

## Segmentasi Tulang Kortikal pada Citra *Dental Panoramic Radiograph*

Thohiroh Agus Kumala\*<sup>1</sup>, Agus Harjoko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prodi S2/S3 Ilmu Komputer, FMIPA UGM, Yogyakarta

<sup>2</sup>Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta

e-mail : \*<sup>1</sup>thohiroh\_agus@yahoo.com.sg, <sup>2</sup>aharjoko@ugm.ac.id

### Abstrak

*Pengolahan citra dalam dunia medis sudah banyak dikembangkan. Satu tahapan yang penting dalam pengolahan citra ini yaitu segmentasi. Ketepatan dalam menentukan diagnosis suatu penyakit ditentukan oleh ketepatan tahap segmentasi.*

*Penelitian ini menggunakan citra dental panoramic radiograph dengan ukuran 2000x1000 piksel. Daerah sampel tulang kortikal diambil dari tulang kortikal rahang bawah bagian kanan dan kiri sekitar foramen mentalis dengan ukuran 128x128 piksel. Untuk mempermudah proses segmentasi maka dilakukan prapengolahan terhadap citra yaitu dengan contrast stretching dan grayscale. Selanjutnya citra hasil prapengolahan dilakukan segmentasi menggunakan metode active contour. Metode ini diawali dengan pembentukan mask sebagai kurva awal, dari kurva awal ini kemudian kurva akan bergerak keluar atau kedalam sesuai dengan bentuk tepi dari tulang kortikal.*

*Ujicoba dilakukan dengan menggunakan metode ROC (Receiver Operating Characteristic). Segmentasi dari 21 data citra dental panoramic radiograph menggunakan metode Active Contour dapat melakukan segmentasi tulang kortikal kanan dengan prosentase akurasi 90,67%, sensitifitas 90,14% dan spesifitas 91,55%. Tulang kortikal kiri dengan prosentase akurasi 89,37%, sensitifitas 86,59% dan spesifitas 91,23%.*

**Kata kunci**— *active contour, dental panoramic radiograph, tulang kortikal, segmentasi citra*

### Abstract

*Image processing in the medical world has been developed. One important stage in the processing of this image is segmentation. The accuracy in determining the diagnosis of a disease is determined by the accuracy of the segmentation stage.*

*This study used a dental panoramic radiograph image with the size of 2000x1000 pixels. The area of cortical bone samples taken from the cortical bone of the lower jaw right and left about the mental foramen with 128x128 pixels. To simplify the process of segmentation is carried out preprocessing on the image that is by contrast stretching and grayscale. Furthermore, image segmentation results of preprocessing conducted using active contour method. This method begins with the formation of the mask as the initial curve, from the initial curve is then the curve will move in or out according to the shape of the edge of the cortical bone.*

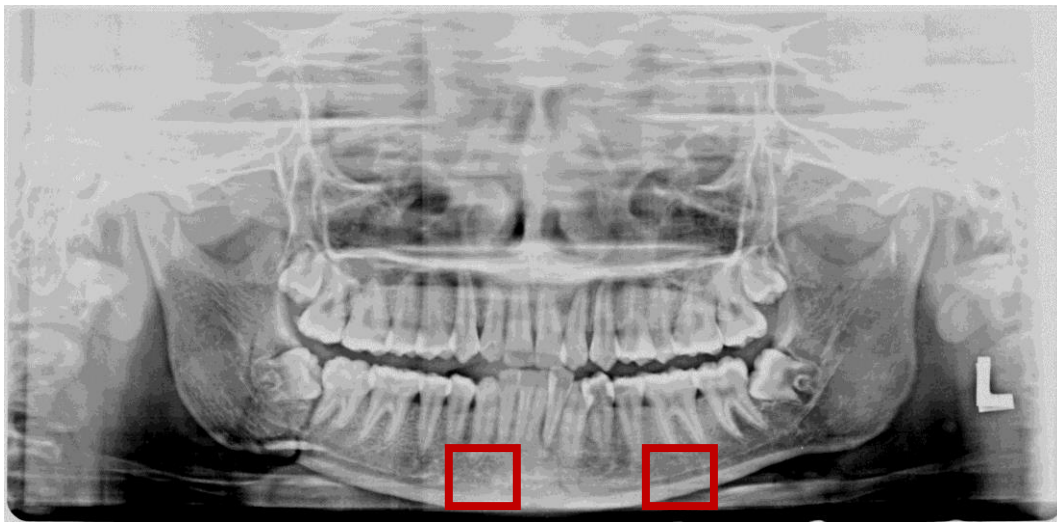
*Tests performed using the ROC (Receiver Operating Characteristic). Segmentation of 21 dental panoramic radiograph image data using Active Contour method can perform with the right cortical bone segmentation accuracy percentage of 90.67%, 90.14% sensitivity and 91.55% specificity. Cortical bone is left with an accuracy percentage of 89.37%, 86.59% sensitivity and 91.23% specificity.*

