

**SEGMENTASI TULANG SELANGKA PADA CITRA X-RAY THORAX DENGAN  
MENGUNAKAN METODE *ACTIVE CONTOUR***

**SKRIPSI**

Oleh:

**BARA PROKLAMASI**

**NIM. 07650005**



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)  
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG  
2013**

**SEGMENTASI TULANG SELANGKA DARI CITRA X-RAY THORAX  
DENGAN MENGGUNAKAN *ACTIVE CONTOUR***

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada:**

**Fakultas Sains dan Teknologi**

**Universitas Islam Negeri (UIN)**

**Maulana Malik Ibrahim Malang**

**Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

**Oleh:**

**Bara Proklamasi**

**NIM. 07650005**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM**

**MALANG**

**2012**

**SEGMENTASI TULANG SELANGKA PADA CITRA X-RAY THORAX  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *ACTIVE CONTOUR***

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**BARA PROKLAMASI  
NIM. 07650005**

**Telah Disetujui  
Malang,**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**M. Amin Hariyadi, M.T  
NIP. 196701182005011001**

**Totok Chamidy, M.Kom  
NIP. 196912222006041001**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika**

**Ririen Kusumawati, M.Kom  
NIP. 197203092005012002**

**SEGMENTASI TULANG SELANGKA PADA CITRA X-RAY THORAX  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *ACTIVE CONTOUR***

**SKRIPSI**

Oleh:

**BARA PROKLAMASI  
NIM. 07650005**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan  
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Tanggal, 10 Januari 2013

<b>Susunan Dewan Penguji:</b>	<b>Tanda Tangan</b>
1. Penguji Utama : <b><u>Dr. Cahyo Crysdian</u></b> NIP. 19740424 200901 1 008	( )
2. Ketua Penguji : <b><u>Ririen Kusumawati, M.Kom</u></b> NIP. 19720309 200501 2 002	( )
3. Sekretaris Penguji: <b><u>M. Amin Hariyadi, M.T</u></b> NIP. 19670118 200501 1 001	( )
4. Anggota Penguji : <b><u>Totok Chamidy, M.Kom</u></b> NIP. 196912222006041001	( )

Mengetahui dan Mengesahkan,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika

**Ririen Kusumawati, M.Kom**  
NIP. 197203092005012002

**SURAT PERNYATAAN**  
**ORISINALITAS PENELITIAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Bara Proklamasi

NIM : 07650005

Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika

Judul Penelitian : **Segmentasi Tulang Selangka Dari Citra *X-Ray Thorax* Dengan Menggunakan *Active Contour***

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 19 Nopember 2012

Yang Membuat Pernyataan

Bara Proklamasi  
NIM. 07650005

## MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Jadilah seperti karang di lautan yang kuat dihantam ombak  
Dan kerjakanlah hal yang bermanfaat untuk diri sendiri dan orang lain,  
karena hidup hanyalah sekali.  
Ingat hanya pada Allah apapun dan di manapun kita berada  
kepada Dia-lah tempat meminta dan memohon.

## LEMBAR PERSEMBAHAN

*Bismillahirrohmaanirrohiim...*

Segala puji dan syukur kupersembahkan bagi Sang penggenggam langit dan bumi, dengan *Rahman Rahim* yang menghampar melebihi luasnya angkasa raya. Dzat yang menganugerahkan kedamaian bagi jiwa-jiwa yang senantiasa merindu akan keMaha besaranNya. Lantunan sholawat beriring salam penggugah hati dan jiwa, menjadi persembahan penuh kerinduan pada Sang revolusioner Islam, pembangun peradaban manusia yang beradab *Habibana wanabiyana Muhammad SAW...*

Tetes peluh yang membasahi asa, ketakutan yang memberatkan langkah, tangis keputusan yang sulit dibendung, dan kekecewaan yang pernah menghiasi hari-hari kini menjadi tangisan penuh kesyukuran dan kebahagiaan yang tumpah dalam sujud panjang. *Alhamdulillah* Maha Besar Allah, sembah sujud sedalam *qalbu* hamba haturkan atas karunia dan rizki yang melimpah, kebutuhan yang tercukupi, dan kehidupan yang layak.

Pada akhirnya tugas akhir (skripsi) ini dapat diselesaikan dengan baik, bila meminjam pepatah lama “Tak ada gading yang tak retak” maka sangatlah pantas bila pepatah itu disandingkan dengan karya ini. Karya ini merupakan wujud dari kegigihan dalam *ikhtiar* untuk sebuah makna kesempurnaan dengan tanpa berharap melampaui kemaha sempurna Sang Maha Sempurna.

Dengan hanya mengharap ridho-Mu semata, ku persembahkan karya ini untuk yang terkasih Orangtuaku Bapak Buang Supeno, SH.MH , Ibu Nuri Purwanti (Alm), dan Ibu Dra. Gratina Kusumaningtyas serta Saudaraku Puteri Krisnasekar, Doni Mauludi S, dan Muhammad Caesar Wicaksono yang senantiasa mendukung dan mengiringi setiap derap langkahku dalam meniti kesuksesan. Disamping itu peran seseorang yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini. Untuk teman-teman TI angkatan 2007 semoga selalu diberi kelancaran dan kesuksesan dalam menghadapi tugas akhir ini.

“Ya Alloh, jadikanlah Iman, Ilmu dan Amal ku sebagai lentera jalan hidupku keluarga dan saudara seimanku”

*Jazakumullah khairan katsiran, Wa jazakumullah ahsanal jaza.*

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah rabbil 'alamin.* Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas segala rahmat dan limpahan hidayahNya. Skripsi yang berjudul “Segmentasi Tulang Selangka Dari Citra *X-Ray Thorax* Dengan Menggunakan *Active Contour*” ini dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun dan diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada program studi Teknik Informatika jenjang Strata-1 Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Dan semoga Allah melimpahkan rahmat atas Nabi Muhammad SAW yang senantiasa memberikan cahaya petunjuk kepada kita.

Selanjutnya penulis haturkan ucapan terima kasih seiring do'a dan harapan kepada:

1. Mokh. Amin Hariyadi, M.T dan Totok Chamidy, M.Kom selaku dosen pembimbing skripsi, yang telah banyak memberikan bimbingan serta motifasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Suhartono, M.Kom selaku dosen wali, yang telah menjadi wali dosen penulis selama di bangku kuliah.
3. Ririen Kusumawati, M.Kom selaku Ketua jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Prof. Drs. Sutiman Bambang Sumitro, SU., DSc. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo selaku Rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah banyak memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
6. Seluruh Dosen Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah mengajar penulis dan memberikan dukungan untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini.

7. Kedua orang tuaku Buang Supeno,SH,MH dan Dra,Gratina Kusumaningtyas yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan dorongan dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Teman-teman Teknik Informatika angkatan 2007, terima kasih atas segala bantuan, dukungan, motivasi, dan kebersamaannya selama ini. Semoga Allah SWT memberikan balasan yang setimpal atas jasa dan bantuan yang telah diberikan.
9. Dan seseorang yang telah memotivasi, memberikan dorongan dalam pengerjaan skripsi ini.
10. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua. Dengan tidak lupa kodratNya sebagai manusia, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, dan mengandung banyak kekurangan, sehingga dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun.

Malang,19 Nopember 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Pengajuan.....	i
Halaman Persetujuan.....	ii
Halaman Pengesahan.....	iii
Halaman Pernyataan.....	iv
Motto.....	v
Lembar Persembahan.....	vi
Kata Pengantar.....	viii
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran.....	xvii
Abstrak.....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Metodologi Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penyusunan.....	8
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>10</b>
2.1 Teori Dasar Pengolahan Citra Digital.....	10

2.1.1 Digitalisasi Citra.....	15
2.1.2 Citra Medis.....	18
2.2 Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE).....	19
2.3 High-Boost Filter.....	19
2.4 Peregangan Kontras ( <i>Contrast Stretching</i> ).....	21
2.5 Segmentasi Citra.....	22
2.6 Active Contour.....	24
2.6.1 Definisi Kontur Aktif.....	24
2.6.2 Penelitian Terkait.....	29
2.7 <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC).....	30
2.8 Tulang Selangka (clavicle/ klavikula).....	32
2.9 Citra x-ray Rongga Dada (X-ray thorax).....	35
<b>BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....</b>	<b>40</b>
3.1 Analisis Masalah.....	40
3.2 Perancangan Sistem.....	41
3.2.1 Objek Citra Yang Diteliti.....	42
3.2.2 Preprocessing (Tahapan Awal).....	42
3.2.3 Analisis dan Klasifikasi hasil segmentasi.....	48
3.2.4 Validasi ROC.....	50
3.3 Perancangan Antarmuka.....	51
3.3.1 Antarmuka Menu Utama.....	51
3.3.2 Antarmuka Proses Segmentasi.....	53
3.3.3 Antarmuka Proses ROC/Validasi.....	54
3.3.4 Antarmuka Menu Bantuan.....	56

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	57
4.1 Implementasi.....	57
4.1.1 Implementasi Antar Muka.....	58
4.1.1.1 Implementasi Antar Muka Menu Utama .....	58
4.1.1.2 Implementasi Antar Muka Menu Segmentasi.....	62
4.1.1.3 Implementasi Antar Muka Menu Validasi.....	65
4.1.2 Implementasi Sistem .....	66
4.1.2.1 Implementasi <i>Preprocessing</i> .....	66
4.1.2.2 Implementasi Segmentasi .....	68
4.1.2.3 Implementasi Validasi .....	71
4.2 Hasil Ujicoba Metode Active Contour dengan Objek Tunggal.....	72
4.3 Hasil Ujicoba Segmentasi Tulang Selangka dengan menggunakan metode active contour .....	74
4.4 Hasil Perhitungan Citra Hasil Segmentasi Aplikasi dengan Citra Hasil Segmentasi Manual Menggunakan ROC .....	75
4.5 Integrasi Tulang Selangka Dengan Al-Qur'an.....	78
 <b>BAB V PENUTUP</b> .....	 81
5.1 Kesimpulan .....	81
5.2 Saran .....	82
 <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	 83
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kuantisasi Citra Dengan Skala Keabuan Yang Berbeda.....	17
Tabel 2.2 Penelitian Terkait .....	29
Tabel 4.1 Hasil Segmentasi Menggunakan metode Active Contour terhadap Objek Tunggal .....	73
Tabel 4.2 Hasil Ujicoba Segmentasi Tulang Selangka Bagian Kiri Menggunakan <i>Active Contour</i> .....	75
Tabel 4.3 Hasil Ujicoba Segmentasi Tulang Selangka Bagian Kanan Menggunakan Active Contour .....	75
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Perbandingan Segmentasi Tulang Selangka Bagian Kanan .....	76
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Perbandingan Segmentasi Tulang Selangka Bagian Kiri .....	77
Tabel 4.6 Hasil Rata-rata Perhitungan citra hasil segmentasi metode active contour menggunakan ROC.....	78

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Citra Biner.....	12
Gambar 2.2 Citra Grayscale .....	13
Gambar 2.3 Citra Berwarna.....	14
Gambar 2.4 Matrik digital NxM.....	15
Gambar 2.5 Contoh matriks digital.....	15
Gambar 2.6 Proses digitalisasi citra analog ke digital .....	16
Gambar 2.7 High-Boost Filter.....	21
Gambar 2.8 Perbedaan antara hasil segmentasi manual dengan hasil segmentasi.....	30
Gambar 2.9 Formulasi matriks dari TP, FP, TN, FN.....	31
Gambar 2.10 Tulang Selangka .....	35
Gambar 2.11 Citra <i>X-ray Thorax</i> .....	39
Gambar 3.1 Diagram Alir Sistem Secara Umum .....	41
Gambar 3.2 Salah satu contoh dari citra <i>x-ray thorax</i> .....	42
Gambar 3.3 Proses <i>Preprocessing</i> .....	43
Gambar 3.4 Proses <i>Grayscaleing</i> .....	44
Gambar 3.5 Proses High Boost Filter .....	45
Gambar 3.6 Proses CLAHE .....	46
Gambar 3.7 Proses Peregangan kontras.....	47
Gambar 3.8 Diagram alir proses segmentasi menggunakan metode active contour.....	49
Gambar 3.9 Diagram Alir Proses pengukuran hasil segmentasi .....	51
Gambar 3.10 Antarmuka Menu Utama.....	52
Gambar 3.11 Antarmuka proses segmentasi .....	53

Gambar 3.12 Rancang Antarmuka Validasi/ROC.....	54
Gambar 3.13 Antarmuka menu bantuan .....	56
Gambar 4.1 Menu Utama Segmentasi Tulang Selangka Dari citra x-ray thorax menggunakan <i>active contour</i> .....	59
Gambar 4.2 <i>Source Code</i> Menu Utama .....	60
Gambar 4.3 Tampilan Menu Bantuan.....	61
Gambar 4.4 <i>Source Code</i> Menu Bantuan.....	61
Gambar 4.5 Tampilan Menu Keluar .....	61
Gambar 4.6 <i>Source Code</i> Menu Keluar .....	62
Gambar 4.7 Tampilan Antar Muka Proses Segmentasi .....	62
Gambar 4.8 <i>Source Code</i> Menu Segmentasi bagian <i>Browse</i> .....	63
Gambar 4.9 <i>Source Code</i> Menu Segmentasi bagian <i>Preprocessing</i> .....	63
Gambar 4.10 <i>Source Code</i> Menu Segmentasi bagian <i>Run</i> .....	64
Gambar 4.11 <i>Source Code</i> Menu Segmnetasi bagian Kembali .....	64
Gambar 4.12 <i>Source Code</i> Menu Segmnetasi bagian <i>Save</i> .....	64
Gambar 4.13 <i>Source Code</i> Menu Segmnetasi bagian ROC.....	64
Gambar 4.14 Tampilan Antar Muka Proses Validasi .....	65
Gambar 4.15 <i>Source Code</i> Proses Validasi.....	65
Gambar 4.16 <i>Source code</i> untuk konversi citra ke bentuk <i>grayscale</i> .....	67
Gambar 4.17 <i>Source code High Boost Filter</i> .....	67
Gambar 4.18 <i>Source code CLAHE</i> .....	68
Gambar 4.19 <i>Source code</i> peregangan kontras .....	68
Gambar 4.20 <i>Source code</i> inialisasi .....	69
Gambar 4.21 <i>Source code</i> plot untuk citra.....	69
Gambar 4.22 <i>Source code</i> untuk iterasi .....	70

Gambar 4.23 *Source code* untuk eline dan eedge.....70  
Gambar 4.24 *Source code* untuk energi eterm dan eext .....70  
Gambar 4.25 *Source code* program untuk validasi.....71



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil perbandingan citra tulang selangka bagian kanan hasil segmentasi manual dengan citra tulang selangka bagian kanan hasil segmentasi program.

Lampiran 2. Hasil perbandingan citra tulang selangka bagian kiri hasil segmentasi manual dengan citra tulang selangka bagian kiri hasil segmentasi program.

Lampiran 3. Hasil segmentasi tulang selangka bagian kanan dengan metode *active contour*.

Lampiran 4. Hasil segmentasi tulang selangka bagian kiri dengan metode *active contour*.

## ABSTRAK

Proklamasi, Bara. 2012. *Segmentasi Tulang Selangka Dari Citra X-Ray Thorax Dengan Menggunakan Active Contour*. Pembimbing : (1) M. Amin Hariyadi, M.T, (2) Totok Chamidy M.Kom

**Kata Kunci :** Segmentasi, Tulang Selangka, Citra *X-Ray Thorax*, *Active Contour*

Pada saat ini makin banyak dikembangkan penelitian terhadap obyek citra medis yang berupa citra x-ray thorax, khususnya pada bagian tulang selangka. Karena informasi yang terkandung dalam citra medis tersebut digunakan untuk menganalisa, dan mengetahui bentuk dari tulang selangka. Dan untuk mengetahui bentuk tulang selangka maka diperlukan proses normalisasi dan perbaikan citra dan dilanjutkan dengan proses segmentasi dengan menggunakan metode *active contour*. Metode *active contour* baik digunakan untuk segmentasi citra medis dikarenakan tahan terhadap *noise* yang ada disekitar obyek, sehingga bentuk obyek yang diamati pada citra medis tertentu akan ditemukan.

Dari hasil penelitian yang dilakukan terhadap segmentasi tulang selangka dengan menggunakan metode *active contour* dan membandingkan dengan segmentasi manual didapatkan hasil dengan prosentase akurasi 98.85%, sensitifitas 41.21% dan spesifisitas 99.94% tulang selangka bagian kanan serta prosentase akurasi 98.79%, sensitifitas 39.67% dan spesifisitas 99.90% tulang selangka bagian kiri.

## ABSTRACT

Proklamasi, Bara. 2012. *Collarbone Segmentation From X-ray Thorax Using Active Contour*. Advisors : (1) M. Amin Hariyadi, M.T, (2) Totok Chamidy M.Kom

**Keywords** : Segmentation, Collarbone, *X-Ray Thorax*, *Active Contour*

At this time the more developed research on medical image object in the form of x-ray image of the thorax, especially in the collarbone. Because the information contained in medical images are used to analyze and determine the shape of the clavicle. And to know the shape of the collar bone will require a process of normalization and image improvement and continued with the process of segmentation using active contour method. Active contour method used for medical image segmentation because of resistance to noise that is around the object, so that the shape of the object observed in a particular medical imagery to be found.

From the results of research conducted on the collar bone segmentation using active contour method and compared with manual segmentation results obtained with an accuracy percentage of 98.85%, sensitivity of 41.21% and a specificity of 99.94% to the right collarbone and the percentage accuracy of 98.79%, sensitivity 39.67% and specificity 99.90 % the left collarbone.

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, maka penafsiran ayat-ayat al-Qur'an yang berkaitan dengan masalah fenomena alam semesta pun semakin berkembang (Hairur Rahman, 2007:1). Sehingga berkembang ke dalam segala macam ilmu pengetahuan khususnya dalam hal pengolahan citra. Dan pentingnya pengembangan dan perbardayaan potensi-potensi dalam ilmu pengetahuan telah dijelaskan dalam Q.S. An-Nahl: 78;

وَاللَّهُ أَخْرَجَكُم مِّن بُطُونِ أُمَّهَاتِكُمْ لَا تَعْلَمُونَ شَيْئًا وَجَعَلَ لَكُمُ السَّمْعَ  
وَالْأَبْصَرَ وَالْأَفْئِدَةَ لَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ ﴿٧٨﴾

Artinya :

*Dan Allah mengeluarkan kamu dari perut ibumu dalam keadaan tidak mengetahui sesuatupun, dan Dia memberi kamu pendengaran, penglihatan dan hati, agar kamu bersyukur. (Q.S. An-Nahl: 78)*

Di dalam ayat tersebut dijelaskan bahwa pada mulanya manusia tidak memiliki pengetahuan atau tidak mengetahui sesuatu pun yang ada di sekelilingnya. Namun demikian, Allah menjadikan baginya pendengaran, penglihatan-penglihatan dan aneka hati sebagai bekal dan alat-alat potensial untuk meraih pengetahuan agar ia bersyukur, yakni dengan menggunakan dan memberdayakan alat-alat tersebut sesuai dengan tujuan Allah menganugerahkannya kepada manusia.

Minat terhadap bidang pengolahan citra secara digital dimulai pada awal tahun 1921, yaitu pertama kalinya foto berhasil ditransmisikan secara digital melalui kabel laut dari kota New York ke kota London (*Bartlane Cable Picture Transmission System*) (Marvin Ch dkk, 2007). Sekitar tahun 1960 baru tercatat suatu perkembangan pesat seiring dengan munculnya teknologi komputer yang sanggup memenuhi suatu kecepatan proses dan kapasitas memori yang dibutuhkan oleh berbagai algoritma pengolahan citra. Pengolahan citra sudah digunakan dalam berbagai disiplin ilmu seperti dalam bidang kedokteran, bidang industri, bidang perdagangan, dan bidang militer.

Kajian pengelolaan citra yang dipergunakan di bidang kedokteran utamanya bentuk tulang selangka manusia, yang dihasilkan oleh *scanner*, yang menggunakan sinar-x atau *x-ray*.

Tulang selangka atau *clavicula* adalah tulang yang membentuk bahu dan menghubungkan lengan atas pada batang tubuh. Tulang selangka terletak di atas tulang rusuk pertama.

Dalam penelitian ini yang digunakan sebagai objek adalah tulang selangka, yang menggunakan citra medis berupa gambar file dari citra *x-ray*.

Penelitian yang telah banyak dilakukan yaitu segmentasi citra digital untuk mengetahui bentuk suatu obyek pada sebuah citra medis. Uji coba dalam penelitian ini dilakukan pada citra medis tulang selangka, yang merupakan hasil dari citra *x-ray thorax* dan teknik pengolahan citra digital pada penelitian ini menggunakan segmentasi citra dengan metode *active contour*. Metode *active contour* baik digunakan untuk segmentasi citra medis dikarenakan tahan terhadap

*noise* yang ada disekitar obyek, sehingga bentuk obyek yang diamati pada citra medis tertentu akan ditemukan.

Terkadang hasil *x-ray* perlu dicek sekali lagi untuk mendapatkan hasil yang benar-benar akurat. Karena untuk mendeteksi objek atau organ tubuh harus benar dan teliti, karena jika ada kesalahan saat membaca hasil rontgen maka akan mengakibatkan kesalahpahaman dan berakibat fatal.

Penelitian sebelumnya mengenai pengolahan citra medis diantaranya ditulis oleh Nurpadmi, I Ketut Eddy Purnama yang berjudul Segmentasi Tulang Pada Citra CT Menggunakan *Active Contour* berbasis *level set*, membahas perbandingan citra *gray level* dengan segmentasi manual. Dan beberapa jurnal diantaranya ditulis oleh Michael Kass, Andrew Witkin dan Demetri Terzopoulos berjudul "*Snake: Active Contour Models*", (Michael Kass. dll, 1988), menjabarkan tentang metode *active contour snake*. Serta salah satu jurnal berjudul "*Active Contour Snake without edge*" yang ditulis oleh Tony E. Chan dan Luminita A. Vese, (Chanvese, 2001), mengenai pengembangan persamaan *active contour* tanpa menggunakan *edge* pada proses segmentasi citra.

