Implementasi *Gabor Wavelet* dan *Support Vector Machine* Pada Sistem Pengenalan Wajah 3D

Gabor Wavelet and Support Vector Machine Implementation on 3D Face Recognition System

Wan Nadilla Nafisa[1)], Ledya Novamizanti[2)], dan Eko Susatio[3)]
[1,2,3]Teknik Telekomnikasi Fakultas Teknik Elektro, Telkom University
Jl. Telekomunikasi Terusan Buah Batu Indonesia 40257 , Bandung , Indonesia
e-mail: wannadilanafisa@gmail.com[1*)], ledyaldn@telkomuniversity.ac.id[2)], maharusdi@gmail.com[3)]

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi berkembang semakin pesat, salah satunya teknologi pengenalan wajah. Pengenalan wajah telah digunakan diberbagai bidang termasuk bidang identifikasi dan autentifikasi. Sistem identifikasi yang dikembangkan saat ini memanfaatkan wajah manusia, dimana setiap manusia mempunyai ciri wajah berbeda, yang dapat digunakan sebagai pengenal atau sebagai identitas seseorang. Pada Tugas Akhir ini digunakan metode ekstraksi Gabor Wavelet dan klasifikasi menggunakan *Support Vector Machine* (SVM). Citra *3D* didapatkan dengan menggunakan kamera *Kinect,* dimana jumlah pengambilan sebanyak 10 foto setiap individunya. Citra hasil akuisisi diproses dengan memberikan beberapa kali iterasi yang terpusat pada wajah individu. Jumlah individu yang digunakan pada Tugas Akhir ini sebanyak 28 individu. Setiap individu diambil 10 kali pengambilan wajah, dengan 7 citra wajah digunakan sebagai data latih dan 3 citra wajah sebagai data uji. Total keseluruhan data yang digunakan pada Tugas Akhir ini sebanyak 280 data wajah, dengan 196 citra digunakan untuk data latih dan 84 citra untuk data uji. Hasil yang didapat Tugas Akhir ini ialah suatu sistem yang dapat mendeteksi wajah individu berbasis *3D*. Berdasarkan hasil yang diperoleh didapatkan tingkat akurasi sebesar 78.5714% dengan menggunakan filter 5 × 5, menggunakan enam ciri statistik (mean, median, *kurtosis*, *entropy*, standar deviasi, dan *range*) dan jenis kernel *Gaussian* pada SVM. Waktu yang diperlukan sistem untuk mengklasifikasikan wajah ialah 0.7167 detik/citra

Kata Kunci: **Pengenalan wajah, *Gabor Wavelet, Suppport Vector Machine (SVM).***

Abstract

The development of information technology is growing increasingly rapidly, one of which is facial recognition technology. Face recognition has been used in various fields including the fields of identification and authentication. The current identification system developed utilizes the human face, every human has different facial characteristics, which can be used as identifiers or as a person's identity. Therefore, in this final project the extraction method is used based on the Gabor Wavelet method. 3D images are obtained using the Kinect camera, where the number of shots taken is 10 photos of each individual. The acquisition image is processed by giving several iterations centred on the individual's face. In this study, proposing face recognition use Gabor Wavelet method and Support Vector Machine (SVM). The results obtained in this Final Project is a system that can classify 3D faces. Based on the results obtained, the accuracy obtained is 78.5714% using filter 5 × 5 and kernel gaussian in SVM. The number of face data used in this study were 196 for training data and 84 for test data. The time needed for the system to classify faces is 0.7167 seconds/image.

Keywords: Face Recognition, Gabor Wavelet, Suppport Vector Machine (SVM).

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi semakin berkembang pesat, termasuk perkembangan teknologi pengenalan wajah. Pengenalan wajah telah banyak digunakan karena manusia memiliki ciri wajah yang berbeda,yang dapat digunakan sebagai pengenal atau identitas seseorang. Pengenalan wajah dapat digunakan untuk mengontrol akses yang membutuhkan keamanan dan pada absensi kelas. Terdapat perbedaan antara *2D* dan *3D face recognition* dimana, 3D *face recognition* dapat menutupi kelemahan yang ada pada *2D face recognition* salah satunya posisi kepala saat dilakukan akuisisi, Pada penelitian sebelumnya telah banyak dilakukan penelitian mengenai *3D face recognition* dengan nilai akurasi yang cukup tinggi.