**Keywords**— *active contour, dental panoramic radiograph, cortical bone, image segmentation*

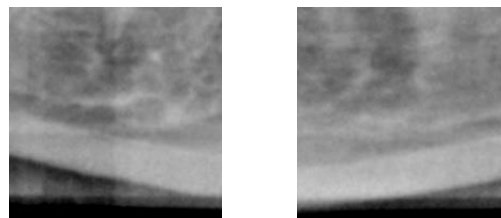
## 1. PENDAHULUAN

*Dental panoramic radiograph* ini biasanya digunakan dalam ilmu kedokteran gigi untuk menganalisis kesehatan gigi dan mulut pasien. Dengan perkembangan penelitian menggunakan citra dental panoramic radiograph ini maka pemanfaatannya dapat diperluas untuk mendeteksi adanya tumor pada mulut maupun osteoporosis. Osteoporosis merupakan penyakit yang diakibatkan oleh adanya penurunan massa (densitas) tulang yang disertai dengan peningkatan porositas tulang.

Penggunaan citra *dental panoramic radiograph* dalam mendeteksi osteoporosis ini dilakukan dengan mengukur ketebalan kortikal tulang rahang bawah atau mandibula. Implementasi pengukuran lebar kortikal pada bagian kanan dan kiri tulang mandibula ini telah dipatenkan di negara Jepang oleh peneliti [1]. Foramen mentalis dalam citra dental panoramic radiograph terlihat seperti lingkaran hitam yang terletak antara gigi premolar dan gigi molar1. Gambar 1 menunjukkan suatu citra medis dental panoramic radiograph dan Gambar 2 menunjukkan *area of interest* yaitu tulang kortikal kanan dan kortikal kiri sekitar foramen mentalis.



Gambar 1 Citra medis *dental panoramic radiograph*



Gambar 2 Tulang kortikal kanan dan kortikal kiri sekitar foramen mentalis

Dalam perhitungan ketebalan kortikal maka diperlukan ketepatan dan ketelitian untuk menentukan mana bagian yang tergolong bagian kortikal dan mana yang merupakan latar belakang, karena seorang dokter atau radiolog biasanya menentukan batas tulang kortikal dilakukan secara subyektif, sehingga antara dokter yang satu dengan lainnya memiliki perbedaan dalam menganalisis hasil. Untuk membantu hal ini maka diperlukan adanya segmentasi yang dapat membantu menentukan bagian-bagian tersebut.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut diatas maka diperlukan suatu teknologi yang dapat dengan jelas menampilkan informasi yang dibutuhkan, sehingga pada penelitian ini akan dibuat suatu program yang dapat melakukan segmentasi tulang kortikal secara otomatis dengan

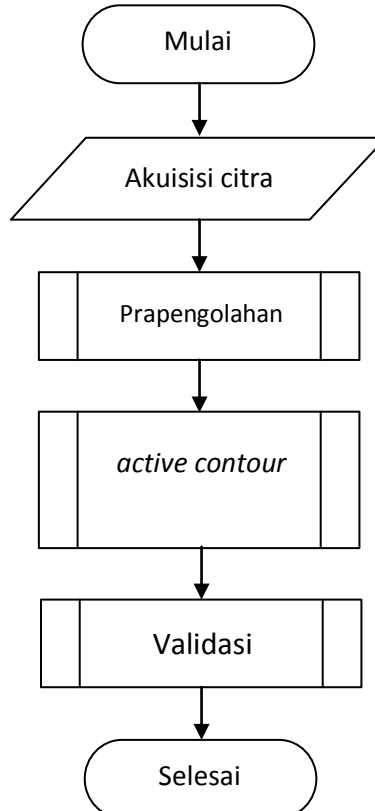
menggunakan media masukan berupa citra *dental panoramic radiograph*. Program ini dibuat dengan menggunakan metode *active contour* karena metode tersebut dapat melakukan segmentasi pada topologi yang berbeda, obyek dengan tepi yang kurang tajam dan segmentasi pada garis serta kurva yang tidak tertutup. Metode *Geometric active contour* yang digunakan adalah *Chan Vese*.