Berdasarkan penelitian dan jurnal-jurnal tersebut dapat diimplemmentasikan metode *active contour* pada citra *x-ray thorax* khususnya pada bagian tulang selangka dan beberapa penjelasan dari latar belakang diatas dengan mengambil judul skripsi ini "***Segmentasi Tulang Selangka Dari Citra X-Ray Thorax Dengan Menggunakan Active Contour***".

## 1.2 Rumusan Masalah

Bedasarkan penelitian dilapangan, dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah mengimplementasikan *active contour* dalam segmentasi tulang selangka?
2. Bagaimanakah hasil segmentasi tulang selangka dengan menggunakan *active contour*?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Penelitian ini hanya ditujukan untuk mendapatkan hasil segmentasi tulang selangka dengan menggunakan metode *active contour*.
2. Objek yang diteliti berupa gambar tulang selangka merupakan file citra *x-ray thorax*.
3. Objek yang digunakan file tulang selangka dari citra *x-ray thorax* dengan ukuran file 256 x 256 piksel.

## 1.4 Tujuan Dan Manfaat Penelitian

### 1.4.1 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini antara lain :

1. Untuk mengimplementasikan metode *active contour* dalam segmentasi tulang selangka.
2. Untuk mengetahui hasil tulang selangka yang telah disegmentasi menggunakan *active contour*.

### 1.4.2 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain :

1. Akademis

Secara akademik penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan studi Teknik Informatika khususnya masalah segmentasi tulang selangka menggunakan citra x-ray dengan active contour.

2. Praktis

Memberikan kontribusi dan masukan bagi dunia kesehatan dan teknologi informatika sehingga diharapkan sebagai rujukan baru .

3. Penulis

Untuk melatih pemahaman peneliti terhadap pengetahuan yang telah diperoleh di perkuliahan dan juga sebagai upaya pemenuhan tugas dan kewajiban dalam rangka kegiatan menyelesaikan studi pada program teknik informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

### 1.5 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari langkah-langkah berikut:

1. Fase Analisis

Fase ini menganalisis setiap permasalahan yang akan dihadapi dalam pembangunan sistem ini, yang meliputi:

a. Identifikasi Masalah

Mengenali setiap kelebihan dan kekurangan yang ada pada sistem.

b. Analisis Masalah

Setiap masalah yang telah dikenali kemudian dianalisis untuk menentukan setiap detail sistem yang akan dibangun.

c. Analisis Kebutuhan

Setiap kebutuhan yang diperlukan oleh sistem ini dianalisis dalam tahap ini, agar nantinya sistem mampu berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

d. Analisis Literatur

Studi ini dilakukan dengan cara mencari referensi yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Topik-topik yang akan dikaji antara lain meliputi:

Segmentasi, Tulang selangka, Citra *X-Ray thorax*, dan *Active Contour*.

2. Fase Desain

Fase ini membahas setiap desain yang ada pada sistem, yaitu:

a. Arsitektur Sistem

Konsep arsitektur sistem yang berjalan dijabarkan disini.

b. Desain Output

Output yang dihasilkan oleh sistem berupa gambar atau citra yang telah di segmentasi dengan menggunakan *active contour*.

c. Desain Input

Inputan berupa gambar yang belum di segmentasi dan dimasukan oleh user.

d. Desain Proses

Alur kinerja sistem selama proses dijabarkan sekilas pada tahap ini yang kemudian dijabarkan lebih lanjut pada sub bab proses *active contour*.

e. Desain *Interface*

Rencana tampilan sistem digambarkan disini.

3. Fase Implementasi

Fase ini membahas implementasi dari sistem yang telah dirancang dan didesain sebelumnya.

a. Penyiapan Gambar Citra X-ray *thorax*

Menyiapkan gambar citra x-ray *thorax* yang akan digunakan untuk pembelajaran dari sistem. Data berupa gambar hasil penyinaran sinar x khususnya pada bagian *thorax*-nya.

b. Perancangan dan Pembuatan program

Merancang sistem dengan *active contour*, kemudian membuat program aplikasinya.

c. Pelatihan Sistem

Melakukan pelatihan pada sistem dengan gambar citra x-ray *thorax* yang telah disiapkan sebelumnya.

d. Fase Uji coba

Sistem ini akan diuji coba menggunakan gambar citra x-ray thorax yang diambil dari hasil rontgen atau penyinaran sinar-x.

e. Pembuatan Laporan

Membuat laporan tertulis mengenai Tugas Akhir ini.

## 1.6 Sistematika Penyusunan

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini mengantarkan pembaca untuk dapat menjawab pertanyaan apa yang diteliti, untuk apa dan mengapa penelitian ini dilakukan yang termuat dalam Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan dan Manfaat Penelitian, Metodologi Penelitian dan Sistematika Penyusunan.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab ini dijelaskan dasar-dasar teori yang menjadi acuan dalam penelitian ini yang berjudul Segmentasi Tulang Selangka Dari Citra *X-ray Thorax* Dengan Menggunakan *Active Contour*.

### **BAB III : ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM**

Pada bab ini dijelaskan bagaimana analisis dan perancangan sistem Segmentasi Tulang Selangka Dari Citra *X-ray Thorax* Dengan Menggunakan *Active Contour*.

#### **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Implementasi dan pengujian aplikasi Segmentasi Tulang Selangka Dari Citra *X-ray Thorax* Dengan Menggunakan *Active Contour* secara keseluruhan, apakah aplikasi ini dapat menyelesaikan masalah sesuai dengan yang diharapkan.

#### **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Kesimpulan dari awal mula penelitian hingga diperoleh hasil beserta saran dari evaluasi yang telah dilakukan dalam bab ini.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Seluruh bahan rujukan atau referensi dalam penulisan skripsi ini, dicantumkan dalam bab ini.

#### **LAMPIRAN**

Data atau keterangan lain yang berfungsi untuk melengkapi uraian yang telah disajikan dalam bagian utama ditempatkan di bagian ini.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Teori Dasar Pengolahan Citra Digital

Secara harfiah, citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Secara garis besar, citra dibagi ke dalam dua macam:

1. Citra Kontinu

Citra kontinu dihasilkan dari sistem optik yang menerima sinyal analog.

Contohnya: mata manusia dengan kamera analog.

2. Citra Diskrit/ Citra Digital

Citra diskrit dihasilkan melalui proses digitalisasi terhadap citra kontinu.

Contohnya kamera digital dan *scanner*.

Mauridhi dan Arif (2010: 2) menyebutkan bahwa “Citra *digital* dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi dua dimensi  $f(x, y)$ , dengan  $x$  maupun  $y$  adalah posisi koordinat sedangkan  $f$  merupakan amplitudo pada posisi  $(x, y)$  yang sering dikenal sebagai intensitas atau *grayscale* dari sebuah gambar pada titik tertentu”. Jika  $x$ ,  $y$ , dan nilai amplitudo dari  $f$  adalah terbatas dan dapat ditentukan nilainya maka gambar tersebut adalah gambar *digital*. Nilai dari intensitas bentuknya adalah diskrit mulai dari 0 sampai 255. Salah satu kelebihan dari citra *digital* adalah mudah dilakukan pengolahan/ manipulasi, untuk melakukan pengolahan/ manipulasi tersebut diperlukan proses untuk mengolah gambar *input* atau yang

dikenal dengan *image processing* (Gonzales, 2002). Mendefinisikan *image processing* adalah suatu metode yang digunakan untuk memproses atau memanipulasi gambar dalam bentuk 2 dimensi. *Image processing* dapat juga dikatakan segala operasi untuk memperbaiki, menganalisa, atau mengubah suatu gambar. Konsep dasar pemrosesan citra digital menggunakan *image processing* diambil dari kemampuan indra penglihatan manusia yang selanjutnya dihubungkan dengan kemampuan otak manusia untuk melakukan proses atau pengolahan terhadap citra digital tersebut.

*Image processing* telah diaplikasikan dalam berbagai bentuk, dengan tingkat kesuksesan cukup besar. Seperti berbagai cabang ilmu medis pada khususnya, *image processing* menyangkut pula berbagai gabungan cabang-cabang ilmu, diantaranya adalah optik, elektronik, matematika, fotografi, dan teknologi komputer. Pada umumnya, objektifitas dari *image processing* adalah mentransformasikan atau menganalisis suatu gambar sehingga informasi baru tentang citra dibuat lebih jelas.

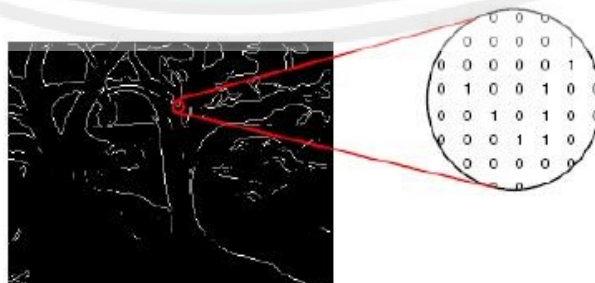
Ada empat klasifikasi dasar dalam *image processing* yaitu *point*, *area*, *geometric* dan *frame*.

- a. *Point* memproses nilai *pixel* suatu citra berdasarkan nilai atau posisi dari *pixel* tersebut. Contoh dari proses *point* adalah *adding*, *substracting*, *contrast stretching* dan lainnya.
- b. *Area* memproses nilai *pixel* suatu gambar berdasarkan nilai *pixel* tersebut beserta nilai *pixel* sekelilingnya. Contoh dari proses area adalah *convolution*, *blurring*, *sharpening*, dan *filtering*.

- c. *Geometric* digunakan untuk mengubah posisi dari *pixel*. Contoh dari proses *geometric* adalah *scalling*, *rotation*, dan *mirroring*.
- d. *Frame* memproses nilai *pixel* suatu gambar berdasarkan operasi dari 2 buah citra atau lebih. Contoh dari proses *frame* adalah *addition*, *subtraction*, dan *and/or*.

Berdasarkan warna-warna penyusunnya, citra digital dapat dibagi menjadi tiga macam, yaitu (Wildan, 2010):

1. Citra biner: citra *digital* yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai *pixel* yaitu hitam dan putih. Citra biner juga disebut sebagai citra B&W (*black and white*) atau citra monokrom. Hanya dibutuhkan 1 bit untuk mewakili nilai setiap *pixel* dari citra biner (Darma, 2010: 40). Dan proses perubahan menjadi citra biner disebut binerisasi citra. Karena dirubah menjadi dua macam intensitas saja, yaitu 0 atau 255, atau sering digunakan istilah 0 dan 1. Untuk melakukan proses ini digunakan *threshold*, nilai *threshold* dapat diatur sesuai dengan kebutuhan dan semua piksel yang nilainya diatas atau sama dengan 255, sedangkan piksel yang nilai intensitasnya lebih kecil dari citra asal nilainya menjadi 0 (Mauridhi, 2010: 74).



Gambar 2.1 Citra biner

(Sumber: pengolahan citra digital menggunakan matlab)

2. Citra *grayscale*: Citra *grayscale* merupakan citra digital yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap pixelnya, dengan kata lain nilai bagian RED = GREEN = BLUE. Nilai tersebut digunakan untuk menunjukkan tingkat intensitas. Warna yang dimiliki adalah warna dari hitam, keabuan, dan putih. Tingkatan keabuan di sini merupakan warna abu dengan berbagai tingkatan dari hitam hingga mendekati putih (Darma, 2010: 40-41). Citra *grayscale* memiliki kedalaman warna 8 bit (256 kombinasi warna keabuan), (I Ketut, 2010: 68). Sedangkan *Gray-level* adalah tingkat warna abu-abu dari sebuah *pixel*, dapat juga dikatakan tingkat cahaya dari sebuah *pixel*. Maksudnya nilai yang terkandung dalam pixel menunjukkan tingkat terangnya *pixel* tersebut dari hitam ke putih. Biasanya ditetapkan nilainya antara 0 hingga 255 (untuk 256-graylevel), dengan 0 adalah hitam dan 255 adalah putih. Karena hanya terbatas 1 byte saja maka untuk mempresentasikan nilai *pixel* cukup 8 bit saja.



Gambar 2.2 Citra Grayscale

(Sumber: Pengolahan Citra Digital menggunakan Matlab)

3. Citra berwarna: citra *digital* yang nilai *pixel*-nya merepresentasikan warna tertentu. Banyaknya warna yang mungkin digunakan bergantung kepada kedalaman pixel citra yang bersangkutan. Citra berwarna direpresentasikan dalam beberapa kanal yang menyatakan komponen-komponen penyusunnya.

Intensitas suatu titik pada citra berwarna merupakan kombinasi dari tiga intensitas: merah (red/ R), hijau (green/ G), dan biru (blue/ B). Visual citra berwarna umumnya lebih kaya dibandingkan dengan citra *grayscale* dan citra biner. Citra warna terbagi menjadi dua bagian yaitu (Darma, 2010: 42-44),

- a. Citra warna 16 bit biasanya disebut sebagai citra *highcolor* dengan setiap *pixel*-nya diwakili dengan 2 *byte memory* (16 bit). Warna 16 bit memiliki 65.536 warna. Dalam formasi bitnya, nilai merah dan biru mengambil tempat di 5 bit di kanan dan kiri. Komponen hijau memiliki 5 bit ditambah 1 bit ekstra. Pemilihan komponen hijau dengan deret 6 bit dikarenakan penglihatan manusia lebih sensitif terhadap warna hijau.
- b. Citra warna 24 bit diwakili dengan 24 bit sehingga total 16.777.216 variasi warna. Variasi ini sudah lebih dari cukup untuk memvisualisasikan seluruh warna yang dapat dilihat penglihatan manusia. Setiap poin informasi *pixel* (RGB) disimpan ke dalam 1 *byte data*. 8 bit pertama menyimpan nilai biru, diikuti dengan nilai hijau pada 8 bit kedua dan pada 8 bit terakhir merupakan warna merah.



Gambar 2.3 Citra berwarna

(Sumber: Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur)

### 2.1.1 Digitalisasi Citra

Suatu citra harus direpresentasikan secara numerik dengan nilai-nilai diskrit dengan tujuan agar dapat diolah dengan Komputer digital. Representasi citra dari fungsi kontinu menjadi nilai-nilai diskrit disebut digitalisasi. Citra yang dihasilkan inilah yang disebut citra digital. Pada umumnya citra digital berbentuk empat persegi panjang, dan dimensi ukurannya dinyatakan sebagai tinggi x lebar atau (lebar x panjang). Masing-masing elemen pada citra digital (elemen matrik) disebut *image element*, *picture element* atau pixel (piksel). Citra digital berukuran  $N \times M$  yang dinyatakan dengan matriks yang berukuran  $N$  baris dan  $M$  kolom. Jadi, citra yang berukuran  $N \times M$  mempunyai  $NM$  buah piksel.

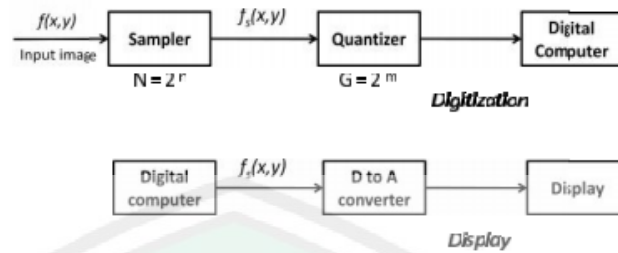
$$I = f(i, j) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,N-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix}$$

Gambar 2.4 Matrik digital  $N \times M$

Indeks baris ( $i$ ) dan indeks kolom ( $j$ ) menyatakan suatu koordinat titik pada citra, sedangkan  $f(i, j)$  merupakan intensitas (derajat keabuan) pada titik ( $i, j$ ). Sebagai contoh, misalkan sebuah citra berukuran  $256 \times 256$  piksel dan direpresentasikan secara numerik dengan matriks terdiri dari 256 baris (indeks dari 0 sampai 255) dan 256 buah kolom (indeks dari 0 sampai 255) seperti Gambar 2.5.

$$\begin{bmatrix} 0 & 125 & 135 & \dots & 232 \\ 0 & 130 & 231 & \dots & 189 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 122 & 210 & 213 & \dots & 154 \end{bmatrix}$$

Gambar 2.5 Contoh matriks digital



Gambar 2.6 Proses digitalisasi citra analog ke digital

Proses digitalisasi citra sama dengan proses konversi sinyal analog ke digital, dijelaskan pada Gambar 2.6, dapat dijabarkan menjadi dua proses yaitu:

1. Digitalisasi spasial  $(x, y)$  sering disebut sebagai *sampling*.

*Sampling* menyatakan besaran kotak-kotak yang disusun dalam baris dan kolom. Dengan kata lain *sampling* pada citra menyatakan besar kecilnya ukuran piksel pada citra. Untuk memudahkan implementasi, jumlah *sampling* biasanya diasumsikan perpangkatan dari dua:

$$N=2^n$$

Dimana,

$N$ = jumlah *sampling* pada suatu baris/kolom

$n$ = bilangan bulat positif

Pembagian gambar menjadi ukuran tertentu menentukan resolusi spasial yang diperoleh. Semakin tinggi resolusinya, berarti semakin kecil ukuran piksel (atau semakin banyak jumlah pikselnya), semakin halus gambar yang diperoleh karena informasi yang hilang akibat pengelompokan derajat keabuan pada pen-*sampling*-an semakin kecil.

2. Digitalisasi intensitas  $f(x, y)$ , sering disebut sebagai kuantisasi.

Setelah proses *sampling* pada citra maka proses selanjutnya adalah kuantisasi. Kuantisasi menyakatan besarnya nilai tingkat kecerahan yang dinyatakan dalam nilai tingkat keabuan (*grayscale*) sesuai dengan jumlah bit bineryang digunakan, dengan kata lain kuantisasi pada citra menyatakan jumlah warna yang ada pada citra. Proses kuantisasi membagi skala keabuan (0, L) menjadi G buah level yang dinyatakan dengan suatu harga bilangan bulat (integer), biasanya G diambil perpangkatan dari 2.

$$G = 2^m$$

Dimana,

G = derajat keabuan

m = bilangan bulat positif

Tabel 2.1 berikut ini adalah tabel kuantisasi citra dengan skala keabuan yang berbeda-beda.

Tabel 2.1 Kuantisasi citra dengan skala keabuan yang berbeda

Skala Keabuan	Rentang Nilai Keabuan	Piksel Depth
$2^1$ (2 nilai)	0, 1	1 bit
$2^2$ (4 nilai)	0 sampai 7	2 bit
$2^3$ (16 bit)	0 sampai 15	3 bit
$2^8$ (256 bit)	0 sampai 255	8 bit

Jumlah bit yang dibutuhkan untuk mempresentasikan nilai keabuan piksel disebut kedalaman piksel (pixel depth). Citra sering diasosiasikan dengan

kedalaman pikselnya. Jadi, citra dengan kedalaman 8 bit disebut juga citra 8-bit (atau citra 256,  $G = 256 = 2^8$ ). Semakin banyak jumlah derajat keabuan (berarti jumlah bit kuantisasinya makin banyak), semakin bagus gambar yang diperoleh. Dan format citra yang banyak dipakai adalah citra biner, skala keabuan, warna dan warna berindeks (Balza, 2005:8).

Derajat keabuan (*grey level*) merupakan intensitas  $f$  citra hitam-putih pada titik  $(x, y)$ . Derajat keabuan bergerak dari hitam ke putih. Dimana skala keabuan memiliki rentang yang ditunjukkan  $[0, L]$  antara  $I_{\min} < f < I_{\max}$  dimana intensitas 0 menyatakan hitam dan  $L$  menyatakan putih. Contoh: citra hitam-putih dengan 256 level, artinya mempunyai skala abu-abu dari 0 sampai 255 atau  $[0, 255]$ , dalam hal ini nilai 0 menyatakan hitam dan 255 menyatakan putih, nilai antara 0 sampai 255 menyatakan warna keabuan yang terletak antara hitam dan putih.

Citra berwarna dikatakan sebagai citra *spectral*. Hal ini karena warna pada citra disusun oleh tiga komponen warna RGB (Red-Green-Blue). Intensitas suatu titik pada citra berwarna merupakan kombinasi dari intensitas : merah ( $f_{\text{merah}}(x,y)$ ), hijau ( $f_{\text{hijau}}(x,y)$ ) dan biru ( $f_{\text{biru}}(x,y)$ ).

### 2.1.2 Citra Medis

Khusus pada pengolahan citra pada bidang kedokteran, dikenal dengan istilah *biomedic image processing*. Citra medis adalah citra yang diciptakan dalam untuk mendiagnosis atau mendeteksi suatu penyakit dan untuk ilmu pengetahuan media (mencakup studi anatomi dan fungsinya). Dalam model matematis, citra medis menjadi dasar dari komputasi biomedis. Berdasarkan pada model-model data yang diambil dari gambar terus menjadi teknik dasar untuk mencapai

kemajuan ilmiah dalam penelitian eksperimental, klinik, biomedis, dan perilaku (Angenent, Pichon, & Tannenbaum, 2000). Masalah yang sering timbul pada pengolahan citra medis:

1. Resolusi yang rendah (pada domain spasial dan *spectral*).
2. Tingginya level *noise*.
3. Kontras yang rendah.
4. Deformasi secara geometris.
5. Ketepatan pencitraan (misal) organ.

## **2.2 Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)**

CLAHE termasuk teknik perbaikan citra yang digunakan untuk memperbaiki kontras pada citra. CLAHE memperbaiki local contrast pada citra dan CLAHE merupakan generalisasi dari *Adaptive Histogram Equalization (AHE)*. Berbeda dengan histogram equalization yang beroperasi pada region kecil pada citra grayscale yang disebut dengan tile. Kontras pada setiap tile diperbaiki sehingga histogram yang dihasilkan dari region tersebut kira-kira cocok dengan bentuk histogram yang ditentukan. Tile yang saling bertetangga disambungkan dengan menggunakan interpolasi bilinear. Hal ini dilakukan agar hasil penggabungan tile terlihat halus. Kontras, terutama pada area yang homogeny, dapat dibatasi untuk menghindari penguatan derau yang mungkin terdapat dalam citra.

