

IDENTIFIKASI POLA *RUGAE PALATINA* MENGGUNAKAN *GABOR WAVELET* DAN DWT DENGAN METODE KLASIFIKASI ANN-BACKPROPAGATION

Karyza Niken Siwi Maryanti¹⁾, Bambang Hidayat²⁾, Yuti Malinda³⁾

¹⁾²⁾Program Studi Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

³⁾Oral Biology (Microbiology) Departement and Forensic Odontology, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjadjaran

¹⁾²⁾Jl. Telekomunikasi No 1, Dayeuhkolot, Bandung, 40257

³⁾Jl. Sekeloa Selatan I, Bandung, 40132

Email : karyza.nikensm96@gmail.com¹⁾, bhidayat@telkomuniversity.ac.id²⁾, yuti.malinda@fkg.unpad.ac.id³⁾

Abstrak

Indonesia merupakan negara yang sering mengalami bencana alam. Permasalahan yang sulit dihadapi adalah ketika mengidentifikasi korban bencana alam. Biometrik yang sering digunakan pada gigi dan sidik jari terkadang memiliki kesulitan. Dengan menggunakan pola rugae palatina sebagai alternatif, identifikasi individu dapat dilakukan. Tahap identifikasi individu ini dilakukan dengan image processing. Data tersebut berupa citra rugae palatina yang diambil dari cetakan rugae berbahan gips. Cetakan gips tersebut diperoleh melalui kerja sama antara Telkom University dan Universitas Padjadjaran. Berdasarkan klasifikasi Artificial Neural Network-Backpropagation (ANN-Backpropagation), selanjutnya dilakukan perbandingan ekstraksi ciri menggunakan Gabor wavelet dan Discrete Wavelet Transform (DWT). Tujuan dari penelitian ini adalah GUI yang memudahkan analisis perbandingan ekstraksi ciri. Dengan adanya GUI ini, diharapkan keluaran dari penelitian ini dapat menemukan ekstraksi ciri yang lebih akurat dilihat dari tingkat akurasi citra dan waktu komputasi yang cepat yang bermanfaat bagi dunia forensik dalam melakukan identifikasi pola rugae palatina.

Kata kunci: Rugae palatina, Artificial Neural Network, Gabor wavelet, Discrete Wavelet Transform, image processing.

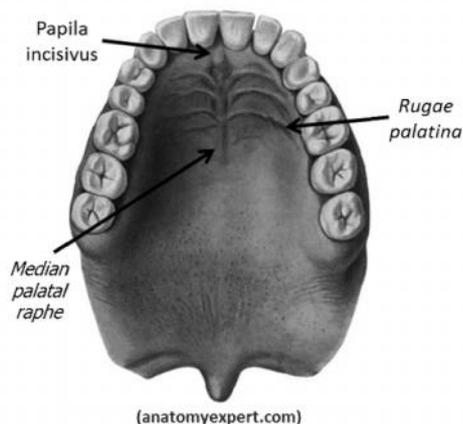
1. Pendahuluan

Indonesia adalah negara yang memiliki tingkat terjadinya bencana alam yang tinggi yang menyebabkan banyaknya korban jiwa yang berjatuhan. Data yang dikeluarkan oleh World Health Organization (WHO) menunjukkan Indonesia menempati urutan kelima negara dengan jumlah kematian terbanyak akibat kecelakaan lalu lintas [1]. Tragedi tersebut membuat kegiatan identifikasi individu mengalami permasalahan. Misalnya susahnya menemukan data yang valid antara data korban dengan database yang ada. Maka dari itu, diperlukan bantuan dalam mengidentifikasi korban tersebut.

