

IDENTIFIKASI POLA RUGAE PALATINA MENGGUNAKAN TEKNIK PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DENGAN PROSES SPASIAL DAN KLASIFIKASI FUZZY LOGIC

Identification of Rugae Palatine Using Digital Image Processing Technique with Spatial Processing and Fuzzy Logic Classification

Adrian Firmansyah Taufik¹, Dr. Ir. Bambang Hidayat, DEA², drg H. Fahmi Oscandar, M.Kes., Sp.RKG³

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

³Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjadjaran

¹adrianft@students.telkomuniversity.ac.id, ²bhidayat@telkomuniversity.co.id,

³fahmi.oscandar@fkg.unpad.ac.id

Abstrak

Forensik merupakan bidang ilmu pengetahuan yang digunakan untuk membantu proses identifikasi individu. Ilmu kedokteran gigi forensik secara sederhana dapat menentukan penyebab kematian berdasarkan pemeriksaan atas mayat (autopsi) dapat dilakukan dengan cara mengidentifikasi *rugae palatine* mayat. *Rugae Palatine* telah terbukti konsisten dalam seluruh bentuk dan sangat individu. Posisi anatominya berada di dalam rongga mulut (dikelilingi oleh pipi, bibir, dan lidah) maka sangat aman. Ketika identifikasi sebuah individu dengan metode lain sulit, *rugae palatine* dapat dianggap sebagai alternatif sumber informasi lain dan memungkinkan kolom pencarian akan menyempit. Sehingga *rugae palatina* menjadi salah satu jenis identifikasi dalam bidang forensik yang lebih diunggulkan. Bentuk dari *rugae palatine* sampai saat ini dapat di buktikan tidak pernah berubah sejak individu lahir. Dalam tugas akhir ini merancang dan mengimplementasikan aplikasi dengan teknik pengolahan citra pada proses spasial yang dapat mempermudah identifikasi dan klasifikasi pola rugae palatina, Dengan tahapan yang yaitu: *pre-processing*, *labeling*, ekstraksi ciri, dan klasifikasi. Metode ekstraksi ciri yang digunakan adalah *Gabor Wavelet* dan menggunakan klasifikasi *Fuzzy K-Nearest Neighbour*, yang merupakan penerapan dari *fuzzy logic*. Jumlah sampel data sebanyak 20 citra latih dan 5 citra uji. Hasil penelitian Tugas Akhir ini mendapatkan nilai akurasi yang paling baik dengan rentang minimal 75% dan maksimal 100% dengan waktu komputasi selama 1,7434 detik. Diharapkan dengan kemampuan sistem ini, dapat menjadi pembanding dari sistem yang menggunakan metode lain dan membantu memberikan manfaat kepada dunia odontologi forensik Indonesia sebagai standar akurasi yang tepat dalam mengidentifikasi dan mengklasifikasi pola rugae palatina dalam identifikasi individu

Kata Kunci: *Rugae Palatina, Spatial Processing, Fuzzy K-Nearest Neighbour, Fuzzy Logic*

Abstract

Forensic is the field of science that is used to help the process of identification of individuals and criminal investigation in Indonesia. Forensic science of dentistry in a simple way can determine the cause of death based on an examination of the body can be done with how to identify the palatine rugae bodies. The Palatine Rugae has been proven to be consistent in all forms and very individual. As an effort to position is located in the mouth (surrounded by the cheek, the lips and the tongue) then it is very secure. When the identification of an individual with other methods difficult, palatine rugae can be considered as alternative sources of other information and allows the search field will be narrowed. So rugae palatina become one type of identification in the field of forensic more seeded. The form of the palatine rugae that up to this moment can be prove never changed start from they born. This final project design and implementing applications with the image spatial processing techniques that can facilitate the identification and classification of rugae palatine pattern, with the steps: *pre-processing*, *labeling*, feature extraction and classification. Feature extraction method that used is *Gabor Wavelet* and using *Fuzzy K-Nearest Neighbour* classification, which is the application of fuzzy logic. The number of data samples as many as 20 image training and 5 image test. This final project research results get the value of the best accuracy with a range of at least 75% and a maximum of 100% with computational time of 1,7434 seconds. It is expected that the ability of this system can be a comparison of systems that use other methods and help provide the benefits to the world of the forensic odontologi in Indonesia as the right accuracy standards to identify and classify the pattern rugae palatine in the identification of the individual.