## **2.3 High-Boost Filter**

*High-boost filter* digunakan untuk menunjukkan detil dari citra tanpa menghilangkan komponen frekuensi rendah, seperti halnya menggunakan *high-*

*pass filter* dalam kasus sharpening atau penajaman. Dengan *high-boost filter*, kita bisa mempertajam detil dari citra tapi frekuensi rendah tidak dihilangkan.

Untuk mendapatkan nilai dari *high-boost filter*, kita bisa menurunkan dari *high-pass filter*.

$$\begin{aligned} I_{high-boost \text{ citra}} &= I_{allpass \text{ citra}} + I_{highpass \text{ citra}} \\ &= (c W_{allpass} I_{asli} + W_{highpass} I_{asli}) \\ &= (c W_{allpass} + W_{highpass}) I_{asli} \end{aligned}$$

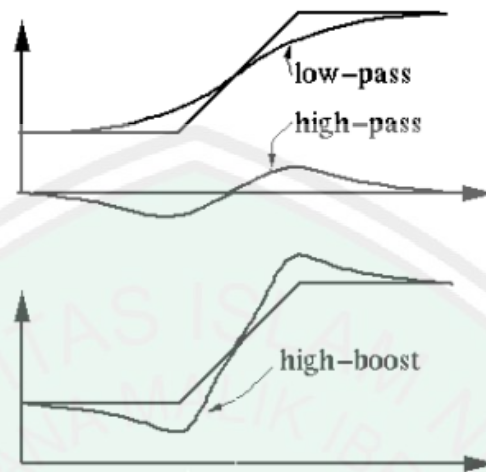
Maka,

$$W_{high-boost} = c W_{allpass} + W_{highpass}$$

Dengan  $c$  merupakan konstanta dan  $W_{high-boost}$  merupakan kernel *high-boost* untuk dikonvolusikan dengan citra asli. Berikut ini beberapa matriks *high-pass filter* untuk mendapatkan nilai kernel *high-boost filter*.

$$\begin{aligned} W_{high-boost} &= c \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & c+4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \\ W_{high-boost} &= c \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & c+8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Ilustrasi dari *high-boost filter* dapat dilihat pada Gambar 2.7



Gambar 2.7 *High-Boost filter*

(Sumber: <http://fourier.eng.hmc.edu/e161/lectures/gradient/node2.html>)

Dapat dilihat pada Gambar 2.7 bahwa detil citra seperti diangkat dalam amplitudonya sehingga ada penekanan dalam komponen frekuensi tingginya.

#### 2.4 Peregangan Kontras (*Contrast Stretching*)

Peregangan kontras seringkali disebut dengan normalisasi merupakan teknik peningkatan mutu citra yang sederhana yang bertujuan untuk mengubah kontras dari sebuah citra dengan cara meregangkan/mengubah tingkat intensitas warna dari citra asli (misal  $f$ ) menjadi rentang intensitas baru dan menghasilkan citra hasil perubahan rentang tersebut yaitu  $J$ .

Sebelum proses peregangan kontras dapat dilakukan, maka kita harus menentukan nilai batasan atas dan bawah yang akan dikenakan kepada citra yang akan dinormalisasi. Terkadang batasan ini adalah hanya merupakan batasan maksimum dan minimum yang diperbolehkan oleh citra tersebut sebelum

akhirnya terpotong (*clipped*). Sebagai contoh untuk citra 8 bit tingkat keabuan batasan nilai atas dan bawahnya bisa jadi dari 0 sampai 255.

Dalam program proses peregangan kontras ini dapat dilakukan salah satunya dengan menggunakan sintaks dan fungsi sebagai berikut :

$$g = \text{imadjust}(f, [low\_in; high\_in], [low\_out; high\_out])$$

fungsi *imadjust* tersebut akan menyesuaikan harga intensitas/peta warna citra asli (*f*) menjadi citra baru (*g*) dengan ketentuan nilai yaitu rentang nilai intensitasnya/peta warna citra asli (*low\_in* dan *high\_in*) akan dipetakan menjadi nilai rentang citra baru yaitu *low\_out* dan *high\_out*. Harga intensitas dibawah *low\_in* dan diatas *high\_in* akan dipotong dimana *low\_in* yang telah terpotong menghasilkan *low\_out* dan *high\_in* yang telah terpotong akan menghasilkan *high\_out*. Nilai rentang dapat digunakan dengan menggunakan matriks kosong, salah satunya (*low\_in, high\_in* ataupun *low\_out, high\_out*), dan matriks kosong tersebut menyatakan nilai (0 1).

Perlu diketahui bahwa nilai nilai *low\_in* tidak boleh lebih besar daripada nilai *high\_in* dan jika *high\_out < low\_out* maka citra barunya akan *direverse* dan memberikan hasil seperti proses negatif.

## 2.5 Segmentasi Citra

Segmentasi citra adalah proses untuk memisahkan obyek dari *background*, sehingga obyek tersebut dapat digunakan untuk keperluan yang lain. Seiring dengan berkembangnya teknologi pada aplikasi yang memproses sebuah obyek seperti rekonstruksi obyek tiga dimensi, pengenalan benda, pengenalan tulisan, deteksi wajah, pengkodean objek dan lain-lain maka proses segmentasi

menjadi semakin diperlukan. Hasil dari segmentasi juga harus semakin akurat karena ketidak akuratan hasil segmentasi akan mempengaruhi hasil proses selanjutnya. Salah satu metode dalam segmentasi citra yang banyak digunakan adalah dengan memanfaatkan *edge detection*, mendeteksi garis tepi suatu bagian dalam citra, karena umumnya garis tepi dari suatu bagian memiliki intensitas pixel disekitarnya.

Ada 3 tipe dari segmentasi yaitu:

1. *Classification-based* : segmentasi berdasarkan kesamaan suatu ukuran dari nilai *pixel*. Salah satu cara paling mudah adalah *thresholding*. *Thresholding* ada 2 macam yaitu global dan lokal. Pada *thresholding* global, segmentasi berdasarkan pada sejenis histogram. Pada *thresholding* lokal, segmentasi dilakukan berdasarkan posisi pada gambar, gambar dibagi menjadi bagian-bagian yang saling melengkapi, jadi sifatnya dinamis.
2. *Edge-based* : proses segmentasi untuk mendapatkan garis yang ada pada citra dengan anggapan bahwa garis tersebut merupakan tepi dari obyek yang memisahkan obyek yang satu dengan obyek yang lain atau antara obyek dengan *background*.
3. *Region-based* : segmentasi dilakukan berdasarkan kumpulan *pixel* yang memiliki kesamaan (tekstur, warna atau tingkat warna abu-abu) dimulai dari suatu titik ke titik-titik lain yang ada disekitarnya.

*Active contour*, atau *snake*, dapat digunakan untuk mendeteksi pinggiran suatu bagian dari gambar/citra.

## 2.6 Active Contour (Snake)

### 2.6.1 Definisi Kontur Aktif

Nixon (2002) *Active contour (snake)* adalah salah satu pendekatan untuk segmentasi. *Active contour* berupa kumpulan titik yang bergerak mendekati batasan dari suatu objek. *Active contour* merupakan sebuah proses minimalisasi energi, batasan dari obyek merupakan nilai minimum dari fungsi energy. Fungsi energy tersebut tidak hanya terdiri dari informasi mengenai *edge*, melainkan juga berisi property yang mengontrol pergerakan dari kurva itu sendiri. *Active contour* berupa energy minimum yang memenuhi proper dari kurva *active contour* dan properti dari gambar digital. *Active contour* sebagai sekumpulan titik koordinat terkontrol pada *contour* dimana parameternya didefinisikan sebagai berikut:

$$\vec{v}(s) = (\vec{x}(s), \vec{y}(s))$$

Dimana  $x(s)$  dan  $y(s)$  adalah koordinat  $x$  dan  $y$  pada kontur dan  $s$  adalah indeks normalisasi dari titik control. Fungsi energi yang digambarkan *active contour* terdiri dari dua komponen, yaitu energi internal dan energi eksternal.

$$E_{snake} = \int_0^1 \{E_{int}(v(s)) + E_{image}(v(s)) + E_{con}(v(s))\} ds$$

Dimana:

- $E_{snake}$  merupakan fungsi energy dari *active contour*, dari fungsi tersebut akan dicari obyek yang memenuhi fungsi energy tersebut.
- $v(s)$  merupakan kumpulan dari  $x$  dan  $y$  koordinat dari kurva *active contour*.

- $E_{int}$  merupakan energy internal dari *active contour*, energy ini mempengaruhi pergerakan dari kurva *active contour*.
- $E_{img}$  merupakan energy dari gambar digital yang menjadi input-an (*low level features* seperti *edge points*).
- $E_{con}$  *high level information* yang mempengaruhi pergerakan dari kurva *active contour*.

Seperti penjelasan sebelumnya *active contour* merupakan sebuah proses minimalisasi energi, oleh karena itu kumpulan x dan y koordinat dari kurva pada iterasi berikut memiliki energy yang lebih kecil dari iterasi yang sebelumnya. Sekaligus memenuhi 3 energi yang ada yaitu:  $E_{int}$ ,  $E_{img}$  dan  $E_{con}$ .

$E_{int}$  merupakan energy internal dari kurva *active contour* yang mempengaruhi pergerakan dari kurva itu sendiri.  $E_{int}$  dapat dijelaskan dengan rumus berikut:

$$E_{int} = \alpha(s) |vs(s)|^2 + \beta(s) |vss(s)|^2$$

Dimana :

- $\alpha(s)$  merupakan parameter yang mengatur elastisitas dari kurva (jarak antar titik dari kurva).
- $\beta(s)$  merupakan parameter yang mengatur kelengkungan dari kurva.
- $v_s$  adalah turunan pertama dan  $v_{ss}$  turunan kedua

Besarnya nilai dari  $\alpha$  (alpha) memiliki efek sebagai berikut, nilai  $\alpha$  yang kecil akan menyebabkan jarak tiap titik dari kurva akan tidak teratur sedangkan nilai  $\alpha$  yang besar akan menyebabkan jarak tiap titik tetap terjaga. Besarnya nilai

$\beta$  (beta) memiliki efek sebagai berikut, nilai  $\beta$  yang kecil akan menyebabkan kurva menjadi tidak *smooth* (kurva dapat membentuk sudut), nilai  $\beta$  yang besar akan menyebabkan kurva menjadi *smooth*.

$E_{img}$  berisi *low level features* seperti *brightness* atau data *edge*. Pada rumus  $E_{img}$  yang diajukan oleh Kass, tahun 1988 memiliki 3 bagian yaitu *lines*, *edges*, dan *terminations*. Berikut adalah rumus dari  $E_{img}$  :

$$E_{img} = W_{line}E_{line} + W_{edge}E_{edge} + W_{term}E_{term}$$

Dimana :

- $E_{line}$ ,  $E_{edge}$ , dan  $E_{term}$  merupakan energy dari *lines*, *edge* dan *terminations*.
- $W_{line}$ ,  $W_{edge}$  dan  $W_{term}$  merupakan parameter yang mengatur energi dari *lines*, *edges*, dan *terminations*.

$E_{line} = I(x,y)$ , dapat ditentukan dari intensitas dari suatu titik pada gambar digital, jika warna gelap memiliki nilai yang lebih kecil daripada warna terang maka kurva *active contour* akan bergerak ke arah warna gelap, sedangkan jika warna gelap memiliki nilai yang lebih besar daripada warna terang maka kurva *active contour* akan bergerak ke arah warna terang.  $E_{edge} = -|\text{grad}I(x,y)|^2$ , dapat berupa hasil *edge detection*.  $E_{term}$  merupakan energy yang mengatur kurva *active contour* berdasar *image level*. Rumus *active contour* yang diajukan oleh Kass pada tahun 1988 tersebut kemudian dikembangkan oleh Mark Nixon dan Alberto Aguado pada tahun 2002 ke dalam bentuk perhitungan matriks sebagai berikut.

$$Ax = fx(x, y)$$

Dimana  $fx(x, y)$  merupakan turunan pertama (*edge magnitude*) terhadap sumbu x dan A adalah matriks pentadiagonal dengan pola sebagai berikut:

$$A = \begin{bmatrix} c_1 & d_1 & e_1 & 0 & \dots & a_1 & b_1 \\ b_2 & c_2 & d_2 & e_2 & 0 & \dots & a_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 & d_3 & e_3 & 0 & \dots \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ e_{s-1} & 0 & \dots & a_{s-1} & b_{s-1} & c_{s-1} & d_{s-1} \\ d_s & e_s & 0 & \dots & a_s & b_s & c_s \end{bmatrix}$$

Nilai-nilai dari a, b, c, d dan e dapat dihitung dengan rumusan sebagai berikut:

$$a_s = \frac{\beta_{s-1}}{h^4} \quad b_s = -\frac{2(\beta_s + \beta_{s-1})}{h^4} \frac{\alpha_s}{h^2}$$

$$c_s = \frac{\beta_{s+1}\beta_s\beta_{s-1}}{h^4} + \frac{\alpha_{s+1}\alpha_s}{h^2} \quad d_s = -\frac{2(\beta_{s+1} + \beta_s)}{h^4} \frac{\alpha_{s+1}}{h^2} \quad e_s = \frac{\beta_{s+1}}{h^4}$$

Dimana :

- s menyatakan titik keberapa dari kurva.
- h menyatakan panjang busur yang menyatakan jarak antar titik pada kurva.

Melalui proses yang sama diperoleh persamaan:

$$Ay = fy(x, y)$$

Dimana  $fy(x, y)$  merupakan turunan pertama (*edge magnitude*) terhadap sumbu y. Dari persamaan tersebut secara iterasi dapat menghasilkan sebuah vektor. Baru  $v^{(i+1)}$  dari inialisasi vektor  $v^{(i)}$ , dimana I menyatakan *index* dari iterasi. Berikut ini adalah persamaan untuk mendapatkan vektor yang baru :

$$\frac{(x^{(i+1)} - x^{(i)})}{\Delta} + Ax^{(i+1)} = f_x(x^{(i)}, y^{(i)})$$

Dimana  $\Delta$  (*delta*) merupakan sebuah besaran skalar  $y$  untuk mengatur kecepatan pergerakan dari kurva. Semakin besar nilai dari  $\Delta$  maka semakin cepat pergerakan dari kurva, nilai yang kecil akan memperlambat pergerakan dari kurva. Rumus untuk menghitung vektor  $y$  yang baru dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{(y^{(i+1)} - y^{(i)})}{\Delta} + Ay^{(i+1)} = fy(x^{(i)}, y^{(i)})$$

Dari penyederhanaan kedua rumus tersebut diperoleh rumus untuk menghitung vektor  $x$  dan  $y$  yang baru.

$$x^{(i+1)} = \left( A + \frac{1}{\Delta} I \right)^{-1} \left( \frac{1}{\Delta} x^{(i)} + f_x(x^{(i)}, y^{(i)}) \right)$$

Dimana  $I$  merupakan matriks identitas. Dari persamaan di atas menunjukkan bahwa vektor yang baru dihitung berdasarkan vector yang lama dan juga informasi dari gambar digital. Untuk menghitung vector  $y$  yang baru dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$y^{(i+1)} = \left( A + \frac{1}{\Delta} I \right)^{-1} \left( \frac{1}{\Delta} y^{(i)} + f_y(x^{(i)}, y^{(i)}) \right)$$

Vektor yang baru akan menjadi input-an vektor untuk perhitungan nilai vektor pada iterasi berikutnya. Dalam aplikasinya nilai  $\alpha$ ,  $\beta$  dan  $\Delta$  harus dipilih dengan hati-hati, karena nilai yang berbeda dari parameter-parameter tersebut akan menghasilkan hasil yang berbeda. Selain kesulitan menentukan nilai parameter yang sesuai juga terdapat kesulitan lain yaitu inisialisasi kurva, letak inisialisasi kurva yang berbeda juga menghasilkan hasil yang berbeda pula. Oleh karena itu hasil akhir dari *active contour* sangat dipengaruhi oleh kedua faktor

tersebut yaitu parameter dari kurva *active contour* dan letak inisialisasi dari kurva *active contour*.

### 2.6.2 Penelitian Terkait

Penelitian terkait dalam penelitian ini sebagai berikut:

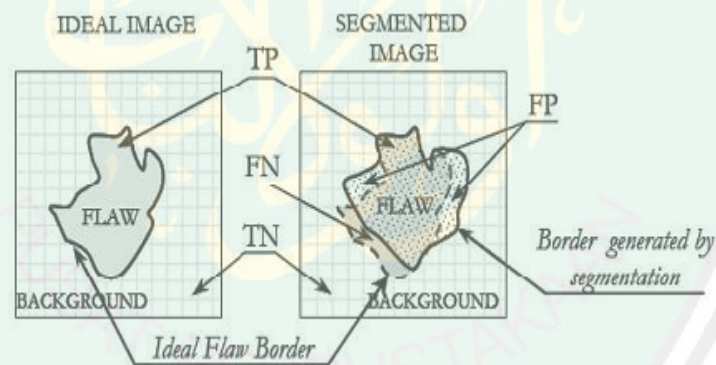
Tabel 2.2 Penelitian Terkait

No.	Judul Penelitian	Penulis	Objek	Hasil
1.	<i>Lung Area Extraction from X-ray CT Images for Computer-aided Diagnosis of Pulmonary Nodules by using Active Contour Model</i>	Noriyasu Homma, Tadashi Ishibashi, Satoshi Shimoyama, Makoto Yoshizawa	Paru-paru	Mendeteksi adanya kanker pada paru-paru
2.	Segmentasi Citra Medis Dengan Metode Kontur Aktif Multiresolusi	Aulia Fauziyah, Anny Yuniarti, Rully Soelaiman	<i>mammogram, CT scan, dan panoramic radiograph.</i>	Objek yang telah di segmentasi dengan menggunakan metode kontur aktif resolusi
3.	<i>Robust Rib Cage Segmentation in CT Image Series Using Active Contour Models</i>	Alexandru P. Condurache, Andreas Reske, Harald Busse, Hofmann	citra <i>CT-scan</i> paru-paru	Berupa tepian paru-paru yang telah di segmentasi dengan <i>active contour</i>
4.	<i>Snake: Active Contour Models</i>	Michael Kass, Andrew Witkin, and Demetri Terzopoulos	-	Penjelasan metode <i>active contour</i>

Dari penelitian terkait tersebut, untuk mencoba mengangkat masalah segmentasi citra *x-ray thorax* dengan menggunakan *active contour*, dengan membandingkan segmentasi manual dengan segmentasi yang menggunakan *active contour*.

### 2.7 Receiver Operating Characteristic (ROC)

Dalam dunia kedokteran dan kesehatan terutama di dalam *radiology* Receiver Operating Characteristic (ROC) digunakan untuk pengukuran uji diagnostik, misalnya tes diagnostik antara pasien yang sakit dengan pasien yang sehat. Dalam penelitian ini, peneliti membandingkan antara hasil segmentasi dengan hasil segmentasi manual.



Gambar 2.8 Perbedaan antara hasil segmentasi manual (*ideal image*) dengan hasil segmentasi

Dari perbandingan tersebut akan diperoleh nilai *true positive* (TP), *false positive* (FP), *true negative* (TN) dan *false negative* (FN). Dimana TP adalah nilai kebenaran antara hasil segmentasi manual dengan hasil segmentasi, FP adalah nilai ketidaktepatan antara hasil segmentasi manual dengan hasil segmentasi, TN adalah nilai kebenaran di luar hasil segmentasi manual dan hasil segmentasi

disebut juga *background*, dan FN adalah nilai ketidaktepatan antara hasil segmentas manual dengan *background* hasil segmentasi.

Keempat nilai tersebut dihitung berdasar jumlah *pixel* yang dilingkupi dan diformulasikan dengan menggunakan matriks 2x2 seperti pada gambar 2.7.

		Actual value		total
		$p$	$n$	
Prediction Outcome	$p'$	True Positive	False Positive	$P'$
	$n'$	False Negative	True Negative	$N'$
total		$P$	$N$	

Gambar 2.9 Formulasi matriks dari TP, FP, TN, FN

Dari keempat nilai inilah dapat dihitung akurasi, sensitifitas dan spesifitas. Rumus dari ketiga nilai tersebut adalah

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+TN+P+FN}$$

$$\text{Sensitifitas} = \frac{TP}{TP+FN}$$

$$\text{Spesifisitas} = \frac{TN}{TN+FP}$$

## 2.10 Tulang Selangka (*clavicle/ klavikula*)

Klavikula bentuknya menyerupai huruf S. lengkung medialis lebih besar menuju ke depan sedangkan lengkung lateralis lebih kecil mengarah ke belakang. Bagian ujung medial berhubungan dengan sternum disebut ekstremitas sternalis dan terdapat tonjolan kecil dinamakan *tuberositas kostalis* untuk mengikat ligamentum kosta klavikular. Bagian lateral berhubungan dengan akromion (ekstremitas akrominalis) dan terdapat *tuberositas kostalis* dan sulkus subklavikula (Syaifuddin, 2009: 58).

Klavikula adalah tulang pertama yang mengalami osifikasi pada fetus (6 minggu) dan berkembang dalam membrane, bukan kartilago. Terletak subkutan dan memindahkan tenaga dari lengan menuju skeleton aksial. Dua pertiga bagian medialnya memiliki potongan sirkular dan melengkung ke depan. Sepertiga lateralnya datar dan melengkung ke belakang. Di medial klavikula berartikulasi dengan sternum dan kartilago kosta ke-1 pada *artikulasio sternoklavikularis*. Selain itu, di medial klavikula juga melekat ke kosta ke-1 melalui ligamentum kostoklavikulare dan ke sternum melalui *ligamentum sternoklavikulare*.

Di lateral klavikula berartikulasi dengan prosesus akromion skapula *artikulasio akromioklavikularis*. *Ligamentum korakoklavikulare* menahan klavikula ke arah inferolateral menuju prosesus korakoideus skapula. Ligamentum ini memiliki dua komponen yaitu, *ligamentum konoideum* dan *trapezoideum* yang masing-masing melekat ke *tuberkulum konoideum* dan *linea trapezoidea* klavikula. Klavikula merupakan tulang pada tubuh yang paling sering patah. Titik

terlemah tulang ini terletak pada titik antara sepertiga tengah dan sepertiga luar. Gambar 2.11 merupakan gambaran dari tulang selangka.