Ilmu forensik adalah cabang ilmu kedokteran yang dipakai di bidang kesehatan. Ilmu ini sudah banyak digunakan sebagai mengidentifikasi individu [2]. Pada kasus-kasus umum, ilmu forensik kedokteran gigi dapat membantu mempermudah mengidentifikasi individu menggunakan sidik jari, sidik bibir, struktur gigi, atau DNA. Namun, identifikasi tersebut akan mengalami kesulitan jika bagian tubuh yang menjadi objek tidak utuh atau rusak. Dalam beberapa penelitian, dikatakan bahwa rugae palatina menjadi solusi alternatif dalam mengidentifikasi individu. Pola rugae palatina tahan terhadap suhu, cuaca, dan tidak mengalami dekomposisi. Posisi rugae palatina terletak di membran mukosa di dalam rongga mulut. Posisi tersebut terlindung oleh gigi yang menyebabkan pola rugae palatina aman dan tidak mudah rusak akibat trauma eksternal.

Proses pengidentifikasian rugae palatina ini dengan membandingkan metode ekstraksi ciri DWT dengan Gabor Wavelet. Metode klasifikasi yang digunakan adalah ANN-Backpropagation. Metode ANN-Backpropagation memiliki keunggulan yang membuatnya sering digunakan pada sistem pengenalan dan menciptakan suatu pola. DWT memiliki teknik filter yang baik dan robust terhadap noise atau motion blur. Gabor Wavelet efektif untuk menangkap kontur citra yang bersifat halus, sehingga data yang diperoleh memiliki tingkat ketelitian yang tinggi. Diantara kedua ekstraksi tersebut akan dipilih proses yang paling baik dalam efisiensi dan akurasi.

Pada penelitian ini setidaknya ada tiga pokok bahasan yang akan diulas. Yang pertama adalah cara mengidentifikasi pola rugae palatina dengan metode Gabor wavelet dan DWT menggunakan ANN-Backpropagation. Yang kedua adalah perancangan dan realisasi sistem klasifikasi identifikasi individu menggunakan matlab. Yang ketiga adalah mengetahui ekstraksi ciri yang lebih efektif pada pola rugae palatina berdasarkan tingkat akurasi citra dan waktu komputasi.



Gambar 1. Anatomi Rugae palatina [3]

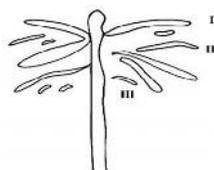
Rugae palatina disebut juga *plicae palatine transversae* atau *palatal rugae*, yaitu tonjolan yang memiliki bentuk tidak simetris dan tidak teratur, terletak di mukosa anterior langit-langit mulut. Rugae palatina ini terbuat dari membran lateral dan arah berkembangnya melintang ke papilla incisivus [4]. Pertumbuhan dan perkembangan rugae palatina dimulai dari bulan ketiga, dan akan mengalami penipisan dan mulai menghilang ketika mengalami penuaan [3]. Biometrik adalah ilmu sains yang dibangun untuk menentukan identitas individu berdasarkan fisik, kimia, dan perilaku orang tersebut. Di era modern ini, biometrik dibutuhkan dalam skala besar kaitannya dengan sistem identifikasi individu namun bergantung pada akurasi penentuan identifikasi jika memakai aplikasi yang berbeda.

Klasifikasi rugae palatina digunakan untuk pencarian dan meningkatkan keakuratan dalam identifikasi individu. Terdapat tiga klasifikasi pada rugae palatina, yaitu klasifikasi bentuk (Martin dos Santos), Klasifikasi ukuran (Lyssell), dan klasifikasi arah (Carrea).

Bentuk Rugae	Gambaran	Simbol	Posisi Lainnya	Bentuk Rugae	Gambaran	Simbol	Posisi Lainnya
Point		P	0	Sinusoid		S	5
Line		L	1	Bifurcated		B	6
Curve		C	2	Trifurcated		T	7
Angle		A	3	Interrupt		I	8
Circle		O	4	Anomaly		An	9

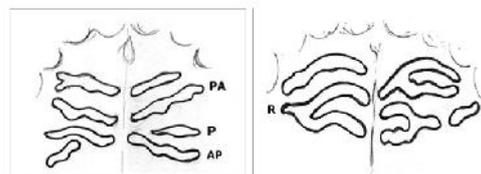
Gambar 2. Klasifikasi Martin dos Santos [5]

Rugae Palatina	Ukuran	Simbol
Primer	2-5 mm	I
Sekunder	3-5 mm	II
Fragmented	2-3 mm	III



