014, 309 - 312.
- [2] R. Rayarikar, S. Upadhyay and P. Pimpale, "SMS Encryption using AES Algorithm on Android," *International Journal of Computer Applications*, 50(19), 2012, 12 - 17.
- [3] Detik, "Indonesia Masuk 5 Besar Negara Pengguna Smartphone," 3 February 2014. [Online]. Available: <http://inet.detik.com/read/2014/02/03/171002/2485920/317/indonesia-masuk-5-besar-negara-pengguna-smartphone>. [Accessed 18 June 2014].
- [4] E. Kremic and A. Subasi, "The Implementation of Face Security for Authentication Implemented on Mobile Phone," *The International Arab Journal of Information Technology*, 2011.
- [5] R. K. Gupta and U. K. Sahu, "Real Time Face Recognition under Different Conditions," *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 3(1), 2013, 86 - 93.
- [6] T.-H. Sun, M. Chen, S. Lo and F.-C. Tien, "Face Recognition using 2D and Disparity Eigenface," *Expert System with Application Journal*, vol. 33, 2007, 265 - 273.
- [7] P. S. Sandhu, I. Kaur, A. Verma, S. Jindal, I. Kaur and S. Kumari, "Face Recognition Using Eigen face Coefficients and Principal Component Analysis, International Journal of Electrical and Electronics Engineering, V," *International Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 3(8), 2009, 498 - 502.
- [8] H. Bahrick, P. Bahrick and R. Wittlinger, "Fifty years of memory for names and faces: A cross-sectionall approach," *Journal of Experimental Psychology: General*, 104(1), 1975, 54 - 75.
- [9] M. Gobbini and J. Haxby, "Neural Systems for Recognition of Familiar Faces," *Neuropsychologia*, vol. 45, 2007, 32 - 41.
- [10] B. Injac and M. Persike, "Recognition of Briefly Presented Familiar and Unfamiliar Faces," *Psihologija Journal*, 42(1), 2009, 47 - 66.
- [11] H. Soliman, A. Saleh and E. Fathi, "Face Recognition in Mobile Devices," *International Journal of Computer Applications*, 73(2), 2013, 13 - 20.
- [12] Y. Tayal, P. Pandey and D. Singh, "Face Recognition using Eigenface," *Journal of Emerging Technologies in Computational and Applied Sciences*, 2013, 50 - 55.
- [13] D. Georgescu, "A Real-Time Face Recognition System Using Eigenfaces," *Journal of Mobile, Embedded and Distributed System*, 3(4), 2011.
- [14] J. Wang, K. Plataniotis and A. Venetsanopoulos, "Selecting discriminant eigenfaces for face recognition," *Journal Pattern Recognition Letters*, vol. 26, 2005, 1470 - 1482.
- [15] S. Gupta, O. Sahoo, A. Goe and R. Gupta, "A New Optimized Approach to Face Recognition Using Eigenfaces," *Global Jornal of Computer Science and Technology*, 10(1), 2010, 15 - 17.
- [16] A. Kumar, P. Sharma and S. Kumar, "Face Recognition using Neural Network and Eigenvalues with Distinct Block Processing," *Internationa Journal of Scientific and Engineering Research*, 2(5), 2011, 1 - 12.
- [17] C.-T. Chu and C.-H. Chen, "The Application of Face Authentication System for Internet Security," *Journal of Internet Technology*, 5(4), 2005, 419 - 426.
- [18] J.-y. Gan, D.-p. Zhou and C.-z. Li, "A

- Method For Improved PCA in Face Recognition," *International Journal of Information Technology*, 11(11), 2005, 79 - 85.
- [19] P. Saudagare and D. Chaudhari, "Human Facial Expression Recognition using Eigen Face and Neural Network," *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 1(5), 2012, 238 - 241.
- [20] R. Jafri and H. R. Arabnia, "A Survey of Face Recognition Techniques," *Journal of Information Processing Systems*, 5(2), 2009, 41 - 68.
- [21] E. Winarno, A. Harjoko, A. M. Arymurthy and E. Winarko, "Improved Real-Time Face Recognition Based on Three Level Wavelet Decomposition-Principal Component Analysis and Mahalanobis Distance," *Journal of Computer Science*, 10(5), 2014, 844 - 851.
- [22] A. Sejani, R. Butani and Y. Parmar, "Design of Efficient Face Recognition Based On Principle Component Analysis Using Eigenfaces Method," *Journal of Information, Knowledge and Research in Electronics and Communication Engineering*, 2(2), 201, 622 - 526.
- [23] S. C. H. Sopacua, D. G. Parrangan, B. Y. Dwiandiyanta and Suyoto, "New Algorithm for Detection of Expression in Mask Just For Laugh ("Dagelan") from Yogyakarta," *International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition*, 5(1), 2013, 157 - 164.