Keywords: *Rugae Palatine, Spatial Processing, Fuzzy K-Nearest Neighbour, Fuzzy Logic*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan Negara yang rawan bencana alam. Data dari Badan Koordinasi Nasional (BAKORNAS) menunjukkan bahwa pada tahun 2007 terdapat 379 bencana yang terjadi di Indonesia meliputi banjir, letusan gunung berapi, gempa bumi, gelombang pasang atau abrasi, dan tanah longsor [4]. Karena itu perlunya dikembangkan forensik kedokteran gigi karena sangat bermanfaat untuk mengidentifikasi korban pada bencana alam yang besar. Ilmu forensik kedokteran gigi dapat membantu mempermudah penyidik dalam mengidentifikasi korban melalui gigi, *rugae palatine*, dan sidik bibir. Analisis gigi dan komponen lainnya dalam rongga mulut seperti sidik bibir (*lip print*), dan *rugae palatine* pada manusia dapat memberikan kontribusi nyata dalam proses identifikasi [2].

Pemanfaatan *rugae palatine* sebagai salah satu metode identifikasi sangat menjanjikan, karena polanya yang unik dan berbeda untuk tiap individu bahkan pada saudara kembar sekalipun [3]. *Rugae palatine* bersifat unik dan individual pada setiap orang serta dapat digunakan untuk tujuan identifikasi individu [1]. *Rugae palatine* juga terlindungi oleh trauma karena posisinya terletak di dalam kepala, serta terlindungi oleh trauma karena posisinya terletak di dalam kepala, serta terlindungi dari suhu yang tinggi oleh bantalan lemak pada mukosa bagian bukal [5]. *Rugae palatine* sejauh ini dapat dipelajari melalui jumlah, panjang, arah, bentuk dan luasnya. Rancangan rumus sidik *rugae palatine* yang dimaksud adalah pola bentuk yang di dapat dari *rugae palatine* setiap individu yang telah di identifikasi.

Image processing dalam hal ini dapat membantu dalam mempercepat proses identifikasi *rugae palatine*. Dengan cara mendeteksi foto cetakan rahang atas, lalu dengan menggunakan *spatial processing*, di dapatkan bentuk dan ciri dari objek masing – masing. Nilai ekstraksi ciri berguna untuk mengklasifikasikan setiap objek kedalam kelasnya masing - masing. Dalam proses spasial ada berbagai metode untuk mendapat ekstraksi ciri bentuk, salah satunya menggunakan gabor. Gabor di pilih karena cenderung mempunyai nilai yang rinci pada ekstraksi ciri bentuk dan *fuzzy K-NN* dapat memaksimalkan nilai – nilai ekstraksi ciri pada setiap objek. *Fuzzy k-nn* adalah penerapan *fuzzy logic* pada proses K-NN.

2. Perancangan Sistem

2.1 Gambaran Model Umum Sistem

Pada model umum sistem ini dijelaskan secara umum terkait dengan alur-alur atau tahapan sistem yang akan diteliti lebih lanjut. Gambaran umum dapat dilihat pada diagram alur berikut ini :



Gambar 1 Diagram Blok Sistem

2.2 Pencetakan Rahang Atas

Rahang dicetak dengan menggunakan irreversible hydrocolloid dan diisi dengan dental stone. Hasil cetakan harus bebas dari gelembung udara. Dengan bantuan kaca pembesar, ruga palatal pada model gigi diwarnai dengan pensil/bolpoin hitam untuk memperjelas gambaran pola dari ruga palatal [3].



