

Pengukuran Panjang Saluran Akar Gigi pada Citra X-Ray Gigi Menggunakan Active Shape Model

Ima Kurniastuti

Jaringan Cerdas Multimedia, Pasca Sarjana Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh
Nopember
Surabaya, Indonesia
imaedesu@gmail.com

Mauridhi Hery Purnomo

Teknik Multimedia dan Jaringan
Fakultas Teknologi Industri,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, Indonesia
hery@ee.its.ac.id

I Ketut Eddy Purnama

Teknik Multimedia dan Jaringan
Fakultas Teknologi Industri,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, Indonesia
ketut@ee.its.ac.id,

Margareta Rinastiti

Departemen Konservasi Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi,
Universitas Gajah Mada
Yogyakarta, Indonesia
rinastiti@gmail.com

Abstract— Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran panjang saluran akar gigi secara otomatis untuk mendapatkan panjang saluran akar gigi yang cepat dan akurat. Metode yang digunakan adalah *contrast stretching* sebagai tahap *preprocessing* yang bertujuan untuk mempertajam ciri atau fitur dalam citra, *active shape model* yang menghasilkan daerah saluran akar gigi dan operasi morfologi berupa *thinning* serta *perimeter* untuk mengukur panjang saluran akar gigi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *active shape model* mampu mesegmentasi saluran akar gigi sehingga dapat dilakukan pengukuran panjang saluran akar gigi. Rata-rata akurasi yang dihasilkan oleh metode ini sebesar 88,24%.

Keywords—*panjang saluran akar gigi; active shape model; citra x-ray gigi*

I. PENDAHULUAN

Gigi merupakan salah satu jaringan keras tubuh yang berfungsi untuk mengunyah, memproduksi dan mempertahankan suara atau bunyi, estetis serta berfungsi sebagai perlindungan terhadap jaringan pendukungnya (Sloane, 2003). Gangguan pada kesehatan gigi akan menyebabkan gangguan pada fungsi gigi yang akan mengakibatkan penurunan kualitas hidup seseorang. Berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar 2013, index DMF-T penduduk Indonesia adalah 4,6 yang berarti terdapat 460 gigi berlubang pada tiap 100 penduduk [2].

Kerusakan gigi akibat adanya lesi karies, lesi non karies maupun trauma dapat menyebabkan hilangnya struktur jaringan gigi. Kerusakan tersebut dapat mengenai pulpa gigi yang mengakibatkan jejas dan tidak dapat dipertahankan atau dikembalikan vitalitasnya. Perawatan saluran akar (PSA) merupakan prosedur yang dilakukan oleh dokter gigi pada gigi

yang mengalami kerusakan hingga jaringan pulpa sehingga gigi dapat tetap dipertahankan dan tidak perlu dicabut. Perawatan ini dilakukan dengan mengisi saluran akar dengan suatu bahan pengisi yaitu *gutta percha* dan dilakukan tindakan restorasi setelahnya. Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan perawatan saluran akar adalah ketepatan pengukuran panjang saluran akar gigi untuk menghindari terjadinya *overfilling* atau *underfilling* saat pengisian *gutta percha* (Dental, 2008). Namun hingga saat ini, pengukuran panjang saluran akar gigi dilakukan secara manual sehingga membutuhkan waktu lama, tidak akurat dan radiasi x-ray lebih tinggi karena dilakukan pengambilan citra x-ray gigi lebih dari sekali.

Untuk meminimalisasi waktu dan keakuratan hasil, diperlukan pengukuran panjang saluran akar gigi secara otomatis. Pada penelitian Harandi dkk (2011) melakukan pengukuran semi otomatis panjang saluran akar gigi berdasarkan fitur morfologi yang menghasilkan error yang kecil yaitu 8% untuk tiga saluran akar, 9,27% untuk dua saluran akar, dan 7,89% untuk satu saluran akar. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dilakukan pengukuran saluran akar gigi dengan beberapa tahapan diantaranya adalah tahap *preprocessing* yaitu *contrast stretching* untuk mempertajam ciri atau fitur dalam citra dengan memperbaiki kontras (Gonzalez, 2002). Selanjutnya dilakukan proses segmentasi menggunakan *active shape model* yang menghasilkan batas objek dalam citra. Setelah didapatkan daerah saluran akar gigi, citra akan mengalami proses operasi morfologi berupa *thinning* dan *perimeter* untuk mengukur panjang saluran akar gigi. Untuk data dan metode yang digunakan dalam penelitian akan dijelaskan lebih detail pada bagian berikutnya.

