

**IDENTIFIKASI JENIS KELAMIN BERDASARKAN TERAAN GIGITAN BERBASIS
PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DENGAN METODE *DISCRETE WAVELET TRANSFORM*
(DWT) DAN KLASIFIKASI *K-NEAREST NEIGHBOR* (KNN)**

***IDENTIFICATION OF GENDER BASED ON BITE MARK USING IMAGE PROCESSING WITH
METHOD *DISCRETE WAVELET TRANSFORM* (DWT) AND CLASSIFICATION WITH *K-
NEAREST NEIGHBOR* (KNN)***

Ibrahim Adilla¹, 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

¹ ibrahimadilla12@gmail.com, ² bhidayat@telkomuniversity.ac.id,

³ yuti.malinda@fkg.unpad.ac.id

Abstrak

Forensik merupakan bidang ilmu pengetahuan yang membantu proses individu untuk kepentingan hukum. *Bite mark* adalah bekas gigitan yang terdapat pada organ tubuh korban dan pelaku kriminal. Hal ini banyak di temukan pada kasus kekerasan, pemerkosaan dan penganiayaan anak. Adapun hambatan untuk proses identifikasi *bite mark* yaitu prosesnya yang membutuhkan waktu lama dan untuk menganalisisnya dengan menggunakan kasat mata. Oleh karena itu, sangat dibutuhkan pengolahan citra pola *bite mark* untuk mendapatkan ketepatan identifikasi jenis kelamin pelaku atau korban kriminalitas dengan membutuhkan waktu yang cepat.

Pada Tugas Akhir ini, sistem mampu melakukan identifikasi citra pola *bitemark* menjadi sebuah keluaran berupa jenis kelamin pelaku dan korban kriminalitas. Klasifikasi ciri pada tugas akhir ini menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT) selanjutnya menggunakan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbor* (KNN). Nilai akurasi terbesar pada pengujian ini yaitu 82,9787% dengan waktu komputasi 0,7078s. Parameter jarak kaninus menunjukkan bahwa jarak kaninus perempuan lebih kecil 0,95% dibanding jarak kaninus laki-laki. Dengan metode ekstraksi ciri DWT menggunakan level dekomposisi 5 dan filter LL. Sedangkan pada proses klasifikasi K-NN jenis *distance* terbaik yang bisa digunakan adalah *Euclidean* dan nilai $k = 1$. Ukuran citra yang digunakan 800x1600 piksel.

Kata kunci: Forensik, *Bite Mark*, *Discrete Wavelet Transform*, *K-Nearest Neighbor*

Abstract

Forensic is a field of science that helps the individual process for the benefit of the law. Bite marks are bite mark found on victim's organs and criminals. It is mostly found in cases of violence, rape and child abuse. The obstacles to the bite mark identification process is the process that takes a long time and to analyze it by using the invisible. Therefore, it is imperative that bite mark pattern image processing be used to obtain accurate identification of sex of the perpetrator or the victim of crime by taking a short time.

In this Final Project, the system is able to identify bite mark pattern image into an output in the form of sex of the perpetrator and the victim of crime. The classification feature in this final project using Discrete Wavelet Transform (DWT) next uses the K-Nearest Neighbor (K-NN) classification method. The greatest accuracy value in this test is 82,9787% with computation time 0,7078s. The canine distance parameter shows that the female canine distance is 0,98% smaller than the male canine distance. Method characteristic DWT using decomposition level 5 and LL filter. While in the process of classification K-NN type of the best distance that can used is Euclidean and value $k=1$. Image size used 800x1600 pixel.

Keywords : Forensic, *Bite Mark*, *Discrete Wavelet Transform*, *K-Nearest Neighbor*

1. Pendahuluan

Dalam sejarah perkembangan identifikasi *bite mark*, cukup banyak kasus-kasus yang melibatkan identifikasi *bite mark* dalam penyelesaiannya. Beberapa kasus tersebut dapat diselesaikan dengan baik dan memenjarakan pelaku sebenarnya pada Kasus Bundy di Florida tahun 1979 [1]. Teknik identifikasi *bite mark* pada umumnya meliputi proses pengambilan menggunakan teknik swab, rekam gigi, pengambilan foto *bite mark* dengan menggunakan skala ABFO, pemeriksaan kliris dan yang terakhir pembuatan cetakan *bite mark* [3]. Oleh karena itu proses identifikasi *bite mark* sangatlah rumit dan memerlukan suatu keahlian dan pengalaman dari ahli odontologi

forensik [4]. Waktu lamanya kerja mata untuk memfokuskan pada objek adalah selama 4 jam, jika lebih dari 4 jam maka akan terjadi kelelahan pada mata [6]. Untuk mencegah kesalahan direkomendasikan klasifikasi untuk menekankan perlunya pendekatan ilmiah dan teknologi untuk menafsirkan jenis distorsi. Faktor lain kesalahan dalam identifikasi *bite mark* dikarenakan pengamatan *bite mark* melalui kasat mata. Mata manusia dapat menimbulkan kelelahan yang di pengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik.