Gambar 2 Hasil Akuisisi Citra

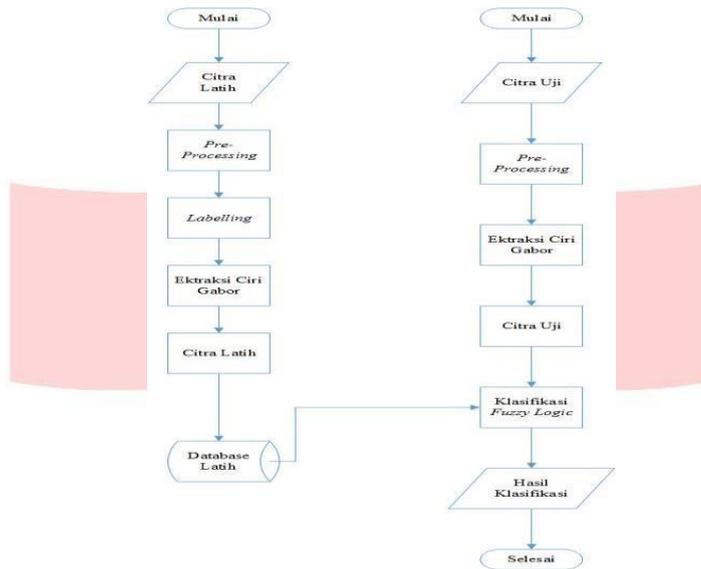
2.3 Akuisisi Citra

Tahap awal untuk mendapatkan citra digital adalah akuisisi citra. Fungsi dari akuisisi citra untuk mengambil, mengumpulkan dan menyiapkan data, lalu di proses untuk menghasilkan data yang dibutuhkan. Dalam penelitian ini cetakan rahang atas, pada setiap pola *rugae palatina* diberi garis pada tepiannya, lalu di foto dalam bentuk format JPEG.

2.4 Identifikasi Citra

Setelah citra digital dari pola *rugae palatina* diperoleh, selanjutnya adalah proses identifikasi dengan melalui

dua proses, yaitu proses latih dan proses uji. Dimana proses latih merupakan proses mencari nilai ciri acuan yang akan di cocokkan dengan citra uji untuk mendeteksi jenis pola rugae palatina. Pada tahap latih dilakukan input citra pola rugae yang telah melalui tahap pre-processing dan segmentasi ke dalam folder data sesuai dengan jenis masing-masing pola. Setelah semua citra latih sudah masuk ke dalam database, maka setiap folder dari jenis pola yang telah dikelompokkan akan melalui proses ekstraksi ciri. Dalam tahap ekstraksi ciri, sejumlah folder tersebut akan di proses dengan menggunakan gabor wavelet. Dalam tahap uji citra dilakukan ekstraksi ciri untuk didapatkan nilai – nilai kecocokan yang menjadi acuan dari data uji terhadap data latih agar dapat di identifikasi citra tersebut termasuk kelas mana dengan menggunakan metode *fuzzy* K-NN.

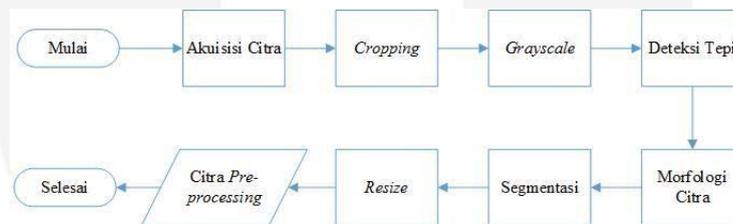


Gambar 3.3.a Diagram Alir Data Latih

Gambar 3.3.b Diagram Alir Data Uji

2.5 Pre-processing

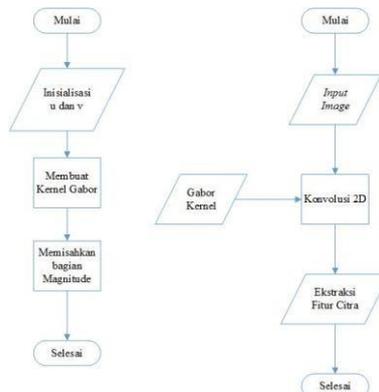
Pre-Processing merupakan sebuah pemrosesan awal yang bertujuan untuk menghasilkan input citra yang memiliki kualitas gambar yang baik sebelum dilakukan segmentasi. Tahap ini diharapkan menghasilkan kualitas citra yang meminimalkan *noise* dan memperbaiki citra agar lebih mudah untuk diolah pada tahap selanjutnya.