Allah SWT telah memerintahkan manusia untuk memperhatikan dari apa mereka diciptakan, di dalam Al-Qur'an telah disebutkan dalam surat Ath-Thaariq ayat 5-7:

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ مِمَّ خُلِقَ ﴿٥﴾ خُلِقَ مِنْ مَّاءٍ دَافِقٍ ﴿٦﴾ تَخْرُجُ مِنْ بَيْنِ الصُّلْبِ  
وَالْتَرَآئِبِ ﴿٧﴾

Artinya:

*“Maka hendaklah manusia memperhatikan dari apakah dia diciptakan? Dia diciptakan dari air yang dipancarkan. Yang keluar dari antara tulang sulbi laki-laki dan tulang dada perempuan.”* (QS. Ath-Thaariq [86]: 5-7)

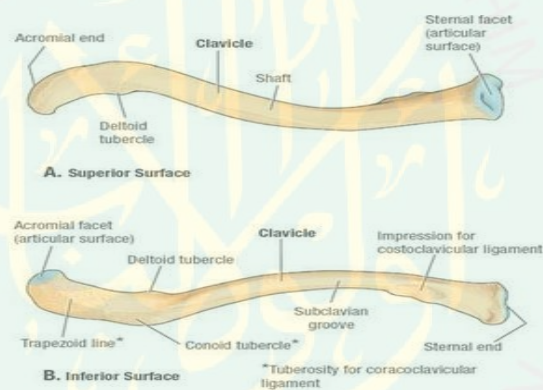
Syekh Fadhlullah (1993: 173-175) berpendapat hendaklah manusia memperhatikan komposisi fisiknya sendiri. Harus kembali ke realitas ini dan memulai dari tempat asalnya, dari lapisan tubuhnya. Manusia akan melihat di dalamnya bagaimana keseluruhan penciptaan terjadi. Secara fisik, unsur utama tubuh manusia adalah air. *Dafiq* artinya ‘memancar, menuang, meluap’. Eksistensi tidak dapat dilihat kalau tidak menjelma ke dalam bentuk yang berwujud. Tidak ada wujud padat pada eksistensi, karena wujud didasarkan pada fluiditas (ketidakstabilan), pada air. Ini berkenaan dengan dua hal yang berlawanan. Makna harfiah dari *shulb* adalah ‘keras, kaku, sulit’, dan juga berarti ‘pinggang’ dan ‘punggung’. Kata *tara'ib* berarti ‘tulang dada, iga’, dan berasal dari kata kerja *tariba* yang berarti ‘berdebu, tertutup debu’. Dari kata tersebut juga

muncul tarib (sezaman, setara, sesuai, sebanding). Manusia lahir dari pertemuan antara dua hal berlawanan, yang satu padat dan yang lain cair.

Quraish shihab (2002: 180-181) menyebutkan kata *khuliqa* diambil dari kata *khalaqa* yang secara umum diterjemahkan dengan mencipta disertai dengan penekanan tentang kehebatan ciptaan. Ayat ini menggunakan bentuk pasif, yakni tidak menyebut siapa pelaku penciptaan. Dimaksudkan untuk merenung memikirkan serta merenungkan sang Pencipta. Kata *dafiql* memancar mengisyaratkan bahwa air itu sendiri memiliki sifat memancar. Tidak dipancarkan tetapi memancar dengan sendirinya, sehingga jika seseorang bermaksud menahan pancarannya maka orang tersebut tidak akan mampu menahannya. Air yang dimaksud adalah air mani (sperma). Dan kata *ash-shulb* berarti tulang belakang atau tulang punggung. Sedangkan *at-tara'ib* berarti tulang dada. Sementara mufassir memahami kata *ash-shulb* itu adalah tulang belakang pria dan *at-tara'ib* adalah tulang dada, tempat wanita meletakkan kalungnya. Dalam tafsir *al-Muntakhab* yang disusun oleh satu tim dari pakar Mesir, ayat di atas dikomentari antara lain sebagai berikut: “Dari berbagai studi genetika yang dilakukan belakangan ini, didapat penjelasan bahwa cikal bakal organ reproduksi dan organ pembuangan dalam tubuh janin terdapat di antara sel-sel tulang muda, yang akan membentuk tulang punggung dan sel-sel pembentuk tulang dada. Demikian pula urat saraf yang menyalurkan rasa kepada cikal bakal itu dan membantu memproduksi sperma juga berasal dari tulang dada kesepuluh yang mengarah ke tulang sumsum antara tulang selangka kesepuluh dan kesebelas. Dengan

demikian, jelaslah bahwa organ-organ reproduksi, urat saraf perasa dan pembuluh darah di sekitarnya muncul di tempat antara tulang punggung dan tulang dada.”

Al ‘Allaamah (113-114) juga menyebutkan hendaknya seseorang memikirkan penciptaan atas dirinya, dan awal mula dirinya diciptakan yaitu dari air mani yang memancar. Air mani itu adalah sperma laki-laki. Tempat keluarnya adalah antara tulang sulbi dan tulang dada. Kata “tulang dada” bisa juga digunakan untuk laki-laki. Karena tulang dada bagi kaum laki-laki itu seperti payudara bagi kaum wanita.



Gambar 2.10 Tulang selangka

(Sumber: medchrome.com)

## 2.9 Citra X-ray Rongga Dada (*X-ray Thorax*)

Dalam tahun 1895 Wilhelm Rontgen mendapatkan bahwa radiasi yang kemampuan tembusnya besar yang sifatnya belum diketahui, ditimbulkan jika elektron cepat menumbuk materi. Sinar-x ini didapatkan menjalar menurut garis lurus walaupun melalui medan listrik dan magnetik dapat menembus bahan dengan mudah, menyebabkan bahan fosforesen berkilau dan menyebabkan perubahan plat fotografik. Bertambah cepat elektron semula, bertambah hebat

kemampuan tembus sinar-x dan bertambah banyak jumlah elektron, bertambah besar pula intensitas berkas sinar-x (The Houw, 1982: 49).

Pembangkit sinar-x berupa tabung hampa udara yang di dalamnya terdapat filamen yang juga sebagai katoda dan terdapat komponen anoda. Jika filamen dipanaskan maka akan keluar elektron dan apabila antara katoda dan anoda diberi beda potensial yang tinggi, elektron akan dipercepat menuju ke anoda. Dengan percepatan elektron tersebut maka akan terjadi tumbukan tak kenyal sempurna antara elektron dengan anoda, akibatnya terjadi pancaran radiasi sinar-x. Radiasi sinar-x di bidang kedokteran membawa manfaat yang cukup nyata bagi yang menggunakannya. Dengan radiasi suatu penyakit atau kelainan organ tubuh dapat lebih awal dan lebih teliti dideteksi, sementara terapi dengan radiasi dapat memperpanjang usia penderita kanker atau tumor.

Pada sistem pencitraan sinar-x diperlukan tegangan tinggi (kV), dengan tujuan dapat dihasilkan berkas sinar-x. Jika kV-nya rendah maka sinar-x memiliki gelombang yang panjang sehingga akan mudah diserap oleh atom dari target (anoda), kemudian disebut sebagai soft x-ray. Radiasi yang dihasilkan dengan pengaturan tegangan yang cukup tinggi maka akan dihasilkan sinar-x dengan daya tembus yang besar dan panjang gelombang yang pendek (Ferry, 2008).

*Rontgen* atau sinar-x merupakan gelombang elektromagnetik yang dapat menembus suatu bahan, tetapi hanya sinar-x yang mempunyai energi yang tinggi yang dapat menembus bahan yang dilaluinya, selain itu akan diserap oleh bahan tersebut. Sinar-x yang mampu menembus bahan itulah yang akan membentuk gambar atau bayangan. Faktor-faktor yang berpengaruh pada citra yaitu,

### **Pengaruh arus (mA)**

Arus berpengaruh pada intensitas sinar-x atau derajat terang/ *brightness*. Dengan peningkatan mA akan menambah intensitas sinar-x dan sebaliknya. Di samping arus (mA) jarak dan waktu pencitraan juga berpengaruh pada intensitas. Waktu exposure yang lama juga akan meningkatkan intensitas dari sinar-x. Jadi dalam setiap pengoperasian pesawat sinar-x selalu dilakukan pengaturan waktu (S) dan arus (mA) atau disebut dengan mAS yang bergantung pada objek yang disinari. Jika tabung didekatkan pada objek maka intensitas akan naik dan hasil gambar jelas dan terang, dan sebaliknya. Dapat disimpulkan bahwa cahaya dan sinar-x merambat dalam pancaran garis lurus yang melebar.

Tegangan tinggi (kV) merupakan daya dorong electron di dalam tabung dari katoda ke anoda. Supaya dapat menghasilkan sinar-x daya dorong ini harus kuat sehingga mampu menembus objek. Dengan demikian perubahan kV sangat berpengaruh terhadap daya tembus sinar-x.

### **Penyerapan sinar-x**

Penyerapan sinar-x tergantung pada tiga faktor yaitu, panjang gelombang sinar-x, susunan objek yang terdapat pada alur berkas sinar-x dan ketebalan dan kerapatan objek. Jika kV rendah maka akan dihasilkan sinar-x dengan gelombang yang panjang dan sebaliknya. Penyerapan sinar-x oleh suatu bahan juga tergantung pada susunan objek yang dilaluinya, sedangkan susunan objek tergantung pada nomor atom unsure, misalnya timah hitam mempunyai nomor atom yang besar, maka daya serap terhadap sinar-x juga besar. Bahan yang tebal

akan lebih banyak menyerap sinar-x dibanding dengan bahan yang tipis, tentunya pada unsur yang sama.

Tubuh manusia dibentuk oleh unsur-unsur yang sangat kompleks. Oleh sebab itu, penyerapan sinar-x oleh tubuh pada proses *rontgen* tidak sama, misalnya tulang akan lebih banyak menyerap sinar-x dibanding dengan otot atau daging. Bagian tulang yang sakit atau daging akan lebih besar menyerap sinar-x dibanding kondisi normal. Usia juga akan menjadi penyebab perbedaan penyerapan sinar-x. tulang orang tua yang telah kekurangan kalsium, maka penyerapan sinar-x akan berkurang dibanding tulang anak muda (Ferry, 2008).

Foto *thorax* standar adalah dengan posisi *postero-anterior* (PA). Foto diambil dengan subjek dada, mengenai film dan sinar *rontgen* disorotkan ke arah anterior dari belakang. Struktur yang nampak pada foto *thorax* di antaranya yaitu,

- **Batas-batas jantung:** tiap pembesaran signifikan dari bilik jantung tertentu bias terlihat pada foto *thorax*. Pada gagal jantung *kongestif* keempat bilik jantung membesar (*cardiomegali*). Pada pandangan PA tampak rasio *cardiothorax* lebih besar 50%. Rasio ini dihitung dengan membagi lebar jantung dengan lebar rongga *thorax* pada titik terlebar.
- **Paru-paru:** paru-paru adalah struktur yang *radiolusen*. Bayangan padat beralur, terlihat di pangkal paru, merupakan pembuluh darah paru yang terisi darah.
- **Diafragma:** sudut yang dibuat antara diafragma dengan dinding dada disebut *angulus kostofrenikus*. *Angulus* ini menghilang bila terkumpul cairan *efusi pleura*.

- **Struktur mediastinal:** sulit dibedakan karena cukup banyak terjadi penumpukan. Namun, arkus aorta nampak cukup jelas, yang bila mengalami dilatasi *patologis (aneurisma)*, menimbulkan kesan ‘pelebaran’ *mediastinum*. Pada Gambar 2.11 merupakan citra *x-ray thorax*.



Gambar 2.11 Citra *X-Ray Thorax*

(Sumber: radiopaedia.org)

## BAB III

### ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

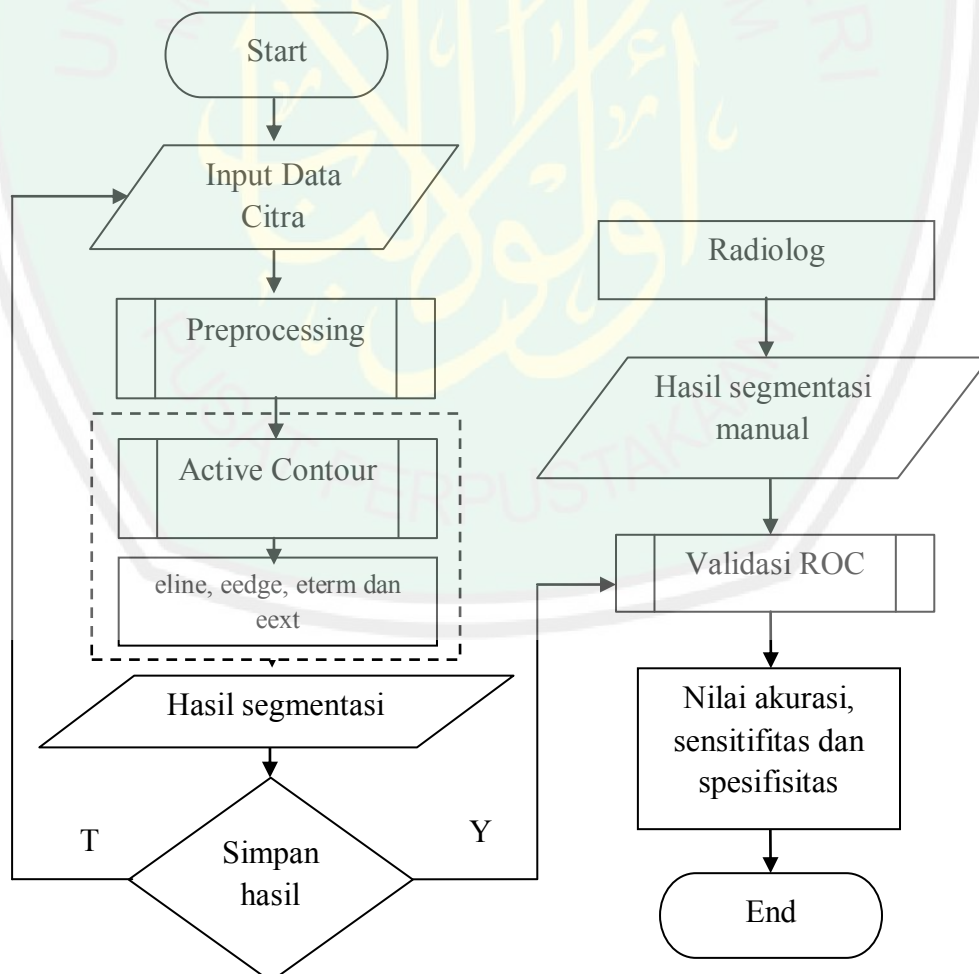
#### 3.1 Analisis Masalah

Segmentasi citra merupakan tahapan dalam proses pengolahan citra, khususnya dalam dunia medis. Jika ahli radiologi atau dokter salah dalam melakukan proses pembacaan citra khususnya dalam citra *x-ray thorax* maka akan berpengaruh dalam mendiagnosa suatu penyakit. Karena pada umumnya seorang dokter atau seorang ahli radiologi melakukan diagnosa secara subyektif, sehingga antara dokter yang satu dengan dokter yang lain mempunyai perbedaan dalam menganalisa hasil.

*X-ray thorax* dapat digunakan untuk mengetahui ketidaknormalan pada suatu objek. Citra *x-ray thorax* memiliki beberapa objek yang dapat diteliti yaitu, paru-paru, jantung dan tulang selangka. Peneliti dalam penelitian ini memakai objek tulang selangka dan hanya melakukan penelitian bagaimana cara mensegmentasi sebuah objek yang akan diambil. Peneliti disini memakai objek tulang selangka. Tetapi, untuk mengolah satu objek yang diinginkan, maka harus dilakukan *preprocessing* sebelum melakukan segmentasi. Peneliti membuat aplikasi '*Segmentasi Tulang Selangka Pada Citra X-Ray Thorax Menggunakan Metode Active Contour*' ini untuk mengetahui bagaimana cara mensegmentasi objek tulang selangka dari citra *x-ray thorax*, dan diharapkan dapat membantu peneliti lain yang akan mengembangkan aplikasi ini. yang digunakan untuk melihat struktur dan mensegmentasi tulang selangka dari citra *x-ray thorax* dengan menggunakan *active contour*.

### 3.2 Perancangan Sistem

Berdasar hasil analisis sistem, maka dibuatlah suatu rancangan sistem dimulai dengan proses menginput data, sebelum memasuki tahap segmentasi dengan menggunakan metode *active contour*, yang dapat mensegmentasi tulang selangka. Setelah melakukan segmentasi, hasil segmentasi dari tulang selangka dibandingkan dengan hasil segmentasi manual yang di dapat dari database publik <http://www.isi.uu.nl/Research/Database/SRC> menggunakan ROC sehingga mendapatkan nilai akurasi, sensitifitas, dan spesifitas. Berikut ini adalah diagram alir proses segmentasi tersebut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Sistem Secara Umum

Sistem ini adalah sistem yang digunakan untuk mengolah data citra *x-ray* dan mensegmentasinya dengan menggunakan metode *active contour*. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam pembuatan program ini adalah matlab R2010a.

### 3.2.1 Objek Citra yang Diteliti

Penelitian ini membutuhkan bahan berupa data citra. Objek citra yang akan diteliti pada proses segmentasi citra dengan menggunakan metode *active contour snake* adalah file citra *x-ray thorax* yang berformat JPG/JPEG (*Joint Photographic Experts Group*), berukuran 256 x 256 piksel. Gambar 3.2 adalah objek yang akan diteliti.



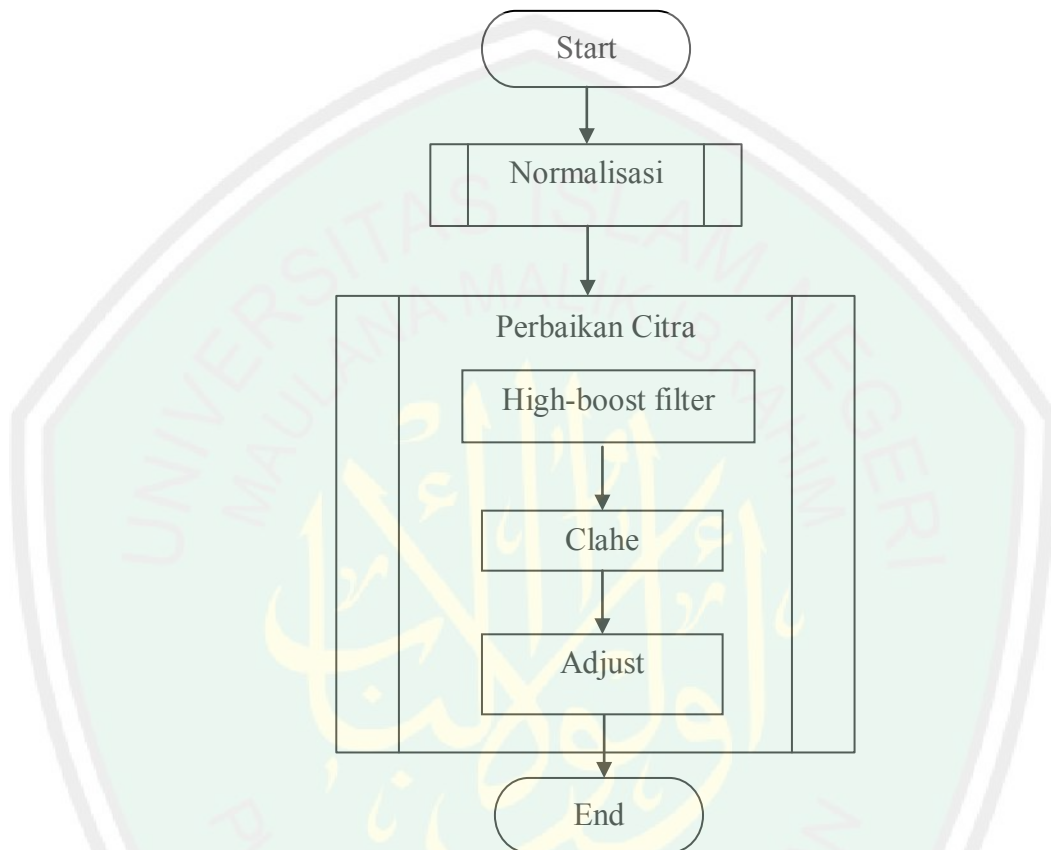
Gambar 3.2 Salah satu contoh data citra *x-ray thorax*

Data citra tersebut diperoleh dari *database public*, yang tersimpan berupa file jpeg.