Penelitian mengenai *3D face recognition* menggunakan metode *Red Green Blue – Depth (RGB-D)* dan metode *Iterative Closest Point (ICP)* [1]. Metode lain yang digunakan pada *3D face recognition* adalah metode Jaringan Saraf Tiruan dan ICP. Pada penelitian ini tingkat akurasi yang diperoleh mencapai 78.57% [2]. Metode

lain yang digunakan adalah *Local Binary Pattern* (LBP) dan *Principal Component Analysis* (PCA), diperoleh tingkat akurasi yang tinggi yaitu mencapai 90% [3]. Pada pengolahan citra, SVM telah banyak digunakan sebagai klasifikasi. SVM bekerja sangat baik pada dimensi tinggi. SVM dinilai memiliki tingkat akurasi yang tinggi untuk klasifikasi ciri. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode ekstraksi ciri *Gabor Wavelet* dan klasifikasi dengan *Support Vector Machine* (SVM).

2. Konsep Dasar

Ada beberapa konsep dasar yang digunakan sebagai acuan untuk keberhasilan penelitian yang dilakukan.

2.1. Pengenalan Wajah (*Face Recognition*)

Pengenalan wajah *(face recognition)* merupakan suatu proses untuk mengenali wajah seorang individu melalui citra digital. Pengenalan wajah (*face recognition*) merupakan teknologi biometrik yang digunakan pada sistem keamanan selain sidik jari dan mata [4]. Pengenalan wajah adalah sistem identifikasi yang dikembangkan dengan memanfaatkan perbedaan ciri wajah seorang individu [5]. Cara kerja pengenalan wajah *(face recognition)* adalah dengan menangkap wajah sesorang menggunakan sebuah kamera lalu membandingkan citra digital masukan yang didapat dengan suatu *database* wajah, lalu mencocokkan citra digital masukan yang paling sesuai dengan *database* wajah tersebut [6].

2.2. *Gabor Wavelet*

Gabor wavelet merupakan salah satu teknik ekstraksi ciri yang digunakan untuk memunculkan ciri khusus citra wajah yang sebelumnya telah dikonvolusi terhadap kernel dengan mangambil informasi penting dari sudut orientasi dan frekuensi spasial, yang menghasilkan ciri khusus yang dapat membedakan satu individu dengan individu lainnya. *Gabor wavelet* memiliki kemampuan untuk menghilangkan variabilitas yang disebabkan oleh iluminasi kontras, pergeseran, dan deformasi citra serta menghilangkan ciri yang tidak penting dalam kawasan spasial dan frekuensi tersebut [7]. Dalam domain spektrum spasial (a, b, c), *3D Gabor Wavelet* dapat didefinisikan dengan [8]:

$$\Psi_{f,\varphi,\theta}(a,b,c) = D \times \exp\left(-\left(\left(\frac{a'}{\sigma_a}\right)^2 + \left(\frac{b'}{\sigma_b}\right)^2 + \left(\frac{c'}{\sigma_c}\right)^2\right)\right) \times \exp\left(j2\pi\,(au+bv+cz)\right)$$

$$u = f\sin\varphi\cos\theta; \qquad y = f\sin\varphi\sin\theta; \qquad z = f\cos\varphi$$

$$[a'\ b'\ c']^T = M \times [a - a_c\ b - b_c\ c - c_c]^T \quad (1)$$

dimana, D adalah skala normalisasi, (a_c, b_c, c_c) adalah posisi untuk analisis sinyal, f adalah frekuensi dari gelombang sinusoida, φ dan θ adalah sudut vektor gelombang dengan sumbu z dan bidang u-v dalam domain frekuensi (u, v, z), *M* adalah matriks rotasi untuk transformasi *Gaussian*, σ_x , σ_b , σ_c adalah lebar dari *Gaussian* pada sumbu yang berbeda.

