

IDENTIFIKASI *LANDMARK ORBITAL* CEPHALOMETRY MENGGUNAKAN METODE *FUZZY C-MEANS CLUSTERING*

Hasnawati Munandar¹, Ika Purwanti Ningrum^{*2}, Jayanti Yusmah Sari³

^{1,*2,3} Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu, JL. HEA. Mokodompit Kendari, 93231

e-mail: ¹ans.adul10@gmail.com, ^{*2}ika.purwanti.n@gmail.com ³jayanti@uho.ac.id

Abstrak

Ortodonti merupakan cabang ilmu kedokteran gigi. Pada perawatan ortodonti diperlukan beberapa analisis salah satunya yaitu analisis *cephalometry*. Analisis *cephalometry* pada dasarnya dilakukan secara manual, akan tetapi metode ini membutuhkan waktu yang lama terutama bila data yang dianalisis cukup banyak. Untuk itu dibutuhkan aplikasi terkomputerisasi sebagai solusi atas permasalahan tersebut. Pada analisis *cephalometry* digunakan beberapa *landmark* sebagai bidang referensi. *landmark Orbital* merupakan salah satu *landmark* yang sulit diidentifikasi. *Orbital* terletak di titik paling bawah pada pertemuan region rongga mata dan tepi bawah tulang *Orbital*. Salah satu cara untuk menemukan *landmark Orbital* adalah dengan melakukan segmentasi region *Orbital*. Segmentasi tersebut bertujuan untuk memisahkan region rongga mata dan tulang *Orbital* secara jelas pada citra *cephalogram*. Metode *Fuzzy C-Means Clustering* merupakan metode segmentasi yang dapat menghasilkan partisi region yang lebih jelas. Untuk itu diterapkan metode *Fuzzy C-Means Clustering* untuk mendapatkan hasil segmentasi region *Orbital* yang lebih baik sehingga diperoleh hasil identifikasi *landmark Orbital* yang benar. Berdasarkan hasil pengujian pada 90 data citra memberikan akurasi hasil identifikasi sebesar 82,2% dengan ukuran *cropping template* 180 x 180 piksel.

Kata kunci—Analisis Cephalometry, Fuzzy C-Means Clustering, *landmark Cephalometry, Orbital*

Abstract

Orthodontics is a branch of dentistry. In orthodontic treatment, several analyzes are needed, one of them is cephalometry analysis. Basically, cephalometry analysis is done manually, but this method requires a lot of time. In line with this, a computerized application is needed as a solution. In cephalometry analysis some landmarks are used as reference fields. Orbital is one of the landmarks that are difficult to identify. Orbital is located at the lowest point between the region of the eye cavity and the lower edge of the Orbital bone. One way to find Orbital landmarks is to segment the Orbital region. The segmentation aims to clearly separate the eye regions and Orbital bone in the cephalogram image. Fuzzy C-Means Clustering method is a segmentation method that can produce a clearer region partition. For this reason, the Fuzzy C-Means Clustering method is applied to get better segmentation results of the Orbital region so that the results of identification of the correct Orbital landmarks are obtained. Based on the results of testing on 90 image data provide an accuracy of 82.2% identification results with a cropping template size of 180 x 180 pixels.

Keywords—Cephalometry Analysis, Fuzzy C-Means Clustering, *landmark Cephalometry, Orbital*

1. PENDAHULUAN

Ortodonti merupakan cabang dari ilmu kedokteran gigi yang berhubungan dengan pertumbuhan rahang dan perkembangan gigi geligi. Salah satu perawatan yang sering dilakukan dalam bidang Ortodonti adalah *cephalometry*. *Cephalometry* merupakan pengukuran Secara ilmiah dimensi kepala yang dapat digunakan untuk diagnosis dan perawatan dalam ilmu kedokteran gigi [1]. Analisis *cephalometry* diperoleh dari pemeriksaan penunjang yaitu radiografi *cephalometry*, seperti radiografi *cephalogram lateral* atau *cephalogram antero-posterior*. Untuk menganalisis hubungan gigi, kranium, dan jaringan lunak untuk perawatan ortodonti umumnya menggunakan radiografi *cephalogram lateral*.