### 3.2.2 *Preprocessing* (Tahapan Awal)

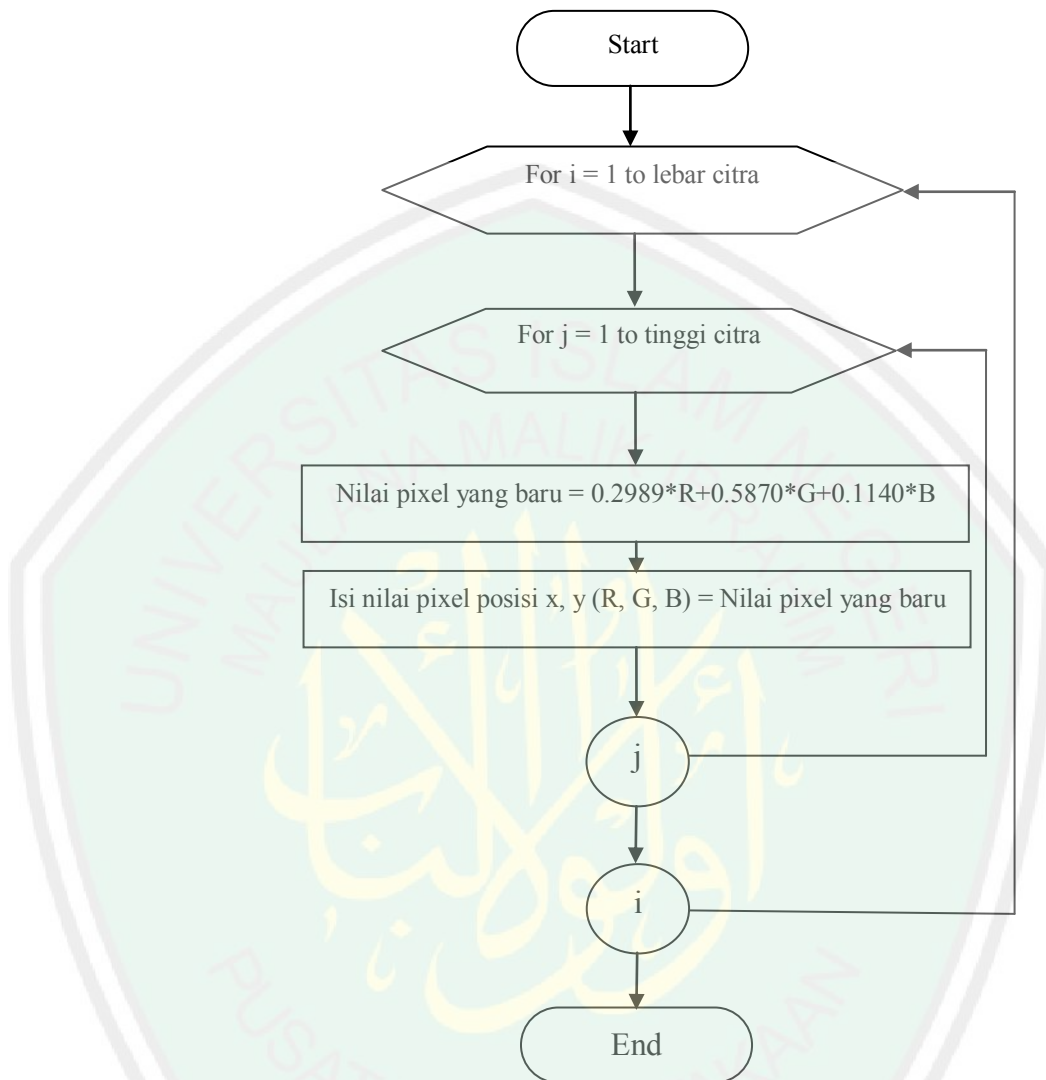
Sebelum masuk dalam tahapan segmentasi terlebih dahulu dilakukan proses *preprocessing*. *Preprocessing* merupakan kumpulan dari proses yang

digunakan untuk dapat menghasilkan segmentasi yang terbaik. *Preprocessing* yang digunakan adalah konversi dan perbaikan citra (*Image Enhancement*).



Gambar 3.3 Proses *preprocessing*

Dari proses *preprocessing* yang terlihat pada proses sebelumnya, dikatakan bahwa salah satu proses awal dari proses *preprocessing* ini adalah proses konversi. Dalam hal ini, proses konversi yang dilakukan adalah proses konversi citra RGB menjadi citra *grayscale* (gambar yang memiliki tingkat warna abu-abu). Berikut adalah proses *grayscale* :

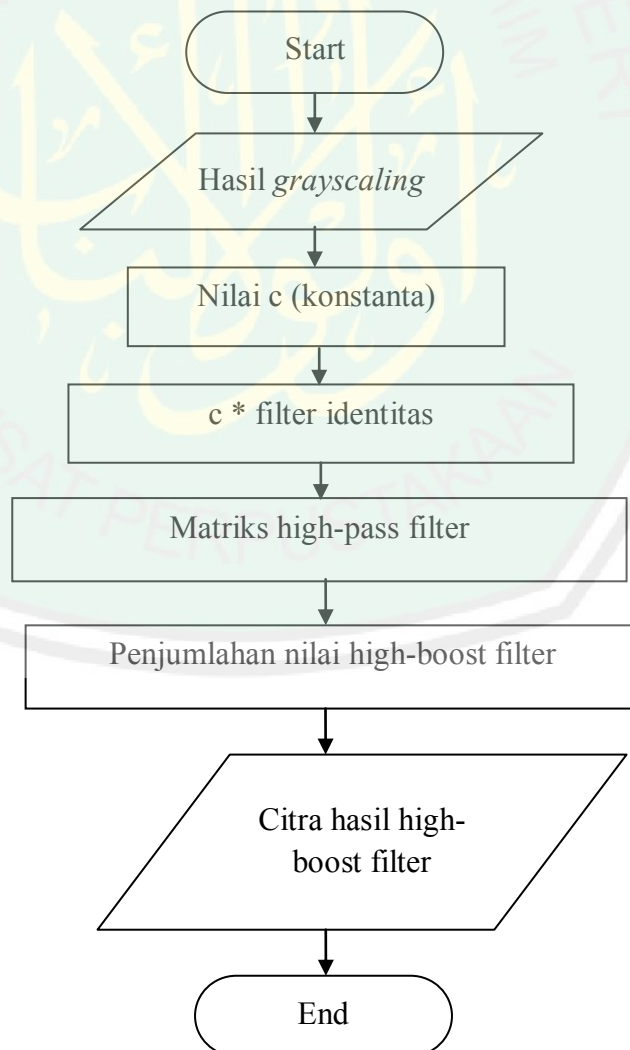


Gambar 3.4 Proses *grayscale*

Gambar yang akan di-*grayscale* nilai tiap titik akan disamakan menjadi nilai *red*, *green* dan *blue* sehingga untuk tiap titik hanya memiliki 1 nilai saja yang disebut nilai *gray level*-nya. Pada gambar 3.4 proses *grayscale* yang digunakan mengambil persentasi tertentu dari masing-masing warna kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan nilai yang baru.

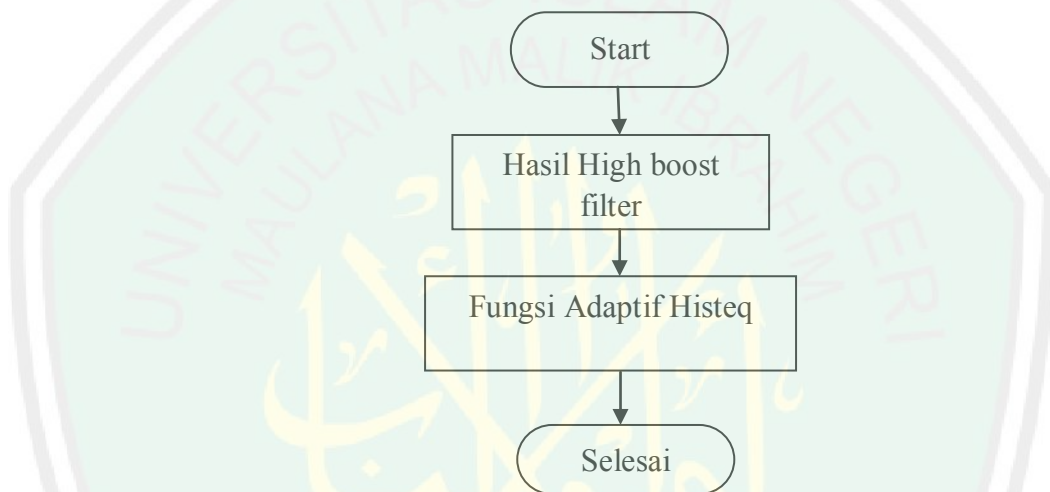
### Perbaikan Citra (*Image Enhancement*)

Proses kedua setelah proses konversi dari proses *preprocessing* adalah proses perbaikan citra (*Image Enhancement*). Proses perbaikan citra dalam penelitian ini menggunakan *high-boost filter*, *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) dan peregangan kontras (*Contrast Stretching*). Karena proses tersebut dapat membangkitkan objek tulang selangka sehingga memudahkan dalam hal segmentasi dengan menggunakan *active contour*. Proses perbaikan citra yang pertama adalah *high-boost filter*. Berikut adalah proses *high-boost filter*:



Gambar 3.5 Proses *high boost Filter*

Pada aplikasi ini *high-boost filter* digunakan untuk mendapatkan tepian dari citra dengan meningkatkan frekuensi tinggi tanpa harus menghilangkan frekuensi rendah. Frekuensi tinggi adalah gambar tulang dan jantung sedangkan frekuensi rendah adalah gambar paru-paru. Setelah proses high boost filter, dilakukan proses *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE).



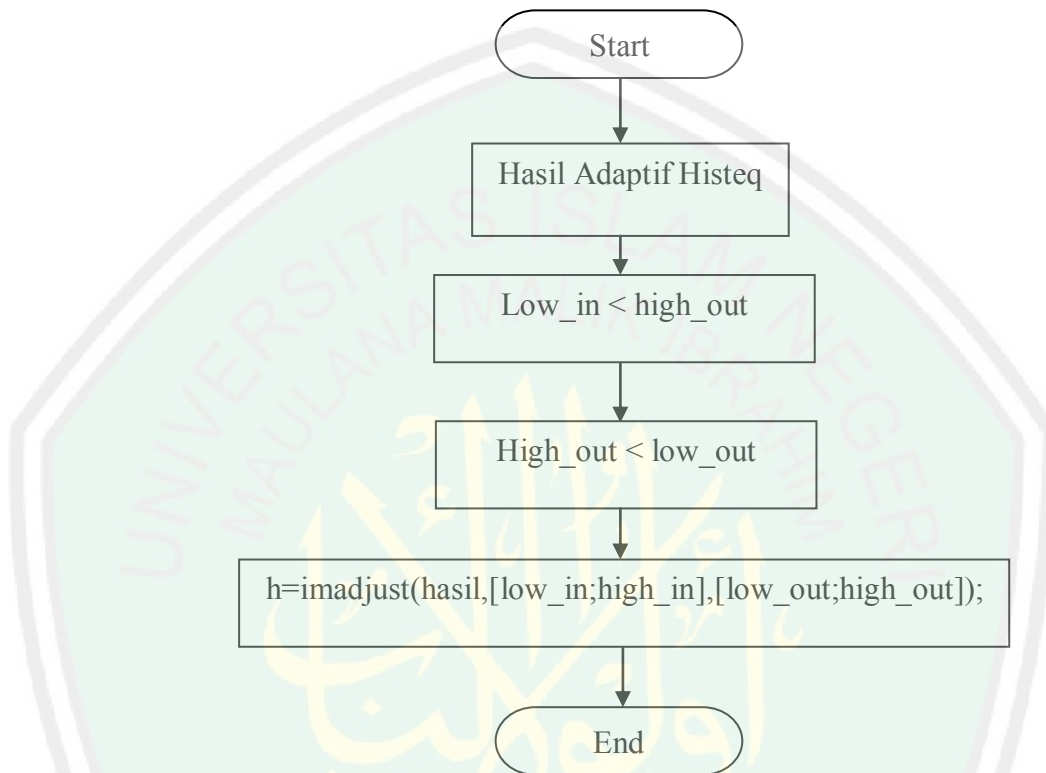
Gambar 3.6 Proses CLAHE

Berdasarkan pada gambar 3.6 proses *adaptive histogram equalization* dilakukan setelah melakukan proses high boost filter. CLAHE beroperasi pada daerah kecil di citra yang disebut blok. Sehingga memudahkan menaikkan nilai putih dari tulang selangka maka digunakanlah *adaptive histogram equalization*. Fungsi dari *adaptive histogram equalization* adalah

$$\mathbf{J} = \text{adapthisteq}(\mathbf{I}, \text{param1}, \text{val1}, \text{param2}, \text{val2} \dots)$$

Dengan memasukkan I adalah Input gambar yang telah di high boost filter, dengan parameter-parameter yang ada di dalam fungsi adapthisteq akan menghasilkan gambar yang diinginkan. Setelah proses adapthisteq selanjutnya

dilakukan proses peregangan kontras (*Contrast Streching*), berikut ini adalah alur proses peregangan kontras (*Contrast Streching*)



Gambar 3.7 Proses peregangan kontras

Setelah dilakukan proses *adaptive histogram equalization* kemudian dilakukan proses peregangan kontras yang bertujuan untuk mengubah kontras dari sebuah citra khususnya pada tulang selangka, yang bertujuan untuk meningkatkan nilai putih yang terdapat pada tulang selangka. Dalam proses peregangan kontras ini menggunakan fungsi:

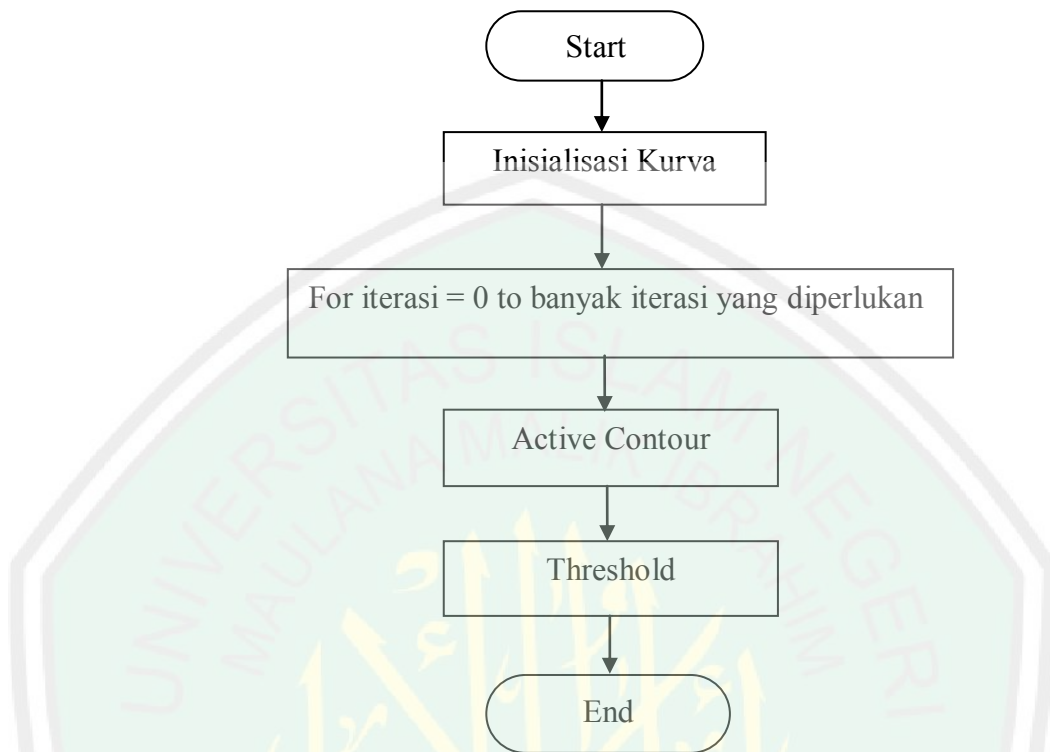
**`h=imadjust(hasil,[low_in;high_in],[low_out;high_out]);`**

Fungsi `imadjust` tersebut akan menyesuaikan harga intensitas/peta warna citra (hasil) asli menjadi citra baru (h) dengan ketentuan nilai yaitu rentang nilai

intensitas/peta warna citra asli ( $low\_in$  dan  $high\_in$ ) akan dipetakan menjadi nilai rentang citra baru yaitu  $low\_out$  dan  $high\_out$ . Dalam aplikasi ini nilai  $low\_in = 0.01$ , nilai  $high\_in = 1$  dan nilai matriks kosong yang bernilai (0 1). Perlu diketahui bahwa nilai  $low\_in$  tidak boleh lebih besar daripada nilai  $high\_in$  ( $low\_in > high\_in$ ) dan jika nilai  $high\_out$  kurang daripada nilai  $low\_out$  maka citra barunya akan direverse dan memberikan hasil seperti proses negative.

### 3.2.3 Analisis dan klasifikasi hasil segmentasi

Segmentasi gambar (*image segmentation*) merupakan salah satu bagian yang penting dalam ilmu pengolahan gambar. Proses segmentasi bertujuan untuk membagi citra menjadi objek-objek atau bagian-bagian pembentuknya. Pada penelitian ini, segmentasi bertujuan untuk menampilkan objek tulang selangka pada citra x-ray thorax. Metode pada proses segmentasi tulang selangka yaitu menggunakan metode *active contour snake*. *Active contour* atau *snake*, adalah *spline* yang meminimumkan energi dan dapat digunakan dalam mendeteksi pinggiran suatu obyek. Diagram alir proses segmentasi tulang selangka dengan menggunakan metode *active contour* atau *snake* ditunjukkan pada gambar 3.8.

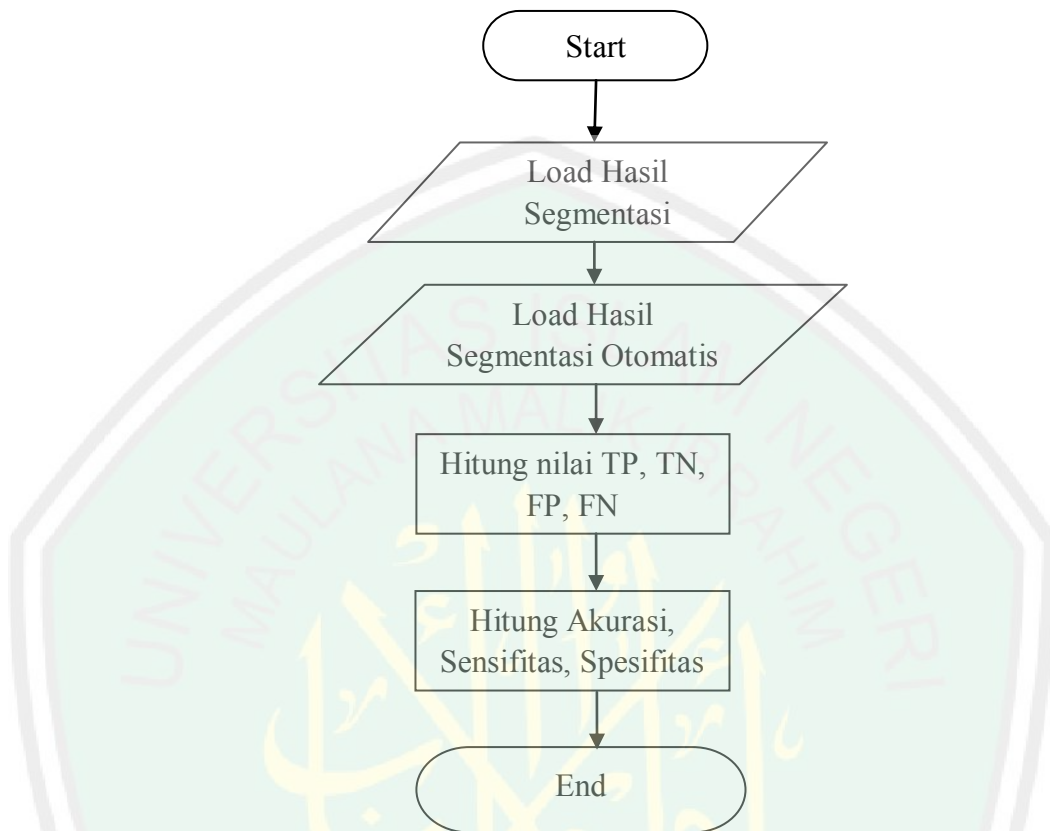


Gambar 3.8 Diagram alir proses segmentasi menggunakan metode *active contour*

Langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan inisialisasi kurva apabila citra yang tersebut telah melalui proses *preprocessing*. Kurva inisialisasi berbentuk lingkaran kecil dimana setiap lingkaran tersebut peneliti taruh di bagian objek yang akan di segmentasi khususnya pada bagian tulang selangka. Lingkaran-lingkaran kecil tersebut ditempatkan secara manual di luar objek tulang selangka. Setelah menentukan inisialisasi manual, proses selanjutnya adalah memberikan nilai iterasi pada objek tersebut agar proses segmentasi bisa berjalan dan mendeteksi tepian dari gambar atau objek yang ingin disegmentasi. Hasil dari segmentasi tersebut kemudian menjadi citra biner karena dapat memudahkan dalam proses perbandingan antara hasil segmentasi manual tulang selangka dengan hasil segmentasi dengan menggunakan *active contour snake*.

### 3.2.4 Validasi ROC

Hasil segmentasi dapat diukur dengan menggunakan berbagai macam cara, pada penelitian ini cara pengukuran atau validasi hasil segmentasi dilakukan dengan menggunakan ROC (*Receiver Operating Characteristic*). ROC menyatakan probabilitas terjadinya kesalahan ataupun kebenaran pencocokan pada system. Gambar 3.9 menunjukkan diagram alir dari proses pengukuran menggunakan ROC sesuai dengan penjelasan pada Bab 2, pada langkah awal hasil segmentasi dicari nilai TP, TN, dan FN yaitu membandingkan hasil segmentasi otomatis yang dilakukan peneliti dengan hasil segmentasi secara manual dari database publik <http://www.isi.uu.nl/Research/Database/SCR/>. Setelah nilai tersebut ditemukan, nilai akan dimasukkan ke dalam rumus akurasi, sensitivitas dan spesifitas.



Gambar 3.9 Diagram Alir proses pengukuran hasil segmentasi

### 3.3 Perancangan Antarmuka

Antarmuka merupakan bentuk visual aplikasi yang dimaksudkan sebagai perantara antara pengguna dengan program aplikasi. Aplikasi ini dibangun dengan desain antarmuka yang terdiri dari menu utama, proses segmentasi, proses ROC, menu bantuan dan menu exit.

#### 3.3.1 Antarmuka Menu Utama

Gambar 3.10 merupakan rancangan antarmuka menu utama yang berfungsi sebagai layar utama, setiap *user* yang menjalankan aplikasi harus menjalankan aplikasi ini terlebih dahulu.