Penelitian sebelumnya [2] mempelajari citra medis Dental Panoramic Radiograph. Daerah citra yang diambil adalah bagian tulang *mandible* tanpa menyertakan bagian akar gigi dan *cortical* tulang *mandible* dan tidak harus pada bagian foramen mentalis. Bagian ini kemudian dilakukan perbaikan citra dan binerisasi. Hasil dari proses penentuan obyek berupa citra biner, nilai nol dan satu dari citra biner dijadikan acuan pembentukan *graph*. Pemberian bobot *graph* dilakukan dengan cara, jika jarak antara piksel bernilai satu dekat, bobot cenderung mendekati 1. Untuk menentukan nilai karakter *graph*, karakter yang dihitung adalah *degree* dan *cluster coefficient*. *Cluster coefficient* digunakan untuk keterhubungan antara piksel bernilai 1 dan *degree* digunakan untuk menentukan kerapatan dari sebuah *graph*.

Penelitian ini akan membuat suatu sistem yang digunakan untuk melakukan segmentasi tulang kortikal pada suatu citra *dental panoramic radiograph*. Tulang kortikal yang diambil sebagai sampel adalah tulang kortikal yang letaknya berada tepat di bawah *foramen mentalis mandibula*. Penelitian ini dalam segmentasinya menggunakan metode *active contour Chan Vese*. *Chan Vese* secara teori dapat menjamin kecepatan, kehandalan dan akurasi citra medis yang memiliki tepi kurang jelas (kabur)[3].

## 2. METODE PENELITIAN

Diagram alir metode penelitian untuk segmentasi tulang kortikal pada citra *dental panoramic radiograph* ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3 Diagram alir penelitian

## 2.1 Akuisisi Citra

Citra yang digunakan adalah medis *dental panoramic radiograph* dalam bentuk file citra dengan format *Joint Experts Group* (\*.jpeg). Citra masukkan ini berukuran 3000 x 2000 piksel, sehingga untuk mempermudah dalam menentukan *foramen mentalis* dan mempercepat proses maka dibuat menjadi 2000x1000 piksel.

## 2.2 Prapengolahan

Prapengolahan dalam penelitian ini ada beberapa tahapan yaitu pengambilan sampel tulang kortikal, *grayscale* dan *contrast stretching*.

### 2.2.1 Pengambilan sampel tulang kortikal

Pengambilan tulang kortikal dilakukan secara manual dengan melakukan *cropping* pada dua daerah sampel sebesar 128x128 piksel yaitu (622, 872,128,128) untuk kortikal kanan dan (1250, 872, 128,128) untuk kortikal kiri. Daerah ini diambil karena rata-rata dari 21 data citra yang diperoleh memiliki daerah sekitar *foramen mentalis* pada piksel tersebut.

### 2.2.2 Grayscale

*Grayscale* disini sebenarnya digunakan untuk memastikan bahwa masukkan yang digunakan dalam bentuk *Grayscale*. Proses *grayscale* dilakukan dengan menghitung nilai semua piksel kemudian dilakukan persamaan kedalam skala keabuan. Dalam penelitian ini untuk proses *grayscale* setiap piksel yang akan dirubah menjadi abu menggunakan koefisien 0.299 untuk merah, 0.587 untuk hijau dan untuk biru 0.114. Persamaan (1) yang digunakan,

$$f_0(x, y) = \frac{f_i^R(x,y) + f_i^G(x,y) + f_i^B(x,y)}{3} \quad (1)$$

### 2.2.3 Contrast stretching

Untuk mendapatkan citra baru  $f_0(x, y)$  dengan kontras yang lebih baik daripada kontras citra asalnya  $f_i(x, y)$  maka menggunakan *contrast stretching* dengan ide dari proses *contrast stretching* yaitu untuk meningkatkan range dinamis dari level *grayscale* pada citra saat pemrosesan berlangsung.