Gambar 3.4 Diagram Alir Pre-processing

2.6 Ekstraksi ciri

Pada proses ekstraksi ciri ini akan dilakukan dengan metode gabor wavelet dengan cara mengkonvolusi gabor kernel dengan citra pola rugae palatina yang telah di segmentasi. Gabor kernel sudah di tentukan nilainya. Setelah dikonvolusi maka akan dihasilkan ekstraksi ciri.



Gambar 3.8 Proses Ekstraksi Ciri Gabor Wavelet

2.7 Klasifikasi

Semua hasil ekstraksi ciri gabor wavelet digunakan untuk melakukan identifikasi rugae palatina dengan klasifikasi menggunakan *fuzzy logic*. Sistem *fuzzy* yang digunakan pada tugas akhir ini adalah sistem *fuzzy K-NN* yang berupa aplikasi lain *fuzzy (fuzzy inference system)* yang diterapkan pada K-NN. Pada tahap latih hasil dari ekstraksi ciri disimpan dalam sebuah *database*. Hasil dari ciri uji dibandingkan dengan *database* ciri latih kemudian diklasifikasikan dengan menggunakan *fuzzy K-NN* ke dalam 11 kelas, yaitu *point, line, curve, angle, circle, sinous, bifurcated, trifurcated, interrupt, anomaly* dan kelas tambahan di luar klasifikasi Martin dos Santos yaitu *unidentified*.

2.8 Perfomansi Sistem

Setelah semua tahapan dari proses citra uji dan citra latih, maka dilakukan evaluasi terhadap performansi sistem yang telah dibuat. Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem apakah baik atau buruk. Parameter yang digunakan untuk evaluasi ini adalah :

1. Akurasi Sistem

Akurasi merupakan ukuran ketepatan sistem dalam mengenali masukan yang diberikan sehingga menghasilkan keluaran yang benar. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut [2]:

$$Accuracy = \frac{Number\ of\ Correct\ Classifications}{Total\ Number\ of\ Samples} \times 100\% \quad (1)$$

2. Waktu Komputasi

Waktu komputasi adalah waktu yang dibutuhkan sistem untuk melakukan suatu proses. Pada sistem ini, waktu komputasi dihitung dengan menggunakan Matlab. Proses *tic/toc* pada Matlab dapat menghitung waktu komputasi.

3. Pengujian Sistem

3.1 Pengujian berdasarkan nilai K pada KNN

Pengujian skenario 1 adalah mengubah piksel yang digunakan sebagai parameter pengujian ini akan berpengaruh pada perhitungan ekstraksi ciri dan hasil klasifikasi sehingga akan menghasilkan nilai akurasi dan waktu komputasi yang berbeda. Pengujian dilakukan dengan ukuran piksel 100x100, 256x256, dan 512x512. Ukuran K tetap yaitu K = 3 dan nilai parameter Gabor kernel tetap.

Tabel 4.1 Perbandingan berdasarkan ukuran piksel 100x100 dengan K = 3

Ukuran Piksel	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
100x100	62,5%	2,3406s
	77,78%	2,5246s
	77,78%	3,4514s
	77,78%	2,5944s
	66,67%	1,7489s



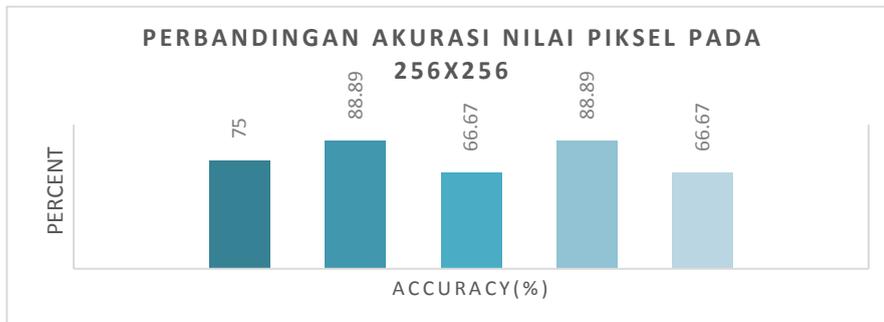
Gambar 4.1 Perbandingan akurasi pada piksel 100x100