Dalam penelitian ini diatur sebagai berikut. Bagian 2 memberi informasi mengenai metodologi penelitian. Sub-

bagian 2.1 memberi informasi detail tentang data yang digunakan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini secara umum dijelaskan pada sub-bagian 2.2. Metode penelitian terdiri dari tiga tahap yaitu tahap preprocessing dengan menggunakan contrast stretching yang dijelaskan pada sub-bagian 2.3, tahap segmentasi dengan active shape model pada sub-bagian 2.4 dan sub-bagian 2.5 menjelaskan tentang operasi morfologi yang merupakan tahap postprocessing dalam penelitian ini. Bagian selanjutnya yaitu bagian 3 menunjukkan hasil dari penelitian dan pada bagian akhir yaitu bagian 4 memberikan kesimpulan.

II. METODE

A. Data

Citra x-ray gigi yang digunakan dalam penelitian ini merupakan citra yang diambil pada saat pemeriksaan gigi berlubang (*treatment root canal*) yang bertujuan untuk mengetahui keadaan gigi. Tipe citra x-ray gigi yang digunakan adalah *periapical x-ray image* yaitu tipe citra gigi yang menunjukkan gigi secara keseluruhan termasuk mahkota, akar dan tulang di sekitar gigi [2]. Salah satu *periapical x-ray image* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Periapical x-ray image*

Dalam penelitian ini, dilakukan pengukuran panjang saluran akar gigi pada tiap gigi, namun *periapical x-ray image* terdiri dari beberapa gigi sehingga untuk mempermudah proses selanjutnya, dilakukan pemotongan gigi sehingga dalam satu citra terdiri dari satu gigi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Citra x-ray gigi yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 8 buah dengan tipe gigi yang memiliki satu saluran akar gigi yaitu gigi seri dan gigi taring pada rahang gigi bagian atas atau gigi anterior.

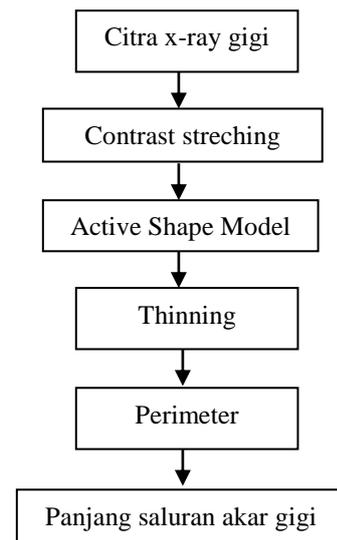


Gambar 2. Citra x-ray gigi

B. Metode

Dalam penelitian ini terdiri dari tiga tahap yaitu tahap preprocessing, tahap segmentasi dan tahap postprocessing.

Tahap preprocessing yaitu contrast stretching yang bertujuan untuk mempertajam ciri atau fitur tertentu dari citra yang kemudian dilanjutkan dengan tahap segmentasi saluran akar gigi dengan menggunakan active shape model. Setelah dihasilkan daerah saluran akar gigi, citra akan mengalami tahap postprocessing untuk mengukur panjang saluran akar dengan proses thinning untuk mengubah daerah saluran akar gigi menjadi daerah dengan lebar piksel sebesar satu piksel sehingga dapat diukur panjang daerah tersebut dengan menggunakan perimeter. Hasil dari perimeter adalah panjang saluran akar gigi dalam satuan piksel sehingga perlu dilakukan konversi dari piksel menjadi milimeter (mm). Panjang saluran akar gigi bersatuan milimeter akan dibandingkan dengan hasil panjang saluran akar gigi yang telah dilakukan oleh dokter gigi secara manual sehingga akan didapatkan akurasi dalam penelitian ini baik pada tiap citra gigi maupun rata-rata. Blok diagram penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.