Pada tugas akhir ini, mengidentifikasi hasil dari pengambilan foto *bite mark* pada tubuh korban lalu disimpulkan dengan sebuah sistem untuk langsung mengetahui jenis kelamin korban atau pelaku kriminalitas. Sistem ini dibuat dengan tujuan untuk memudahkan dan mempercepat proses identifikasi korban atau pelaku kriminalitas dari bukti *bite mark* pada tubuh yang tergigit dengan menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform* dan metode *K-Nearest Neighbor*.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Bite Mark

Bite mark adalah tanda gigitan dari pelaku yang tertera pada kulit korban dalam bentuk luka, jaringan kulit maupun jaringan ikat dibawah kulit sebagai akibat dari pola permukaan gigitan dari gigi-gigi pelaku melalui kulit korban (William Ecker,1992). *Bite mark* mempunyai suatu gambaran dari anatomi gigi yang sangat karakteristik yang meninggalkan *bite mark* pada jaringan ikat manusia baik disebabkan oleh hewan maupun manusia yang masing-masing individu berbeda [11].

2.2 Jenis Kelamin

Dalam bidang odontologi forensik jenis kelamin laki-laki dan perempuan dapat dilihat dari bentuk lengkung gigi. Bentuk lengkung gigi dapat terlihat perbedaan secara jelas setelah masa pubertas. Bentuk lengkungan gigi memiliki tiga kategori yaitu lancip (*tapered*), lonjong (*ovoid*) dan persegi (*squared*) [13]. Pada pria bentuk lengkung rahang cenderung *tapered*, memiliki jarak interkanin sebesar 27.52 ± 1.68 dan jarak intermolar sebesar 47.26 ± 2.30 . Bentuk lengkung rahang perempuan cenderung lebih *oval*, memiliki jarak interkanin sebesar 28.58 ± 1.87 dan jarak intermolar sebesar 49.7 ± 2.04 [14]. Parameter dalam kedokteran gigi untuk menentukan ketiga bentuk lengkung gigi adalah jarak interkanin, jarak intermolar, kedalaman kanin, dan kedalaman molar. Pada Tugas Akhir ini menggunakan parameter jarak interkanin (jarak gigi kaninus).

2.3 Citra Digital

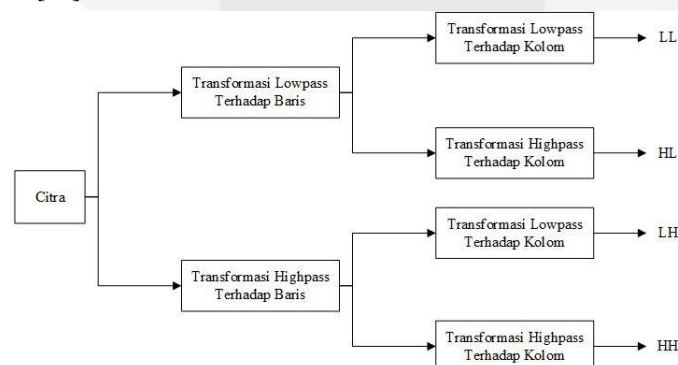
Citra digital dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi dua dimensi $f(x,y)$, dengan x maupun y adalah posisi koordinat sedangkan f merupakan amplitudo pada posisi (x, y) yang sering dikenal sebagai intensitas atau *grayscale* dengan nilai intensitas berbentuk diskrit mulai dari 0 sampai 255 [17]. Citra hasil dari kamera dan telah dikuantisasi dalam bentuk nilai diskrit disebut citra digital (*digital image*). Jadi citra digital tersusun dari sejumlah nilai tingkat keabuan yang disebut sebagai piksel pada posisi tertentu. Suatu citra digital dapat dinyatakan dengan persamaan 2.1.

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0, N-1) \\ f(1,1) & f(1,1) & \dots & f(1, (N-1)) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1, N-1) \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Dari persamaan 2.1, citra digital dapat dinyatakan sebagai matriks dengan N sebagai baris dan M sebagai kolom yang menyatakan koordinat sebuah titik pada citra tersebut dengan nilai masing-masing elemen menyatakan intensitas cahaya pada titik tersebut. Masing masing elemen pada citra digital disebut piksel [18].

2.4 Discrete Wavelet Transform (DWT)

Transformasi *Wavelet* Diskrit secara umum merupakan dekomposisi citra pada frekuensi *subband* citra tersebut dimana komponennya dihasilkan dengan cara penurunan *level* dekomposisi. Implementasi transformasi *wavelet* diskrit dapat dilakukan dengan cara melewatkan sinyal frekuensi tinggi atau *high pass* filter dan frekuensi rendah atau *low pass* filter [17].