Pada Gambar 4.1 menunjukkan grafik tingkat akurasi dari piksel 100x100 dengan K = 3, sebesar 62,5% - 77,78%. Nilai akurasi terbesar di capai pada data ke 2, 3 dan 4 yaitu sebesar 77,78% dengan jumlah bentuk pola rugae benar terdeteksi sebanyak 7 objek dari 9 objek dalam 1 rugae palatina. Sedangkan nilai akurasi terkecil di peroleh pada data ke 1 yaitu sebesar 62,5% dengan jumlah bentuk pola rugae benar terdeteksi sebanyak 5 buah dari 8 objek yang ada di data ke 1.

Sedangkan pada waktu komputasi, waktu tercepat proses dilakukan oleh data ke 4 dengan 1,7489 detik, yang terlama adalah data ke 3 dengan waktu 3,4514 detik. Semakin tinggi akurasi ternyata mempengaruhi waktu komputasinya.

Tabel 4.2 Perbandingan berdasarkan ukuran piksel 256x256 dengan K = 3

Ukuran Piksel	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
256x256	75%	7,1251
	88,89%	8,751
	66,67%	8,8392
	88,89%	7,9403
	66,67%	5,5437



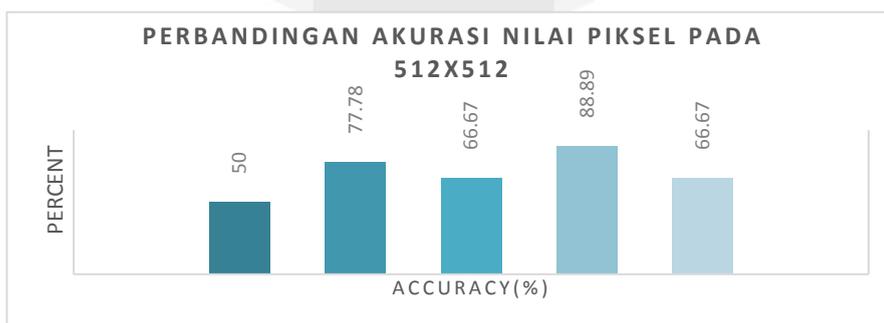
Gambar 4.2 Perbandingan akurasi terhadap pada piksel 256x256

Pada pengujian dengan piksel 256x256 terdapat perubahan dari nilai akurasi dan komputasi seperti pada Tabel 4.2. didapat sebesar 66,67% - 88,89%. Nilai akurasi terbesar di capai pada data ke 2 dan 4 sebesar 88,87%. Sedangkan nilai akurasi terkecil di peroleh pada data ke 3 dan ke 5 yaitu sebesar 50%.

Sedangkan pada waktu komputasi, waktu tercepat proses dilakukan oleh data ke 5 yaitu 5,5437 detik, yang terlama adalah data ke 3 yaitu 8,8392 detik.

Tabel 4.3 Perbandingan berdasarkan ukuran piksel 512x512 dengan K = 3

Ukuran Piksel	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
512x512	50%	23,4048
	77,78%	25,9716
	66,67%	26,9314
	88,89%	26,4661
	66,67%	18,336



Gambar 4.3 Perbandingan akurasi terhadap pada piksel 512x512

Pada pengujian dengan piksel 512x512 terdapat perubahan dari nilai akurasi dan komputasi seperti pada Tabel 4.3. didapat sebesar 50% - 88,89%. Nilai akurasi terbesar di capai pada data ke 4 sebesar 88,87% dengan jumlah bentuk pola rugae benar terdeteksi sebanyak 8 objek dari 9 objek dalam 1 rugae palatina. Sedangkan nilai akurasi terkecil di peroleh pada data ke 1 yaitu sebesar 50% dengan jumlah bentuk pola rugae benar terdeteksi sebanyak 4 buah dari 8 objek dalam 1 rugae palatina.