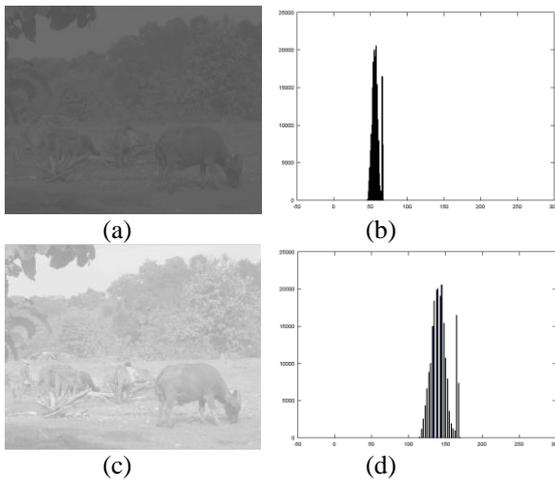
Gambar 3. Blok diagram penelitian

C. Contrast Stretching

Contrast Stretching atau peregangan kontras merupakan salah satu proses perbaikan citra yang bertujuan untuk memperjelas dan mempertajam ciri atau fitur tertentu dari citra sehingga citra lebih mudah dipersepsi maupun dianalisis secara lebih teliti. Contrast stretching adalah teknik yang memperbaiki kontras dengan meningkatkan dynamic range dari nilai intensitas dalam citra [5].

Kontras dalam citra menyatakan distribusi warna terang dan warna gelap. Suatu citra memiliki kontras rendah jika dynamic rangenya sempit dan sebaliknya citra memiliki kontras tinggi jika dynamic rangenya lebar. Dynamic range diukur berdasarkan perbedaan antara nilai intensitas tertinggi dan nilai intensitas terendah yang menyusun piksel-piksel dalam citra.

Contoh penerapan contrast stretching pada citra ditunjukkan pada Gambar 4 [5].

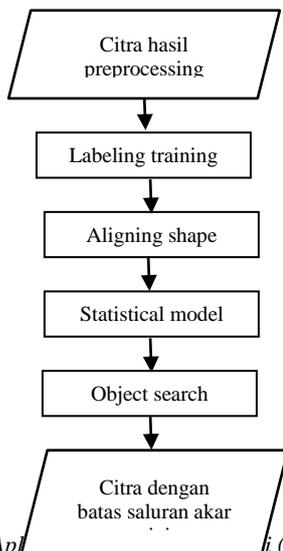


Gambar 4. Penerapan contrast stretching pada citra (a) citra asli, (b) histogram citra asli, (c) citra hasil contrast stretching, (d) histogram citra hasil contrast stretching [5].

D. Active Shape Model

Active shape model merupakan metode yang digunakan untuk menentukan bentuk objek dalam citra [7] dengan cara *fitting* (pencocokan) antara bentuk model statistik (Point Distribution Model) dari active shape model dengan objek dalam citra. Active shape model cocok digunakan untuk menentukan bentuk objek dalam citra medis menggunakan landmark point [8] dan merupakan teknik segmentasi batas yang efektif yang bekerja secara cepat dan akurat [9]. Dalam active shape model, jumlah landmark point yang digunakan berpengaruh pada peningkatan korelasi pengukuran [10]. Oleh karena itu, diperlukan landmark point yang cukup mewakili kontur objek dalam citra.

Pada Active Shape Model, setiap titik ditempatkan dengan cara yang sama pada setiap training set pada objek dalam citra, dan hal ini diselesaikan secara manual. Kumpulan titik-titik ini disejajarkan atau diatur secara otomatis untuk meminimalkan variasi jarak dari posisi diantara titik-titik yang ekuivalen. Dengan menguji secara statistik dari posisi titik yang telah dilabeli maka didapatkan suatu Point Distribution Model (PDM). Model ini menunjukkan rata-rata posisi dari titik-titik tersebut, dan memiliki suatu parameter jumlah yang berfungsi untuk mengontrol suatu mode of varian yang ditemukan pada training set. Gambar 5 menunjukkan blok diagram active shape model [8].