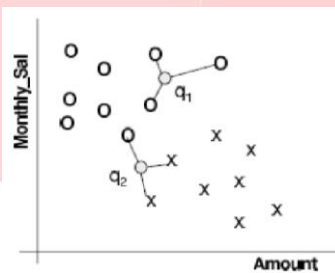


Gambar 2.1 Transformasi 2D level 1[19]

Pada gambar 2.1 dapat dilihat LL menyatakan bagian koefisien yang diperoleh dengan proses melewati *Low pass* dilanjutkan dengan *Low pass*, biasanya citra pada bagian LL merupakan versi lebih halus dari citra aslinya dan mirip dengan citra asli. Sehingga koefisien pada bagian LL sering disebut dengan koefisien aproksimasi. Selanjutnya bagian LH adalah koefisien yang diperoleh melalui proses *Low pass* kemudian dilanjutkan dengan *High pass*, maka koefisien bagian LH menunjukkan citra tepi dalam arah *horizontal*. Pada bagian HL diperoleh melalui proses *High pass* kemudian dilanjutkan dengan *Low pass*, maka koefisien bagian HL menunjukkan citra tepi dalam arah *vertical*. Pada bagian HH diawali melalui proses *High pass* dan dilanjutkan dengan *High pass*, maka koefisien HH menunjukkan citra tepi dalam arah diagonal. Ketiga komponen LH, HL, dan HH merupakan komponen detail [19].

2.6 K-Nearest Neighbor (K-NN)

Algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN) merupakan metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data uji dengan jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Pada data latih diambil lebih dari satu tetangga terdekat dengan data uji kemudian algoritma K-NN digunakan untuk menentukan kelasnya [20].



Gambar 2.2 Klasifikasi K-Nearest Neighbor

Nilai k yang terbaik untuk algoritma ini tergantung pada data. Secara umum, nilai k yang tinggi akan mengurangi efek *noise* pada klasifikasi, tetapi membuat batasan antar setiap klasifikasi semakin kabur. Klasifikasi diprediksikan berdasarkan data latih yang paling dekat (seperti $k=1$) disebut algoritma nearest neighbor [22]. Pada gambar 2.2 dapat dilihat nilai $k=3$ dan terdapat dua kelas yaitu kelas O dan kelas X. Untuk node q_1 mendapatkan tiga tetangga terdekatnya yaitu di O semua. Sehingga diklasifikasi sebagai kelas O. Dan untuk node q_2 mendapatkan tiga tetangga terdekatnya tetapi node q_2 memiliki 2 tetangga dari kelas X dan satu lagi dari kelas O.

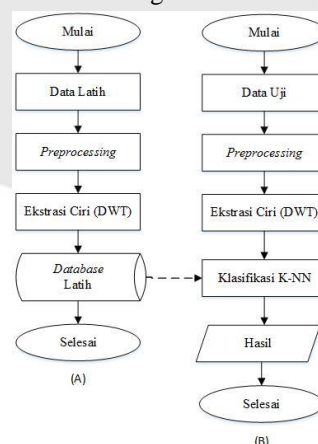
3 Perancangan Sistem

3.1 Diagram Blok Sistem

Pada gambar 3.1 menunjukkan blok diagram sistem yang akan dilakukan pada penelitian ini. Sistem yang dirancang meliputi dua tahap yaitu tahap latih dan tahap uji. Pada gambar 3.2 tahap latih merupakan proses pembuatan *database* yang menyimpan nilai vektor ciri dari setiap citra latih yang nantinya menjadi referensi bagi citra uji. Setiap prosesnya terdiri dari *preprocessing* terhadap citra latih, kemudian dilakukan ekstraksi ciri dengan menggunakan *Discrete Wavelet Transform* (DWT). Tahap uji merupakan proses pengujian data citra uji sehingga dapat diklasifikasikan oleh sistem. Setelah citra latih membuat *database* yang berisi ciri-ciri latih, selanjutnya citra dideteksi dengan menggunakan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbor* (K-NN) untuk mengetahui kecocokan vektor ciri dari data uji terhadap data latih sehingga dapat menentukan kelas klasifikasi jenis kelamin. Pada tahap latih memiliki data citra latih sebanyak 80 citra dengan komposisi 40 citra bite mark kelas laki-laki dan 40 citra bite mark kelas perempuan. Adapaun pada tahap uji memiliki data citra uji sebanyak 48 citra dengan komposisi 24 citra bite mark kelas laki-laki dan 24 citra bite mark kelas perempuan.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem



Gambar 3.2 diagram alir proses identifikasidata latih (A) dan data uji (B)

