

IDENTIFIKASI JENIS KELAMIN BERDASARKAN TERAAN GIGITAN BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DENGAN METODE *GABOR WAVELET* DAN KLASIFIKASI *DECISION TREE*

Identification Of Gender Based On Bitemark Based On Digital Image Processing With Gabor Wavelet Method And Classification Of Decision Tree

Dita Kusuma Wardani¹, Dr. Ir. Bambang Hidayat, DEA², Drg. Yuti Malinda, MM., M. Kes³

^{1,2}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

³Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjajaran

ditakusumawardhani79@gmail.com bhidayat@telkomuniversity.ac.id yuti.malinda@fkg.unpad.ac.id

Abstrak

Tindak kriminal saat ini banyak terjadi di Indonesia. Banyak cara untuk melakukan proses identifikasi pada korban atau pelaku tindak kriminal salah satunya menggunakan bekas gigitan. *Bite marks* atau bekas gigitan adalah sebuah pola yang terbentuk akibat gigitan pada kulit, makanan atau substrat yang lembut tetapi dapat tertekan. Bidang yang ahli dalam menangani proses identifikasi *bite marks* adalah forensik kedokteran gigi (*odontology forensic*). Tanda *bite marks* biasanya ditemukan pada korban atau pelaku kriminalitas, seperti pada kasus kekerasan, pemerkosaan, dan lain-lain. Proses identifikasi *bite marks* yang sudah dilakukan saat ini melalui proses yang panjang, sehingga membutuhkan waktu yang kurang efisien.

Pada tugas akhir ini dilakukan perancangan sistem untuk identifikasi jenis kelamin pria dan wanita menggunakan citra bekas gigitan dengan metode *Gabor wavelet* untuk ekstraksi ciri bekas gigitan dan klasifikasi citra bekas gigitan menggunakan *Decision tree*. Dalam teknik pengambilan data, dibutuhkan sampel yang didapat dari hasil cetakan pada gigitan gigi.

Dalam penelitian tugas akhir ini jenis kelamin dapat langsung dikenali dan diperoleh hasil akurasi dari pengujian yaitu 89,58% dengan waktu komputasi 2,24 detik dengan parameter skala (u)=8 dan orientasi (v)=3, menggunakan 80 sample citra latih dan 48 citra uji. Sistem ini dapat menjadi perbandingan dan dapat membantu bidang forensik kedokteran gigi dalam proses identifikasi jenis kelamin menggunakan *bite marks*.

Kata Kunci: *Gabor Wavelet, Decision Tree, Matlab, forensic, Bite marks, odontology forensic*

Abstract

Criminal acts are currently happening in Indonesia. Many ways to do the process of identifying victims or committing a crime one of them using bite marks. Bite marks are a pattern that is formed based on a tooth, food or substrate that is gentle but can be depressed. The field of expertise in dealing with the identification process of bite marks is forensic dentistry (odontology forensic). Bite marks found in the body can be information one of which is gender, because each individual has the characteristics of different teeth. The process of identifying bite marks that have been done now through a long process, thus requiring less efficient time.

In this final project, the design of the system for the identification of male and female gender using the image of bite with Gabor wavelet method for extraction of bite marks and bite image classification using Decision tree.

In this final project, gender can be recognized and obtained accurate from 89,58% with computation time 2,24s, with scale parameters (u) = 8 and orientation (v) = 3, using 80 sample of training image and 48 test images. With this system can be a comparison and can assist the field of dental forensics in the process of gender identification using a bite mark.

Keywords: *Gabor Wavelet, Decision Tree, Matlab, forensic, Bite marks, odontology forensic*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu Negara dengan catatan kriminalitas seperti kasus pemerkosaan, pembunuhan, pencurian, kekerasan, dan lain sebagainya. Hal ini dapat menimbulkan adanya korban, oleh sebab itu perlu adanya proses identifikasi dalam menentukan korban baik yang hidup maupun yang meninggal. Perkembangan ilmu kedokteran terutama dalam bidang forensik membuat banyak peneliti yang menginginkan sebuah teknologi pendukung agar dapat lebih efisien dalam menjalankan proses identifikasi. Banyak metode dan cara untuk melakukan proses identifikasi salah satunya dengan mengidentifikasi melalui bekas gigitan pada tubuh korban atau pelaku.