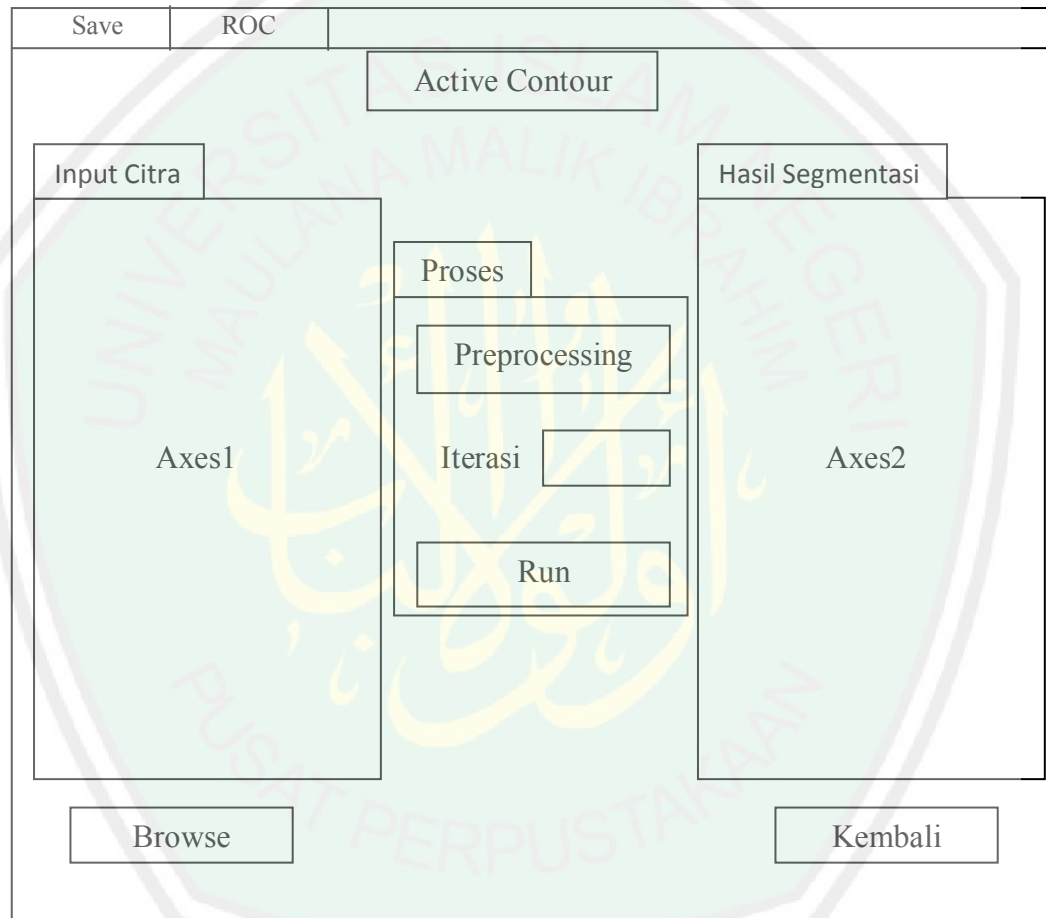
Gambar 3.10 Antarmuka Menu Utama

Pada antarmuka tersebut ada 3 menu, yaitu:

1. Segmentasi: masuk kedalam proses segmentasi, mulai dari proses load awal sampai akhir.
2. Bantuan: untuk mengetahui menu-menu di dalam sistem.
3. Keluar: tombol keluar dari sistem.

### 3.3.2 Antarmuka Proses Segmentasi

Gambar 3.11 berikut adalah tampilan halaman proses dari aplikasi segmentasi citra pada citra x-ray thorax dengan menggunakan metode active contour.

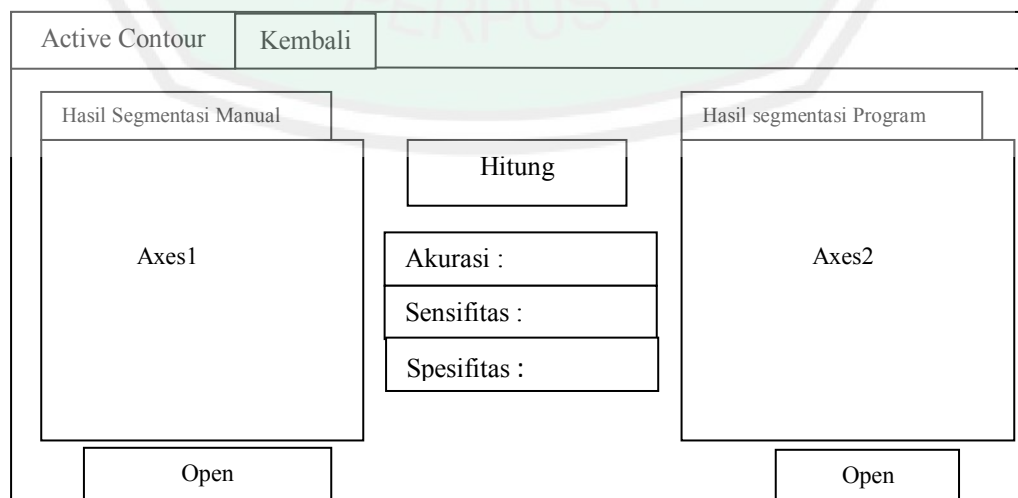


Gambar 3.11 Rancang Antarmuka Menu Proses Segmentasi Tulang Selangka

Pada halaman proses segmentasi terdiri 4 proses, yaitu: pilih gambar, proses awal, algoritma segmentasi, menu utama, save dan ROC. Gambar 4.0 menampilkan perancangan antarmuka segmentasi tulang selangka dijelaskan sebagai berikut:

1. Pilih Gambar (*Browse*): untuk memilih atau memasukkan citra x-ray thorax yang akan dilakukan proses segmentasi menggunakan active contour snake.
2. Proses awal (*Preprocessing*): untuk melakukan proses perbaikan citra sehingga segmentasi menjadi maksimum. Pada proses awal ini, terdapat 3 proses yang dilakukan setelah menekan tombol preprocessing, kemudian dilakukan proses inisialisasi kurva dengan menaruh titik-titik pada objek yang akan disegmentasi.
3. Algoritma segmentasi: untuk melakukan proses segmentasi, diperlukan nilai iterasi agar segmentasi dengan metode active contour bisa berjalan dengan maksimal.
4. Menu Utama: kembali ke menu utama.
5. Save : setelah mendapatkan hasil segmentasi dengan active contour, hasil gambar tersebut bisa disimpan dengan menggunakan tombol simpan.

### 3.3.3 Antarmuka Proses ROC/Validasi



Gambar 3.12 Rancang Antarmuka Validasi/ROC

Gambar 3.12 berikut adalah tampilan halaman proses validasi dari aplikasi segmentasi citra tulang selangka pada citra *x-ray thorax* dengan menggunakan metode *active contour*, berikut adalah tampilan rancangan proses validasi:

1. Open file 1: maksud dari open file 1 ini adalah mengambil hasil segmentasi manual yang telah di segmentasi oleh ahli radiologi. Dan file hasil harus berbentuk biner.
2. Open file 2: maksud dari open file 2 ini adalah mengambil hasil segmentasi yang telah di segmentasi dengan menggunakan active contour snake, dan file hasil harus berbentuk biner.
3. Axes1: file citra biner, hasil segmentasi manual yang dilakukan oleh ahli radiologi di tampilkan di form axes1.
4. Axes2: file citra biner, hasil segmentasi dengan menggunakan metode active contour snake di tampilkan di form axes2.
5. Hitung: untuk melakukan proses perhitungan dengan membandingkan citra hasil segmentasi manual dengan segmentasi active contour snake. Hasil dari perhitungan tersebut dibagi kedalam nilai spesifitas, akurasi dan sensifitas.
6. Kembali : untuk kembali ke halaman menu utama.

### 3.3.4 Antarmuka Menu Bantuan

Gambar 3.13 merupakan rancangan antarmuka menu bantuan yang berfungsi sebagai informasi menu yang ditampilkan pada system, setiap user dapat mengetahui fungsi masing-masing pushbutton.



Gambar 3.13 Antarmuka menu bantuan

Pada antarmuka tersebut terdapat satu menu, yaitu OK digunakan untuk kembali ke menu utama.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi dilakukan sesuai dengan perancangan yang telah dibuat pada Bab 3, bab ini akan dibagi kedalam dua bagian yaitu implementasi system dengan menggunakan MATLAB (R2010a) dan implementasi antarmuka dengan *graphic user interface* MATLAB (R2010a).

#### 4.1 Implementasi

Implementasi adalah proses penerapan rancangan ke dalam bahasa pemrograman yang dapat dimengerti oleh komputer. Implementasi system membuat dan menerapkan sistem secara utuh baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunaknya. Pada bagian implementasi ini akan dibahas hal-hal yang berkaitan dengan implementasi sistem Segmentasi Tulang Selangka Dari Citra *X-Ray Thorax* Dengan Menggunakan *Active Contour*. Implementasi sistem dibagi menjadi dua bagian, yaitu implementasi proses preprocessing dan proses segmentasi. Implementasi proses preprocessing digunakan untuk memperbaiki gambar masukan dengan merubah gambar RGB kedalam grayscale, dan menghilangkan noise dengan menggunakan high boost filter, kemudian dilakukan peningkatan contrast dengan menggunakan contrast stretching. Selanjutnya implementasi proses segmentasi digunakan untuk memisahkan objek dengan latar belakangnya dengan mencari batas tepi objek menggunakan active contour snake.

## 4.1.1 Implementasi Antar Muka

### 4.1.1.1 Implementasi Antar Muka Menu Utama

Menu utama di dalam aplikasi Segmentasi Tulang Selangka Dari Citra *X-Ray Thorax* Dengan Menggunakan *Active Contour* merupakan menu yang muncul pertama kali ketika aplikasi ini dijalankan. Menu utama juga merupakan menu yang menghubungkan dengan menu-menu yang lain yang ada di dalam aplikasi ini. Menu utama Segmentasi Tulang Selangka Dari Citra *X-Ray Thorax* Dengan Menggunakan *Active Contour* ditunjukkan oleh Gambar 4.1.

Menu yang dapat dipanggil dari menu utama adalah menu file (Gambar 4.2), menu bantuan (Gambar 4.3) dan menu keluar (Gambar 4.4). menu file merupakan menu yang menghubungkan dengan proses segmentasi. Menu file dapat dipanggil dengan cara klik pada tombol file. Di dalam menu file terdapat tombol segmentasi. Menu bantuan merupakan menu yang menampilkan cara menggunakan aplikasi Segmentasi Tulang Selangka Dari Citra *X-Ray Thorax* Dengan Menggunakan *Active Contour*. Menu bantuan dapat di panggil dengan cara klik pada tombol bantuan. Di dalam menu bantuan terdapat tombol OK. Tombol OK berfungsi untuk kembali ke menu utama. Menu keluar merupakan menu yang menampilkan proses keluar dari aplikasi Segmentasi Tulang Selangka Dari Citra *X-Ray Thorax* Dengan Menggunakan *Active Contour*. Menu keluar dapat dipanggil dengan melalukan klik pada tombol keluar. Di dalam menu keluar terdapat pilihan YA atau NO, Ya keluar dari proses dan No tetap menggunakan aplikasi Segmentasi Tulang Selangka Dari Citra *X-Ray Thorax* Dengan Menggunakan *Active Contour*.



Gambar 4.1 Menu Utama Segmentasi Tulang Selangka Dari Citra *X-Ray Thorax* Dengan Menggunakan *Active Contour*.

Pada tampilan antarmuka terdapat 3 (tiga) menu yaitu,

1. File : untuk menampilkan antarmuka menu proses segmentasi.
2. Menu Bantuan : berisi cara penggunaan dari aplikasi sehingga *user* mengetahui menu-menu di dalam aplikasi.
3. Menu Keluar : untuk keluar dari aplikasi

Berikut ini adalah source code halaman utama dari ketiga menu yaitu,

```

function bantuan_1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to bantuan_1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see
GUIDATA)
delete(handles.Utama);
bantuan=openfig('bantuan.fig');
handles=guihandles(bantuan);
guidata(bantuan,handles);

% -----
function keluar_1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to keluar_1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see
GUIDATA)
respon = keluar('Title','Konfirmasi Keluar');

switch lower (respon);
    case 'tidak'
        %tidak ada reaksi
    case 'ya'
        %tutup jendela aplikasi
        delete(handles.Utama)
end
guidata(keluar_1,handles);

% -----
function segmentasi_1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to segmentasi_1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see
GUIDATA)
delete(handles.Utama);
segmentasi_1=openfig('ac.fig');
handles=guihandles(segmentasi_1);
guidata(segmentasi_1,handles);

```

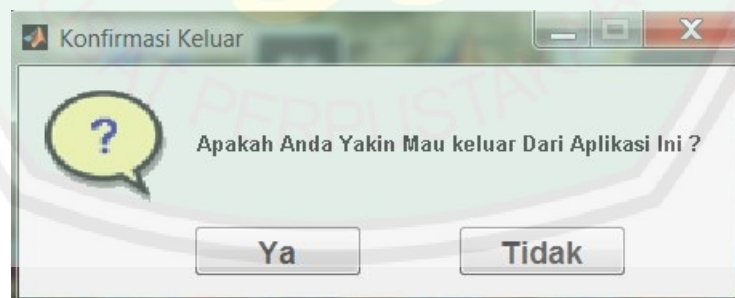
Gambar 4.2 Source Code Menu Utama



Gambar 4.3 Tampilan Menu Bantuan

```
delete(handles.figure1);
btnOK=openfig('utama.fig');
handles=guihandles(btnOK);
guidata(btnOK,handles);
```

Gambar 4.4 Source Code Menu Bantuan



Gambar 4.5 Tampilan Menu Keluar

```

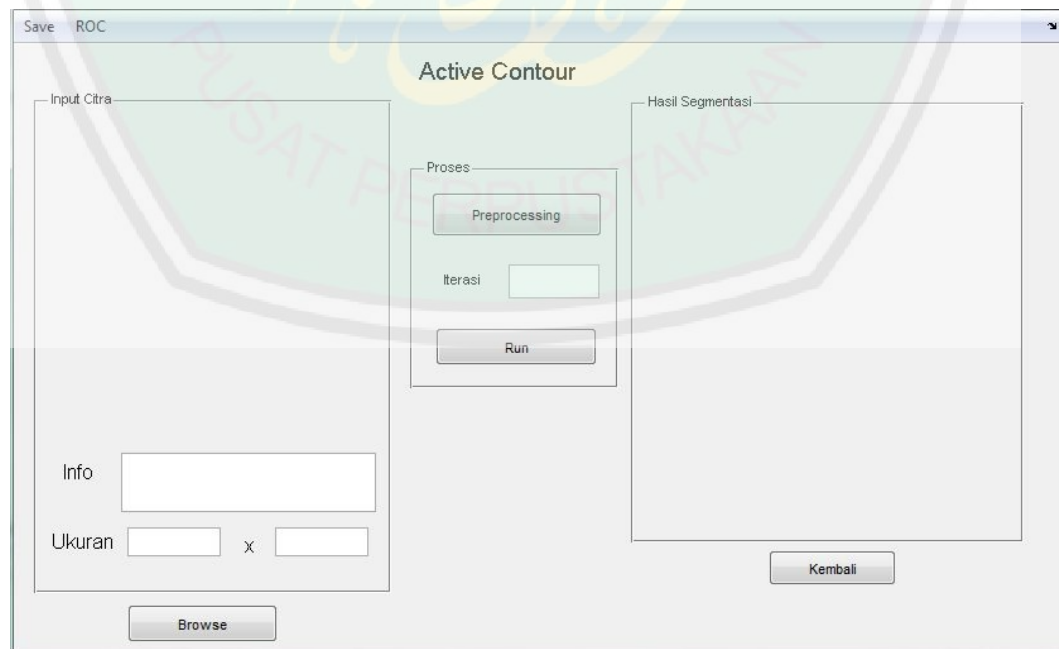
function keluar_1_Callback(hObject, eventdata, handles)
respon = keluar('Title','Konfirmasi Keluar');
switch lower (respon);
    case 'tidak'
        %tidak ada reaksi
    case 'ya'
        %tutup jendela aplikasi
        delete(handles.Utama)
end
guidata(keluar_1,handles);

```

Gambar 4.6 Source Code Menu Keluar

#### 4.1.1.2 Implementasi Antar Muka Menu Segmentasi

Sesuai dengan perancangan antarmuka sub bab 3.3.2 bahwa antarmuka proses terdiri dari 6 proses yaitu: pilih gambar (*Browse*), proses awal (*Preprocessing*), memasukkan nilai iterasi, proses run, menu utama, dan save gambar. Adapun implementasi pada menu ini dapat dilihat pada gambar 4.4:



Gambar 4.7 Tampilan Antar Muka Proses Segmentasi

```

function btnpilih_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to btnpilih (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future
version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see
GUIDATA)
global data

[nama_file,direktori]=uigetfile({'*.jpg;*.bmp;*.png;*.ti
ff;*.gif;*.pgm'});
if ~isequal(nama_file,0);
    data=imread(fullfile(direktori,nama_file));
    %handles.data=data;
    axes(handles.axes1);
    imshow(data);

```

Gambar 4.8 Source Code Menu Segmentasi bagian *browse*

```

function btnprepro_Callback(hObject, eventdata, handles)
global data hasil
gray=zeros(size(data,1),size(data,2));
for i=1:size(data,1)
    for j=1:size(data,2)

gray(i,j)=0.2989*data(i,j,1)+0.5870*data(i,j,2)+0.1140*d
ata(i,j,3);
        end
    end
c=1.1;
w_all=c*[0 0 0;0 1 0;0 0 0];
w_high=[0 -1 0;-1 4 -1;0 -1 0];
w_boost=w_all+w_high;

high=conv2(gray,w_boost,'same');
hasil=uint8(high);

hasil=adapthisteq(hasil,'ClipLimit',0.02,'Range','full',
'Distribution','uniform');
hasil=imadjust(hasil);

axes(handles.axes2);
imshow(hasil);

%inisialisasi awal
[xs, ys]=inisialisasi(hasil);
handles.xs=xs;
handles.ys=ys;

```

Gambar 4.9 Source Code Menu Segmentasi bagian *Preprocessing*

```

function btnrun_Callback(hObject, eventdata, handles)
global hasil

handles.smth=double(hasil);

alpha=0.40;
beta=0.20;
gamma=1.00;
kappa=0.05;
Wline=0.00;
Wedge=0.40;
Weterm=0.00;

iterasi=str2double(get(handles.ed_iter, 'String'));

snake(handles.smth, handles.xs, handles.ys, alpha, beta, gamma, ka
ppa, Wline, Wedge, Weterm, iterasi);

```

Gambar 4.10 Source Code Menu Segmentasi bagian *Run*

```

function btnkembali_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to btnkembali (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see
GUIDATA)
delete(handles.figure1);
kembali=openfig('utama.fig');
handles=guihandles(kembali);
guidata(kembali, handles);

```

Gambar 4.11 Source Code Menu Segmentasi bagian *Kembali*

```

%global hasil
f = getframe(gca);
[im, map]=frame2im(f);
[Namafile, PathName] = uiputfile('*.jpg', 'Save As');
Name=fullfile(PathName, Namafile);
%if PathName==0, return; end
imwrite(im, Name, 'jpg');

```

Gambar 4.12 Source Code Menu Segmentasi bagian *Save*

```

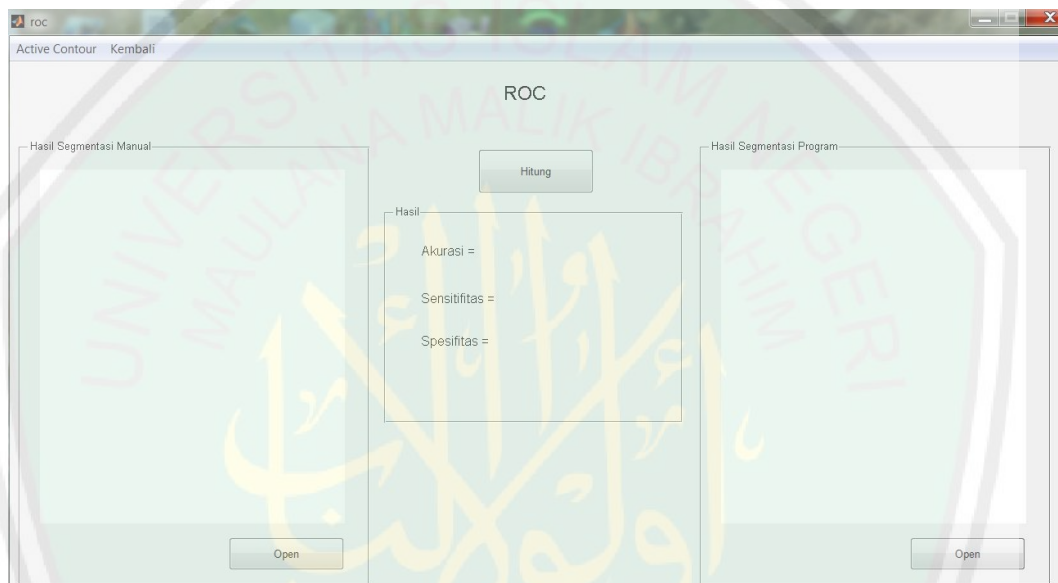
function roc_Callback(hObject, eventdata, handles)
delete(handles.figure1);
roc=openfig('roc.fig');
handles=guihandles(roc);
guidata(roc, handles);

```

Gambar 4.13 Source Code Menu Segmentasi bagian *ROC*

#### 4.1.1.3 Implementasi Antar Muka Menu Validasi

Sesuai dengan perancangan antarmuka sub bab 3.3.3 bahwa antarmuka proses terdiri dari 4 proses yaitu: Open file 1, Open file 2, Hitung Validasi, kembali. Adapun implementasi pada menu ini dapat dilihat pada gambar 4.5:



Gambar 4.14 Tampilan Antar Muka Proses Validasi

```
function btnhitung_Callback(hObject, eventdata, handles)
global data data2
hasil=data+data2;
TN=0; TP=0; FN=0; FP=0;
for i=1:size(hasil,1)
    for j=1:size(hasil,2)
        if hasil(i,j)==2
            TP=TP+1;
        elseif hasil(i,j)==1
            FN=FN+1;
        end
    end
end
a=sum(sum(data==1));
FP=a-TP;
TN=(256*256)-(TP+FN+FP);
[TN FN TP FP]
akurasi=100*(TP+TN)/(TP+FN+FP+TN);
sensitifitas=100*(TP/(TP+FN));
spesifitas=100*(TN/(FP+TN));
```

Gambar 4.15 Source Code Proses Validasi

## 4.1.2 Implementasi Sistem

Implementasi sistem dibagi menjadi dua bagian yaitu, implementasi proses preprocessing dan proses segmentasi. Implementasi proses preprocessing digunakan untuk memperbaiki gambar dari *noise* dengan menggunakan high boost filter, *adapthisteq*, dan *contrast stretching*. Selanjutnya implementasi proses segmentasi digunakan untuk memisahkan objek dengan latar belakangnya dengan mencari batas tepi objek menggunakan *active contour*.