Analisis *cephalometry* pada dasarnya dilakukan Secara manual, akan tetapi metode ini membutuhkan waktu yang lama terutama jika analisis dilakukan pada data dengan jumlah yang banyak. Secara manual, analisis *cephalometry* dibuat pada gambar hasil penampakan *cephalogram*. Kertas asetat dipakai untuk penampakan *cephalogram*. Kertas asetat dilekatkan pada tepi atas *cephalogram* dengan *scotch tape*, kemudian diletakkan di atas *iluminator (negatoscope)*. Penampakan *cephalogram* dianjurkan menggunakan pensil keras (4H) agar diperoleh garis-garis yang cermat dan tipis [2]. Karena proses analisis *cephalometry* Secara manual membutuhkan waktu yang lama, maka beberapa penelitian telah mencoba untuk melakukan analisis *cephalometry* berbasis computer dengan menggunakan citra digital *cephalogram* untuk mengidentifikasi *landmark Cephalometry* (titik-titik penting pada radiograf kepala) [2][3].

Oleh [2] melakukan penelitian tentang Identifikasi *landmark Cephalometry* menggunakan Algoritma *Projected Principal-Edge Distribution (PPED)* dan Perhitungan Jarak *Jensen-Shannon* dengan hasil pengujian cukup baik yaitu dengan rata-rata persentase akurasi data yang diidentifikasi sebesar 82,3%. Dari hasil pengujian tersebut, teridentifikasi 10 *landmark cephalometry*. Untuk beberapa individu, *landmark Orbital* merupakan *landmark* yang sulit ditemukan. Padahal, *landmark Orbital* merupakan

landmark terluar yang pertama kali harus diidentifikasi sebelum dilakukan proses identifikasi *landmark* lainnya pada *cephalogram*.

Orbital terletak di titik paling bawah pada pertemuan region rongga mata dan tepi bawah tulang *Orbital*. Salah satu cara untuk menemukan *landmark Orbital* adalah dengan melakukan segmentasi region *Orbital*. Segmentasi tersebut bertujuan untuk memisahkan region rongga mata dan tulang *Orbital* secara jelas pada citra digital *cephalogram*. Namun, segmentasi pada citra *cephalogram* merupakan proses yang sulit karena citra *cephalogram* memiliki karakter khusus yaitu: pertama, citra *cephalogram* ini memiliki kontras yang rendah. Kedua, perbedaan intensitas piksel yang kurang signifikan sehingga proses segmentasi nya tidak mudah [4].

Salah satu metode yang sering digunakan untuk segmentasi adalah *Fuzzy C-Means Clustering*. Metode *Fuzzy C-Means Clustering* merupakan metode segmentasi yang dapat menghasilkan partisi region yang lebih jelas [5]. Dalam metode segmentasi, jumlah iterasi dan jumlah *cluster* yang ditentukan akan mempengaruhi hasil dari segmentasi [6]. Selain itu, penentuan pusat *cluster* menjadi hal yang sangat berpengaruh untuk mendapatkan hasil segmentasi yang baik. Dibandingkan dengan metode pendahulunya yaitu *K-Means clustering*, *Fuzzy C-Means Clustering* dapat melakukan segmentasi citra dengan lebih baik karena adanya proses perbaikan pusat *cluster* pada setiap iterasinya.

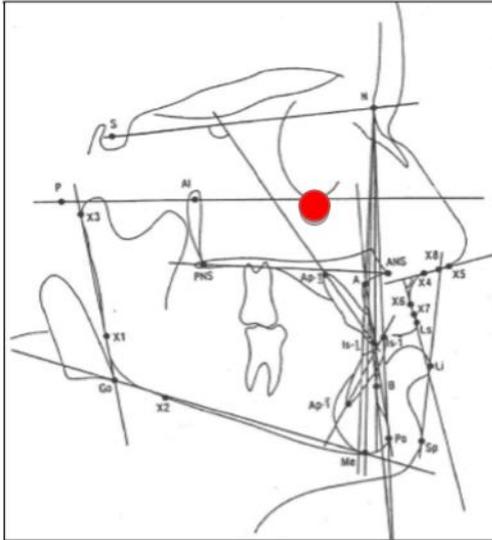
Berdasarkan latar belakang tersebut, dalam penelitian ini akan dibuat system identifikasi *landmark Orbital Cephalometry* menggunakan metode *Fuzzy C-Means Clustering* untuk mendapatkan hasil segmentasi region *Orbital* yang lebih baik sehingga diperoleh hasil identifikasi *landmark Orbital* dengan lebih cepat dan tepat.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Penapakan (*Tracing*) *Cephalometry*

Secara manual analisis *cephalometry* dibuat berdasarkan hasil penapakan (*tracing*) pada citra radiograf kepala. *Tracing* harus dilakukan secara sistematis, diawali dengan

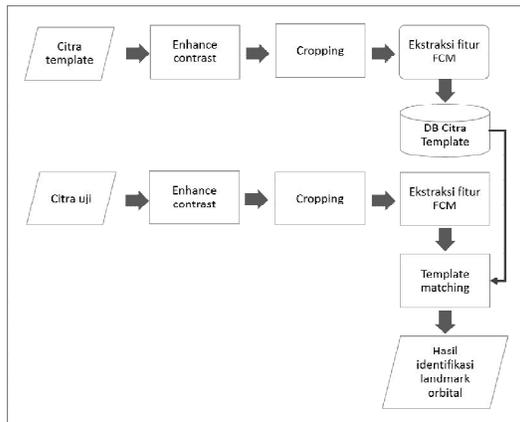
inspeksi umum *cephalogram*. Pada Gambar 1 terdapat tanda khusus (lingkaran merah) yang menunjukkan posisi *landmark Orbital* pada *cephalometry*.



Gambar 1 Contoh *Tracing Cephalometry* [7]

2.2 Rancangan Sistem

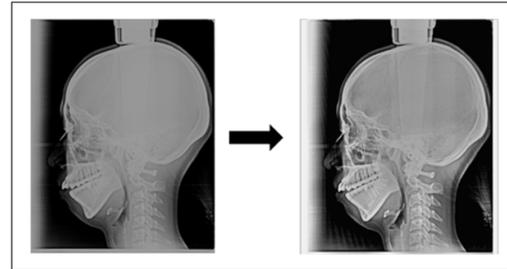
Adapun rancangan proses pada sistem yang dibangun terbagi atas 2 yaitu rancangan proses citra *template* dan rancangan proses citra uji yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Gambaran Umum Sistem

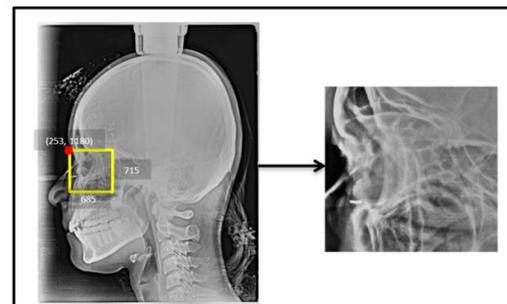
Tahap awal dalam proses citra *Template* yaitu perbaikan kualitas citra (*enhance contrast*) yang bertujuan agar pola elemen-elemen tulang *cranio-facial* menjadi lebih jelas sehingga memudahkan dalam proses pengolahan selanjutnya. Proses perbaikan kualitas citra menggunakan metode *adaptive*

histogram equalization, yaitu dengan memperlebar *range gray level* sehingga akan meningkatkan kekontrasan citra seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Citra Awal (Kiri) dan Citra Hasil *Enhance Contrast* (Kanan)

Tahap selanjutnya akan dilakukan *cropping* dengan ukuran 1180 x 684 dengan memperkirakan region tersebut telah mewakili region *landmark Orbital*. Tujuan dilakukan *cropping* pada *template* yaitu untuk menentukan ROI (*Region of Interest*) yang berupa region *landmark Orbital*. Proses *cropping* dilakukan pada citra masukan dari titik awal ($x=253, y=1180$) dengan ukuran 715 x 685 piksel. Titik awal ($x=253, y=1180$) dan ukuran citra (715 x 685 piksel) tersebut diperoleh dari beberapa tahapan percobaan proses *cropping* terhadap seluruh citra *cephalogram* dengan mengoptimalkan region *landmark Orbital* pada citra hasil *cropping*. Gambar 4 menunjukkan contoh citra hasil *cropping*.



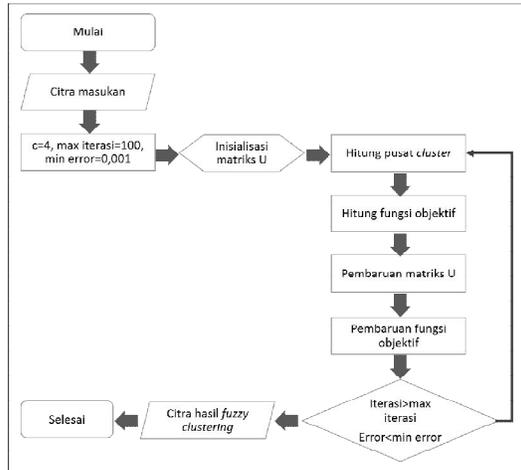
Gambar 4 Citra Hasil *Cropping*

Region hasil *cropping* berukuran 1180 x 684 piksel pada citra *template* tersebut selanjutnya akan melalui tahap ekstraksi fitur menggunakan *Fuzzy C-Means Clustering*. Hasil ekstraksi fitur ini merupakan fitur yang sudah bias mewakili pola region identifikasi *landmark Orbital*. Hasil akhir dari proses citra

template cephalogram selanjutnya akan disimpan.

2.3 Fuzzy C-Means Clustering

Fuzzy C-Means merupakan model pengelompokan fuzzy sehingga data dapat menjadi anggota dari semua kelas atau cluster terbentuk dengan derajat atau tingkat keanggotaan yang berbeda antara 0 hingga 1. Tingkat keberadaan data dalam suatu kelas atau cluster ditentukan oleh derajat keanggotaannya. Gambar 5 menunjukkan Flowchart Fuzzy C-Means Clustering



Gambar 5 Flowchart Fuzzy C-Means Clustering

Langkah-langkah algoritma Fuzzy C-Means Clustering seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 adalah sebagai berikut [8] :

1. Peng-input-an data yang akan di-cluster berupa matriks berukuran n dengan :
 n = ukuran citra
 X_i = nilai piksel ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$)
2. Menentukan :
 Jumlah cluster = c
 Pangkat = m
 Max iterasi = $Maxiter$
 Min Error = ε
3. Membangkitkan nilai acak $\mu_{ik} i=1,2,\dots,n$; $k=1,2,\dots,c$;
 Sebagai elemen pasrtisi awal matriks U .
 μ_{ik} adalah derajat keanggotaan yang merujuk pada seberapa besar kemungkinan suatu data bisa menjadi anggota dalam setiap cluster.
4. Menghitung pusat cluster ke- k menggunakan Persamaan (1):

$$v_k = \frac{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^m \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^m} \quad (1)$$

dengan v_k merupakan pusat cluster ke- k , μ_{ik} adalah derajat keanggotaan piksel ke- i pada cluster ke- k dan x_i merupakan nilai piksel ke- i .

5. Menghitung fungsi objektif pada iterasi ke- t .

Fungsi objektif (P_t) digunakan sebagai syarat perulangan untuk mendapatkan pusat cluster yang tepat. (P_t) dapat dihitung menggunakan Persamaan (2).

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c (\mu_{ik})^m \cdot \|x_i - v_k\|^2 \quad (2)$$

dengan menggunakan fungsi objektif Fuzzy C-Means untuk mempartisi data masukan ke dalam cluster-cluster hingga optimasi dari fungsi objektif tercapai.