Bite marks atau bekas gigitan adalah sebuah pola yang terbentuk akibat gigitan pada kulit, makanan atau substrat yang lembut tetapi dapat tertekan. Dalam sejarah perkembangan identifikasi *bite marks*, cukup banyak kasus-kasus yang melibatkan identifikasi *bite marks* dalam penyelesaiannya. Salah satunya pada kasus ragu pembunuhan bintang yang akhirnya mengakibatkan dihukumnya orang yang tidak bersalah [1]. Adapun penelitian terkait sebelumnya dengan judul “Analisis “*Bite Mark*” Dalam Identifikasi Pelaku Kejahatan”, dalam penelitian tersebut masih menggunakan cara manual dalam proses identifikasi *bite marks* yaitu *bite marks* dicetak menggunakan gips untuk mendapatkan hasil cetakan positifnya kemudian dianalisa [2]. Proses identifikasi dengan bukti berupa *bite marks* yang sebelumnya memiliki waktu yang kurang efisien seperti dicetak, kemudian dianalisa. Mata manusia memiliki titik dan waktu fokus yang tidak lama [3], hal tersebut sangat tidak efisien sehingga dibutuhkan sistem yang dapat membantu proses identifikasi jenis kelamin.

Berdasarkan permasalahan diatas, pada tugas akhir ini membuat suatu sistem untuk identifikasi jenis kelamin berdasarkan bekas gigitan menggunakan citra digital dengan metode *Gabor wavelet* untuk ekstraksi ciri bekas gigitan dan klasifikasi citra bekas gigitan menggunakan *Decision tree*. Sistem yang akan dibuat dimulai dari mengambil gigitan dengan menggunakan media coklat, kemudian gigitan yang telah terbentuk diarsir menggunakan bedak untuk mendapatkan pola *bitemarks* yang lebih jelas, lalu *bite marks* tersebut difoto untuk selanjutnya diproses pada *software* Matlab. Pengambilan gigitan didapatkan dari 16 mahasiswa dan mahasiswi Universitas Telkom dimana bekas gigitan perindividu diambil 8 citra yang kemudian akan diproses pada *software* Matlab. Dengan identifikasi dan klasifikasi tersebut, dapat menghasilkan suatu keluaran dengan membedakan bekas gigitan pria dan wanita berdasarkan pada pola tepi bekas gigitan. Dan dapat membantu bidang forensik kedokteran gigi dalam proses identifikasi jenis kelamin menggunakan *bite marks*.

2. Dasar Teori

2.1 Ilmu Forensik Kedokteran Gigi

Ilmu forensik kedokteran gigi memiliki nama lain yaitu *forensic dentistry* dan *odontology forensic*. *Odontology forensic* mempelajari penanganan dan pemeriksaan bukti-bukti melalui gigi dan evaluasi serta pemaparan hasil-hasil penemuan yang berhubungan dengan rongga mulut untuk kepentingan pengadilan.[4]

2.2 Bitemarks

Bite marks adalah sebuah pola yang terbentuk akibat gigi pada kulit, makanan atau substrat yang lembut tetapi dapat tertekan. *Bite marks* pada jaringan manusia sangatlah berbeda tergantung organ tubuh mana yang terkena.

2.3 Jenis Kelamin

2.3.1 Definisi Operasional

Jenis kelamin pria dan wanita dapat dilihat dari bentuk lengkung gigi. Bentuk lengkung dapat memperlihatkan perbedaan yang dapat dilihat secara jelas setelah pubertas. Bentuk lengkung antara pria dan wanita cukup berbeda. Pada pria lengkung rahang relatif lebih besar dan bentuk lengkung rahang cenderung tapered. Lengkung rahang wanita lebih kecil dari pria dan bentuk lengkungnya cenderung lebih oval (Lukman, 2006). Bentuk lengkung memiliki tiga bentuk yaitu bentuk persegi (squared), lancip (taper) dan lonjong (ovoid).

2.4 Teori Dasar Pengolahan Citra

2.4.1 Definisi Citra

Citra adalah suatu representasi, kemiripan atau imitasi dari sebuah objek yang dihasilkan dari pantulan sinar yang difokuskan dari sebuah lensa atau cermin yang terekam oleh kamera atau sensor lainnya. Citra sebagai keluaran sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinya. Berdasarkan jenisnya, citra dibagi kedalam tiga jenis yaitu citra biner (*monochrome*), citra warna (*true color*), citra keabuan (*grayscale*).[2]

2.5 Gabor Wavelet

Penggunaan metode gabor memiliki relevansi biologis karena sebuah ciri biologis dapat memberikan informasi yang unik berkaitan dengan identifikasi masing-masing individu.

Tujuan utama dari *Gabor Wavelet* adalah untuk memunculkan ciri-ciri dari citra yang telah dikonvolusi terhadap *kernel*. Digunakan transformasi 2D *Gabor Wavelet* yang merupakan transformasi yang bekerja pada ruang 2 dimensi. Transformasi wavelet bekerja hanya dengan mengacu pada domain spasial, yang hanya bekerja dengan acuan letak piksel-piksel yang menyusun sebuah citra

2.6 Decision Tree

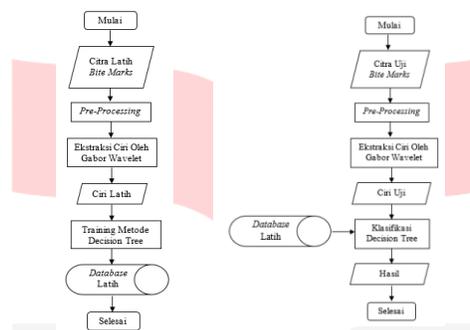
Decision Tree adalah salah satu metode klasifikasi yang menggunakan representasi pohon, terdapat node-node yang merepresentasikan atribut, daun yang merepresentasikan kelas, dan cabang nya merepresentasikan nilai dari kelas tersebut. Karakteristik umum yang dimiliki *decision tree* adalah:

- a. Merupakan sebuah pendekatan non parametrik untuk membangun model klasifikasi
- b. Memungkinkan untuk membangun model secara cepat dari *training set* yang berukuran besar
- c. Jika ukuran *decision tree* kecil maka akan dengan mudah mengintreprtasinya
- d. Kuat terhadap serangan noise

3. Perancangan

3.1 Diagram Alir Sistem

Gambaran umum dari sistem yang telah dirancang pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Model Sistem

3.2 Akuisisi Citra

Proses akuisisi atau pengambilan citra dilakukan dengan menggunakan kamera digital dengan tipe gigi kelas satu yang dicetak pada media coklat. Citra yang diambil adalah 80 sample citra latih terdiri dari 5 pria dan 5 wanita, 48 citra uji terdiri dari 3 pria dan 3 wanita yang didapatkan dari 16 mahasiswa Universitas Telkom dimana bekas gigitan perindividu diambil 8 citra. Metode pengambilan sampelnya menggunakan random sampling, yaitu cara pengambilan sampel yang berdasarkan kelompok yang telah ditentukan dari anggota populasi secara acak. Berdasarkan persamaan data slovin, diperoleh jumlah sampel yang harus diambil [15]. Berikut perhitungan jumlah pengamatan menggunakan persamaan data slovin dengan asumsi akurasi 75%, target error 25%=0,25, jumlah mahasiswa ekstensi keseluruhan angkatan 2016 Universitas Telkom 75 orang.

$$n' = \frac{N}{(1+(N \times e^2))} \tag{3.1}$$

Dimana,

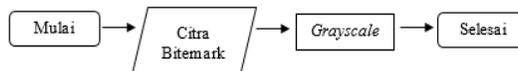
n'= Jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan

N= Jumlah Mahasiswa

e= Persentase error (%)

$$n' = \frac{75}{(1+(75 \times 0,25^2))} = 15,78 = 16$$

3.3 Pre-processing



Gambar 3.2 Diagram Alir Pr-Processing

Berikut adalah langkah-langkah *pre-processing* :

1. *Citra Bitemark* : Dalam tahap ini citra masukan yang digunakan adalah citra *bite mark* berukuran 2305×1033 *pixel* dan sudah di *cropping* secara manual sehingga ukuran *pixel* citra menjadi 512×1024.
2. *Grayscale* : Dalam tahap ini akan dilakukan pengonversian citra dari RGB ke citra grayscale. Hasilnya seperti yang terlihat pada Gambar 3.8

3.4 Ekstraksi Ciri Gabor Wavelet



Gambar 3.3 Diagram Alur Ekstraksi Ciri *Gabor Wavelet*

Pada Gambar 3.9, ciri yang diperoleh melalui tahapan ekstraksi ciri digunakan untuk mendapatkan ciri sebuah citra dengan menggunakan metode *Gabor Wavelet*.

1. **Pembangunan Kernel**

Tahap ini dibentuk dengan fungsi gabor yaitu menentukan nilai parameter frekuensi spasial atau skala (u) dan orientasi (v) yang dapat mempengaruhi pembentukan kernel. Pembentukan kernel gabor menggunakan persamaan (2.2). Nilai skala dan orientasi yang berbeda menghasilkan kernel berbeda juga.

2. **Konvolusi Citra**

Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan fitur ciri citra yang telah difilter dengan kernel gabor sebanyak penggunaan skala dan orientasi. Citra masukan berupa citra *pre-processing* yang telah di *resize* berukuran 512×1024 *pixel* pada proses ekstraksi ciri. Fungsi *Gabor Filter* dibangun dan digunakan untuk proses konvolusi. Pada tahap konvolusi masing masing *Gabor Filter* dikonvolusi dengan citra, sehingga menghasilkan *Gabor Response*. Persamaan konvolusi sebagai berikut :

$$h(x, y) = f(x, y) * g(x, y) = \sum_{-\infty}^{\infty} \sum_{-\infty}^{\infty} f(a, b)g(x - a, y - b) \tag{3.1}$$

3. **Nilai Matriks Ciri**

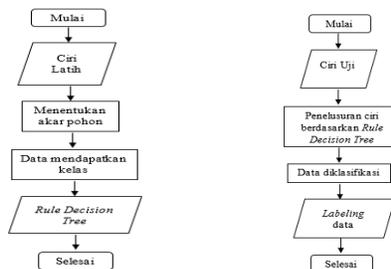
Nilai ciri adalah hasil dari perhitungan konvolusi citra dengan gabor kernel. Nilai ciri menghasilkan matriks ciri 1×768 untuk satu citra, dengan rentang nilai 0 sampai dengan 9.7606. Hasil dari ciri latihan menghasilkan matriks berukuran 80×768 untuk ciri keseluruhan data latihan yang berjumlah 80 citra, kemudian nilai ini digunakan sebagai masukan pada tahap klasifikasi.

3.5 Jarak *Inter canine*

Pada Tugas Akhir ini, jarak *intercaninus* sebagai penambahan ciri pada ekstraksi ciri. Pada bidang forensik kedokteran gigi dalam menentukan jenis kelamin seseorang dapat menggunakan gigi geligi sebagai bahan identifikasi salah satunya dengan menghitung jarak *intercanine*, yang dimana lebar *intercanine* diukur sebagai jarak antara gigi kaninus. Jarak *intercanine* adalah jarak antara gigi kaninus kanan bagian luar ke gigi kaninus kiri bagian luar. Jarak interkaninus ini didapatkan melalui proses penjumlahan piksel berdasarkan titik acuan jarak interkaninus kiri sampai interkaninus kanan dalam satuan piksel. Pada kaninus kiri adalah titik acuan pertama dan kaninus kanan sebagai titik acuan terakhir.

3.6 Klasifikasi *Decision Tree*

Pada proses klasifikasi akan dilakukan pengambilan ciri terhadap citra, dimana dua proses yang dilakukan dengan memisahkan citra menjadi citra latihan dan citra uji. Proses klasifikasi menindaklanjuti hasil dari proses ekstrasi ciri. Semua informasi yang sudah tercatat akan diklasifikasikan. Pada proses ini dilakukan pengklasifikasian ciri dengan metode klasifikasi *Decision Tree*. Berikut diagram alur proses pembuatan pohon keputusan *Decision Tree*.



Gambar 3.4 Diagram Alir proses pembuatan pohon keputusan *Decision Tree*

3.6 Performansi Sistem

Parameter performansi system dapat diukur dengan akurasi sistem dalam ketepatan sistem mengenali masukan yang diberikan sehingga menghasilkan keluaran yang benar dan waktu komputasi untuk memroses masukan menjadi outputan.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah data benar}}{\text{jumlah data keseluruhan}} \times 100\% \tag{1}$$

$$\text{Waktu komputasi} = \text{waktu selesai} - \text{waktu mulai} \tag{2}$$

4. Hasil Pengujian

4.1 Hasil Pengujian Parameter skala(u) dan orientasi(v) pada Gabor Wavelet

Tabel 4.1 merupakan hasil pengujian menggunakan skala dan orientasi pada Gabor wavelet. Nilai skala yang digunakan adalah 1, 2, 3, dan 8. Orientasi yang digunakan adalah 1, 2, 3, 4, dan 5. Pengujian tahap ini menggunakan pixel citra 512x1024.

Tabel 1. Hasil Pengujian Skala (u) dan Orientasi (v) Pada Gabor Wavelet

Skala (u)	Orientasi (v)	Akurasi latih (%)	Akurasi Uji (%)	Waktu Komputasi
1	1	100	77,0833	0,3479
	2	100	72,9167	0,4286
	3	100	77,0833	0,5081
	4	100	72,9167	0,594
	5	100	77,0833	0,6693
2	1	100	77,0833	0,4286
	2	100	75	0,5939
	3	100	77,0833	0,7522
	4	100	75	0,9137
	5	100	77,0833	1,4973
3	1	100	77,0833	0,5137
	2	100	70,8333	0,7481
	3	100	77,0833	0,9798
	4	100	75	1,2759
	5	100	77,0833	1,4179
8	1	100	81,25	0,9238
	2	100	75	1,5772
	3	100	89,5833	2,2452
	4	97,5	75	2,886
	5	100	54,1667	3,571

Berdasarkan tabel 4.1 hasil terbaik didapat pada saat skala (u)=8 dan orientasi (v)=3 dengan akurasi 89,5833% dan waktu komputasi 2,2452s. Semakin tinggi nilai skala (u) yang digunakan, maka semakin banyak nilai ciri yang dapat dianalisis, dan semakin besar akurasi yang dihasilkan. Dalam skenario yang terbentuk, dibutuhkan skala (u) dan orientasi (v) yang lebih besar untuk mendapatkan performansi yang lebih baik. Parameter skala (u) dan orientasi (v) tersebut membuat Gabor Wavelet handal dalam mengekstraksi yang menghasilkan kernel yang dikonvolusikan dengan citra. Akan tetapi, skala (u) dan orientasi (v) memiliki nilai maksimal pada nilai tertentu. Pada tugas akhir ini, nilai maksimal dengan akurasi yang maksimal terjadi ketika skala (u)=8 dan orientasi (v)=3.

4.2 Hasil Pengujian Pixel Citra

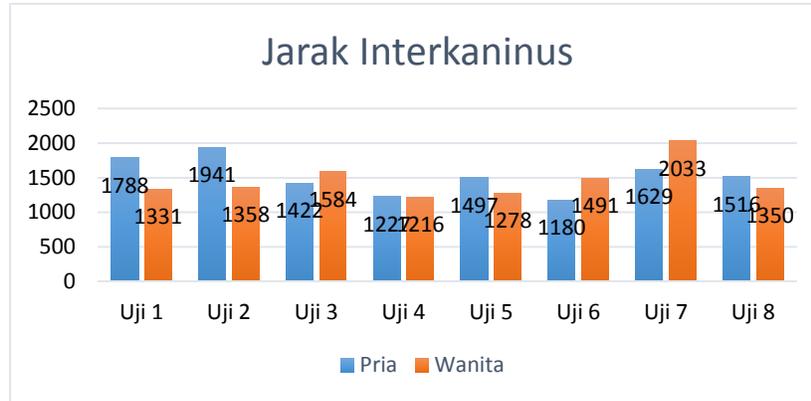
Pengujian pada tahap kedua merupakan hasil pengujian parameter pixel citra pada Gabor Wavelet dimana pixel citra yang diubah terdiri dari nilai 128x256, 256x512, 512x1024. Pada tahap ini menggunakan hasil dari pengujian parameter skala (u)=8 dan orientasi (v)=3.

Tabel 2. Hasil Pengujian Pixel Citra

Ukuran Pixel	Akurasi Latih (%)	Akurasi Uji (%)	Waktu Komputasi
128x256	96,25	41,6667	0,4865
256x512	97,5	56,25	0,9124
512x1024	100	89,5833	2,2452

Berdasarkan tabel 4.2 hasil terbaik didapatkan pada saat ukuran pixel 512x1024 dengan nilai akurasi 89,5833% dan waktu komputasi 2,2452s. Dan hasil terendah didapatkan pada saat ukuran pixel 128x256 dengan akurasi 41,6667% dan waktu komputasi 0,4865s. Hal ini dikarenakan semakin besar ukuran citra, maka semakin besar waktu komputasi yang di perlukan. Sehingga bagian yang dianalisis menjadi lebih detail dan membuat sistem memberikan ciri yang lebih baik dari citra bitemark disetiap kelasnya.

4.3 Jarak *Inter canine*



Gambar 4. Nilai Jarak *Inter canine* Pria dan Wanita

Pada gambar 4.1 dapat dilihat nilai rata-rata jarak *inter canine* pada laki-laki sebesar 1525 piksel sedangkan nilai rata-rata jarak *inter canine* pada perempuan sebesar 1455,125 piksel. Dari nilai rata-rata tersebut jika dihitung dalam persentase maka didapatkan jarak kaninus pada perempuan sebesar 0,95% dari pada jarak laki-laki.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian pada sistem identifikasi dan klasifikasi pola sidik bibir melalui pengolahan citra digital, dalam penelitian ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Secara umum, sistem yang telah dibuat dapat melakukan identifikasi jenis kelamin berdasarkan pola *bite marks* pada individu menggunakan metode *Gabor Wavelet* dan klasifikasi *Decision Tree*.
2. Variabel dan parameter *Gabor Wavelet* pada ekstraksi ciri menentukan hasil ciri yang diperoleh pada suatu citra. Akurasi sistem yang paling baik didapatkan ketika nilai akurasi mencapai 89,58% dan waktu komputasi 2,24s. Akurasi tersebut diperoleh pada saat nilai parameter skala (u) = 8 , orientasi (v) = 3, semakin besar parameter, jumlah orientasi dan jumlah skala yang dipakai, semakin lama pula waktu yang diperlukan sistem untuk melakukan komputasi. Akan tetapi, skala (u) dan orientasi (v) memiliki nilai maksimal pada nilai tertentu. Akurasi tersebut dipengaruhi juga pada ukuran *pixel* citra 512x1024. Hal ini dikarenakan semakin besar ukuran citra, maka semakin besar waktu komputasi yang di perlukan. Sehingga bagian yang dianalisis menjadi lebih detail dan membuat sistem memberikan ciri yang lebih baik dari citra *bitemark* disetiap kelasnya. Berdasarkan nilai jarak *inter canine* pria dan wanita, rata-rata jarak *inter canine* wanita lebih kecil 0,95% dibandingkan dengan rata-rata jarak *inter canine* pria.
3. Nilai jumlah orientasi (v) skala (u) pada *Gabor Wavelet* dan ukuran *pixel citra* berpengaruh dalam menentukan akurasi dan waktu komputasi sistem. Kombinasi yang paling tepat untuk mendapatkan akurasi terbaik yang digunakan pada sistem identifikasi pria dan wanita berdasarkan *bite marks* yaitu ukuran *pixel* citra 512x1024, pada parameter skala (u)=8 dan orientasi (v)=3.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan analisi yang telah dilakukan, sistem ini masih dapat dikembangkan menjadi lebih baik dan lebih akurat dalam mengidentifikasi jenis kelamin berdasarkan *bitemark*. Adapun saran untuk pengembangan Tugas Akhir ini dan untuk pengembangan penelitian selanjutnya yaitu:

1. Bekas gigitan diambil langsung pada kulit, sehingga citra yang di proses berupa citra *bitemarks* pada kulit manusia agar lebih memudahkan bidang forensik dalam proses identifikasi kasus.
2. Menggunakan sampel teraan gigitan yang sempurna agar hasil yang didapatkan lebih baik pada penelitian lebih lanjut.
3. Ditambahkan jenis gigi geligi yang akan dijadikan sampel penelitian bukan hanya fokus pada gigi yang normal saja.
4. Diharapkan pada penelitian selanjutnya pembacaan parameter jarak interkaninus berupa satuan *centi meter (cm)* atau *mili meter (mm)*.

Daftar Pustaka :

- [1] Kasus Ragu Pembunuhan Bintaro, Tangerang. Majalah TEMPO edisi 1 sampai 7 Juli, 2013
- [2] Mamile, Husein. “Analisis Bite Mark Dalam Identifikasi Pelaku Kejahatan”, Tugas Akhir, Universitas Hasanuddin, 2015
- [3] Berliana, Nova and Rahmayanti, Fauzia, “Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Keluhan Kelelahan Mata Pada Pekerja Pengguna Komputer Di Bank X Kota Bangko”, Oktober, 2017.
- [4] L. Novamizanti, “Identifikasi Pola Iris Mata Menggunakan Dekomposisi Transformasi Wavelet Dan Leveinstein Distance, ITTELKOM, 2009
- [5] N. Iswanto, K. Usman, L. Novamizanti, “Desain dan Implementasi Color Code untuk Verifikasi Nomor Kendaraan Bermotor pada Sistem Parkir, Universitas Gunadarma, 2010.
- [6] E.I. Putri, R. Magdalena, L. Novamizanti, “The detection of cervical cancer disease using an adaptive thresholding method through digital image processing”, *Journal Teknik Energi Health and Medical Sciences*, Vol.1 (1), pp.30-36, 2015.
- [7] Reddy LVK. “Lip prints: an overview in forensic dentistry”, *J.Adv Dental Reasearch*; II(I): 17-20, 2011
- [8] Lukman D, “*Buku Ajar Ilmu Kedokteran Gigi Forensik*”, Jakarta: Sagung Seto, Hal 1-4, 115-133, 2006
- [9] Olmez, S. and Dogan, S, “Comparison of the arch forms and dimensions in various malocclusions of the Turkish population”, (December), pp.158–164.
- [10] Arif Muntasa Mauridhi Henry Purnomo, “*Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstrasi Fitur*”. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [11] Agus Prijono & Marvin Ch. Wijaya. “*Pengolahan Citra Digital Menggunakan MatLAB Image Processing Toolbox*”. Bandung : Informatika, 2007
- [12] U. N. Wisesty and T. Mutiah, “Implementasi Gabor Wavelet dan Support Vector Machine pada Deteksi Polycystic Ovary Berdasarkan Citra Ultrasonograf”, *Ind. Journal on Computing*, vol. 1, no. 2, pp. 67-82, 2016.
- [13] M. Haghghat, S. Zonous, M.A. Mottaleb, “Identification Using Encrypted Biometrics” di dalam *15th International Conference CAIP*, York, UK, Proceedings Part II, August 27-29, 2013.
- [14] Alpaydin, Ethem, “*Introduction to Machine Learning*”, The MIT Press, 2004.
- [15] Belynn Mey Cendy, “Analisis Perancangan Produk Long Leg Braces Dengan Pendekatan Kansei Words Dan Biomekanika”. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri Teknik Industri*, Universitas Brawijaya, Jakarta, 2016.
- [16] Rakosi, dkk. “*Color Atlas of Dental Medicine*”, Orthodontic-Diagnosis, Germany: Thieme Medical Publishers. hal. 3-4, 207-235, 1993.