### 4.1.2.1 Implementasi Preprocessing

Implementasi preprocessing bertujuan untuk memperbaiki citra agar siap digunakan dalam proses selanjutnya. Proses preprocessing meliputi proses grayscale, high boost filter, *adapthisteq* dan *contrast stretching*. Tahapan proses ini diimplementasikan sesuai dengan rancangan yang telah dijelaskan pada sub bab 3.3.2

- **Grayscale**

*Global* merupakan fungsi yang digunakan untuk membuat variable *data* yang dapat diproses pada fungsi lain. *Data* merupakan variable yang menampung data citra yang telah diinputkan berupa citra x-ray dan belum di *grayscale*, dengan ukuran file citra 256 x 256 dan masih dalam keadaan citra RGB kemudian di rubah menjadi *grayscale*. Citra yang dihasilkan akan berwarna abu-abu dengan nilai 0 – 255. Dengan mengalikan nilai  $0.2989 * R + 0.5870 * G + 0.1140 * B$ . Dan dengan menggunakan perintah `uint8` untuk merubah variable *data* kedalam bentuk array 8 bit

(uint8) dengan rentang nilai kuantisasi (0-255). Berikut adalah source code mengkonversi citra ke dalam bentuk *grayscale*:

```
global data hasil
%panggil=handles.data;
%data=imresize(data,[256 256]);
gray=zeros(size(data,1),size(data,2));
for i=1:size(data,1)
    for j=1:size(data,2)
        gray(i,j)=0.2989*data(i,j,1)+0.5870*data(i,j,2)+0.1140*
        data(i,j,3);
    end
end
```

Gambar 4.16 Source code untuk konversi citra ke bentuk *grayscale*

- **High Boost Filter**

Setelah proses *grayscale* kemudian dilakukan proses filtering dengan menggunakan High boost filter. Variable *gray* merupakan inputan citra *grayscale*, dengan *c* sebagai konstanta dan *w\_boost* merupakan kernel high boost yang dikonvolusikan dengan citra *gray*;

```
c=1.1;
w_all=c*[0 0 0;0 1 0;0 0 0];
w_high=[0 -1 0;-1 4 -1;0 -1 0];
w_boost=w_all+w_high;

high=conv2(gray,w_boost,'same');
hasil=uint8(high);
```

Gambar 4.17 Source code High-boost filter

- **CLAHE**

Setelah dilakukan proses kemudian dilakukan proses clahe (adapthisteq), clahe digunakan untuk beroperasi pada daerah kecil di citra yang disebut blok. Setiap blok ditingkatkan nilai kontrasnya. Variable *high* digunakan sebagai inputan awal dalam proses high boost filter. Di dalam variable

*high* terdapat nilai hasil variable gray yang telah dikonvolusikan dengan citra *gray*. Kemudian dilakukan proses clahe dengan variable *hasil* sebagai proses awalan, hasil sama dengan masukan nilai hasil, *cliplimit* sebagai parameter dan nilai dari parameter adalah 0.02 dan parameter range, full, distribution dan uniform. Berikut adalah filter CLAHE:

```
hasil=adapthisteq(hasil,'ClipLimit',0.02,'Range','full',
,'Distribution','uniform');
```

Gambar 4.18 *Source code CLAHE*

- **Peregangan Kontras**

Setelah mendapatkan hasil dari proses *adapthisteq* dilakukan proses peregangan kontras untuk mendapatkan tepian dari objek sehingga memudahkan dalam proses segmentasi, berikut ini adalah proses peregangan kontras:

```
hasil=imadjust(hasil);
%se2 = strel('line',3,90);
%hasil = imdilate(hasil,se2);
axes(handles.axes2);
imshow(hasil);
```

Gambar 4.19 *Source code peregangan kontras*

Fungsi *imadjust* tersebut akan menyesuaikan harga intensitas/peta warna dari citra asli yang telah dilakukan dengan proses *adapthisteq*.

#### 4.1.2.2 Implementasi Segmentasi

Proses segmentasi yaitu proses segmentasi tulang selangka, dimana segmentasi tersebut dilakukan untuk memisahkan objek tulang selangka dengan

latar belakangnya. Dalam proses segmentasi tulang selangka meliputi inisialisasi kurva sampai menemukan objek tulang selangka.

- Inisialisasi awal

Pada tahap inisialisasi kurva, dimulai dengan  $x_s$ ,  $y_s$  sebagai koordinat awal, dengan mengambil citra yang telah di preprocessing dan berikut adalah source code inisialisasi :

```
%inisialisasi awal
[ $x_s$ ,  $y_s$ ]=inisialisasi(hasil);
handles. $x_s$ = $x_s$ ;
handles. $y_s$ = $y_s$ ;
```

Gambar 4.20 *Source code* inisialisasi

Menaruh plot pada inisialisasi awal setelah mengambil proses inisialisasi awal berikut ini adalah source code plot :

```
% inisialisasi awal dengan nilai=0.
 $xy$  = [];
 $n$  = 0;
% mengambil gambar yg akan disegmentasi.
disp('klik kiri untuk menaruh inisialisasi.')
disp('klik kanan setelah selesai menaruh
inisialisasi.')
 $but$  = 1;
while  $but$  == 1
    [ $x_i$ , $y_i$ , $but$ ] = ginput(1); %mengambil inputan baru
    plot( $x_i$ , $y_i$ , 'r+')
     $n$  =  $n$ +1;
     $xy(:,n)$  = [ $x_i$ ;  $y_i$ ];
end
```

Gambar 4.21 *Source code* plot untuk citra

- Menentukan iterasi

Setelah melakukan proses inisialisasi awal, selanjutnya menentukan iterasi, dalam proses segmentasi, berikut ini adalah source code iterasi :

```
iterasi=str2double(get(handles.ed_iter,'String'));
```

Gambar 4.22 *Source code* untuk iterasi

- Proses *Active Contour*

*Active contour* sendiri adalah sebuah proses minimalisasi energi, batasan dari obyek merupakan nilai minimum dari fungsi energi. Fungsi energi tersebut tidak hanya terdiri dari informasi mengenai *edge*, melainkan juga berisi property yang mengontrol pergerakan dari kurva itu sendiri. Berikut ini adalah *source code active contour* yang terdiri dari Eline, Eedge, Eterm :

```
%energi eksternal
eline = smth; %eline utk intensitas gambar

[grady,gradx] = gradient(smth);
eedge = -1 * sqrt ((gradx .* gradx + grady .* grady));
%eedge dihitung dgn gradien dlm gambar
```

Gambar 4.23 *Source code* untuk eline dan eedge

```
for i = 1:row
    for j= 1:col

eterm(i,j)=(cyy(i,j)*cx(i,j)*cx(i,j) -
2*cxy(i,j)*cx(i,j)*cy(i,j)+
cxx(i,j)*cy(i,j)*cy(i,j))/((1+cx(i,j)*cx(i,j)+cy(i,j)*cy(i,j)
)^1.5);
end
end

eext = (wl*eline + we*eedge -wt * eterm); %eext
[fx, fy] = gradient(eext); %
```

Gambar 4.24 *Source code* untuk energi eterm dan eext

#### 4.1.2.3 Implementasi Validasi

Implementasi validasi ini merupakan implementasi yang digunakan untuk pengukuran pada hasil segmentasi. Metode yang digunakan dalam pengukuran hasil segmentasi ini menggunakan ROC (*Receiver Operating Characteristic*).

Berikut Gambar 4.15 *source code* untuk mencari ROC, implementasi dari Gambar 3.9

```

global data data2
hasil=data+data2;
TN=0; TP=0; FN=0; FP=0;
for i=1:size(hasil,1)
    for j=1:size(hasil,2)
        if hasil(i,j)==2
            TP=TP+1;
        elseif hasil(i,j)==1
            FN=FN+1;
        end
    end
end
end
a=sum(sum(data==1));
FP=a-TP;
TN=(256*256)-(TP+FN+FP);
[TN FN TP FP]
akurasi=100*(TP+TN)/(TP+FN+FP+TN);
sensitifitas=100*(TP/(TP+FN));
spesifitas=100*(TN/(FP+TN));
set(handles.te_akurasi,'String',akurasi);
set(handles.te_sensifitas,'String',sensitifitas);
set(handles.te_spesifitas,'String',spesifitas);

```

Gambar 4.25 Source code program untuk validasi

Global data merupakan fungsi yang digunakan untuk membuat variabel data jantung yang dapat diproses pada fungsi yang lain. Variabel TN, TP, FN, dan FP sama seperti yang dijelaskan pada subbab 3.2.4. Perhitungan sensitifitas, akurasi dan spesifitas dikalikan dengan 100 dikarenakan hasil akhir dari perhitungan tersebut berupa presentase, dengan rumus perhitungan pada persamaan akurasi (2.10), persamaan sensitifitas (2.11) dan persamaan spesifitas (2.12).

## 4.2 Hasil Ujicoba Metode Active Contour dengan Objek Tunggal

Pengujian segmentasi menggunakan metode active contour terhadap objek sederhana dilakukan untuk mengetahui ke akurasion dari metode segmentasi yang digunakan terhadap objek-objek tunggal, atau dengan objek yang homogen.

Dalam pengujian segmentasi citra terdapat beberapa standart pengukuran kesalahan atau error (galat). Parameter yang paling umum dan sering digunakan adalah *Mean Square Error* (MSE) dan *Peak Signal to Noise Ratio* (PNSR). *Mean Square Error* (MSE) Adalah nilai rata-rata kuadrat error antara citra asli dengan citra hasil segmentasi, dimana citra tersebut memiliki ukuran yang sama untuk menentukan tingkat kesalahan pada hasil segmentasi citra menggunakan metode active contour. Sedangkan *Peak Signal to Noise Ratio* (PNSR) adalah nilai perbandingan antar nilai maksimal hasil segmentasi dengan nilai MSE yang menyatakan tingkat noise atas hasil segmentasi dengan mencari selisih distorsi antar gambar.

MSE merupakan ukuran yang baik untuk mengukur kesamaan 2 buah citra. Misalkan ada buah citra  $x$  dan  $y$  dengan dimensi yang sama sebesar  $M \times N$ , MSE antara keduanya dapat didefinisikan dengan persamaan sebagai berikut:

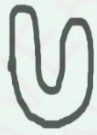









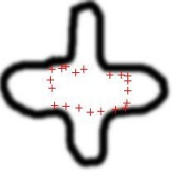

$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (x_{ij} - y_{ij})^2$$

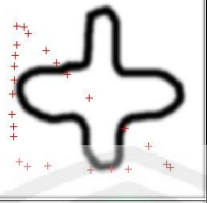








Semakin besar nilai MSE, maka semakin besar perbedaan antara 2 buah citra yang telah dibandingkan. MSE adalah metode lain yang berfungsi untuk mengevaluasi metode peramalan, masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan. Kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah observasi.

Pendekatan ini mengatur kesalahan peramalan yang besar karena kesalahan-kesalahan itu dikuadratkan.

Tabel 4.1 hasil segmentasi menggunakan metode active contour terhadap objek tunggal dengan inisialisasi yang berbeda-beda:

Tabel 4.1 Hasil ujicoba segmentasi menggunakan metode active contour dengan model inisialisasi kotak diluar, didalam dan segitiga pada citra tunggal.

No.	Proses	Inisialisasi awal	Hasil segmentasi	Mean Square Error
1.				0.1309
				0.1049
				0.1024
2.				0.0965
				0.0805



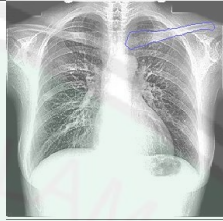

				0.1083
3.				0.1066
				0.0569
				0.1105

### 4.3 Hasil Ujicoba Segmentasi Tulang Selangka Dengan Menggunakan



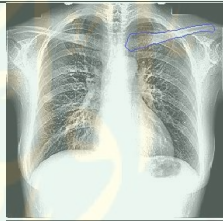

#### Metode Active Contour

Segmentasi tulang selangka pada citra x-ray thorax dengan menggunakan metode active contour, diawali dengan dengan pembuatan inisialisasi awal dengan model awalan yang berupa tanda (+) ke tepian dari bentuk tulang selangka, kemudian inisialisasi yang telah dibuat akan menuju tepian objek dengan proses mengempis sehingga proses tersebut disebut active contour karena kurva tersebut menuju ke tepian dari objek. Parameter yang digunakan aplikasi ini menggunakan parameter yang telah ditentukan, yaitu dengan  $\alpha=0.40$ ,  $\beta=0.20$ ,  $\gamma=1.00$ ,  $\kappa=0.05$ ,  $W_{line}=0.00$ ,  $W_{edge}=0.40$ ,  $W_{term}=0.00$ .

Tabel 4.2 Hasil ujicoba segmentasi tulang selangka bagian kiri menggunakan *active contour*

No	Citra Asli	Hasil Preprocessing	Gambar Inisialisasi	Hasil Segmentasi
1	 JPCLN019.jpg			

Tabel 4.3 Hasil ujicoba segmentasi tulang selangka bagian kanan menggunakan *active contour*

No	Citra Asli	Hasil Preprocessing	Gambar Inisialisasi	Hasil Segmentasi
1	 JPCLN019.jpg			

#### 4.4 Hasil Perhitungan Citra Hasil Segmentasi Aplikasi Dengan Citra Hasil Segmentasi Manual Menggunakan ROC

Pengujian sistem akan dilakukan terhadap data hasil uji coba dengan hasil segmentasi manual menggunakan metode ROC (*Receiver Operatic Characteristic*) sehingga dapat mengukur prosentase akurasi, sensitifitas dan spesifisitas.

Pengujian pada segmentasi tulang selangka menggunakan data masukan sebanyak 18 citra. Masing-masing citra hasil segmentasi tulang selangka akan

dihitung nilai ketepatan dan ketidaktepatan dibandingkan dengan hasil segmentasi manual, Tabel 4.2 adalah hasil perhitungan perbandingan segmentasi tulang selangka bagian kanan. Tabel 4.3 adalah hasil perhitungan perbandingan segmentasi tulang selangka bagian kiri. Perhitungan tersebut telah dijelaskan pada subbab 2.7.

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Perbandingan Segmentasi Tulang Selangka Bagian Kanan

No.	Nama Citra	Akurasi (%)	Sensifitas (%)	Spesifisitas (%)
1.	T.SelangkaKanan_8	98.41	53.4605	99.7049
2.	T.SelangkaKanan_14	98.5458	44.3593	99.7598
3.	T.SelangkaKanan_16	98.6404	56.4732	99.8259
4.	T.SelangkaKanan_18	98.5001	53.6585	99.8883
5.	T.SelangkaKanan_19	98.4955	51.7748	99.6902
6.	T.SelangkaKanan_21	98.2086	34.7015	99.5342
7.	T.SelangkaKanan_22	98.7534	55.0502	99.9123
8.	T.SelangkaKanan_25	98.1812	40.4959	99.4882
9.	T.SelangkaKanan_28	98.6038	56.0563	99.7883
10.	T.SelangkaKanan_35	98.8022	53.7678	99.8377
11.	T.SelangkaKanan_37	98.6267	50.916	99.8077
12.	T.SelangkaKanan_38	98.703	55.0124	99.8076
13.	T.SelangkaKanan_39	98.7289	44.1092	99.9143
14.	T.SelangkaKanan_45	97.0505	28.2589	99.485
15.	T.SelangkaKanan_62	98.6679	57.8605	99.7494

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Perbandingan Segmentasi Tulang Selangka Bagian  
kiri

No.	Nama Citra	Akurasi (%)	Sensifitas (%)	Spesifisitas (%)
1.	T.SelangkaKiri_8	97.9294	46.9142	99.4625
2.	T.SelangkaKiri_14	98.7167	50.6944	99.7956
3.	T.SelangkaKiri_16	98.6954	52.0479	99.853
4.	T.SelangkaKiri_18	98.3551	43.5185	99.745
5.	T.SelangkaKiri_19	98.3673	51.0248	99.7456
6.	T.SelangkaKiri_21	98.5901	39.3314	99.8893
7.	T.SelangkaKiri_22	98.7488	55.4468	99.7859
8.	T.SelangkaKiri_25	98.1689	40.175	99.5144
9.	T.SelangkaKiri_28	98.0179	44.0448	99.4518
10.	T.SelangkaKiri_35	98.4894	45.5263	99.7469
11.	T.SelangkaKiri_37	98.5519	48.5248	99.7983
12.	T.SelangkaKiri_38	98.6679	46.9086	99.8704
13.	T.SelangkaKiri_39	98.5382	45.177	99.7379
14.	T.SelangkaKiri_45	96.8704	24.9886	99.3637
15.	T.SelangkaKiri_62	98.555	50.7398	99.7684

Tabel 4.6 Hasil Rata-rata perhitungan citra hasil segmentasi metode active contour menggunakan ROC

No.	Nama Citra	Akurasi (%)	Sensitifitas (%)	Spesifisitas (%)
1.	Tulang Selangka_Kanan	98,46	49,1	99,75
2.	Tulang Selangka_Kiri	98,35	45,67	99,70

Tabel 4.6 menunjukkan rata-rata perhitungan menggunakan ROC, dimana pada perhitungan tersebut citra hasil segmentasi tulang selangka menggunakan metode *active contour* dibandingkan dengan hasil segmentasi tulang selangka manual yang didapat dari data publik. Berdasarkan Tabel 4.6 menunjukkan bahwa sistem memiliki kemampuan mensegmentasi tulang selangka bagian kanan dengan prosentase akurasi 98,46%, sensitifitas 49,1%, dan spesifisitas 99,75%, serta sistem memiliki kemampuan mensegmentasi tulang selangka bagian kiri dengan prosentase akurasi 98,35%, sensitifitas 45,67%, spesifisitas 99,70%.

#### 4.5 Integrasi Tulang Selangka Dengan Al-Qur'an

Memadukan Islam dengan Ilmu Pengetahuan Alam adalah satu pemikiran yang didasarkan pada asumsi bahwa pengembangan ilmu pengetahuan alam dalam konteks ke-Islam-an merupakan suatu keharusan bagi kelanjutan peradaban umat manusia yang harmonis di masa depan. Islam adalah agama yang menjadi sumber inspirasi dan motivasi dalam hal pengkajian berbagai fenomena alam. Beberapa ilmuwan Muslim yang telah mengukir namanya dalam sejarah Ilmu Pengetahuan Alam adalah merupakan bukti tentang bagaimana Islam sebagai

agama universal yang sangat konsen dengan pengembangan ilmu pengetahuan dari zaman ke zaman. Agama Islam telah memberi pilihan dan panduan kepada manusia tentang jalan hidup yang akan dilaluinya. Dengan ilmu pengetahuan, manusia akan lebih bijaksana untuk menentukan pilihan-pilihan hidup. Nabi Muhammad Salallahu 'Alaihi Wassalam mengatakan bahwa "Ilmu tanpa iman bencana, iman tanpa ilmu gelap". Dengan demikian harus dilakukan pengkajian fenomena alam dalam rangka pengembangan ilmu pengetahuan alam dalam konteks mempertebal iman, takwa, dan sikap rohaniyah kepada Tuhan dengan berpijak pada sejarah bagaimana kejayaan Islam dalam penguasaan dan pengembangan ilmu pengetahuan sejak zaman pertengahan hingga sekarang adalah merupakan kesinambungan dan perubahan. Dengan kata lain ilmu pengetahuan tidak mempunyai batasan-batasan dalam Islam dan tetap berpedoman dengan nilai-nilai ke-Islam-an, dan sesuai Al-Quran dan sunah Nabi, khususnya dalam hal ilmu pengolahan citra.

Ilmu pengolahan citra menggunakan teknologi-teknologi yang canggih seperti mensegmentasi objek-objek tertentu. Teknologi tersebut perlu dimanfaatkan dengan baik dan benar, sesuai dengan firman Allah yang terdapat dalam Q.S Al-Jaatsiyah [45]: 13 yang berbunyi:

وَسَخَّرَ لَكُم مَّا فِي السَّمٰوٰتِ وَمَا فِي الْاَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُۥٓ اِنَّ فِيْ ذٰلِكَ لَاٰيٰتٍ لِّقَوْمٍ  
يَتَفَكَّرُوْنَ ﴿١٣﴾

Artinya:

*"Dan dia Telah menundukkan untukmu apa yang di langit dan apa yang di bumi semuanya, (sebagai rahmat) daripada-Nya. Sesungguhnya pada yang*

*demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang berfikir.”(Q.S. Al-Jaatsiyah [45]: 13)*

Dari ayat tersebut dijelaskan bahwa adanya potensi dan tersedianya lahan yang diciptakan oleh Allah, serta ketidakmampuan alam raya untuk membangkang perintah-Nya, kesemuanya mengantarkan manusia berpotensi untuk memanfaatkan yang ditundukkan Tuhan itu. Keberhasilan memanfaatkan alam itu lah yang merupakan buah teknologi. Jadi, dapat dikatakan bahwa teknologi merupakan ilmu yang dianjurkan oleh Al-Quran. Segmentasi tulang selangka ini merupakan teknologi yang dapat dimanfaatkan oleh dunia medis.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab terakhir ini dijelaskan mengenai kesimpulan yang didapat dari pengerjaan tugas akhir ini, beserta saran-saran yang perlu diperhatikan untuk pengembangan selanjutnya.