Gambar 5. Blok diagram active shape model (Cootes, 1994)

Pada tahap *labeling training set*, dilakukan pelabelan model bentuk menggunakan landmark point yang mempresentasikan sebagian atau keseluruhan dari objek dalam image. Keluaran dari tahap ini adalah sebuah vektor yang terdiri dari titik-titik sejumlah N sehingga diketahui mean dari vektor x_i . $x_i = [x_1, y_1 ; x_2, y_2 ; \dots ; x_{N-1}, y_{N-1}]^T$ dimana $1 \leq i \leq N$. Tahap selanjutnya adalah *aligning shape* dilakukan pemodelan dengan melakukan pengujian secara statistik terhadap koordinat titik yang telah diberikan label dalam training set yang dilakukan dengan penskalaan, rotasi, dan translasi. Selain itu, dalam tahap ini juga dilakukan minimisasi jumlah bobot jarak diantara titik-titik yang ekuivalen pada bentuk-bentuk yang berbeda. Penentuan besar bobot digunakan untuk memberi tanda bahwa suatu titik signifikan merupakan titik yang paling stabil diantara kumpulan titik yang lainnya. Bobot dinotasikan sebagai suatu matriks bobot yang di definisikan sebagai berikut [8]:

$$W_k = \left(\sum_{l=0}^{n-1} V_{R_{kl}} \right)^{-1} \quad (1)$$

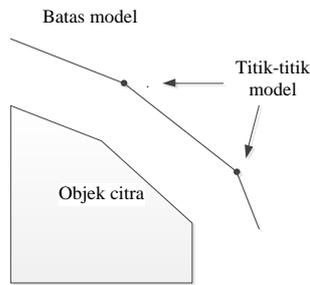
dimana R_{kl} adalah jarak antara titik-titik k dan l adalah bentuk; $V_{R_{kl}}$ adalah varian dalam jarak dalam suatu bentuk objek; sehingga dapat ditentukan suatu bobot, w_k untuk titik ke-k.

Setelah mendapatkan model yang fleksibel, model tersebut akan digunakan untuk pencarian citra atau *search image* untuk mencari contoh baru dari model objek dalam image yang melibatkan pencarian shape dan pose parameters yang menyebabkan model tepat dengan struktur dari citra. Model yang telah di hasilkan dapat didefinisikan dengan [8].

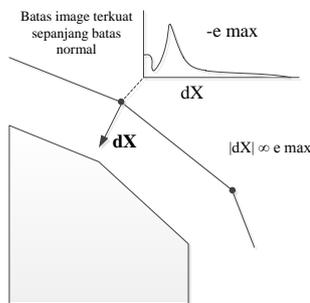
$$X = M [s, \theta][x] + X_c \quad (2)$$

dimana $X_c = (X_c, Y_c, X_c, Y_c, \dots, X_c, Y_c)^T$, $M[s, \theta]$ adalah rotasi oleh θ dan scaling oleh s , dan (X_c, Y_c) adalah posisi dari pusat model.

Dalam proses ini juga dilakukan perhitungan suggested movement untuk tiap titik dimana suatu nilai estimasi awal dari posisi untuk kumpulan titik-titik yang dicoba untuk dicocokkan (*fitting*) pada suatu objek citra dan disesuaikan untuk mencari kumpulan *adjustments* yang akan menggerakkan setiap-setiap point ke arah posisi yang lebih baik. Ketika titik model merepresentasikan batas dari objek seperti pada Gambar 6, titik-titik ini akan bergerak menuju batas dari objek pada citra. Pendekatan yang digunakan adalah suatu adjustment sepanjang batas model yang bergerak ke arah batas citra yang terkuat, dengan magnitude yang proporsional ke arah batas yang lebih kuat seperti pada Gambar 7 [8].