Jika  $r_1 = r_2$  dan  $s_1 = s_2$  maka transformasi akan berbentuk garis lurus, artinya tidak ada perubahan *gray level* pada citra yang dihasilkan. Secara umum diasumsikan  $r_1 \leq r_2$  dan  $s_1 \leq s_2$  sehingga fungsi akan menghasilkan nilai tunggal dan nilainya akan selalu naik.

Untuk menghitung nilai hasil transformasi, maka dibuat tiga fungsi yang ditunjukkan pada persamaan (2) – (4) sebagai berikut :

Untuk  $0 \leq f_i(x, y) < r_1$ , maka

$$f_0(x, y) = f_i(x, y) \cdot \frac{s_1}{r_1} \quad (2)$$

Untuk  $r_1 \leq f_i(x, y) < r_2$ , maka

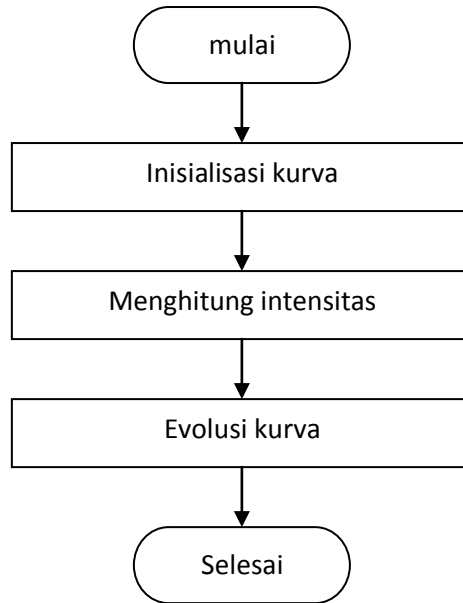
$$f_0(x, y) = s_1 + (f_i(x, y) - r_1) \frac{s_2 - s_1}{r_2 - r_1} \quad (3)$$

Untuk  $r_2 \leq f_i(x, y) \leq 255$ , maka

$$f_0(x, y) = s_2 + (f_i(x, y) - r_2) \frac{255 - s_2}{255 - r_2} \quad (4)$$

### 2.3 Active contour

Pada metode *Geometric Active Contour* ini prosesnya mengikuti diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram alir *active contour*

#### 2.3.1 Inisialisasi kurva

Inisialisasi kurva diawali dengan menentukan parameter control, bobot atau konstanta energi internal dan eksternal. Kemudian langkah berikutnya yaitu membentuk *mask* dan SDF, inisialisasi ini berbentuk kotak dimana kurva inilah yang dinamakan *zero level set*  $\Phi(x,t=0)$ . Pada proses inisialisasi ini, terdapat informasi yang digunakan untuk menghitung jarak. Proses perhitungan jarak dari suatu titik terhadap kurva inisialisasi ini bermanfaat untuk mendeteksi dimana kurva berada. Proses untuk menghitung jarak menggunakan perhitungan *Euclidean distance*. Setelah mendapatkan nilai dari jarak maka diperiksa apakah titik tersebut berada dalam kurva atau tidak, jika nilai jarak lebih besar dari nol maka titik berada diluar kurva. Sebaliknya, jika nilai jarak lebih kecil dari nol maka titik berada di dalam kurva.

#### 2.3.2 Menghitung intensitas

Langkah kedua menghitung intensitas rata-rata menggunakan persamaan (5), dan untuk mempercepat proses perhitungan dari metode *Level Set. Active contour* merupakan sebuah proses minimisasi energi, dimana batasan dari obyek merupakan nilai minimum dari fungsi energi. Fungsi energi tersebut bukan hanya terdiri dari informasi mengenai tepi objek, melainkan juga berisi properti yang mengontrol pergerakan dari kurva itu sendiri.

$$\begin{aligned}
 f(c_1, c_2, \phi) = & \mu \int_{\Omega} \delta(\phi(x, y)) |\nabla \phi(x, y)| \, dx dy + v \int_{\Omega} H(\phi(x, y)) \, dx dy \\
 & + \lambda_1 \int_{\Omega} |\mu_0(x, y) - c_1|^2 H(\phi(x, y)) \, dx dy \\
 & + \lambda_2 \int_{\Omega} |\mu_0(x, y) - c_2|^2 (1 - H(\phi(x, y))) \, dx dy \quad (5)
 \end{aligned}$$