6. Menghitung perubahan derajat keanggotaan μ_{ik} pada matriks U menggunakan Persamaan (3).

$$\mu_{ik} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - v_k)^{2/m-1}}{\sum_{k=1}^c \sum_{i=1}^n (x_i - v_k)^{2/m-1}} \quad (3)$$

7. Melakukan pengecekan kondisi berhenti (termination criterion) yang dapat berupa minimum error dan maksimum iterasi ($t > maxIter$). Nilai error merupakan selisih dari fungsi objektif pada iterasi ke- $(t-1)$ dengan fungsi objektif pada iterasi ke- t , yang dapat dihitung berdasarkan Persamaan (4).

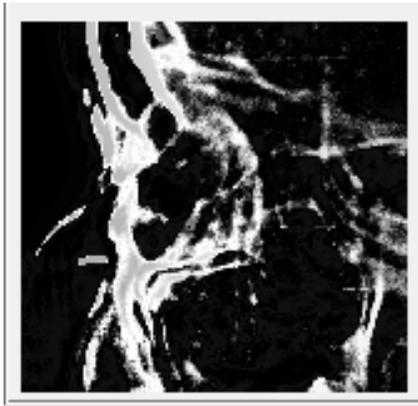
$$|P_t - P_{t-1}| < \varepsilon \quad (4)$$

Nilai error juga dapat diperoleh dari selisih derajat keanggotaan pada iterasi ke- $(t-1)$ dengan derajat keanggotaan pada iterasi ke- t , yang dapat dihitung berdasarkan Persamaan (5).

$$\left| \mu_{ik}^{(t)} - \mu_{ik}^{(t-1)} \right| < \varepsilon \quad (5)$$

Pada penelitian ini, metode ekstraksi fitur yang digunakan adalah Fuzzy C-Means Clustering. Proses ekstraksi fitur merupakan tahapan dalam mengekstraksi fitur tekstur dari citra uji maupun citra template. Dalam penelitian ini jumlah cluster yang digunakan adalah 4 cluster, pangkat exponen 2, nilai

minimum *error* 0,001 dan maksimum iterasi 100. Penentuan pangkat exponent, minimum *error* dan maksimum iterasi didasarkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [8] dan [9]. Sedangkan penentuan jumlah *cluster* = 4 dilakukan berdasarkan pada analisis terhadap hasil segmentasi dari beberapa percobaan pada citra *cephalogram*. Contoh hasil dari ekstraksi fitur menggunakan *Fuzzy C-Means Clustering* ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Citra Hasil *Fuzzy C-Means Clustering*

2.4 Template Matching

Template matching merupakan proses pencocokan suatu citra masukan yang mengandung *template* tertentu dibandingkan dengan *template* pada basis data. *Template* ditempatkan pada pusat bagian citra yang akan dibandingkan dan dihitung seberapa banyak titik yang paling sesuai dengan *template*. Langkah ini diulangi terhadap keseluruhan citra masukan yang akan dibandingkan. Nilai kesesuaian titik yang paling besar antara citra masukan dan citra *template* menandakan bahwa *template* tersebut merupakan citra *template* yang paling sesuai dengan citra masukan.

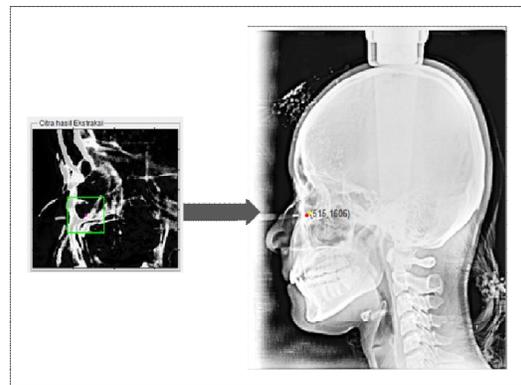
Normxcorr2 merupakan fungsi yang disediakan oleh MATLAB untuk menghitung normalisasi *cross-correlation* dari sebuah matriks *template* dan matriks citra. Matriks citra harus lebih besar dari pada matriks *template*. Hasil dari *normxcorr2* ini merupakan matriks C yang berisi koefisien korelasi dari matriks *template* dan matriks citra.