Sedangkan pada waktu komputasi, waktu tercepat proses dilakukan oleh data ke 5 yaitu 18,336 detik, yang terlama adalah data ke 3 yaitu 26,9314 detik.

3.2 Hasil Pengujian Skenario 2

Pengujian skenario 2 merupakan pengujian akurasi yang dilakukan dengan mengubah parameter nilai K pada metode klasifikasi *fuzzy K-Nearest Neighbor*. Nilai K yang digunakan adalah K=1 dan K=3 serta masing masing citra latih dan uji memiliki ukuran piksel yang sama yaitu 100x100. Berikut merupakan hasil pengujian perbandingan antara akurasi dan waktu komputasi dengan nilai K yang berbeda, seperti pada Tabel 4.4:

Tabel 4.4 Perbandingan antara akurasi dan waktu komputasi dengan parameter nilai K

Ukuran Piksel	Akurasi (%)			Waktu Komputasi (s)		
	K =1	K=3	K=9	K=1	K=3	K=9
100x100	75%	62,5%	50%	2,3415s	2,3412s	3,0339s
	77,78%	77,78%	77,78%	2,549s	2,522s	3,3015s
	77,78%	66,67%	66,67%	3,4504s	3,4928s	4,1496s
	100%	77,78%	55,56%	2,551s	2,5621s	3,3721s
	83,34%	66,67%	50%	1,7434s	1,7538s	2,2302s

Dapat dilihat dari Tabel 4.4 bahwa nilai k pada klasifikasi K-NN berpengaruh pada nilai akurasi. Saat nilai K diatur sebesar 1 maka rentang akurasi min. 75% dan max. 100% sedangkan saat nilai K diatur sebesar 3 maka rentang akurasi min. 62,5% dan max. 77,78%. Dan pada saat nilai K sebesar 9 rentang akurasi min. 50% dan max. 77,78%.

Sedangkan, pada parameter waktu akurasi, pengaruh perbedaan nilai K pada klasifikasi K-NN tidak terlihat signifikan. Pada nilai K sebesar 1 waktu komputasi tercepat diperoleh sebesar 1,7434 detik. Sedangkan pada nilai K sebesar 3 waktu komputasi tercepat diperoleh sebesar 1,7538 detik. Dan pada saat nilai K sebesar 9 waktu komputasi tercepat adalah 2,2302 detik.

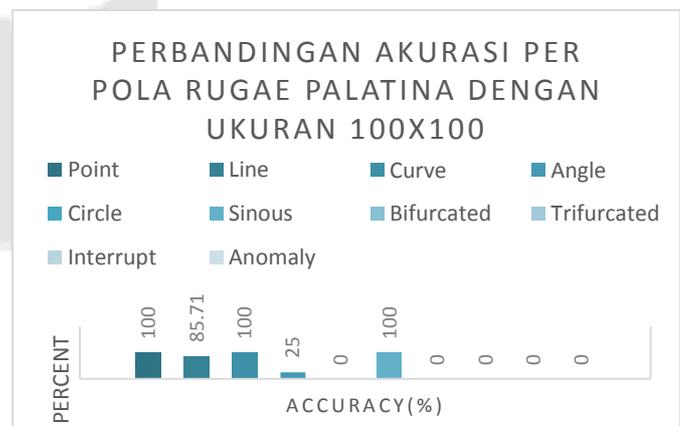
Setelah di analisa didapatkan skenario paling baik adalah ketika ukuran 100x100 piksel dan menggunakan K = 1. Rentang akurasi yang di dapat dari skenario tersebut adalah min. 75% dan max. 100% dan mendapatkan waktu komputasi tercepat yaitu 1,7434 detik.

3.3 Hasil Pengujian Skenario 3 Hasil Perhitungan Akurasi Per-Pola Rugae Palatina

Skenario 3 tidak melakukan pengujian baru, namun dari hasil scenario pengujian sebelumnya di hitung kembali akurasi data per-pola rugae palatina dengan menggunakan ukuran piksel 100x100. Maka didapatkan akurasi dari hasil setiap pola rugae palatina yang di uji adalah pada Tabel 4.5 berikut:

Tabel 4.5 Perbandingan berdasarkan pola rugae palatina

Pola Rugae Palatina	Akurasi (%)
Point	100%
Line	85,71%
Curve	100%
Angle	25%
Circle	0%
Sinuous	100%
Bifurcated	0%
Trifurcated	0%
Interrupt	0%
Anomaly	0%



Gambar 4.4 Perbandingan akurasi pola 100x100

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada sistem identifikasi dan klasifikasi pola rugae palatina melalui citra digital ini, didapatkan kesimpulan bahwa sistem ini secara umum dapat mengidentifikasi dan mengklasifikasi pola rugae palatina melalui citra digital menggunakan proses spasial dan klasifikasi *fuzzy logic*. Namun pada sistem ini bentuk pola *interrupt* tidak dapat terdeteksi karena keterbatasan pada proses *pre-processing* dimana pola *interrupt* yang berbentuk putus-putus tidak akan dapat terdeteksi secara utuh oleh *edge detection* dan untuk pola *circle*, *bifurcated*, *trifurcated*, dan *anomaly* belum dapat teridentifikasi karena data latih yang kurang. Ada beberapa pola rugae palatina yang belum dapat terdeteksi dengan baik, dimasukkan ke dalam kelas *unidentified* sebagai klasifikasi tambahan hasil penelitian. Ukuran citra 100x100 menghasilkan akurasi yang paling baik dengan rentang akurasi minimal 75% dan maksimal 100% dan mendapatkan waktu komputasi tercepat yaitu 1,7434 detik. Kemudian dilakukan pengujian terhadap parameter K pada klasifikasi K-NN pada proses klasifikasi menggunakan *fuzzy K-NN*. Dari skenario ini didapatkan hasil akurasi terbesar pada saat nilai K=1 dengan rentang akurasi minimal 75% dan maksimal 100%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa parameter K pada K-NN juga mempengaruhi dalam mencari akurasi terbaik pada saat proses klasifikasi. Namun tidak menunjukkan perbedaan efisiensi waktu yang signifikan. Akurasi per-pola rugae palatina pada ukuran piksel 100x100 yang menghasilkan akurasi 100% adalah *Point*, *Curve*, dan *Sinous*. Untuk ukuran piksel 256x256 yang menghasilkan akurasi 100% hanya *Point*. Dan ukuran piksel 512x512 yang menghasilkan akurasi 100% adalah *point* dan *curve*.

5. Daftar Pustaka

- [1] Sanjaya, P.R; S, Gokul; K.J, Prithviraj; S Rajendra. 2012. *Significance of Palatal Rugae*. International Journal of Dental Update; 2(2): 74-8.
- [2] Venegas, V.H; J.S, Valenzuela; M.C, Lopez; I.C, Galdames. 2009. *Palatal Rugae : Systemic Analysis of Its Shape Dimensions for Use in Human Identification*. Int J Morphol, 27: 819-25.
- [3] Chairani, S; A. Elza. 2008. *Pemanfaatan Rugae Palatal untuk Identifikasi Forensik*. Indonesian Journal of Dentistry, 15(2):261-269.
- [4] Direktorat Tata Ruang dan Pertanahan Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. 2014. Materi Teknis Revisi Pedoman Penyusunan Rencana Tata Ruang Berdasarkan Perspektif Pengurangan Risiko Bencana. Jakarta: BNPB.
- [5] Bhateja, S; A. Geetika. September 2013. *Analysis Of Palatal Rugae For Human Identification In Indian (Mathura) Population*. Indian Journal of Dental Sciences. Issue:3, Vol.:5.
- [6] Solomon, Chris. 2011. *Fundamentals of Digital Image Processing-A Practical Approach with Examples in Matlab*. USA: A John Wiley & Sons, INC.