Pada tahap ini juga menentukan tepi citra sebagai energi eksternal dengan menentukan gradient dari citra, dimana fungsi *edge* ditunjukkan pada persamaan (6).

$$g = \frac{1}{1 + |\nabla G \sigma \times I|^2} \quad (6)$$

Energi eksternal ditunjukkan pada persamaan (7).

$$\varepsilon_{g,\lambda,v}(\emptyset) = \lambda \cdot L_g(\emptyset) + V \cdot A_g(\emptyset) \quad (7)$$

Menghitung energi internal sebagai fungsi jarak ditunjukkan pada persamaan (8).

$$\varepsilon(\emptyset) = \mu \cdot P(\emptyset) + \varepsilon_m(\emptyset) \quad (8)$$

### 2.3.3 Evolusi kurva

Langkah ketiga yaitu evolusi kurva, proses evolusi menggunakan metode *level set* untuk menggerakkan kurva sehingga kurva dapat mengembang atau mengempis sampai memenuhi kondisi untuk berhenti.



### 2.4 Validasi

Karakteristik dari digitisasi citra objek yang diteliti berhubungan erat dengan kualitas citra yang dihasilkan. Hal tersebut telah terbukti dapat mempengaruhi bentuk kurva hubungan antara TPR dan FPR pada setiap analisis medis berbasis citra digital[4].

Validasi dalam penelitian ini menggunakan *receiver operating characteristic* (ROC) untuk mengukur kinerjanya. Kami membandingkan hasil prediksi dari hasil segmentasi menggunakan metode *active contour* dan hasil manual dengan menghitung piksel yang bernilai *true positive*, *true negative*, *false positive* dan *false negative*. Kemudian menghitung *true positive rate*, *false positive rate* dan akurasi.

Grafik *Receiver Operating Characteristic* (ROC) adalah teknik untuk memvisualisasikan, mengatur dan memilih pengklasifikasi berdasarkan kinerja [5]. Selain itu dapat dihitung pula AUC (*Area Under Curve*). Tabel kategori pengklasifikasi menurut nilai AUC dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Tabel kategori pengklasifikasi berdasarkan nilai AUC [6]

Nilai AUC	Diklasifikasikan sebagai
0.90 – 1.00	Excellent
0.80 – 0.90	Good
0.70 - 0.80	Fair
0.60 – 0.70	Poor
0.50 – 0.60	  Fail

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

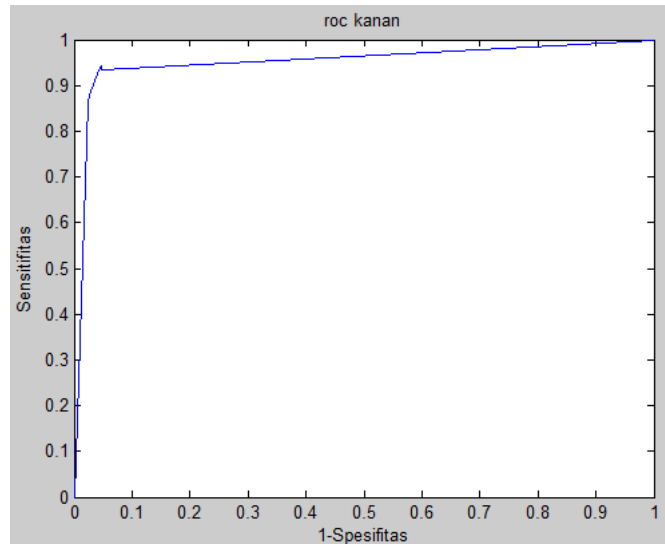
Pengujian pada segmentasi tulang kortikal dilakukan menggunakan data masukan berupa citra *dental panoramic radiograph* sebanyak 21 citra. Citra ini akan dibandingkan baik tulang kortikal kanan dan tulang kortikal kirinya dengan hasil segmentasi secara manual untuk kemudian dihitung ketepatan dan ketidak tepatannya.