Korelasi silang yang dinormalisasi adalah operasi yang tidak terdefinisi di area

dimana citra memiliki varians nol dari keseluruhan *template*. Implementasi *normxcorr2* pada MATLAB menggunakan Persamaan (6), dengan x merupakan matriks citra, y merupakan matriks *template* dan $n = 0, 1, \dots$, jumlah piksel citra.

$$corr_norm_{x,y} = \frac{\sum_{n=0}^{n-1} x[n] \cdot y[n]}{\sqrt{\sum_{n=0}^{n-1} x^2[n] \sum_{n=0}^{n-1} y^2[n]}} \quad (6)$$

Proses identifikasi dilakukan menggunakan fungsi *normxcorr2* pada MATLAB (Persamaan 6). Fungsi ini bertujuan untuk mencari area *landmark Orbital* (yang diwakili oleh citra *template*) pada citra uji hasil ekstraksi *Fuzzy C-Means Clustering*. Jika area *landmark Orbital* ditemukan, maka titik tengah dari area tersebut merupakan hasil identifikasi *landmark Orbital* oleh sistem seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Contoh Hasil Identifikasi *Orbital*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis dan perancangan diimplementasikan dalam bentuk sistem Identifikasi *landmark Orbital* pada *Cephalometry* dengan Menggunakan MATLAB. Berikut spesifikasi perangkat lunak yang digunakan:

1. Sistem informasi : Windows 10
2. *Builder* : MATLAB R2011b
3. *Image Processing* : ImageJ-win64

Adapun spesifikasi perangkat keras yang digunakan sebagai berikut :

1. Processor Intel® Core™ i3 1.7 GHz
2. HDD 500GB, RAM 2GB

Pada penelitian ini digunakan 90 data uji dan 6 data *template*. Proses pengujian sistem citra uji yang digunakan melalui tahapan *pre-processing* dan ekstraksi fitur yang sama dengan tahapan yang dilalui citra *template*. Nantinya, hasil identifikasi *landmark Orbital* yang dilakukan oleh sistem dibandingkan dengan hasil identifikasi *landmark Orbital* oleh ahli Secara manual (di luar sistem). Salah satu bagian dari penelitian ini yaitu menganalisis ukuran *cropping* pada citra *template*. Tujuan dilakukan analisis ukuran *cropping* pada citra *template* yaitu untuk mengetahui seberapa berpengaruh ukuran *cropping template* terhadap hasil identifikasi *landmark Orbital* oleh sistem.

Selain melakukan pengujian ukuran citra *template*, dalam penelitian ini dilakukan pula pengujian dengan 5 jarak toleransi piksel. Pengujian ini dilakukan Secara manual dengan membandingkan hasil indentifikasi *landmark Orbital* oleh sistem dan hasil identifikasi *landmark Orbital* oleh ahli. Hasil pengujian dianggap benar jika perbedaan hasil identifikasi *landmark Orbital* oleh sistem dan hasil identifikasi *landmark Orbital* oleh ahli memenuhi jarak toleransi < 20 piksel. Berikut pembagian kelima jarak toleran sipiksel tersebut .

- a. Pengujian dengan toleransi 0-5 piksel
- b. Pengujian dengan toleransi 6-10 piksel
- c. Pengujian dengan toleransi 11-15 piksel
- d. Pengujian dengan toleransi 16 - 20 piksel
- e. Pengujian dengan >20 piksel

3.1 Analisis Terhadap Ukuran *Template*

Untuk melakukan analisis terhadap ukuran *template*, dipilih 6 citra *template* Secara random melalui proses pengamatan terhadap seluruh citra uji. Ke-6 citra *template* yang dipilih memiliki pola rongga mata yang dapat mewakili 90 citra uji yang digunakan pada sistem ini. Kemudian dilakukan *cropping* kembali menggunakan *tools* ImageJ dengan ukuran 30 x 30, 45 x 45 dan 180 x 180 piksel. Proses *cropping* tersebut dilakukan dengan memperkirakan titik *Orbital* berada di tengah citra hasil *cropping*. Hasil akhir dari proses *cropping* citra *template* akan disimpan dalam *database*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh ukuran *template* dalam mengidentifikasi *landmark Orbital*. Pengujian dilakukan dengan 90 data uji untuk masing-masing ukuran *cropping*

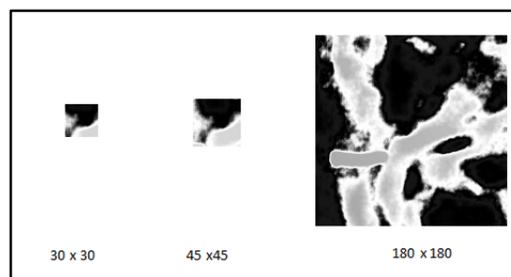
template yang berbeda. Tabel 1 menunjukkan Persentase Hasil Pengujian Ukuran *Cropping*.

Tabel 1 Persentase hasil pengujian ukuran *cropping*

Persentase	Ukuran <i>CroppingTemplate</i> (piksel)		
	30 x 30	45 x 45	180 x 180
Benar (%)	61,1%	73,3 %	82,2 %
Salah (%)	38,9 %	26,7%	17,8%

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa pada pengujian dengan ukuran *cropping template* 30 x 30 piksel, 45 x 45 piksel dan 180 x 180 piksel memberikan hasil Secara berturut-turut yaitu 61%, 73%, dan 82%.

Berdasarkan pengujian, ukuran *template* 180 x 180 piksel memberikan hasil persentase benar yang paling tinggi yaitu 82%. Hal ini dikarenakan ukuran *template* 180 x 180 piksel dapat mewakili area *landmark Orbital* dibandingkan dengan kedua ukuran *template* lainnya. Untuk ukuran *crop template* 30 x 30 piksel dan 45 x 45 piksel memiliki tingkat persentase salah yang tinggi, dikarenakan ukuran *cropping* yang terlalu kecil sehingga tidak mewakili area *landmark Orbital* , seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Ukuran *Cropping Template*

3.2 Analisis Hasil Identifikasi *landmark Orbital*

Berdasarkan analisis sebelumnya, ukuran *cropping* 180 x 180 piksel menghasilkan persentase benar paling tinggi, sehingga ukuran *cropping* ini digunakan dalam proses identifikasi *landmark Orbital*. Hasil identifikasi *landmark Orbital* oleh sistem (posisi *landmark A*) nantinya akan dibandingkan dengan posisi *landmark Orbital* yang ditentukan oleh ahli (posisi *landmark B*). Persentase hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Persentase Pengujian Hasil Identifikasi *Landmark Orbital*

Jarak Hasil Pengujian (Toleransi Piksel)	Jumlah Identifikasi		Akurasi (%)
	Benar	Salah	
0-5	14	76	15,6 %
6-10	25	65	27,8 %
11-15	17	73	18,9 %
16-20	5	85	5,6 %
0-20	74	16	82,2 %
>20	16	74	17,8 %

Pada Tabel 5.2 dapat dilihat bahwa toleransi untuk 0-5 piksel memiliki hasil akurasi 15,6 % dengan 14 *landmark Orbital* yang teridentifikasi dan 76 *landmark Orbital* tidak teridentifikasi. Toleransi 6-10 piksel memiliki hasil akurasi 27,8 % dengan 25 *landmark Orbital* yang teridentifikasi dan 65 *landmark Orbital* tidak teridentifikasi. Toleransi 11-15 piksel memiliki hasil akurasi 18,9 % dengan 17 *landmark Orbital* yang teridentifikasi dan 73 *landmark Orbital* tidak teridentifikasi. Toleransi 16-20 piksel memiliki hasil akurasi 5,6 % dengan 5 *landmark Orbital* yang teridentifikasi dan 85 *landmark Orbital* tidak teridentifikasi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa hasil identifikasi *landmark Orbital* dengan ukuran *cropping template* 180 x 180 piksel memberikan akurasi identifikasi sebesar 82,2% dengan jarak toleransi 0-20 piksel. Sedangkan hasil identifikasi yang kurang akurat (> toleransi 0-20 piksel) memberikan persentase 17,8%.

Selain dipengaruhi oleh pemilihan ukuran citra *template*, hasil identifikasi *landmark Orbital* pada sistem ini juga dipengaruhi oleh hasil ekstraksi fitur dengan menggunakan *Fuzzy C-Means Clustering*. Gambar 9 menunjukkan hasil ekstraksi fitur dengan menggunakan *Fuzzy C-Means Clustering* yang berbeda sehingga mempengaruhi hasil identifikasi *landmark Orbital* yang berbeda pula.

Gambar 9 Contoh Hasil Ekstraksi Fitur Menggunakan *Fuzzy C-Means Clustering*

Gambar 9 (kiri) merupakan citra hasil ekstraksi fitur dengan perbedaan region rongga mata dan tulang yang kurang jelas. Hasil *Fuzzy C-Means Clustering* yang kurang baik akan mempengaruhi proses identifikasi *landmark Orbital*. Oleh karena itu citra uji pada Gambar 9 (kiri) menghasilkan identifikasi *landmark Orbital* yang salah ketika diproses oleh sistem. Sebaliknya, Gambar 9 (kanan) menghasilkan identifikasi *landmark Orbital* yang benar ketika diproses oleh sistem karena hasil ekstraksi fiturnya menunjukkan perbedaan rongga mata dan tulang yang jelas.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil pengujian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa Sistem identifikasi *landmark Orbital cephalometry* dengan menggunakan *Fuzzy C-means Clustering* yang diimplementasikan pada Matlab R2011b dengan ukuran *cropping template* 180 x 180 piksel memberikan akurasi identifikasi sebesar 82,2%.

5. SARAN

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya mengenai identifikasi *landmark Orbital cephalometry* yaitu perlu digunakan metode ekstraksi fitur yang dapat memisahkan rongga mata dan tulang dengan jelas agar menghasilkan akurasi identifikasi *landmark Orbital* yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada RSGM Prof. Soedomo, Universitas Gadjah Mada untuk citra digital *cephalogram* dan kepada drg. Irma Drismayanti sebagai ahli yang membantu mengidentifikasi *landmark Orbital*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dorland, W. A. 2003. "Dorland's Illustrated Medical Dictionary, WB

- Saunders Company". *Philadelphia, Pa*, 763.
- [2] Hafiz, I. 2015. "Identifikasi landmark Cephalometry menggunakan Algoritma Projected Principal-Edge Distribution (PPED) dan Perhitungan Jarak Jensen-Shannon". *Skripsi*. Jurusan Teknik Informatika Universitas Halu Oleo, Kendari.
- [3] Ningrum, I. P., Harjoko, A., dan Mudjosemedi, M. 2014. "Robust Cephalometric Landmark Identification on Cephalometric Downs Analysis". *International Journal of Computer & Electrical Engineering*, 6(2).
- [4] Demura, N., Tsurusako, Y., dan Segami, N. 2001. "Characteristics of Digital cephalograms and Film/Screen cephalograms: A Comparative Study". *World Journal of Orthodontics*, 2(4).
- [5] Sianturi, C. M. 2015. "Analisis segmentasi Citra USG Hati Menggunakan Metode Fuzzy C-Mean". *Creative Information Technology Journal*, 2(3), 256-264.
- [6] Hardiyanto, I., Purwananto, Y., Kom, S., M., dan Soelaiman, R. 2012. "Implementasi segmentasi Citra dengan Menggunakan Metode Generalized Fuzzy C-Means Clustering Algorithm with Improved Fuzzy Partitions". *Jurnal Teknik POMITS*, 1(1), 1-5.
- [7] Yagi, M., dan Shibata, T. 2003. "An Image Representation Algorithm Compatible with Neural-Associative-Processor-Based Hardware Recognition Systems". *IEEE Trans. On Neural Networks*, Vol. 14, No. 5.
- [8] Adyana, I. M. B., Darmaputra, I. G., Bayupati, I. P. A. 2015. "Segmentasi Citra Berbasis Clustering Menggunakan Fuzzy C-Means". *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro* (14)1.
- [9] Ayu, P. D. W. 2013. "Segmentasi Kepala Janin Pada Citra USG Dalam Ruang Warna RGB dengan Metode Fuzzy C-Means". *PROSIDING CSGTEIS*.
-