3.2 Akuisisi Citra

Untuk mendapatkan citra digital maka tahapan awal yang diperlukan adalah akuisisi citra. Proses pengambilan citra *bite mark* pada mahasiswa/i ekstensi S1 Teknik Telekomunikasi dilakukan dengan cara mengigit pada media coklat dan gigitannya tidak terlalu kencang, karena jika gigitannya terlalu kencang maka akan mematahkan bagian coklatnya. Teraan gigitan (*bite mark*) yang diambil hanya bagian teraan gigi pada rahang atas saja, dikarenakan bidang yang halus pada media coklat hanya pada bagian belakang coklat, hal ini dikarenakan bagian depan media coklat terdapat bidang yang tidak halus yang akan membuat teraan gigitan (*bite mark*) tidak terlihat. Pengambilan citra menggunakan kamera Nikon D3000 dengan format (.jpg). Latar belakang pada saat pengambilan citra menggunakan tissue dan pencahayaan menggunakan *flash* kamera dan jarak kamera dengan coklat adalah 19 cm. Citra latihan dan citra uji merupakan citra *bite mark* yang terdiri dari dua kelas yaitu kelas laki-laki dan kelas perempuan.

3.3 Preprocessing

Proses *preprocessing* dalam tahap ini meliputi *cropping* yaitu pemotongan citra yang diambil hanya bagian *bite mark* saja dengan menggunakan *software paint*. *Resize* yaitu mengubah ukuran piksel, tujuannya untuk mempermudah *software* mengolah citra agar menjadi lebih ringan. Selanjutnya citra RGB diubah menjadi citra *grayscale* agar menjadi satu layer pada citra. Citra *grayscale* diubah mejadi citra *black and white*, pada tahap ini pola *bite mark* akan terlihat lebih jelas dengan menggunakan *level graythresh* sehingga warna coklat akan berubah menjadi hitam dan pola *bite mark* berwarna putih. Lalu di *finishing* dengan *areaopen* untuk menghilangkan *noise* dari hasil citra *black and white*. Kemudian citra *grayscale* dikalikan dengan citra *black and white* sehingga warna pola *bite mark* berwarna *gray* dan *background* berwarna hitam sehingga didapatkan hasil citra dari *preprocessing*. Hasil citra *preprocessing* menjadi citra masukan untuk menentukan jarak gigi kaninus. Proses untuk menentukan jarak gigi kaninus adalah *cropping* bagian gigi sebelah kiri, *labeling* pada setiap gigi-gigi untuk menentukan gigi kaninusnya, setelah didapatkan gigi kaninus lalu *scanning* pada baris sampai bertemu nilai yang tidak 0 (nol) sehingga di dapatkan gigi kaninus kanan dan kiri, maka didapatkan jarak gigi kaninus dengan satuan piksel, nilai jarak gigi kaninus menjadi ciri tambahan pada ekstrasi ciri DWT.

3.4 Ekstraksi Ciri dengan Discrete Wavelet Transform (DWT)

Ekstraksi ciri merupakan cara yang dilakukan untuk mendapatkan ciri dari sebuah citra. Ekstrasi ciri menggunakan metode DWT, yaitu melewati sinyal frekuensi High Pass Filter (HPF) dan frekuensi Low Pass Filter (LPF). Proses *filtering* menggunakan LPF dan HPF secara baris pada semua baris dan dilanjutkan secara kolom pada semua kolom. Setelah di *filtering*, selanjutnya operasi sub sampling, sehingga akan menghasilkan 4 buah subband yaitu LL, LH, HL, dan HH. Proses berikut didapatkan koefisien dekomposisi level 1. Untuk level dekomposisi selanjutnya proses ini di ulang sampai level dekomposisi yang sudah ditentukan. Pada tugas akhir ini level dekomposisi hingga level 8. Hasil koefisien wavelet ini didapatkan ciri dari suatu citra yang disimpan pada database.

3.5 Jarak Gigi Kaninus

Parameter yang digunakan pada Tugas Akhir ini untuk menentukan jenis kelamin salah satunya adalah dengan menggunakan jarak kaninus. Hasil jarak gigi kaninus ini sebagai penambahan satu ciri pada ekstrasi ciri DWT. Dalam proses menentukan jarak gigi kaninus pada sistem, citra hasil *preprocessing* akan ditentukan garis tengah dengan cara *cropping* gigi-gigi bagian kiri citra, agar memudahkan untuk menentukan gigi kaninus. Setelah didapatkan gigi-gigi bagian kiri, kemudian dilakukan *labeling* pada setiap gigi untuk mendapatkan gigi kaninus bagian kiri. kemudian dari gigi kaninus kiri dilakukan *scanning* ke arah kanan sampai bertemu nilai yang bukan 0 sehingga di dapatkan gigi kaninus bagian kanan. Setelah didapatkan gigi kaninus kanan dan kiri kemudian dilakukan penjumlahan jarak dari gigi kaninus kanan ke gigi kaninus kiri dengan satuan piksel. Maka hasil akhir penentuan jarak gigi kaninus seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Penentuan Jarak Gigi Kaninus

3.6 Klasifikasi dengan KNN

Dapat dilihat merupakan proses klasifikasi yang akan dilakukan pengambilan ciri terhadap citra, dimana dua proses yang dilakukan dengan memisahkan citra uji dan citra latihan. Proses klasifikasi merupakan proses lanjutan dari proses ekstrasi ciri. Semua informasi yang sudah tercatat dalam *database* akan diklasifikasikan dengan menggunakan *K-Nearest Neighbor* (KNN) sebagai acuan kelas laki-laki atau perempuan dari setiap citra *bite mark*. Pada dasarnya algoritma ini akan menghitung jarak antara nilai ciri yang dimiliki oleh data uji menuju data latihan. Selanjutnya, jarak-jarak tersebut akan dipilih jarak yang terdekat. Metode perhitungan jarak yang digunakan dalam K-NN adalah *Euclidean*, dengan perhitungan jarak pada sistem ini menggunakan $k=1$.

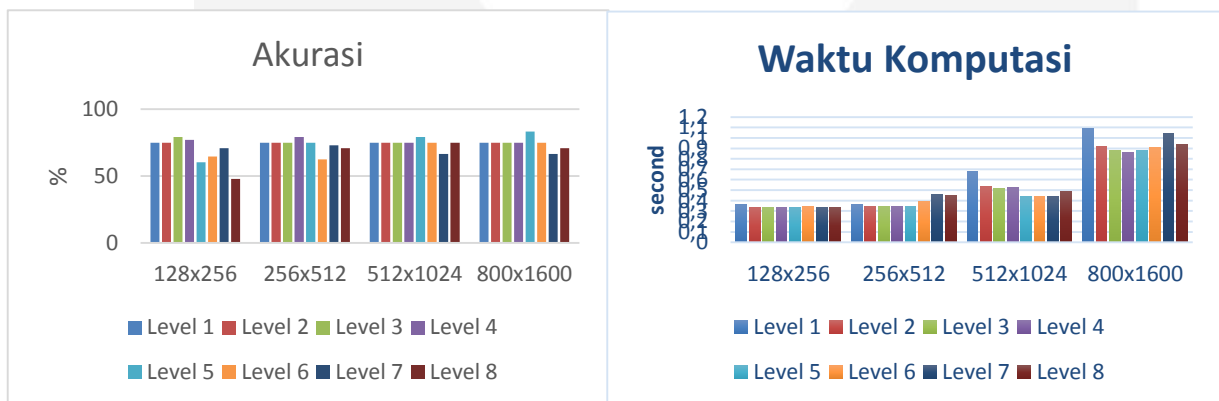
4. Hasil dan Analisis

Pengujian sistem dilakukan berdasarkan beberapa parameter yang di peroleh selama proses pemograman sistem. Masing-masing pengujian memiliki hasil yang di presentasikan dalam bentuk tabel dan kesimpulan dalam bentuk diagram. Skenario pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Skenario 1 pengujian ukuran citra dengan menggunakan metode ekstrasi ciri DWT dan klasifikasi K-NN, yaitu dengan melihat perubahan parameter akurasi dan waktu komputasi terhadap level dekomposisi, jenis filter yang digunakan, nilai k serta jenis jarak yang digunakan pada K-NN. Untuk menentukan ukuran citra yang terbaik. Adapun ukuran citra yang digunakan adalah 128x256, 256x512, 512x1024, 800x1600. Pengujian ini dilakukan 8 dekomposisi level wavelet.
2. Skenario 2 pengujian level dekomposisi ekstrasi ciri DWT dengan klasifikasi K-NN, yaitu dengan melihat perubahan parameter akurasi dan waktu komputasi terhadap perubahan nilai k pada klasifikasi K-NN.
3. Skenario 3 pengujian jenis filter ekstrasi ciri DWT dengan klasifikasi K-NN, yaitu dengan melihat perubahan parameter akurasi dan waktu komputasi terhadap perubahan nilai k serta jenis jarak yang digunakan pada K-NN.
4. Skenario 4 pengujian jenis jarak pada klasifikasi K-NN dengan jarak K-NN, yaitu dengan melihat perubahan parameter akurasi dan waktu komputasi terhadap perubahan jarak K-NN.