Tabel 2 Akurasi, sensitifitas dan spesifitas pada tulang kortikal kanan

No	Citra	TP	FP	TN	FN	Akurasi (%)	Sensitifitas (%)	Spesifitas (%)
1	19	1131	127	2694	144	93,38	88,71	95,50
2	20	651	145	3174	126	93,38	83,78	95,63
3	21	1086	105	2855	50	96,22	95,60	96,45
4	22a	1004	110	2784	198	92,48	83,53	96,20
5	22b	732	95	3064	205	92,68	78,12	96,00
6	24a	1071	189	2768	68	93,73	94,03	93,61
7	25a	933	339	2315	509	96,53	94,21	81,11
8	25c	599	107	2896	494	85,33	85,40	96,44
9	27	1309	199	2507	81	93,16	94,17	92,65
10	29b	1377	215	2425	79	92,82	94,57	91,86
11	30	1249	127	2372	348	88,40	87,21	94,92
12	31	1231	213	2631	21	94,29	98,32	92,51
13	33a	1380	82	2404	230	92,38	85,71	96,70
14	33b	1428	448	2134	86	86,96	94,31	82,65
15	48	622	333	2418	723	74,22	84,62	87,90
16	50	1231	205	2563	97	92,63	92,69	92,59
17	57	999	193	2825	79	93,36	92,67	93,61
18	66	456	461	3131	48	87,57	90,48	87,17
19	69a	1317	233	2542	4	94,21	99,70	91,60
20	69b	1501	436	1858	301	82,01	83,30	80,99
21	76	1231	373	2383	109	88,23	91,87	86,47

Tabel 2 merupakan informasi hasil perhitungan ROC perbandingan antara citra hasil segmentasi manual dengan citra hasil segmentasi dengan metode *active contour*. Prosentase yang dihasilkan dari segmentasi kortikal kanan memiliki akurasi, sensitifitas dan spesifitas sekitar 90%. Dengan prosentase tertinggi untuk akurasi 96,53%, sensitifitas 99,70% dan spesifitas 96,70%.

Grafik ROC hasil segmentasi *active contour* ini di tampilkan oleh Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5 Grafik ROC kortikal kanan

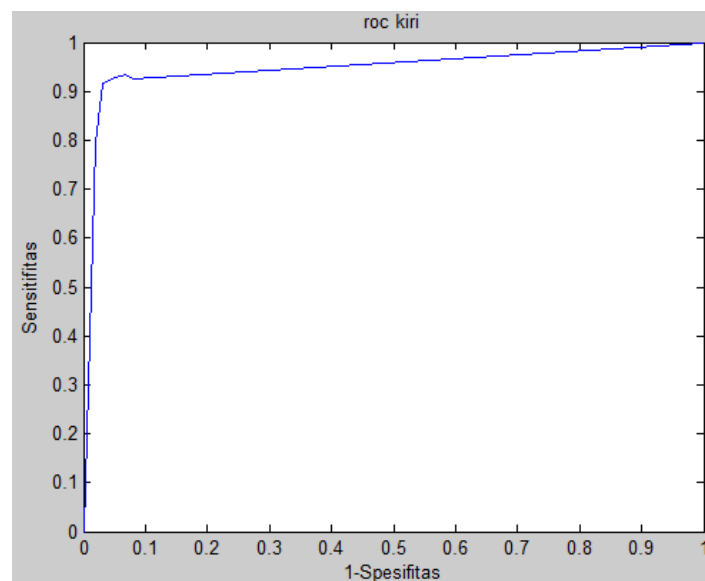
Gambar 5 merupakan grafik ROC kortikal kanan dengan perbandingan sumbu x yaitu FPR (*False Positive Rate*) dan sumbu y yaitu TPR (*True Positive Rate*). Grafik tersebut menunjukkan bahwa hasil segmentasi kortikal kanan sangat baik karena nilai AUC lebih dari 90%.