Gabor wavelet dengan frekuensi berbeda membutuhkan fitur ekstraksi dari volume data didefinisikan dengan [8]:

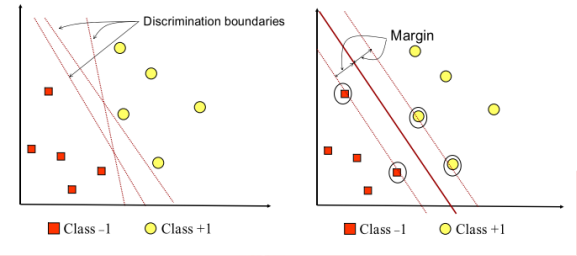
\

$$\left\{\Psi_{f_d,\varphi_e,\theta_f}(a,b,c), \qquad f_d = {fmax}/{(2)^d}\ ,\ \varphi_e = {e\pi}/{e}\ ,\ \theta_f = {f\pi}/{f}\right\} \quad (2)$$

dimana, f_d,φ_e,θ_f adalah amplitudo dan orientasi frekuensi tengah dan $fmax$ adalah amplitudo frekuensi yang tertinggi.

2.3. *Support Vector Machine*

Setelah melalui ekstraksi tahapan selanjutnya yang akan dilakukan adalah klasifikasi dengan metode tertentu. SVM merupakan salah satu metode yang digunakan untuk klasifikasi citra. Pada dasarnya SVM bekerja pada *linear classifier* yang kemudian terus dikembangkan untuk bekerja pada *non-linear* dengan memanfaatkan konsep kernel *trick* di ruang berdimensi tinggi [9]. Cara kerja metode ini dengan menggunakan sebuah fungsi atau *hyperplane* untuk memisahkan dua buah kelas pola, yang mana SVM akan mencari *hyperplane* yang optimal untuk memisahkan dua kelas pola secara maksimal [9]. *Hyperplane* pemisah yang optimal antara kedua kelas ditemukan dengan mengukur jarak *margin hyperplane* dan mencari titik maksimalnya [10]. Berikut merupakan gambar SVM yang menemukan *hyperplane* yang optimal [10] direpresentasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Hyperplane* SVM.

Kelebihan SVM salah satunya adalah hanya menyimpan sebagian data yang digunakan saat melakukan klasifikasi ciri. Meskipun waktu untuk proses SVM berlangsung lama tetapi, metode ini sangat akurat karena dapat mengatasi model – model *non-linear*. Garis *hyperplane* yang optimal adalah memisahkan pola secara linear serta pemisahan pola *non-linear* dengan menambahkan fungsi kernel.

Metode SVM menggunakan "*kernel trick*". Fungsi kernel yang digunakan adalah *Gaussian* yang dapat didefinisikan dengan [9]:

$$\mathrm{N}\,(a,b) = \exp\left(\frac{-|a-b|^2}{2\sigma^2}\right) \tag{3}$$

dimana, a dan b adalah pasangan data dari semua bagian data latih. σ merupakan konstanta. $|a-b|^2$ merupakan kuadrat jarak antara vektor a dan b. Fungsi kernel lain adalah fungsi kernel *polynomial* dengan persamaan [9]:

$$\mathrm{N}\,(a,b) = (a \times b\ + c)^d \tag{4}$$

dimana, c dan d merupakan konstanta.

2.1.1 SVM pada Non – *Linear*

Pada SVM *linear* digunakan untuk ruang dimensi terbatas, dimana sering terjadi himpunan yang tidak dapat dipisahkan secara *linear* dalam ruang asalnya. Untuk mengatasi itu, maka dimunculkanlah SVM pada *non-linear*, yang mana akan memetakan ruang dimensi asal dengan ruang dimensi yang lebih tinggi, dan akan membuat pemisahan di ruang baru [15]. SVM *non-linear* menerapkan fungsi kernel *trick* pada ruang berdimensi tinggi. SVM akan memodifikasi dengan memasukkan fungsi kernel.

Kernel didefinisikan sebagai fungsi yang memetakan fitur dari dimensi yang rendah ke dimensi yang lebih tinggi. Dalam SVM *non-linear* pertama-tama data dipetakan oleh fungsi ke ruang vektor yang lebih tinggi. *Hyperplane* akan memisahkan antara kedua kelas secara *linear* oleh sebuah *hyperplane*. Persamaan untuk fungsi kernel *polynomial* dan *Gaussian* RBF telah didefinisikan pada persamaan 3 dan 4.

