

# 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<sup>1</sup>, Ledy Novamizanti<sup>2</sup>, dan Eko Susatio<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Telekomunikasi Fakultas Teknik Elektro, Telkom University

Jl. Telekomunikasi Terusan Buah Batu Indonesia 40257, Bandung, Indonesia

e-mail: wannadilanafisa@gmail.com<sup>1\*</sup>, ledyaldn@telkomuniversity.ac.id<sup>2</sup>, maharusdi@gmail.com<sup>3</sup>

**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 sebagai pemecah masalah tersebut digunakanlah metode ekstraksi berdasarkan konsep *Gabor Wavelet*. 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. Pada penelitian ini, mengusulkan 3D face recognition menggunakan metode ekstraksi *Gabor Wavelet* dan klasifikasi *Support Vector Machine (SVM)*.

**Kata Kunci:** Pengenalan wajah, *Gabor Wavelet*, *Support 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)*.

**Keywords:** Face Recognition, *Gabor Wavelet*, *Support 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. Metode Penelitian**

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 seseorang 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 mengambil 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]:

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

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

$$[a' \ b' \ c']^T = M \times [a - a_c \ b - b_c \ c - c_c]^T \tag{1}$$

dimana, D adalah skala normalisasi, (a<sub>c</sub>, b<sub>c</sub>, c<sub>c</sub>) adalah posisi untuk analisis sinyal, f adalah frekuensi tengah 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<sub>x</sub>, σ<sub>b</sub>, σ<sub>c</sub> adalah lebar dari *Gaussian* pada sumbu yang berbeda.

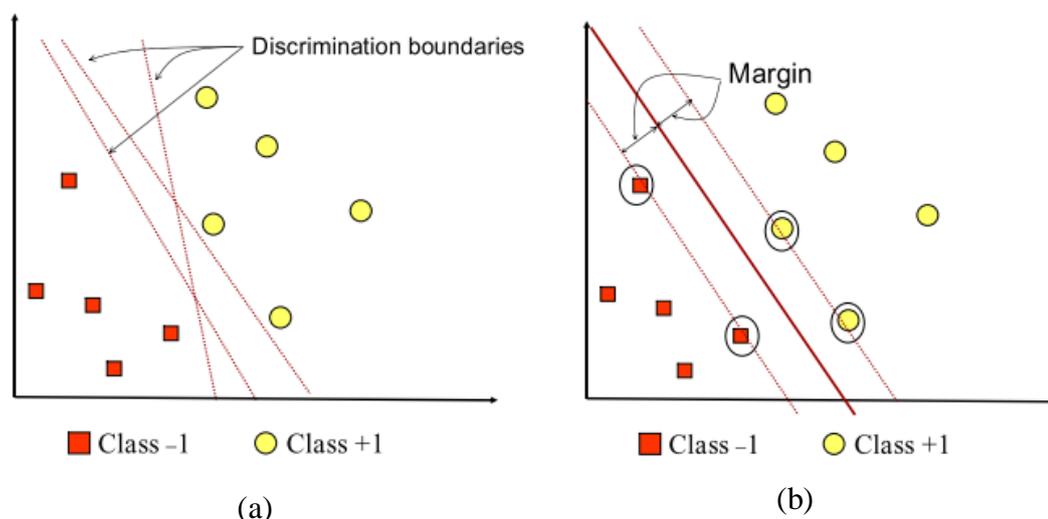
*Gabor wavelet* dengan frekuensi berbeda membutuhkan fitur ekstraksi dari volume data didefinisikan dengan [8]:

$$\{ \Psi_{f_d, \varphi_e, \theta_f} (a, b, c), \quad f_d = f^{max} / (2)^d, \quad \varphi_e = e\pi/e, \quad \theta_f = f\pi/f \} \tag{2}$$

dimana, f<sub>d</sub>, φ<sub>e</sub>, θ<sub>f</sub> adalah amplitudo dan orientasi frekuensi tengah dan f<sup>max</sup> 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]:

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

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

$$N(a, b) = (a \times b + c)^d \quad (4)$$

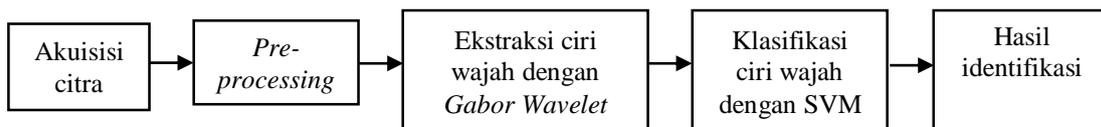
dimana,  $c$  dan  $d$  merupakan konstanta.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini menguraikan mengenai pembuatan atau perancangan sistem *face recognition* menggunakan *Kinect camera*. Selain itu, pada perancangan perangkat lunak akan dijelaskan pemrosesan 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

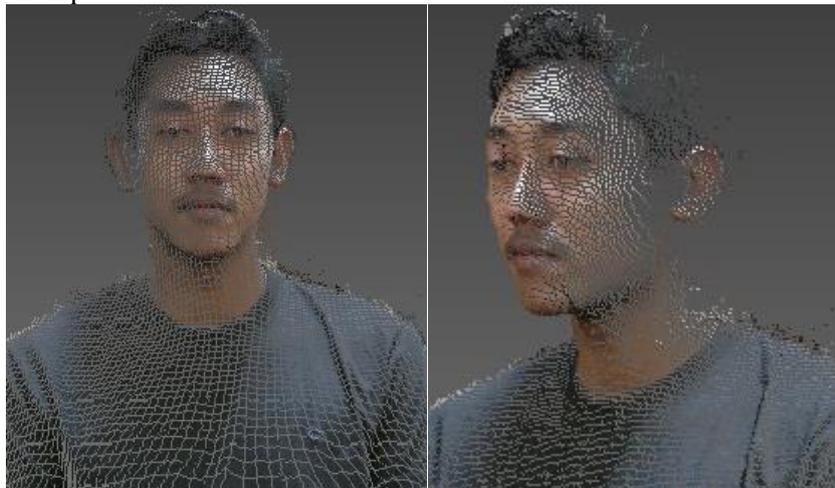
Pada penelitian ini sistem dirancang untuk mempermudah segala urusan manusia diberbagai bidang diantaranya ialah dalam bidang identifikasi dan autentifikasi. Fungsi dari sistem ini salah satunya dapat sebagai alat keamanan dengan menggunakan wajah manusia untuk dikenali sesuai dengan yang sudah terdaftar 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.

#### 3.1.1 Akuisisi 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 akuisisi citra yang direpresentasikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Akuisisi Citra.

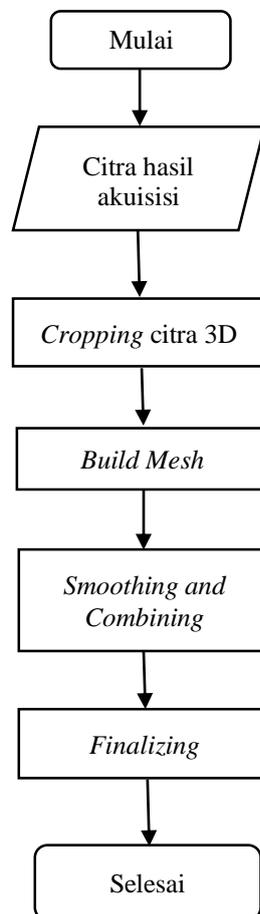
#### 3.1.2 Pre – processing

*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*. Berikut merupakan gambar *pre-processing* terdapat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Pre-processing*.

Tahapan *pre-processing* pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir tahapan *pre-processing*.

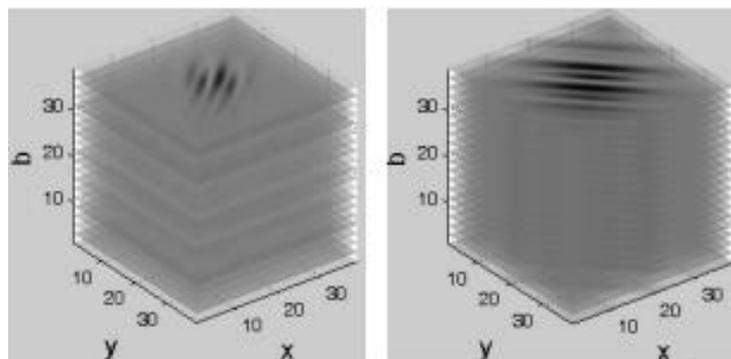
Tahapan – tahapan *pre-processing* yaitu:

- a. *Cropping citra 3D*, dilakukan agar citra yang didapat hanya menampilkan wajah saja.
- b. *Build Mesh, build mesh* dilakukan untuk mengkonversi *point cloud* menjadi *mesh geometry* sehingga citra 3D bisa dilakukan *smoothing dan combine*.

- c. *Smoothing and Combining*, pada tahap ini seluruh citra yang telah ada, dilakukan *smoothing and combining*. Ini bertujuan untuk memperbaiki tekstur wajah agar diperoleh citra wajah yang lebih halus dan lebih berbentuk.
- d. *Finalizing*, merupakan tahapan akhir pada *pre-processing* dan hasilnya akan disimpan.

### 3.1.3 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 mengambil 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 gambar ekstraksi ciri *Gabor Wavelet* yang representasikan pada Gambar 6 [12].



Gambar 6. Contoh 3D *Gabor Wavelet* pada domain spektrum spasial.

### 3.1.4 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 pencocokan 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].

## 4. Kesimpulan

Penelitian ini diharapkan dapat membantu penelitian mengenai *3D face recognition*. pada penelitian ini jumlah data wajah yang akan digunakan pada penelitian ini sebanyak 20 individu. Penggunaan *Gabor Wavelet* sebagai metode ekstraksi ciri dan metode SVM untuk klasifikasi memberikan tingkat akurasi yang cukup baik yaitu sebesar 51,67%.

## 5. Saran

Ada beberapa saran penulis untuk pengembangan penelitian mengenai *face recognition* diantaranya sebagai berikut:

1. Pada saat pengambilan citra dilakukan dengan sudut yang sama tiap individunya agar dapat menghasilkan citra yang memiliki ukuran sama.
2. Penempatan kamera Kinect terhadap tiap individu memiliki jarak yang sama agar menghasilkan tingkat akurasi yang lebih baik. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan tingkat akurasi sistem.

**Referensi**

- [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 (JTIK)*. 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] 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.