Tabel 3 Akurasi, sensitifitas dan spesifitas pada tulang kortikal kiri

No	Citra	TP	FP	TN	FN	akurasi	sensitifitas	spesifitas
1	19	1033	170	2857	36	94,97	96,63	94,38
2	20	602	158	3043	293	88,99	76,26	95,06
3	21	934	209	2893	60	93,43	93,96	93,26
4	22a	1169	61	2749	117	95,65	90,90	97,83
5	22b	1035	338	2633	90	89,55	92,00	88,62
6	24a	1068	471	2491	66	86,89	94,18	84,10
7	25a	1336	383	2341	36	89,77	97,38	85,94
8	25c	828	280	2657	331	85,08	71,44	90,47
9	27	1287	200	2498	111	92,41	92,06	92,59
10	29b	1345	95	2409	247	91,65	84,48	96,21
11	30	1004	387	2258	447	79,64	91,96	85,37
12	31	1076	103	2656	270	90,89	79,81	96,27
13	33a	1329	447	2095	225	83,59	85,52	82,42
14	33b	1036	197	2753	110	92,50	90,40	93,32
15	48	1129	349	2151	467	80,08	70,74	86,04
16	50	1224	283	2510	79	91,16	93,94	89,87
17	57	960	29	2870	237	93,51	80,20	98,99
18	66	361	259	3397	79	91,75	82,05	92,92
19	69a	1231	230	2394	241	88,50	83,63	91,23
20	69b	1240	187	2320	349	86,91	78,04	92,54
21	76	1086	337	2590	83	89,75	92,90	88,49



Tabel 3 menampilkan informasi yang diperoleh dari perhitungan ROC dengan membandingkan citra hasil segmentasi manual dengan citra hasil segmentasi *active contour*. Hasil perbandingan kortikal kiri nilai prosentase tertinggi untuk akurasi yaitu 95,65%, sensitifitas 97,38% dan spesifitas 98,99%. Hasil perhitungan ini sangat baik hamper mendekati 100%.



Gambar 6 Grafik ROC kortikal kiri

Informasi yang diperoleh dari Gambar 5 dan Gambar 6, dapat dilihat bahwa nilai AUC hampir lebih dari 90% . berdasarkan Tabel 1, bahwa jika kurva berada lebih dari 90% berarti sistem tersebut *excellent* atau sangat baik.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah diujikan dengan menggunakan metode *active contour* adalah informasi evolusi kurva yang melingkupi sebuah obyek yaitu tulang kortikal. Hasil kinerja pada proses segmentasi *active contour* seperti yang tertera pada Tabel 1 untuk kortikal kanan dengan prosentase akurasi 90,67%, sensitifitas 90,14% dan spesifitas 91,55% sedangkan Tabel 2 untuk kortikal kiri dengan prosentase akurasi 89,37%, sensitifitas 86,59% dan spesifitas 91,23%. Mengacu pada tingkat akurasi hasil segmentasi maka hasil penelitian ini cukup akurat dan dapat digunakan sebagai alternatif metode dalam melakukan segmentasi citra tulang kortikal.

#### 5. SARAN

Dalam penelitian ini masih terdapat kekurangan sehingga dalam penelitian selanjutnya disarankan:

1. Penelitian selanjutnya dilakukan dengan menggunakan variabel penelitian dan sampel lebih banyak dan bervariasi untuk memperoleh hasil yang lebih baik dan akurat.
2. Penelitian ini dilakukan sampai diperoleh hasil segmentasi yang diinginkan, sehingga disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan sehingga hasil segmentasi ini dapat digunakan untuk *screening* dalam bidang medis.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Suami, orang tua dan anak yang telah memberikan dukungan dan doa terhadap penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arifin, A. Z., Asano, A., Taguchi, A., Nakamoto, T., Ohtsuka, M., Tsuda, M., Kudo, Y. and Tanimoto, K., 2006, *Computer-aided System for Measuring the Mandibular Cortical Width on Dental Panoramic Radiographs in Identifying Postmenopausal Women With Low Bone Mineral Density*, International Osteoporosis Foundation and National Osteoporosis Foundation, 17, 753–759
- [2] Abidin, Z. dan Arifin, A. Z., 2009, Analisis Kerapatan Trabecular Bone Berbasis Graph Berbobot Pada Citra Panorama Gigi Untuk Identifikasi Osteoporosis, *Jurnal TI*, 7, 59-64
- [3] Mardhiyah, A. dan Harjoko, A., 2011, Metode Segmentasi Paru-paru dan Jantung Pada Citra X-Ray Thorax, *IJEIS*, 1, 2, 35-44.
- [4] Sprawls, P. (1995), *The Physical Principles of Medical Imaging*, 2nd edition, Medical Physics Pub. Corp.
- [5] Fawcett, T. (2006), “An introduction to ROC analysis”, *Pattern Recognition Letters*, Vol. 27, hal. 861–874.
- [6] Mohanty, A.K., Beberta, S., and Lenka, S.K. (2011), “Classifying Benign and Malignant Mass using GLCM and GLRLM based Texture Features from Mammogram”, *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, Vol. 1, hal. 687–693.