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan aplikasi yang telah dibuat beserta ujicoba yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Ujicoba sistem dilakukan pada 18 citra *x-ray thorax*. Metode *active contour* dapat mensegmentasi objek tulang selangka dengan prosentase akurasi 98,46%, sensitifitas 49,1% dan spesifisitas 99,75% tulang selangka bagian kanan serta prosentase akurasi 98,35%, sensitifitas 45,67% dan spesifisitas 99,70% tulang selangka bagian kiri. Dan ujicoba metode *active contour* dengan objek tunggal dengan hasil rata-rata MSE 0.099, metode *active contour* memiliki keakurasian yang tinggi terhadap objek-objek yang akan disegmentasi.
- Bentuk objek dan hasil dari *preprocessing* mempengaruhi dalam keberhasilan proses segmentasi.

## 5.2 Saran

Saran yang hendak disampaikan terkait dengan pengerjaan tugas akhir ini adalah :

- Sebisa mungkin menggunakan bentuk objek yang mudah sekiranya bisa dan mendapatkan hasil yang baik untuk metode *active contour*.
- Inisialisasi awal diletakkan pada posisi yang paling dekat dengan tepian objek yang akan di segmentasi.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Rahman, Hairur. 2007. *Indahnya Matematika dalam Al-Qur'an*. Malang: UIN Malang Press.
- Muhaimin. 2010. *Kebutuhan Manusia Akan Agama*, <http://pasca.uin-malang.ac.id/media.php?module=detailtausiyah&id=5>. Diakses tanggal 5 Februari 2012.
- Munawar. 2005. *Pemodelan Visual Dengan UML*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sholiq. 2006. *Pemodelan Sistem Informasi Berorientasi Objek Dengan UML*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Michael Kass et all. 1988. *Snake: Active Contour Models*, *International Journal of Computer Vision*. Kluwer Academic Publisher: 321-331.
- Alexandru P. Condurache. University of Lübeck: Germany.
- Noriyasu Homma, Satoshi Shimoyama, Tadashi Ishibashi, Makoto Yoshizawa. 2009. *Wseas Transactions On Information Science And Applications: Lung Area Extraction from X-ray C T Images for Computer-aided Diagnosis of Pulmonary N odules by using Active Contour Model*, Sendai: 980-8579.
- Erick Paulus, dkk. 2007. *GUI Matlab*. Yogyakarta: Andi publisher.
- Mauridhi Hery Purnomo, Arif Muntasa. 2010. *Konsep Pengolahan Citra Digital Dan Ekstraksi Fitur*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Marvin Ch.Wijaya, Agus Prijono. 2007. *Pengolahan Citra Digital menggunakan Matlab*. Bandung: Informatika.
- Tony F. Chan and Luminita A. Vese. 2001. *Active contours without edges*. *IEEE Trans. ImageProcess.*, 10(2):266-277.
- Gonzalez, R.C., Woods, R.E. (2004). *Digital Image Processing Second Edition*. Prentice Hall, New Jersey.
- Liong, The Houw. 1982. *Konsep Fisika Modern*. Jakarta: Erlangga.
- Suyatno, Ferry. 2008. *Aplikasi Radiasi Sinar-X di Bidang Kedokteran Untuk Menunjang Kesehatan Masyarakat*. Yogyakarta: Seminar Nasional IV Sdm Teknologi Nuklir ISSN 1978-0176.
- Syaifuddin. 2009. *Anatomi Tubuh Manusia Untuk Mahasiswa Keperawatan*. Jakarta: Salemba Medika.
- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsîr al-Mishbâh Vol.I*. Jakarta: Lentera Hati.

## LAMPIRAN

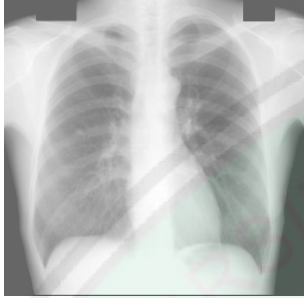



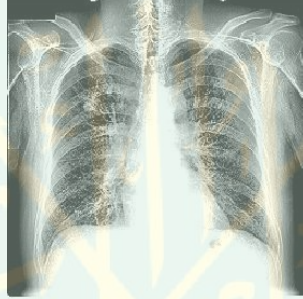



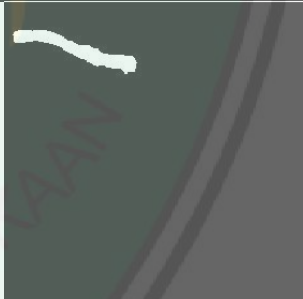
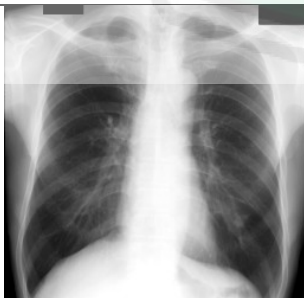
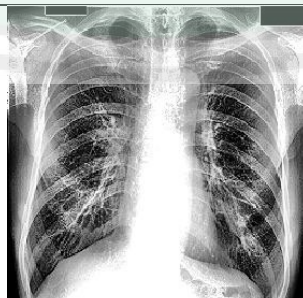
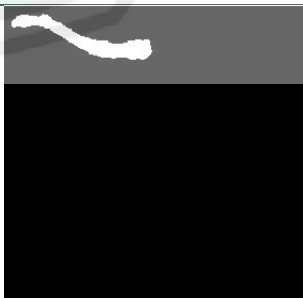
Hasil perbandingan citra tulang selangka bagian kanan hasil segmentasi manual dengan citra tulang selangka bagian kanan hasil segmentasi program

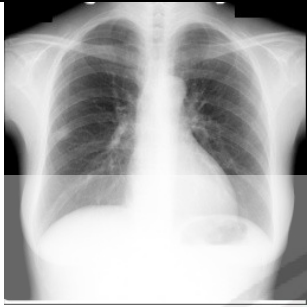


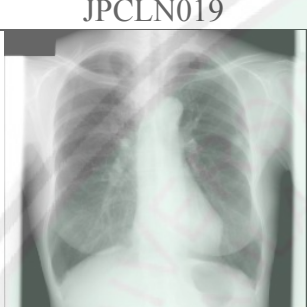


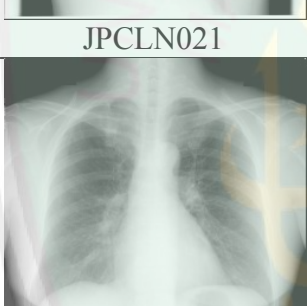
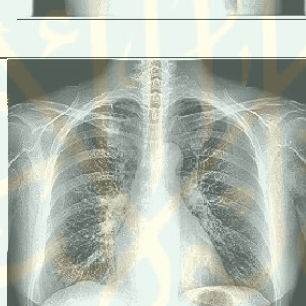

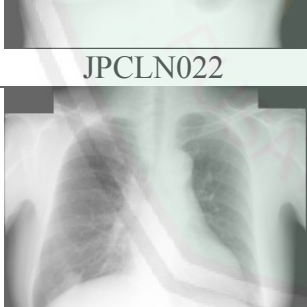
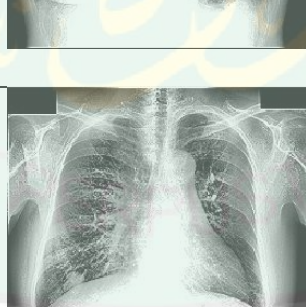

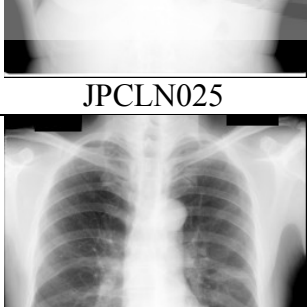
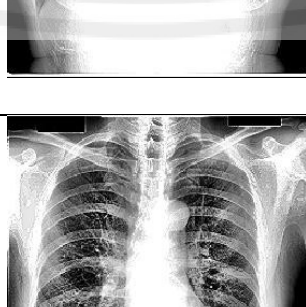
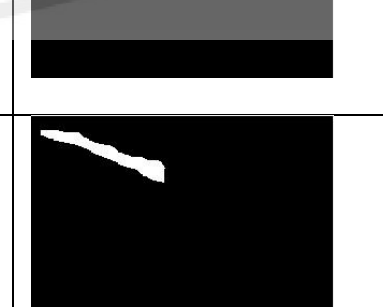
No	Nama citra	TN	FN	TP	FP	Akurasi (%)	Sensitifitas (%)	Spesifisitas (%)
1	T.Selangka Kanan_8	63513	854	981	188	98.41	53.4605	99.7049
2	T.Selangka Kanan_14	63946	799	637	154	98.5458	44.3593	99.7598
3	T.Selangka Kanan_16	63633	780	1012	111	98.6404	56.4732	99.8259
4	T.Selangka Kanan_18	63497	912	1056	71	98.5001	53.6585	99.8883
5	T.Selangka Kanan_19	63704	788	846	198	98.4955	51.7748	99.6902
6	T.Selangka Kanan_21	63897	875	465	299	98.2086	34.7015	99.5342
7	T.Selangka Kanan_22	63787	761	932	56	98.7534	55.0502	99.9123
8	T.Selangka Kanan_25	63756	864	588	328	98.1812	40.4959	99.4882
9	T.Selangka Kanan_28	63626	780	995	135	98.6038	56.0563	99.7883
10	T.Selangka Kanan_35	63959	681	792	104	98.8022	53.7678	99.8377
11	T.Selangka Kanan_37	63830	777	806	123	98.6267	50.916	99.8077
12	T.Selangka Kanan_38	63797	727	889	123	98.703	55.0124	99.8076
13	T.Selangka Kanan_39	64089	778	614	55	98.7289	44.1092	99.9143
14	T.Selangka Kanan_45	62970	1607	633	326	97.0505	28.2589	99.485
15	T.Selangka Kanan_62	63684	713	979	160	98.6679	57.8605	99.7494
Jumlah		955688	12696	12225	2431	1476,918	735,955	1496,1938
Rata-rata		63712,53	846,4	815	162,06	98,46	49,1	99,75

Hasil perbandingan citra tulang selangka bagian kiri hasil segmentasi manual dengan citra tulang selangka bagian kiri hasil segmentasi program

No	Nama citra	TN	FN	TP	FP	Akurasi (%)	Sensitifitas (%)	Spesifisitas (%)
1	T.Selangka Kiri_8	63282	1015	897	342	97.9294	46.9142	99.4625
2	T.Selangka Kiri_14	63965	710	730	131	98.7167	50.6944	99.7956
3	T.Selangka Kiri_16	63855	761	826	94	98.6954	52.0479	99.853
4	T.Selangka Kiri_18	63753	915	705	163	98.3551	43.5185	99.745
5	T.Selangka Kiri_19	63520	908	946	162	98.3673	51.0248	99.7456
6	T.Selangka Kiri_21	64059	853	553	71	98.5901	39.3314	99.8893
7	T.Selangka Kiri_22	63866	683	850	137	98.7488	55.4468	99.7859
8	T.Selangka Kiri_25	63739	889	597	311	98.1689	40.175	99.5144
9	T.Selangka Kiri_28	63490	949	747	350	98.0179	44.0448	99.4518
10	T.Selangka Kiri_35	63854	828	692	162	98.4894	45.5263	99.7469
11	T.Selangka Kiri_37	63814	820	773	129	98.5519	48.5248	99.7983
12	T.Selangka Kiri_38	63965	790	698	83	98.6679	46.9086	99.8704
13	T.Selangka Kiri_39	63927	790	651	168	98.5382	45.177	99.7379
14	T.Selangka Kiri_45	62936	1648	549	403	96.8704	24.9886	99.3637
15	T.Selangka Kiri_62	63766	799	823	148	98.555	50.7398	99.7684
Jumlah		892509	13358	11037	2854	1475,2624	685,0629	1495,5287
Rata-rata		59500,6	890,53	735,8	190,3	98,35	45,67	99,70

Hasil segmentasi tulang selangka bagian kanan dengan metode *active contour*

Citra Asli	Citra Hasil Preprocessing	Citra Hasil Segmentasi
 <p data-bbox="384 792 528 824">JPCLN008</p>		
 <p data-bbox="384 1128 528 1160">JPCLN014</p>		
 <p data-bbox="384 1464 528 1496">JPCLN016</p>		
 <p data-bbox="384 1800 528 1832">JPCLN018</p>		








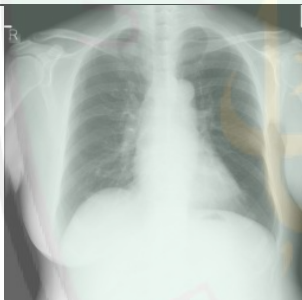
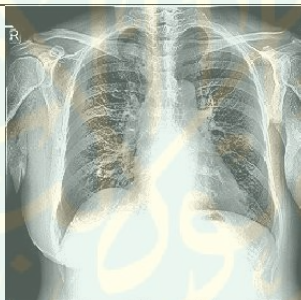


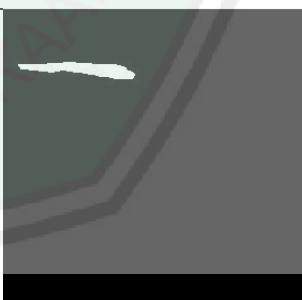
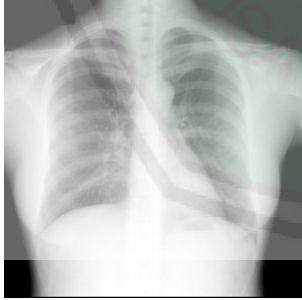




JPCLN019

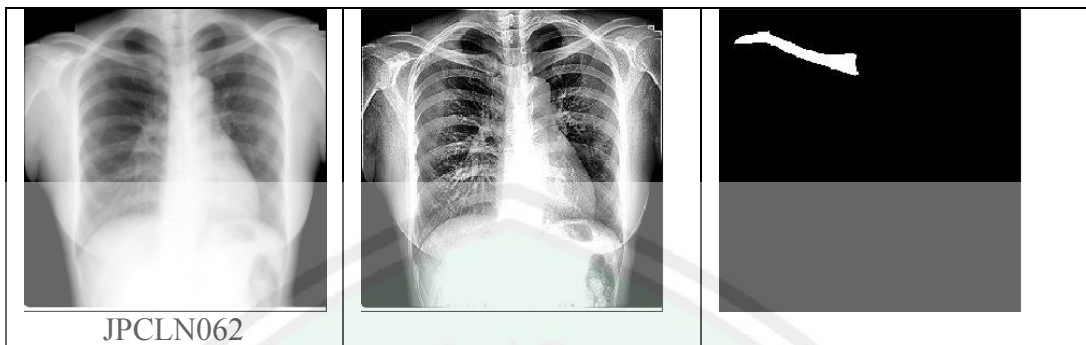
JPCLN021

JPCLN022

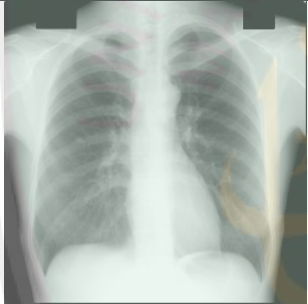
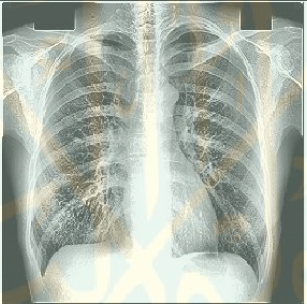
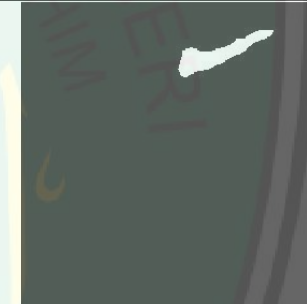




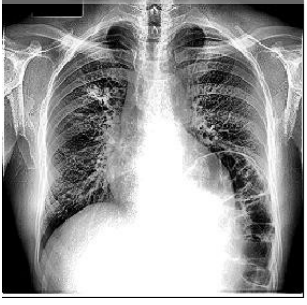

JPCLN025


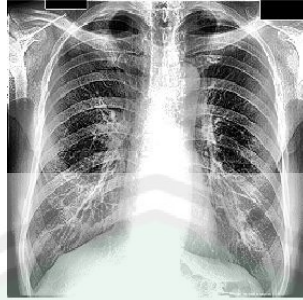
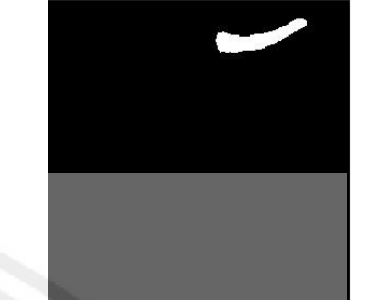
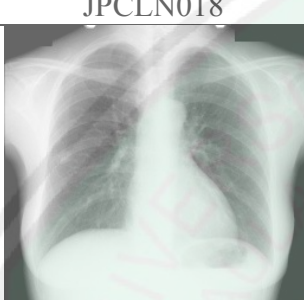

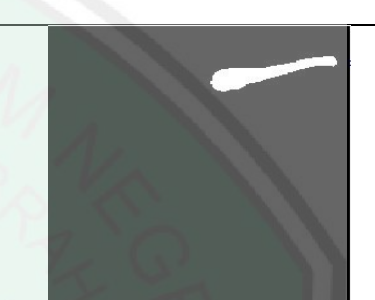
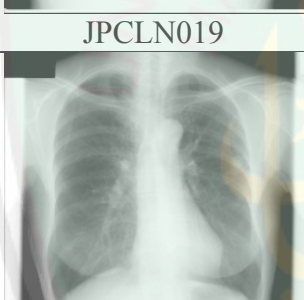
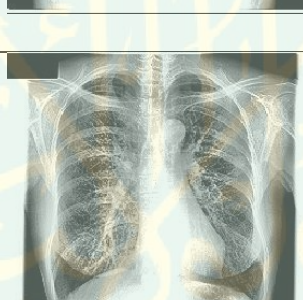
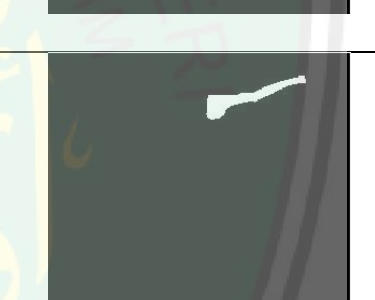

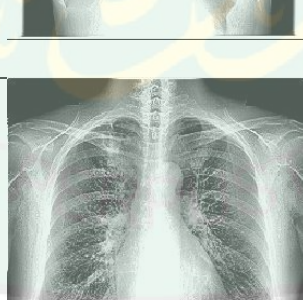

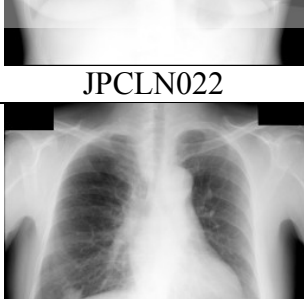
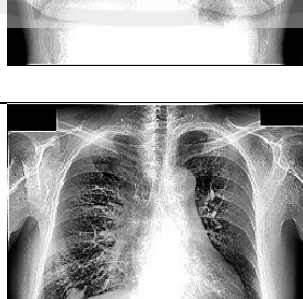

JPCLN028

		
<p>JPCLN035</p>		
	<p>JPCLN037</p>	
		
<p>JPCLN038</p>		
	<p>JPCLN039</p>	
		
<p>JPCLN045</p>		



Hasil segmentasi tulang selangka bagian kiri dengan metode *active contour*

Citra Asli	Citra Hasil Preprocessing	Citra Hasil Segmentasi
		
JPCLN008		
		
JPCLN014		
		
JPCLN016		


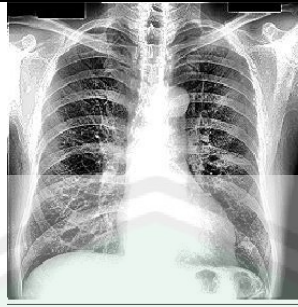
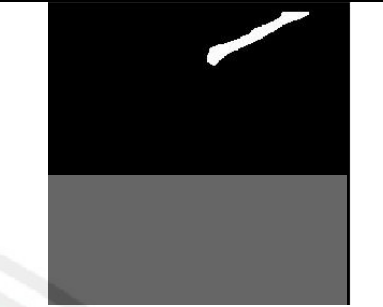
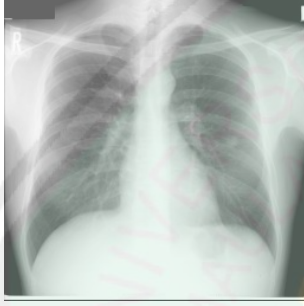



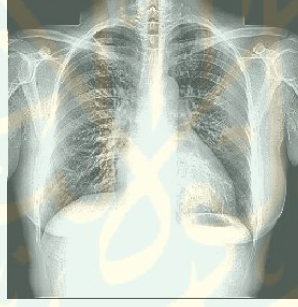

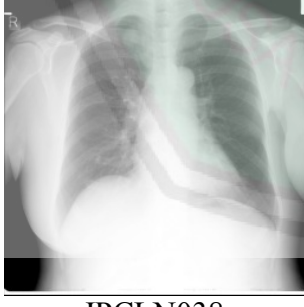
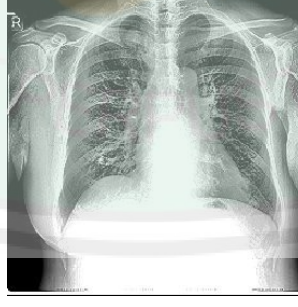

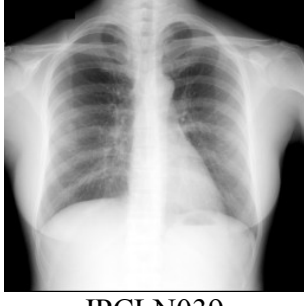
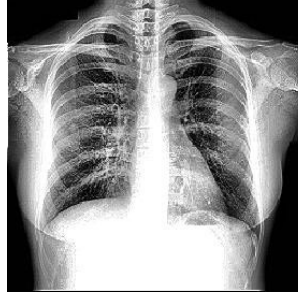

JPCLN018

JPCLN019

JPCLN021

JPCLN022

JPCLN025

JPCLN028

JPCLN035

JPCLN037

JPCLN038

JPCLN039