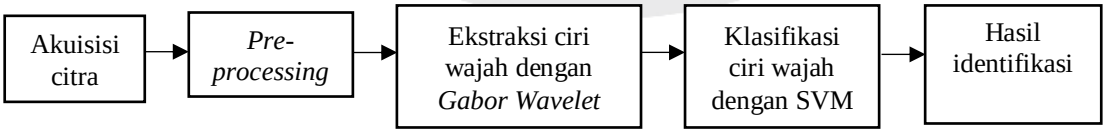
Fungsi kernel dilakukan dengan melakukan percobaan untuk menentukan parameter kernel dan menghasilkan akurasi yang paling baik dalam proses klasifikasi. Kernel *non-linear* digunakan pada saat data yang digunakan dipisah dengan garis melengkung atau sebuah bidang pada ruang yang berdimensi tinggi. Sedangkan kernel *linear* digunakan pada saat data yang digunakan dipisah dengan sebuah garis atau *hyperplane*.

3. Pembahasan

Bagian ini menguraikan mengenai pembuatan atau perancangan sistem *face recognition* menggunakan *Kinect camera.* Selain itu, pada perancangan perangkat lunak akan dijelaskan pemprosesan citra wajah 3D. *Input* citra yang diproses oleh sistem adalah hasil akuisisi dari *Kinect camera.* Setelah itu citra akan masuk ke dalam tahap *pre-processing* dengan menggunakan *software KScan3D* sebelum diekstraksi cirinya menggunakan metode *Gabor Wavelet.* Tahap terakhir adalah mengklasifikasi serta mencocokkan dengan *database* citra menggunakan metode SVM.

3.1. Desain Sistem

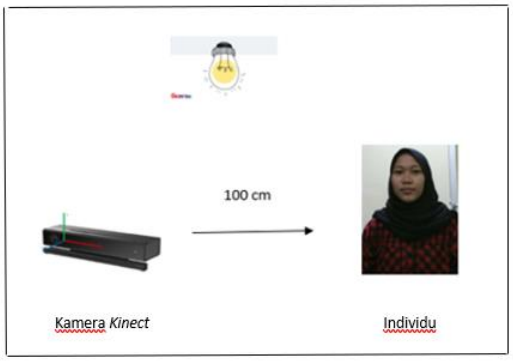
Pada penelitian ini sistem dirancang untuk mempermudah segala urusan manusia diberbagai bidang diantaranya ialah dalam bidang identifikasi dan autentifikasi. Fungsi dari sistem ini salah satunya dapat sebagai alat keamanan dengan menggunakan wajah manusia untuk dikenali sesuai dengan yang sudah terdaftar di *database*. Fitur dari sistem ini yaitu sistem dapat mengetahui dan mengenali individu tersebut dengan mencocokkan wajah yang sudah terdaftar di *database.* Proses pengenalan wajah ialah membandingkan citra digital masukan yang didapat dengan suatu *database* wajah, lalu mencocokkan citra digital masukan yang paling sesuai dengan *database* wajah tersebut. Pada penelitian ini digunakan metode *gabor wavelet* untuk ekstraksi ciri dan metode SVM untuk klasifikasi ciri. Berikut gambaran umum sistem pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram blok umum sistem pengenalan wajah *3D.*

3.2. Akusisi Citra

Akuisisi citra merupakan tahapan pengambilan citra yang dilakukan menggunakan sebuah kamera. Akuisisi citra dilakukan untuk menentukan citra wajah. Pengambilan citra dilakukan dengan mengambil gambar wajah individu dari sisi bagian kiri, sisi bagian kanan serta sisi bagian depan agar mendapatkan pola gambar yang jelas. Berikut merupakan gambar akusisi citra yang direpresentasikan pada Gambar 3.

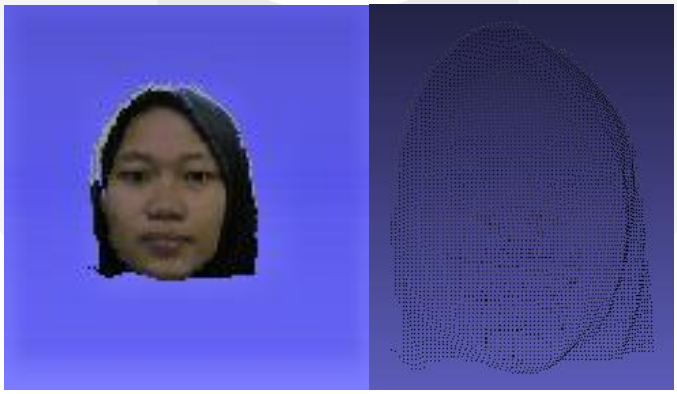


Gambar 3. Proses Akuisisi Citra

Gambar 4. Hasil Akuisisi Citra.

3.3. *Pre – processing*

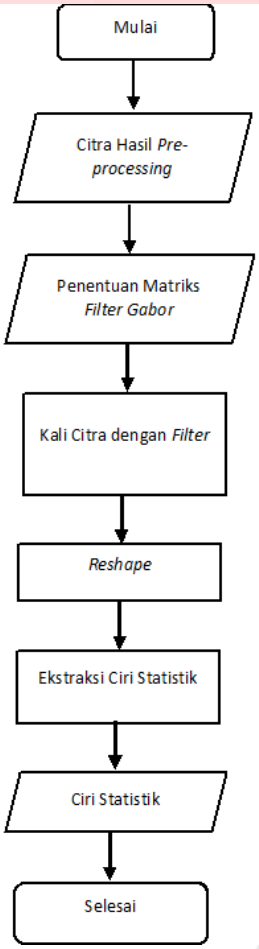
Pre-processing merupakan tahap awal yang dilakukan sebelum citra yang didapat diproses lebih lanjut. Proses ini dilakukan untuk meningkatkan kualitas citra agar citra dapat diproses dengan mudah ke tahap selanjutnya. Selain itu bertujuan untuk menentukan posisi yang akan diambil agar citra sesuai dengan yang diinginkan serta menghilangkan *noise*. *Pre-procesing* yang dilakukan pada Tugas Akhir ini adalah *cropping. Cropping* digunakan dengan menghilangkan bagian yang tidak diperlukan sehingga hanya menampilkan bagian wajah saja. Berikut merupakan gambar *croppinh* terdapat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Pre-processing.*

3.4. Ekstraksi Ciri

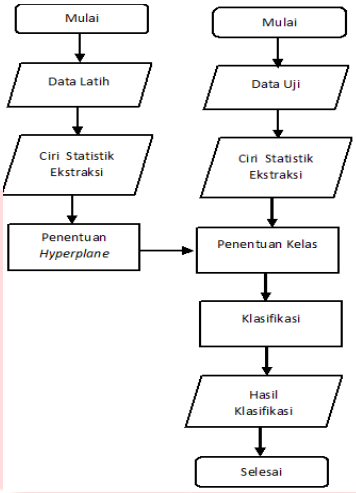
Ekstraksi ciri adalah cara yang dilakukan untuk menemukan ciri atau informasi dari wajah yang akan dikenali. Salah satu metode ekstraksi ciri ialah *Gabor wavelet* digunakan untuk memunculkan ciri khusus citra wajah yang sebelumnya telah dikonvolusi terhadap kernel dengan mangambil informasi dari sudut orientasi dan frekuensi spasial, yang menghasilkan ciri khusus sehingga dapat membedakan antar individu. *Gabor wavelet* dapat menghilangkan variabilitas karena iluminasi kontras, pergeseran, deformasi citra serta menghilangkan ciri tidak penting dalam kawasan spasial dan frekuensi [11]. Dalam domain spektrum spasial 3D *Gabor Wavelet* dapat didefinisikan dengan persamaan 1 dan *Gabor wavelet* dengan frekuensi berbeda dapat didefinisikan dengan persamaan 2 yang telah didefinisikan sebelumnya. Berikut merupakan diagram blok ekstraksi ciri.



Gambar 6. Ekstraksi Ciri

3.5. Klasifikasi Ciri

Klasifikasi ciri merupakan tahapan yang dilakukan setelah ekstraksi ciri, pada tahapan ini dilakukan klasifikasi ciri wajah berdasarkan dari hasil yang telah didapatkan dari proses ekstraksi ciri. Pada tahapan ini dilakukan pencocokkan citra yang didapat dengan *database* yang telah ada. Klasifikasi yang digunakan pada penelitian ini ialah SVM. Pada dasarnya SVM bekerja pada *linear classifier* yang kemudian terus dikembangkan bekerja pada *non-linear* yang memanfaatkan kernel *trick* di ruang berdimensi tinggi [9]. SVM bekerja dengan menggunakan fungsi atau *hyperplane* sebagai pemisah dua kelas pola, yang mana SVM akan menentukan *hyperplane* optimal untuk memisahkan kelas pola [9]. Berikut merupakan diagram blok klasifikasi ciri.



Gambar 7. Klasifikasi Ciri

4. Hasil Pengujian

Tabel 1. Hasil Pengaruh Ukuran *Filter*

No.	*Filter*	Akurasi (%)		Waktu Komputasi (detik)	
		Data Latih	**Data Uji**	**Data Latih**	**Data Uji**
1.	3 x 3	99.4898	75	143.3004	65.8068
2.	4 x 4	100	75	143.0220	65.8068
3.	5 x 5	100	78.5714	140.9224	60.2093

Tabel 2. Hasil Pengujian dengan Satu Ciri Statistik

No.	Ciri Statistik	Akurasi (%)		Waktu Komputasi (detik)	
		Data Latih	**Data Uji**	**Data Latih**	**Data Uji**
1.	Mean	92.3469	54.7619	112.1734	53.0426
2.	Median	94.8980	58.33	109.7365	46.2478
3.	*Kurtosis*	93.8776	50	109.2099	46.0130
4.	Standar Deviasi	91.8367	64.2857	112.7879	59.9107
5.	*Entropy*	93.3673	53.5714	109.1715	45.8467
6.	*Range*	92.3469	48.8095	108.9505	45.9189

Tabel 3. Hasil Pengujian dengan Dua sampai Enam Ciri Statistik

No.	Ciri Statistik	Akurasi (%)		Waktu Komputasi (detik)	
		Data Latih	**Data Uji**	**Data Latih**	**Data Uji**
1.	Mean dan Median	94.3878	59.5238	108.8485	46.6157
2.	Mean dan *Kurtosis*	96.4286	40.4762	108.8639	45.9017
3.	Mean dan Entropy	96.9388	51.1905	108.3552	46.0473
4.	Mean, Median, dan Kurtosis	99.4898	65.4762	96.7659	39.0773
5.	Mean, Median, dan Entropy	96.9388	72.6190	95.8624	39.5011
6.	Mean, Median, *Kurtosis*, dan *Entropy*	98.9796	71.4286	97.0772	39.3629
7.	Mean, Median, *Kurtosis*, Standar Deviasi dan *Entropy*	100	75	108.7724	45.9682
8.	Mean, Median, *Kurtosis*, Standar Deviasi, *Range*, dan *Entropy*	100	78.5714	140.9224	60.2093

Tabel 4. Hasil Pengujian Jenis Kernel SVM

No.	*Filter*	Akurasi (%)		Waktu Komputasi (detik)	
		Data Latih	**Data Uji**	**Data Latih**	**Data Uji**
1.	*Gaussian*	100	78.5817	140.9224	60.2093
2.	*Polynomial*	96.9388	76.1905	138.7316	60.4684
3.	*Linear*	54.0816	52.3810	111.8537	47.1871

Diketahui dari Tabel 4 diatas hasil terbaik didapat ketika menggunakan SVM kernel *Gaussian* dengan tingkat akurasi sebesar 78.5714%.

5. Kesimpulan

Gabor Wavelet sebagai ekstraksi ciri dan *Support Vector Machine* (SVM) sebagai klasifikasi ciri dapat diimplementasikan pada sistem pengenalan wajah 3D. *Gabor Wavelet* dan SVM memberikan tingkat akurasi tertinggi yaitu sebesar 78.5714% dengan waktu komputasi 0.7167 detik per citra. Parameter terbaik yaitu menggunakan *filter* 5 × 5, enam ciri statistik (mean, median, kurtosis, entropy, standar deviasi, dan range), serta klasifikasi SVM menggunakan kernel *Gaussian*.

Ukuran *filter* memepengaruhi waktu komputasi, semakin besar ukuran *filter* maka waktu komputasi akan semakin besar. Banyak ciri statistik yang digunakan pada penelitian ini berpengaruh terhadap akurasi sistem, apabila hanya menggunakan satu ciri statistik akurasi yang didapat kecil. Sedangkan bila menggunakan ciri statistik lebih dari satu maka akurasinya akan lebih tinggi dibanding hanyamenggunakan satu ciri statisti

6. Saran

Penelitian implementasi pengenalan wajah *3D* dengan metode *Gabor Wavelet* dan klasifikasi SVM yang telah dilakukan diharapkan dapat menjadi acuan sebagai penelitian yang akan dikembangkan selanjutnya. Berikut beberapa saran untuk pengembangan penelitian ini, yaitu:

1. Saat pengambilan citra agar dilakukan dengan posisi yang sama tiap individunya agar dapat menghasilkan citra yang ukurannya sama.
2. Sistem pengenalan wajah *3D* dapat dikembangkan berbasis video sehingga dapat digunakan secara *real time*.
3. Penggunaan metode ekstraksi ciri dan metode klasifikasi lain sehingga dapat menganalisa performa sistem

Daftar Pustaka:

[1] D. Kim, J. Choi, J. T. Leksut, and G. Medioni, "Accurate 3D face modeling and recognition from RGB-D stream in the presence of large pose changes," in *2016 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, 2016, pp. 3011–3015.

[2] M. S. Ramadhan, L. Novamizanti, and E. Susatio, "Sistem Pengenalan Individu Berbasis Citra Wajah 3D dengan Jaringan Syaraf Tiruan," *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 18, no. 01, pp. 1–14, Apr. 2019.

[3] H. S. Rasyad, "Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Local Binary Pattern dan Principal Component Analysis." Universitas Telkom, 2019.

[4] B. I. , Y. B. Muhammad Rizki Muliawan, "Implementasi Pengenalan Wajah Dengan Metode Eigenface Pada Sistem Absensi," *Coding J. Komput. dan Apl.*, vol. 3, no. 1, Mar. 2015.

[5] N. V. Lima, L. Novamizanti, E. Susatio. Sistem Pengenalan Wajah 3D Menggunakan ICP dan SVM. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*. Vol. 6, No. 6, April 2019

[6] M. Murinto, "Pengenalan Wajah Manusia Dengan Metode Principle Component Analysis (PCA)," *TELKOMNIKA (Telecommunication Comput. Electron. Control.*, vol. 5, no. 3, p. 177, Dec. 2007.

[7] D. E. Kurniawan, "Identifikasi Citra Wajah Menggunakan Gabor-based Kernel Principal Component Analysis."

[8] Nihon Gakujutsu Kaigi, Jōhō Shori Gakkai (Japan), and Denshi Jōhō Tsūshin Gakkai (Japan), *ICPR 2012 : the 21st International Conference on Pattern Recognition, November 11-15, 2012, Tsukuba International Congress Center, Tsukuba Science City, Japan.* [IEEE], 2012.

[9] F. Damayanti, A. Zainal Arifin, and R. Soelaiman, "Pengenalan Citra Wajah Menggunakan

Metode Two-Dimensional Linear Discriminant Analysis Dan Support Vector Machine," 2010.

[10] A. S. Nugroho, A. B. Witarto, and D. Handoko, "Support Vector Machine-Teori dan Aplikasinya dalam Bioinformatika 1," 2003.

[11] D. E. Kurniawan, "Identifikasi Citra Wajah Menggunakan Gabor-based Kernel Principal Component Analysis."

[12] Antonio Carlos Gay Thome,"SVM Classifiers-Concepts and Application to Character Recognition," Federal University of Rio de Jeneiro,Brasil November 7th 2012.