Gambar 6. Bagian dari objek citra dengan perkiraan model yang akan dicocokkan (*fitting*) (Cootes, 1994)



Gambar 7. Perkiraan pergerakan titik sepanjang batas normal ke arah batas image yang terkuat (Cootes, 1994)

Sedangkan untuk perhitungan perubahan pose dan shape parameters menggunakan posisi awal dari titik-titik dalam citra yang dinotasikan dengan [8]:

$$X = M [s, \theta][x] + Xc \quad (3)$$

Sehingga untuk menghitung *residual adjustment* dx dalam model koordinat lokal menggunakan persamaan [8]

$$dx = M \left((s(1 + ds)) - 1, -(\theta + d\theta) \right) [y] - x \quad (4)$$

dimana

$$y = M(s + \theta)[x] + dX - dXc \quad (5)$$

untuk pembaruan pose dan shape parameters dapat menggunakan persamaan [8]

$$Xc \rightarrow Xc + w, dXc \quad (6)$$

$$Yc \rightarrow Yc + w, dYc \quad (7)$$

$$\theta \rightarrow \theta + w\theta, d\theta \quad (8)$$

$$s \rightarrow s(1 + ws), ds \quad (9)$$

$$b \rightarrow b + wb, db \quad (10)$$

E. Operasi Morfologi

Operasi morfologi merupakan operasi yang dilakukan pada citra biner untuk mengubah bentuk objek yang terdapat dalam citra (Gonzalez, 2002). Dalam penelitian ini, operasi morfologi yang digunakan adalah proses *thinning*. *Thinning* merupakan proses yang mengubah bentuk asli citra menjadi citra yang

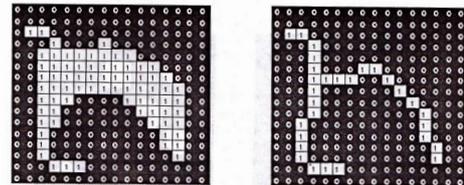
menampilkan batas-batas objek hanya setebal satu piksel. Tujuan dari operasi *thinning* adalah untuk menghilangkan piksel objek pada citra biner. *Thinning* biasanya digunakan pada proses skeletonisasi. Operasi ini dilakukan dengan memanfaatkan operator hit and miss dengan persamaan [5].

$$Thin(i, j) = I - HitMiss(i, j) \quad (11)$$

dengan operasi pengurangan diatas menyatakan pengurangan logis yang didefinisikan sebagai (Gonzalez, 2002)..

$$X - Y = X \cap NOT Y \quad (12)$$

Implementasi *thinning* ditunjukkan pada Gambar 8 (Gonzalez, 2002).

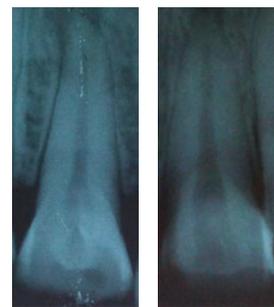


Gambar 8. Operasi *thinning* pada citra (Gonzales, 2002)

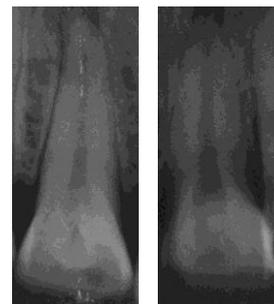
Dengan objek yang setebal satu piksel maka dapat dilakukan pengukuran panjang objek yang dapat disebut dengan tepi dengan menggunakan perimeter. Perimeter merupakan panjang tepi suatu objek. Besar perimeter adalah jumlah piksel yang terdapat pada batas objek tersebut [5].

III. HASIL

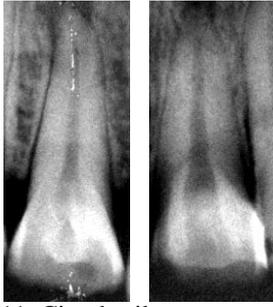
Data citra awal yang digunakan dalam penelitian ini seperti pada Gambar 9 diubah citra grayscale yang ditunjukkan pada Gambar 10 sebagai citra masukan dalam proses contrast stretching dimana citra hasil contrast stretching ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 9. Citra awal