4.1 Pengujian parameter ukuran citra

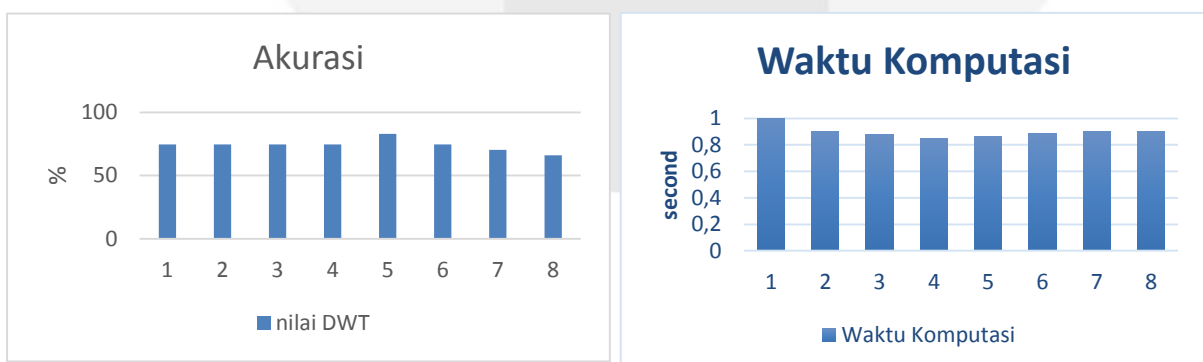
Berikut adalah data hasil pengujian ukuran citra dengan menggunakan metode ekstrasi ciri DWT dengan 48 citra uji, untuk mencari ukuran citra yang paling tepat. Dengan melihat hasil akurasi dan waktu komputasi. Pada gambar 4.1 adalah hasil akurasi parameter ukuran citra dan hasil waktu komputasi parameter ukuran citra. Pengujian pada tahap ini menggunakan parameter filter DWT LL, nilai $k = 1$, dan jenis jarak *Euclidean*.



Gambar 4.1 pengujian parameter ukuran citra

4.2 Hasil Pengujian Skenario Kedua

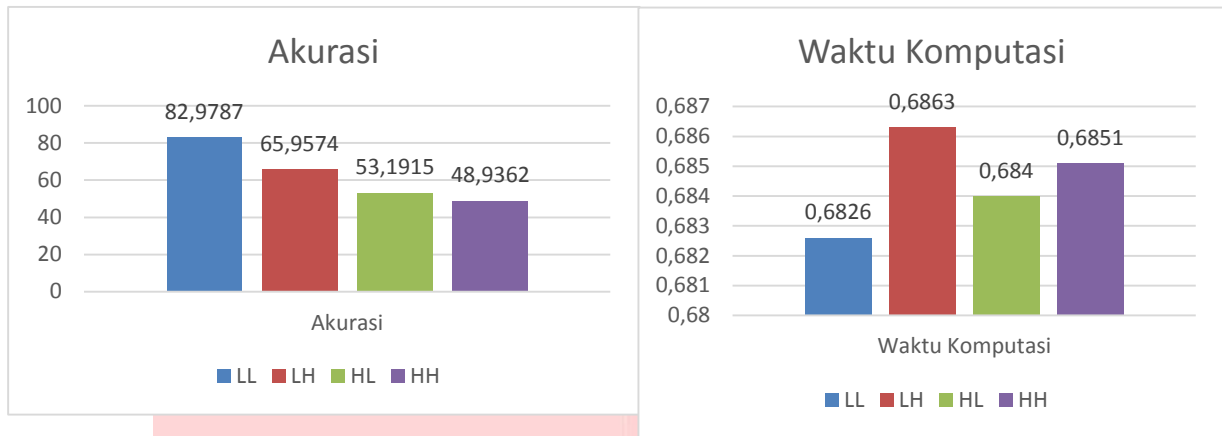
Berikut ini adalah data hasil pengujian untuk mencari nilai level pada proses ekstrasi ciri DWT yang paling tepat, terhadap akurasi dan waktu komputasi. Gambar grafik 4.2 merupakan akurasi dan waktu komputasi hasil dari klasifikasi jenis kelamin pola citra bitemark dengan 48 citra uji. Pengujian pada tahap ini menggunakan filter DWT LL, nilai $k = 1$, jenis jarak Euclidean dan ukuran citra 800x1600 piksel.



Gambar 4.2 pengujian parameter level dekomposisi

4.3 Hasil Pengujian parameter filter DWT

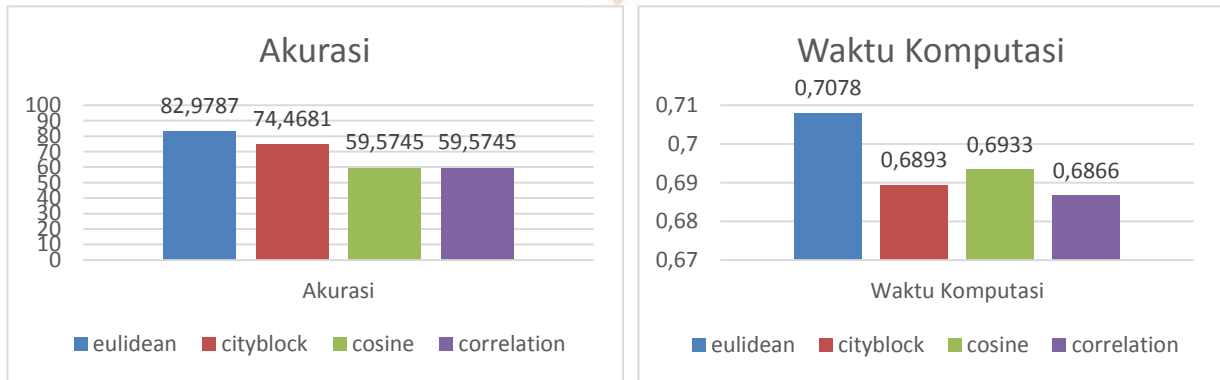
Selanjutnya dilakukan percobaan terhadap perubahan parameter filter DWT pada proses ekstrasi ciri. Pengujian pada tahap ini menggunakan 48 citra uji dengan level dekomposisi 5, nilai $k = 1$, ukuran citra 800x1600 piksel, dan jenis jarak Euclidean.



Gambar 4.3 prngujian level dekomposisi DWT

4.4 Hasil Pengujian Jenis Jarak KNN

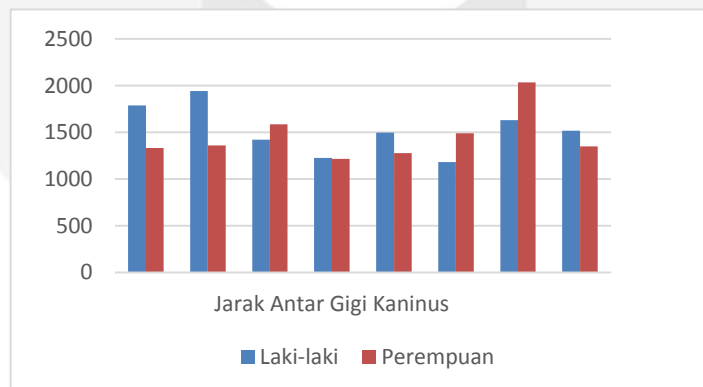
Selanjutnya dilakukan percobaan terhadap perubahan parameter jenis jarak pada proses klasifikasi K-NN. Dari hasil gambar 4.7 akurasi terbaik didapatkan pada saat menggunakan nilai k = 1. Pengujian tahap ini menggunakan 48 citra uji dengan level dekomposisi 5, nilai k = 1, filter DWT LL, dan ukuran citra 800x1600 piksel.



Gambar 4.4 pengujian jenis jarak KNN

4.5 Jarak kaninus

Berikut adalah nilai dari jarak kaninus. Parameter jarak kaninus di dalam bidang forensik dapat menentukan jenis kelamin. Penentuan jarak kaninus ini untuk mengetahui perbandingan nilai jarak kaninus laki-laki dan perempuan. Pada gambar 4.11 didapatkan nilai rata-rata jarak kaninus pada laki-laki sebesar 1525 piksel sedangkan nilai rata-rata jarak kaninus 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.



Gambar 4.5 Nilai Jarak Kaninus

5. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada simulasi klasifikasi bitemark untuk menentukan jenis kelamin pada penelitian ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem ini sudah mampu mengklasifikasikan pola citra bitemark menggunakan metode DWT dan K-NN dengan parameter ukuran citra, *level* dekomposisi, filter DWT, nilai *k* dari K-NN dan jenis jarak K-NN.
2. Berdasarkan pengujian ukuran citra didapatkan akurasi terbaik sebesar 83,333% dengan ukuran citra 800x1600, hal ini dikarenakan semakin besar ukuran citra maka semakin detail bagian yang dianalisis. Berdasarkan pengujian *level* dekomposisi didapatkan akurasi terbaik sebesar 82,9787% dengan *level* dekomposisi 5, hal ini dikarenakan semakin besar nilai dekomposisi maka semakin sedikit ciri yang didapat. Berdasarkan pengujian parameter filter DWT didapatkan akurasi terbaik sebesar 82,9787% dengan filter DWT LL, hal ini dikarenakan filter LL berisi komponen frekuensi rendah dari citra asli sehingga keluaran cirinya mirip seperti aslinya. Berdasarkan pengujian jenis jarak K-NN didapatkan akurasi terbaik sebesar 82,9787% dengan jenis jarak Euclidean. Berdasarkan nilai jarak kaninus, nilai rata-rata jarak kaninus perempuan lebih kecil sebesar 0,95% dibandingkan dari nilai rata-rata jarak kaninus laki-laki.
3. yang paling tepat digunakan pada sistem mengidentifikasi jenis kelamin pada *bite mark* yaitu ukuran citra 800x1600, pada parameter DWT menggunakan *level* dekomposisi 5 dan filter LL. Untuk klasifikasi K-NN menggunakan parameter $k=1$, jenis jaraknya *Euclidean*.

5.2 Saran

Sistem klasifikasi jenis kelamin pola citra bitemark ini masih dapat dikembangkan, sehingga tingkat akurasi yang diperoleh lebih besar dan akurat tanpa butuh waktu komputasi yang lama. Oleh karena itu, adapun saran untuk pengembangan tugas akhir ini selanjutnya yaitu :

1. Untuk spesifikasi kamera lebih diperhatikan kedepannya contoh dengan menggunakan kamera berlensa khusus untuk foto gambar mikro agar mendapatkan hasil citra yang lebih detail.
2. Penelitian selanjutnya jenis gigi yang diteliti lebih bervariasi, bukan hanya gigi normal saja dan menggunakan media gigitan yang lain.
3. Menggunakan kombinasi metode dan klasifikasi yang lain, agar akurasi dapat diatas 83%.
4. Untuk data latih lebih di perbanyak, agar pengklasifikasian lebih akurat.

Daftar Pustaka:

- [1] Astuti Ni Luh Putu Enny, Solichin Sudjari, Lutviandari Wieke (2010). Identifikasi Bite Mark sebagai alat bukti yang sah di sidang pengadilan. Diambil pada tanggal 15 Nov 2017, dari http://journal.unair.ac.id/filerPDF/abstrak_504856_tpjua.pdf.
- [2] Trube-Becker E. Bißspuren bei Kindesmißhandlungen. Beitr Gerichtl Med. 31: 115-123. 1973.
- [3] Bowers, C. Michael. Forensic Dental Evidence, An investigator's handbook. Elsevier. 2004.
- [4] Lessig R, Wenzel V, Weber M. Bite mark analysis in forensic routine case.
- [5] Hanum, Iis. Efektivitas Penggunaan Screen Pada Monitor Komputer Untuk Mengurangi Kelelahan Mata Pekerja Call Centre Di PT Indosat NSR Tahun 2008, [Tesis], Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara Medan, Medan [Online], dari <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/7048/1/08E00330.pdf>. 2008.
- [6] Berliana N, Rahmayanti F. Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Mata Pada Pekerja Pengguna Komputer Di Bank X Kota Bangko. STIKES Harapan Ibu, Jambi.
- [7] Aryanti, Riski. Hubungan Antara Intensitas Penerangan Dan Suhu Udara Dengan Kelelahan Mata Karyawan Pada Bagian Administrasi Di PT Utama Karya Wilayah IV Semarang, [Skripsi], Universitas Negeri Semarang [Online], dari <http://eprints.undip.ac.id/8602/>. 2006.
- [8] Mamile, Husein. Analisis *Bite Mark* dalam identifikasi pelaku kejahatan. Universitas Hasanudin. 2015.
- [9] Oscandar, Fahmi. 2013. Radiologi Kedokteran Gigi: Aplikasi CBCT 3D. CV Sagung Seto. Jakarta.
- [10] Batal Mati Berkas Uji Gigi, Majalah TEMPO. 2017.
- [11] Lukman, D. Buku Ajar Ilmu Kedokteran Gigi Forensik. Jilid 1.CV Sagung Seto. Jakarta.
- [12] Pereira, Cristiana Palmela and Santos, Jorge Costa. "The Role of Forensic Dentistry for Identification of a Criminal Sexual". 2015.
- [13] The Indian Dental Academy.

- [14] Olmez, S. and Dogan, S., 2011. *Comparison of the arch forms and dimensions in various malocclusions of the Turkish population.* , (December), pp.158–164.
- [15] Prakash A, Gupta SD, Rai S, Arora A, Jain S. Australian helical archwire helping hand for canine impaction. *Univers J Med Dent.* 7(1):76-78. 2012.
- [16] <https://www.slideshare.net/HasrilTeknikgigi/8-anatomi-gigi-full>
- [17] Sutarno. Analisis Perbandingan Transformasi Wavelet pada Pengenalan Citra Wajah. Vol.5 No.2. 2010.
- [18] Arif Muntasa Mauridhi Henry Purnomo, Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [19] Sriani, Ikhsan M. Implementasi Kompresi Citra Digital Menggunakan Algoritma Wavelet. Universitas Islam Negeri Sumatra Utara.
- [20] S. Aksoy. “Non Bayesian Classifier, K-Nearest Neighbor Classifier and Distance Functions”. Ankara: Bilkent University., vol. I, pp. 5-6. 2008.
- [21] Padraig. Cunningham, and Sarah Jane Delany, “k-Nearest Neighbor Classifier”. (-): Technical Report UCD-CSI, vol. 4, pp. 1-2, 2007.
- [22] Prasetyo, Eko. Data Mining Konsep dan Aplikasi Menggunakan Matlab, Penerbit Andi. 2012.
- [23] Apyaleva V. Simulasi Dan Analisis Sistem Klasifikasi Batubara Menggunakan Discrete Wavelet Transform (DWT), Fuzzy Color Histogram (FHC) Dan K-Nearest Neighbor (K-NN) Pada Citra Digital. Universitas Telkom. 2016.