Gambar 3. Klasifikasi Lyssell [6]

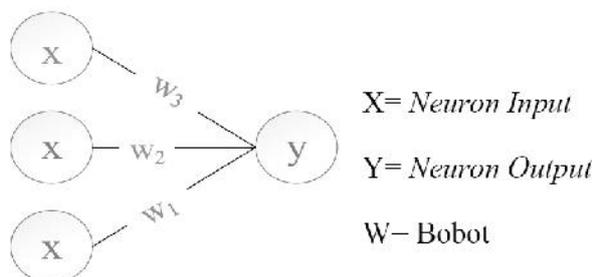
Karakteristik	Simbol
Postero-anterior	PA
Perpendikular	P
Antero-posterior	AP
Rugae dengan berbagai arah	R



Gambar 4. Klasifikasi Carrea [6]

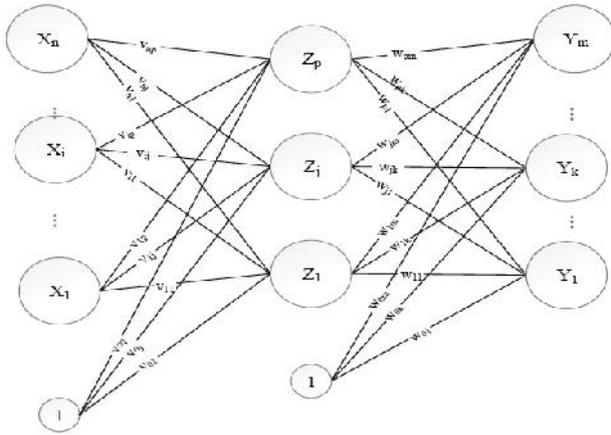
Pada proses penelitian ini terdapat ekstraksi ciri. Ekstraksi ciri adalah proses untuk mendapatkan informasi penting dari suatu citra. Fitur ciri dinyatakan dengan susunan blangan yang dipakai untuk mengidentifikasi objek. Berbagai aplikasi yang berperan pada penggunaan fitur ciri yaitu pencarian citra untuk mencari objek database, penyederhanaan dan bentuk, pengenalan dan klasifikasi. Segmentasi juga diperlukan untuk mendapatkan objek yang terkandung dalam citra.

ANN-Backpropagation adalah pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistem sel syaraf biologi, sama seperti otak yang memproses suatu informasi. Metode ini digunakan untuk menganalisis pola-pola masukan dengan cara mencari kemiripan-kemiripan dengan pola masukan. Pemodelan ANN-Backpropagation dapat dilihat dari gambar dibawah ini.



Gambar 5. Pemodelan ANN-Backpropagation [7]

Backpropagation merupakan multiyaler ANN. Dengan menerapkan metode gradient descent pada algoritma backpropagation, error kuadrat total dari keluaran dapat diminimalkan. Solusi dari kelemahan ANN pada pengenalan pola dapat diatasi dengan menambah satu atau beberapa hidden layer diantara input layer dan output layer. Semakin banyak hidden layer semakin banyak manfaatnya, namun pelatihannya membutuhkan waktu yang lebih lama.



Gambar 6. Arsitektur Backpropagasi [7]

Masalah utama yang dihadapi *Backpropagation* adalah lamanya iterasi yang harus dilakukan karena tidak ada kepastian tentang berapa *epoch* yang harus dilalui untuk mencapai kondisi yang diinginkan. Bobot awal akan mempengaruhi apakah jaringan mencapai titik minimum lokal atau global, dan seberapa cepat konvergensinya. Bobot yang menghasilkan nilai turunan aktivasi yang kecil sedapat mungkin dihindari karena akan menyebabkan perubahan bobotnya menjadi sangat kecil.

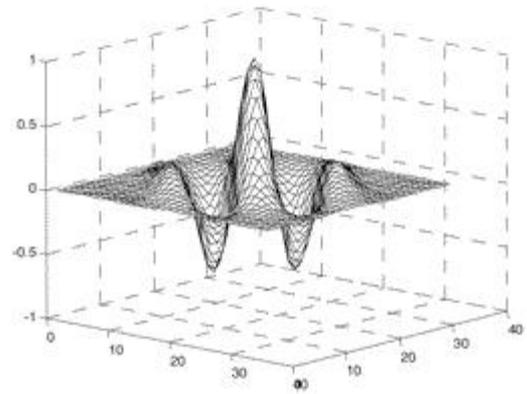
Tujuan utama *Backpropagation* adalah mendapatkan keseimbangan antara pengenalan pola pelatihan secara benar dan respon yg baik untuk pola lain yang sejenis (data pengujian yang lain). Namun tidaklah bermanfaat untuk meneruskan iterasi hingga tidak ada kesalahan satu pun pada pola pelatihan. Perhitungan kesalahan tersebut berdasarkan semua data (data pelatihan dan pengujian).

Secara teknis, penggunaan metode *Gabor wavelet* memiliki relevansi biologis karena sebuah ciri biologi dapat memberikan informasi yang unik berkaitan dengan identifikasi masing-masing individu [8]. Gabor 2D didefinisikan dalam domain spasial dan dibentuk dari dua komponen, yaitu *gaussian envelop* dan gelombang sinusoidal dalam bentuk kompleks. Dari fungsi gelombang sinusoidal ini didapat dua fungsi terpisah yang dinyatakan dalam bagian *real* dan imajiner dari fungsi kompleks berikut.

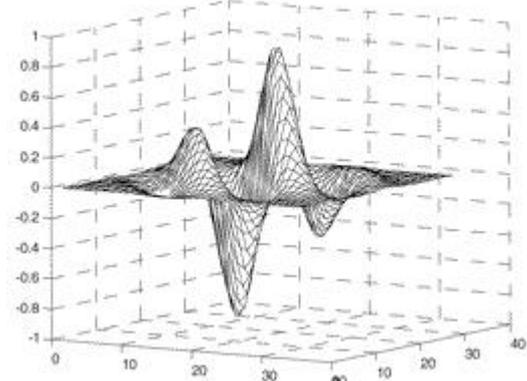
$$Re(s(x,y)) = \cos\{2\pi(ux \cos \theta + uy \sin \theta)\} \dots\dots (1)$$

$$Im(s(x,y)) = \sin\{2\pi(ux \cos \theta + uy \sin \theta)\} \dots\dots (2)$$

Dengan u adalah frekuensi dari gelombang sinusoidal, adalah kontrol terhadap orientasi dari fungsi Gabor, x dan y adalah koordinat Gabor. Kesuksesan Gabor tergantung dari pemilihan parameter θ , u , dan v . Bagian real dan imajiner dari fungsi Gabor 2D dapat ditunjukkan pada gambar berikut ini.

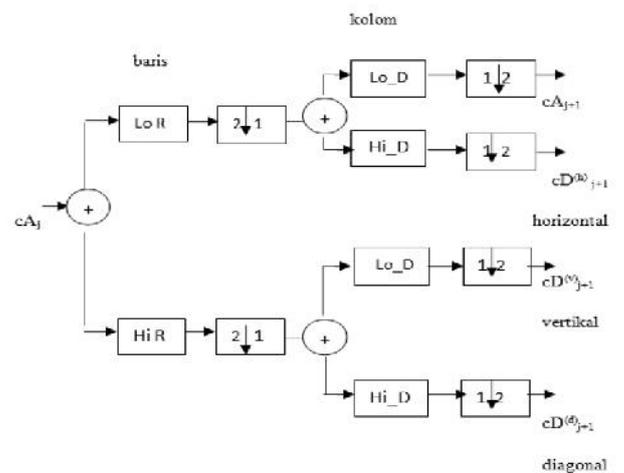


Gambar 7. Bagian Real Gabor 2D [9]



Gambar 8. Bagian Imajiner Gabor 2D [9]

Secara umum, DWT merupakan dekomposisi citra pada frekuensi *subband* citra tersebut. Implementasinya dengan melewati sinyal melalui sebuah *low pass filter* (LPF) dan *high pass filter* (HPF), kemudian dilakukan *down sampling* pada keluaran masing-masing *filter*. Proses dekomposisi dimulai dari dekomposisi baris dari data citra kemudian dekomposisi kolom pada koefisien citra keluaran dari tahap pertama. Cara kerja dari DWT ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

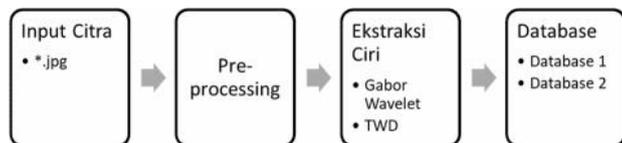


Gambar 9. Forward DWT Dua Dimensi Skala Satu [9]

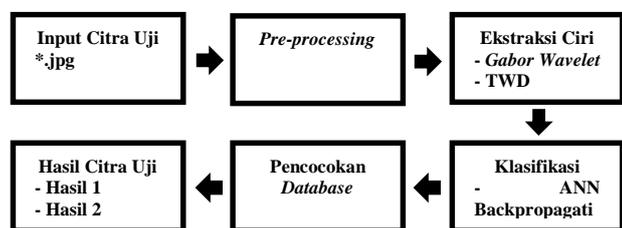
Citra masukan diinterpretasikan sebagai sinyal, didekomposisi menggunakan LPF *Decomposition* dan HPF *Decomposition*. Keluaran berupa sinyal frekuensi

rendah dan frekuensi tinggi. Jika dilakukan down sampling dua, maka proses tersebut juga dilakukan dua kali, terhadap baris dan kolom sehingga empat *subband* keluaran yang berisi informasi frekuensi rendah dan informasi frekuensi tinggi. Koefisien aproksimasi (LL) mengandung informasi background yang koefisien detail, yaitu detail horizontal (LH), detail vertikal (HL), detail diagonal (HH).

2. Pembahasan



Gambar 10. Perancangan Sistem Data Latih



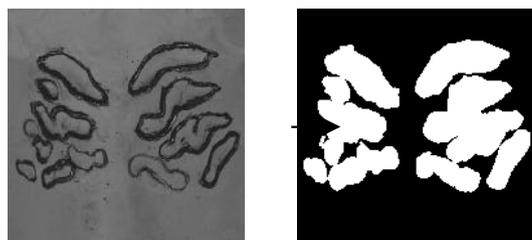
Gambar 11. Perancangan Sistem Data Uji

Pada sistem perangkat lunak ini dibagi menjadi dua proses, yaitu proses untuk pembuatan *database* pada data latih, dan proses untuk pengujian pada data uji. Tahap pertama proses data latih adalah input citra. Citra berupa citra digital dari hasil cetakan *rugae palatina* berbahan gibs. Format citra *.jpg dan menggunakan jenis warna RGB.



Gambar 12. Bagan Proses Pre-processing Data Latih

Tahap selanjutnya yaitu *pre-processing*, tujuannya adalah untuk memisahkan citra pola *rugae palatina* dengan yang bukan. Pemisahan tersebut ditandai dengan warna yang lebih gelap untuk tepian pola *rugae palatina* yang kemudian akan diputihkan, dan yang bukan pola akan dihitamkan.



Gambar 11. Hasil Pre-Processing

Hasil tersebut akan diekstraksi ciri oleh dua metode, yaitu *Gabor wavelet* dan DWT. Ekstraksi ciri dilakukan

untuk mendapatkan ciri dari sebuah citra. Sehingga didapatkan dua ekstraksi ciri yang berbeda untuk setiap metode.

Tahapan awal pada proses data uji sama dengan tahapan awal proses data latih. Perbedaannya terdapat di proses klasifikasi dan hasil klasifikasi. Tahap klasifikasi bertujuan untuk mengklasifikasikan pola *rugae palatina* menggunakan ANN-*Backpropagation*. Tahap terakhir dari data uji adalah hasil klasifikasi. Hasil akhir dari sistem ini menentukan jenis dari pola *rugae palatina*, perbandingan dari masing-masing metode ekstraksi ciri berdasarkan tingkat akurasi dan waktu komputasi. Dalam menentukan hasil tersebut, maka sistem ini menggunakan acuan dari database data uji yang sudah dilakukan sebelumnya.

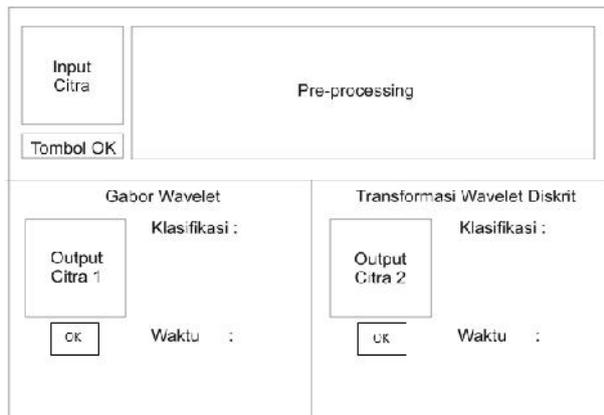
Metode *Gabor wavelet* digunakan untuk memunculkan ciri-ciri khusus dari citra yang telah dikonvolusi terhadap kernel. Proses awal yaitu menggunakan citra *grayscale* yang dibangkitkan oleh *filter* 2D yang diperoleh dari gelombang sinus 2D pada frekuensi dan orientasi tertentu dengan *gaussian envelope* pada satu titik tertentu (x,y). Untuk hasil yang lebih baik, dilakukan variasi frekuensi dan orientasi Citra yang sudah di-*filter* akan dikonvolusi dengan *gabor jet response* dan *pixel* citra untuk menghasilkan titik-titik baru dengan nilai tertentu. Titik-titik baru tersebut yang akan menjadi ciri *Gabor Wavelet*.

Metode DWT menggunakan LPF dan HPF, dimana keluaran dekomposisi tingkat satu digunakan sebagai inputan dekomposisi tingkat berikutnya. Citra akan didekomposisi menjadi empat *subband* (LL, LH, HL, HH). Kemudian level dekomposisi akan terus naik sampai level 6. Akhir dari proses tersebut adalah perhitungan energi setiap *subband* pada setiap levelnya.

Klasifikasi dengan metode ANN-*Backpropagation* diperlukan pelatihan pembelajaran jaringan dan pengujian data uji. Pada proses pelatihan terdapat dua tahap, yaitu *feedforward* dan *backward propagation*. Vektor ekstraksi data latih akan dilakukan proses pelatihan, sementara vektor ekstraksi data uji langsung dilakukan proses pengujian, dimana pada hasil pengujian akan dibandingkan dengan hasil pelatihan. Maka, didapatkan hasil klasifikasi dari pengujian data uji. Setiap *output* terdapat nilai *error*, nilai *error* dari hasil pelatihan dan pengujian akan dikalkulasi dengan cara pengurangan. Hasil tersebut yang akan dijadikan dasar dalam klasifikasi.

Dengan adanya dua metode ekstraksi ciri pada sistem ini, maka prosesnya dilakukan satu persatu dan tidak bisa dilakukan bersamaan karena akan memperlambat proses komputasi dan akan lebih sulit untuk membandingkan. Setiap proses akan menghasilkan satu hasil klasifikasi, sehingga pada sistem ini akan menghasilkan dua klasifikasi berdasarkan dua metode ekstraksi ciri. Untuk mempermudah perbandingan, digunakan GUI matlab dengan desain seperti dibawah ini.





Gambar 14. Desain GUI Matlab

Sistem perangkat lunak yang akan dirancang adalah perangkat lunak berbasis Matlab. Tahap umum dari sistem ini adalah pengumpulan data dan *pre-processing*, ekstraksi ciri, klasifikasi, dan hasil klasifikasi.



Gambar 15. Bagan Deskripsi Perangkat Lunak

Untuk mengukur seberapa baik sistem ini dirancang, diperlukan parameter-parameter sebagai acuan penilaian. Parameter tersebut adalah akurasi sistem dan waktu komputasi. Akurasi adalah ukuran ketepatan sistem dalam mengenali masukan yang akan diberikan sehingga menghasilkan keluaran yang benar. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah data benar}}{\text{Jumlah data keseluruhan}} \times 100\% \quad (3)$$

Waktu komputasi adalah waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk melakukan suatu proses. Pada sistem ini, waktu komputasi dihitung dengan menggunakan waktu selesai dikurangi dengan waktu awal dimulainya proses.

3. Kesimpulan

Identifikasi individu dapat dilakukan menggunakan identifikasi pola *rugae palatina*. Proses identifikasi tersebut dilakukan melalui perangkat lunak berbasis Matlab dengan masukan citra pola *rugae palatina* menggunakan metode ekstraksi ciri *Gabor Wavelet* dan *Discrete Wavelet Transform* dengan metode klasifikasi *Artificial Neural Network-Backpropagation*. Dari dua metode ekstraksi tersebut memiliki metode yang lebih baik berdasarkan waktu komputasi dan tingkat akurasi. Ketepatan penggunaan metode tersebut tergantung dari masing-masing parameter agar tingkat akurasi mencapai minimal 90%. Hasil dari penelitian ini diharapkan mendapatkan proses *pre-processing* yang terbaik agar citra masukan dapat diproses dengan baik agar membantu identifikasi korban dengan lebih mudah dan cepat di bidang forensik odontologi.

Daftar Pustaka

- [1] Amanda, G. (2014). Indonesia Urutan Pertama Peningkatan Kecelakaan Lalu Lintas. *Republika Indonesia*.
- [2] Venegas, V. H. (2009). Palatal Rugae: Systematic Analysis of its Shape and. *Int. J. Morphol.*
- [3] Bharat, S., Kumar, G., Dhanapal, R., & Saraswati. (2011). *Sex Determination by Discriminant Function Analysis of Palatal Rugae from a Population of Coastal*. *J Forensic Dent Sci*.
- [4] Berkovitz, B. B., Holland, G. R., & Moxham, B. J. (2009). *Oral anatomy, histology and embryology, 4th edition*. Oxford: European Journal of Orthodontics.
- [5] Bhayana, G., & Kumar, A. (2015). Palatoscopy: A Novel Tool in Human Identification. *American Journal of Oral Medicine and Radiology*.
- [6] Permatasari, A. (2013). *Identifikasi sidik subras Deuteromelayu dengan pendekatan rumus sidik jari sebagai aplikasi forensik kedokteran gigi*. Bandung: FKG Unpad.
- [7] Mutiara, A. B. (2009). *Backpropagations*. Jakarta.
- [8] Daubechies, I. (1990). The Wavelet Transform, Time-Frequency Localization and Signal Analysis. *IEEE Trans. Information Theory*, 961-1005.
- [9] Putra, D. (2009). *Sistem Biometrika*. Yogyakarta: Andi Offset.

Biodata Penulis

Karyza Niken Siwi Maryanti, Jurusan Teknik Telekomunikasi Universitas Telkom, Bandung.

Bambang Hidayat, memperoleh gelar Sarjana Teknik (Ir.), Jurusan Teknik Elektro ITB, Bandung, lulus tahun 1975. Memperoleh gelar Diploma d'étude Apropovondis (DEA/S2) bidang Komunikasi Digital, University de Rennes 2, Rennes, Prancis, lulus tahun 1984. Memperoleh gelar Doctor (Dr.), jurusan Teknik Pengolahan Sinyal Digital dari University de Rennes 2, Rennes, Prancis, lulus tahun 1988. Saat ini menjadi Dosen di Telkom University, Bandung.

Yuti Malinda, memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Gigi (drg.), jurusan Kedokteran Gigi (2001) dan profesi Dokter Gigi (2005) Universitas Padjadjaran, Bandung, lulus tahun 2008. Memperoleh gelar Magister Management (MM.), Program Pasca Sarjana Magister Management Universitas Padjadjaran, Bandung, lulus tahun 2011. Memperoleh gelar Magister Kesehatan (MKes.), Program Pasca Sarjana Magister Ilmu Kesehatan Dasar Universitas Padjadjaran, Bandung, lulus tahun 2016. Saat ini menjadi Dosen di Universitas Padjadjaran, Bandung.