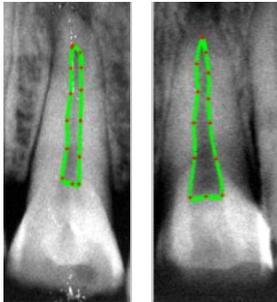


Gambar 10. Citra grayscale

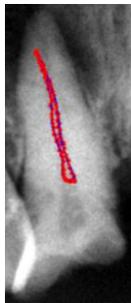


Gambar 11. Citra hasil contrast stretching

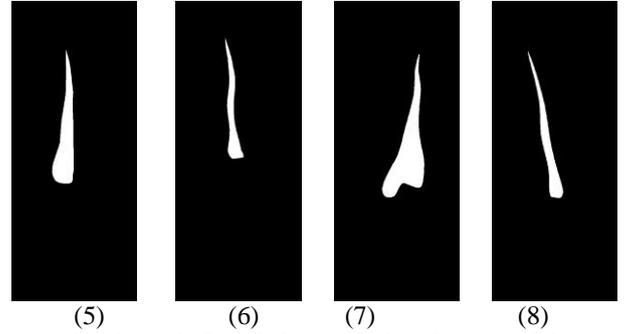
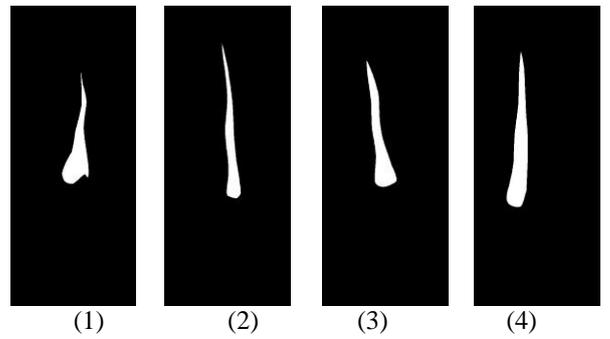
Data yang digunakan dalam active shape model harus memiliki ukuran dimensi citra yang sama yaitu 434 x 1051. Gambar 12 menunjukkan citra setelah tahap labelling training set yang melakukan label pada bagian saluran akar gigi pada citra. Jumlah landmark point yang digunakan sebanyak 14 titik. Jumlah tersebut telah dianggap telah mewakili bagian dari objek pada citra. Hasil labelling training set akan ditraining sehingga menghasilkan model bentuk yang fleksibel. Kurva yang dibentuk Active Shape Model diharapkan mampu mendekati kurva yang dianotasikan oleh dokter gigi yang bertujuan untuk mengetahui akurasi program. Gambar 13 menunjukkan citra hasil pencarian objek dan citra keluaran dari active shape model berupa citra biner ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 12. Tahap labelling training set dalam active shape model

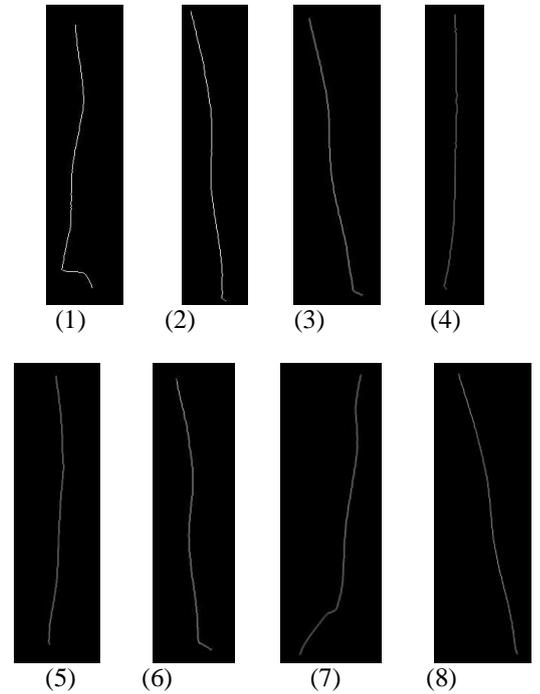


Gambar 13. Tahap pencarian objek dalam active shape model



Gambar 14. Citra keluaran active shape model

Citra keluaran active shape model berupa citra grayscale. Citra tersebut kemudian digunakan sebagai citra masukan thinning yang menghasilkan citra objek yang setebal satu piksel seperti pada Gambar 15.



Gambar 15. Citra hasil thinning

Setelah proses thinning, dilakukan pengukuran panjang objek dengan menggunakan perimeter. Hasil proses perimeter ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran panjang objek dengan perimeter

No.	Citra ke-	Panjang perimeter (mm)
1	1	14,29
2	2	18,75
3	3	15,49
4	4	18,67
5	5	15,63
6	6	15,29
7	7	18,29
8	8	18,51

Untuk mengetahui keakurasian metode yang digunakan, panjang objek menggunakan perimeter akan dibandingkan dengan panjang objek yang sebenarnya yang merupakan hasil pengukuran saluran akar gigi yang dilakukan oleh dokter gigi. Akurasi metode ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Akurasi program

No.	Citra ke-	Panjang perimeter (mm)	Panjang sebenarnya (mm)	Akurasi (%)
1	1	14,29	13,5	93,00
2	2	18,75	20,8	90,18
3	3	15,49	13,5	85,52
4	4	18,67	18,4	98,51
5	5	15,63	13,5	84,16
6	6	15,29	22,5	67,95
7	7	18,29	21	86,71
8	8	18,51	18,5	99,91

Pada Tabel 2 terlihat bahwa akurasi tertinggi terdapat pada citra ke 8 yaitu 99,91 % dan akurasi terendah pada citra ke 6 yaitu 67,95%. Citra ke 6 memiliki akurasi yang rendah disebabkan karena kualitas citra ke 6 berbeda dibandingkan dengan citra lain sehingga meski telah dipreprocessing, citra ke 6 masih memiliki noise yang cukup banyak. Dari akurasi keseluruhan data, dapat diketahui rata-rata akurasi yang dihasilkan yaitu 88,24%. Untuk meningkatkan akurasi program dapat dilakukan dengan menggunakan data yang lebih banyak sehingga shape model data memiliki variasi yang lebih banyak.

IV. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini dilakukan metode untuk mengukur panjang saluran akar gigi menggunakan active shape model dengan contrast stretching sebagai tahap preprocessing, thinning dan perimeter sebagai tahap postprocessing. Rata-rata akurasi yang dihasilkan adalah 88,24% dengan akurasi tertinggi pada citra ke 8 yaitu 99,91% dan akurasi terendah pada citra ke 6 yaitu 67,96%.

REFERENSI

- [1] Sloane, Ethel. 2003. *Anatomi dan Fisiologi untuk Pemula*, terjemahan. EGC. Jakarta
- [2] Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. 2013. *Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2013*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- [3] Dental, Dharmawangsa 8. 2008. *Endodontik (Perawatan Saluran Akar)*. <http://dw8dentalcare.net>
- [4] Harandi, Azam Amini, Pourghassem, Hossein. 2011. *A Semi Automatic Algorithm Based on Morphology Features for Measuring of Root Canal Length*. IEEE 3rd International Conference on Communication Software and Networks (ICCSN).
- [5] Gonzalez, Rafael C. 2002. *Digital Image Processing*. Second Edition. Prentice Hall. New Jersey.
- [6] Chen, Hong. 2007. *Automatic Forensic Identification Based on Dental Radiographs*. Disertasi. Department of Computer Science and Engineering. Michigan State University.
- [7] Muntasa, Arif dkk. 2009. *Pengembangan Active Shape Model untuk Ekstraksi Multipel Fitur Sketsa Wajah*. Seminar Nasional Electrical, Informatics and It'S Educations 2009.
- [8] Cootes, T F. Hill, A. Taylor, C J. Haslam, J. 1994. *Use of Active Shape Models for Locating Structures in Medical Images*. Butterworth-Heinemann Ltd Image and Vision Computing Volume 12 Number 6 July/ August 1994.
- [9] Cosio, F. Arambula. Flores, J.A. Marquez. Castaneda, M.A. Padilla. 2010. *Use of Simplex Search in Active Shape Models for Improved Boundary Segmentation*. Elsevier. Pattern Recognition Letters 31 (2010) page 806-817.
- [10] Wardhana, Gede Wirya. 2010. *Sistem Pengukuran Lebar Cortical Bone Berbasis Shape Active Model pada Citra Panorama Gigi*. Jurusan Teknik Informatika. Fakultas Teknologi Informasi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya.