

**SEGMENTASI JANTUNG PADA CITRA X-RAY THORAX
MENGUNAKAN METODE *HOMOTOPY TREE***

SKRIPSI

Oleh :

Kunti Eliyen

07650093



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

**SEGMENTASI JANTUNG PADA CITRA X-RAY THORAX
MENGUNAKAN METODE *HOMOTOPY TREE***

SKRIPSI

Diajukan Kepada:

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri

Maulana Malik Ibrahim Malang

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

Oleh:

KUNTI ELIYEN

NIM. 07650093

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG**

2013

ii

**SEGMENTASI JANTUNG PADA CITRA X-RAY THORAX
MENGUNAKAN METODE *HOMOTOPY TREE***

SKRIPSI

Oleh:
KUNTI ELIYEN
NIM. 07650093

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal : 10 Desember 2012

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. M. Amin Hariyadi, M.T
NIP. 19670018 200501 1 001

Ririen Kusumawati, M.Kom
NIP.19720309 200501 2 002

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Ririen Kusumawati, M.Kom
NIP. 19720309 200501 2 002

**SEGMENTASI JANTUNG PADA CITRA X-RAY THORAX
MENGUNAKAN METODE *HOMOTOPY TREE***

SKRIPSI

Oleh :
KUNTI ELIYEN
NIM. 07650093

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

Susunan Dewan Penguji:	Tanda Tangan
1. Penguji Utama : <u>Zainal Abidin, M.Kom</u> NIP. 19760613 200501 1 004	()
2. Ketua : <u>Dr. Cahyo Crysdian</u> NIP. 19740424 200901 1 008	()
3. Sekretaris : <u>M. Amin Harivadi, M.T</u> NIP. 19670118 200501 1 001	()
4. Anggota : <u>Ririen Kusumawati, M. Kom</u> NIP. 19720309 200501 2 002	()

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Ririen Kusumawati, M.Kom
NIP. 19720309 200501 2 002

**SURAT PERNYATAAN
ORISINALITAS PENELITIAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kunti Eliyen

NIM : 07650093

Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika

Judul Penelitian : **Segmentasi Jantung Hasil Citra X-Ray Thorax**

Menggunakan Metode *Homotopy Tree*

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

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

Malang, 10 Januari 2013
Yang Membuat Pernyataan,



Kunti Eliyen
NIM. 07650093

MOTTO

“Do or Die”



PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT dzat Pencipta dan Pemilik seluruh Alam Raya

Kupersembahkan Karya sederhana ini Kepada semua orang yang mencintaiku

Ayah dan Ibu yang telah mengasahi dan merawatku dari lahir hingga dewasa kasih dan sayang kalian hanya bisa kubalas dengan kebanggaan karena telah melahirkanku.

A dik-adikku, Shofa Chasba Bachreisy dan Fitrotillah yang selalu menjadi alasan untuk tetap survive dalam hidup ini.

*My best of the best, Diana Sari Dewi.
Let see the world together, sissy.*

My partner of every moment, M. Hafidh A li S.

7 kuncaci, Uma, Ratri, Dinil, Nisa', Unin, Ucho, thanks for togetherness and support.

2007-mates, especially for Roni, Fachrizal, Aris, Wildan, Wahid, Ulil, Abror, Desi, Susi, Ita.

*My team, for Uma, Ratri, Rina, I pit, Ucho, Chika, Didik, Hantu, Bara.
Thank you for the sharing. Gonna miss you.*

*My housemate, Ganita, Silvi, Hanim,
Lia, Molly, Sulis, Ms. Eta, and Mr. Hengki. Thanks for being family.*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Syukur Alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Bapak M. Amin Hariyadi, M.T selaku pembimbing dalam skripsi ini yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
2. Ibu Ririen Kusumawati, M.Kom selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan pembimbing agama dalam skripsi ini.
3. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Prof. Dr. Sutiman Bambang Sumitro, SU., D.Sc., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Seluruh Dosen Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, khususnya dosen Teknik Informatika beserta seluruh staf yang telah memberikan ilmu dan membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

6. Kepada seluruh pihak yang membantu penulisan skripsi ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kekeliruan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik dari para pembaca yang baik hati untuk perbaikan dimasa mendatang. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi yang membacanya. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat, taufiq, hidayah dan inayahnya kepada kita semua. Amin

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 10 Januari 2013

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
ABSTRAK.....	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian.....	4
1.3.1 Tujuan Penelitian	4
1.3.2 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Metodologi Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB II LANDASAN TEORI.....	9
2.1 Citra.....	9
2.1.1 <i>Pixel</i>	9
2.1.2 Citra RGB	11
2.1.3 Citra <i>Grayscale</i>	11
2.2 Pengolahan Citra	12
2.3 Hubungan <i>Computer Vision</i> dan Pengolahan Citra	16
2.4 Operasi Pengolahan Citra.....	17
2.5 Segmentasi Citra	18
2.6 Citra Medis	18
2.7 Sinar-X	19
2.8 <i>Thorax</i>	20
2.9 Jantung	21
2.10 Deteksi Tepi.....	22
2.11 ROI (<i>Region of Interest</i>).....	25
2.12 <i>Homotopy Tree</i>	26
2.13 Dilasi dan Erosi	29
2.9.1 Dilasi	29
2.9.2 Erosi	31
2.14 Threshold Otsu.....	32

2.15 Uji Validasi	33
2.16 Penelitian Terdahulu	35
BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....	40
3.1 Analisis Sistem	40
3.1.1 Deskripsi Sistem.....	40
3.1.2 Spesifikasi Pengguna.....	41
3.2 Desain Sistem	41
3.3 Perancangan Sistem	42
3.3.1 Desain Data.....	42
3.3.2 Desain Proses	43
3.3.2.1 <i>Input Image</i>	43
3.3.2.2 <i>Image Processing</i>	44
3.4 Desain <i>Interface</i>	47
3.4.1 Desain <i>Interface Main Menu</i>	48
3.4.2 Desain <i>Interface Segmentation</i>	49
3.4.3 Desain <i>Interface Uji Validasi</i>	50
3.4.4 Desain <i>Interface Help</i>	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	53
4.1 Lingkungan Uji Coba.....	53
4.2 Implementasi Sistem dan Antarmuka Aplikasi	53
4.2.1 Implementasi <i>Form Interface Main Menu</i>	54
4.2.2 Implementasi <i>Form Interface Segmentation</i>	56
4.2.3 Implementasi <i>Form Interface Validasi</i>	69
4.2.4 Implementasi <i>Form Interface Help</i>	71
4.3 Hasil Uji Coba Sistem	71
4.3.1 Inputan Citra Berupa File Thorax	71
4.3.2 Inputan Citra Berupa File Citra Non-Thorax.....	72
4.4 Hasil Validasi Uji Coba Segmentasi Pada Citra Thorax.....	73
4.5 Segmentasi Citra Dalam Sudut Pandang Islam	75
BAB V PENUTUP	78
5.1 Kesimpulan	78
5.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Spesifikasi Lingkungan Uji Coba.....	53
Tabel 4.2	Hasil Proses Segmentasi	62
Tabel 4.3	Segmentasi pada Citra Non- <i>Thorax</i>	73
Tabel 4.4	Hasil Uji Coba Validasi Segmentasi Jantung	74



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Citra Lena dan citra kapal	9
Gambar 2.2	Perbedaan ketepatan warna <i>bitmap</i>	10
Gambar 2.3	Citra <i>grayscale</i>	12
Gambar 2.4	(a) Citra burung nuri yang agak gelap (b) Citra burung yang telah diperbaiki kontrasnya sehingga terlihat jelas dan tajam.....	13
Gambar 2.5	Tiga bidang studi Yang berkaitan dengan citra	14
Gambar 2.6	Grafika Komputer	14
Gambar 2.7	Pengolahan citra	15
Gambar 2.8	Citra karakter ‘A’ yang digunakan sebagai masukan untuk pengenalan huruf.....	16
Gambar 2.9	(a) Permukaan anterior sternum (b) Sternum, costae dan cartilaginee costales membentuk rangka thorax	21
Gambar 2.10	Letak jantung di rongga dada	22
Gambar 2.11	Letak jantung di rongga dada pada hasil rontgen <i>thorax</i>	22
Gambar 2.12	Pembentukan tepi suatu citra	23
Gambar 2.13	Citra hasil deteksi tepi menggunakan differensial	25
Gambar 2.14	Citra biner yang bernoise – foreground berwarna hitam dan background berwarna putih, (b) pengikisan dengan elemen yang berstruktur segi empat dengan ukuran 3 x 3, (c) hasil dari opening – closing dengan struktur elemen yang sama, (d) hasil dari opening – closing dengan struktur elemen yang sama	27
Gambar 2.15	(a) gambar citra, (b) <i>homotopy tree</i> dari gambar a, (c) transformasi <i>homotopy</i> dari gambar a	28
Gambar 2.16	Citra <i>Greyscale</i> dengan <i>Homotopy Treenya</i> . X_0 Adalah Komponen yang Tidak Dibatasi <i>Background</i> dari X, yaitu $(X_0 \cup X_2 \cup X_2^c) = X^c$. Y <i>Homotopic</i> dengan X Karena Memiliki <i>Hotomopy Tree</i> yang Sama	29
Gambar 2.17	Proses dilasi pada <i>Binary Image</i>	30
Gambar 2.18	Proses erosi pada <i>Grayscale Image</i>	31
Gambar 2.19	Perbedaan antara citra asli dengan citra hasil segmentasi	34
Gambar 2.20	Formulasi matriks dari TP, TN, FP, FN.....	34
Gambar 2.21	CTR dan batas kardio toraks untuk mengukur 2D-CTR: (a)CTR menggunakan diameter jantung maksimum (ML+MR) dan diameter toraks maksimum (MTD), (b) garis besar daerah dada dan jantung	37
Gambar 2.22	Batas luar mencari hasil: (a) batas kiri dan kanan terdeteksi, (b) ditumpangkan pada gambar aslinya	37
Gambar 2.23	Menentukan daerah yang diinginkan	38
Gambar 2.24	Segmentasi hasilnya dengan Otsu thresholding pada daerah yang diinginkan.....	38
Gambar 2.25	Menemukan daerah paru-paru dan jantung yang diinginkan	38
Gambar 2.26	Contoh hasil segmentasi untuk wilayah paru-paru yang diinginkan	38
Gambar 2.27	Contoh hasil segmentasi untuk wilayah jantung	39

Gambar 3.1	Diagram program secara umum	41
Gambar 3.2	Foto <i>X-ray Thorax</i>	43
Gambar 3.3	Segmentasi dengan <i>Homotopy Tree</i>	45
Gambar 3.4	Diagram Alir <i>Plotting</i>	47
Gambar 3.5	Desain <i>interface</i> menu utama	48
Gambar 3.6	Desain <i>interface</i> menu <i>segmentation</i>	49
Gambar 3.7	Desain <i>interface</i> menu validasi	51
Gambar 3.8	Desain <i>interface</i> menu <i>help</i>	52
Gambar 4.1	<i>Interface main menu</i> aplikasi.....	54
Gambar 4.2	<i>Source code</i> untuk menampilkan <i>form segmentation</i>	55
Gambar 4.3	<i>Source code</i> untuk menampilkan <i>form validasi</i>	55
Gambar 4.4	<i>Source code</i> untuk menampilkan <i>form help</i>	55
Gambar 4.5	<i>Interface segmentation</i>	56
Gambar 4.6	<i>Source code open image</i>	57
Gambar 4.7	<i>Source code grayscale</i>	57
Gambar 4.8	Gambar hasil <i>grayscale</i>	58
Gambar 4.9	Gambar <i>source code gaussian filter</i>	58
Gambar 4.10	Gambar hasil proses <i>gaussian filter</i>	58
Gambar 4.11	<i>Source code Homotopy Tree</i> untuk segmentasi citra	61
Gambar 4.12	<i>Source code Threshold Otsu</i>	64
Gambar 4.13	<i>Source code dilasi</i>	66
Gambar 4.14	Hasil segmentasi citra menggunakan <i>homotopy tree</i>	67
Gambar 4.15	<i>Source code plotting</i>	67
Gambar 4.16	Hasil segmentasi yang kemudian di- <i>plotting</i>	68
Gambar 4.17	Implementasi mulai input citra hingga hasil plot	69
Gambar 4.18	Implementasi antarmuka validasi untuk uji validasi	69
Gambar 4.19	Implementasi antarmuka validasi untuk uji validasi setelah dijalankan	70
Gambar 4.20	<i>Source code</i> untuk menghitung validasi	70
Gambar 4.21	Implementasi menu <i>help</i>	71
Gambar 4.22	Citra input	71
Gambar 4.23	Segmentasi dengan <i>Homotopy Tree</i>	72
Gambar 4.24	<i>Plotting</i> setelah dilakukan segmentasi	72

ABSTRAK

Eliyen, Kunti. 2013. *Segmentasi Jantung Pada Citra X-Ray Thorax Menggunakan Homotopy Tree*. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
Pembimbing : 1. M. Amin Hariyadi, M.T
2. Ririen Kusumawati, M.Kom

Jantung adalah organ berupa otot, berbentuk kerucut, berongga dan dengan basisnya di atas dan puncaknya di bawah. *Apex*-nya (puncak) miring ke sebelah kiri. Berat jantung kira-kira 300 gram. Agar jantung berfungsi sebagai pemompa yang efisien, otot-otot jantung, rongga atas dan rongga bawah harus berkontraksi secara bergantian. Untuk mengetahui bentuk jantung pada citra *X-Ray*, maka diperlukan segmentasi. Segmentasi merupakan proses pada pengolahan citra yang berfungsi untuk memisahkan objek satu dengan yang lain pada satu citra. Dalam segmentasi ini diterapkan metode *Homotopy Tree*.

Homotopy berasal dari bahasa Yunani *homos* dan *topos*, *homos* berarti sama dan *topos* berarti topologi. *Homotopy Tree* adalah metode yang digunakan untuk mendapatkan suatu batas objek dalam suatu citra dengan berdasarkan persamaan warna antar ketetanggaannya.

Hasil segmentasi yang telah dilakukan kemudian diuji kevalidannya dengan menghitung TP, FP, TN, FN. Setelah didapatkan empat komponen tersebut kemudian didapat nilai akurasi, sensitifitas dan spesifitas.

Kata Kunci : *Homotopy Tree*, Jantung, Citra *X-Ray Thorax*

ABSTRACT

Eliyen, Kunti. 2013. *Heart Segmentation of X-Ray Image Thorax Using Homotopy Tree*. Thesis. Information Technology Department, Faculty of Science and Technology. State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang.

Advisor : 1. M. Amin Hariyadi, M.T
2. Ririen Kusumawati, M.Kom

The heart is a muscular organ, conical, hollow and with its base above and below the peak. Its apex (peak) to the left. Heart weight approximately 300 grams. For the heart to function as an efficient pump, the heart muscles, upper cavity and bottom cavity must contract in turn. To determine the shape of a heart on the X-Ray image, segmentation process is needed. Segmentation is the process of the image processing function to separate objects with each other in one image. In this segmentation applied homotopy Tree method.

Homotopy comes from the Greek homos and the topos, homos mean the same topos mean topology. Homotopy Tree is a method used to obtain an object boundaries in an image with a color based on the similarities between its neighbour.

The results of segmentation has been done then tested the validation by counting TP (True Positive), FP (False Positive), TN (True Negative), and FN (False Negative) value. Having obtained the four components are then obtained values of accuracy, sensitivity and specificity.

Keyword : Homotopy Tree, Heart, X-Ray Image Thorax

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini kemajuan teknologi telah berubah dengan cepat seiring dengan kemajuan zaman terutama dalam bidang teknologi informasi. Teknologi informasi merupakan sebuah ilmu yang dapat dipelajari oleh siapapun. Dalam Alquran telah dijelaskan pada sebagian ayat di dalamnya yang memerintahkan manusia untuk berfikir dan meluaskan pandangan terhadap ciptaan dan juga ilmu pengetahuan sejalan dengan perkembangan zaman yang menetapkan dan menegaskan bahwa pada zaman ini, ilmu pengetahuan sangat penting dalam mendepani cabaran-cabaran kehidupan dan globalisasi. Inilah yang kemudian menuntun manusia mengungkap rahasia-rahasia alam dan selanjutnya mengarahkan mereka untuk menciptakan teknologi yang menghasilkan kemudahan dan manfaat bagi manusia. Anjuran untuk manusia agar selalu berfikir di dalam segala macam kegiatan telah diterangkan dalam QS. Al-Imron [3] : 191, yang firman-Nya:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمٰوٰتِ

وَالْاَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هٰذَا بَطِيْلًا سُبْحٰنَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya:“(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka.”

Dari ayat yang telah disebutkan dapat diketahui bahwa manusia memiliki akal yang sempurna untuk dapat berfikir tentang perkembangan ilmu teknologi. Salah satu ilmu teknologi yang berkembang saat ini adalah teknologi dalam dunia medis, Keperluan teknologi medis dalam rangka menemukan, memeriksa atau mendiagnosis penyakit yang biasa disebut dengan ilmu teknologi informatika kedokteran.

Informatika sendiri adalah disiplin ilmu yang berkembang dengan cepat yang berurusan dengan penyimpanan, penarikan dan penggunaan data, informasi, serta pengetahuan biomedik secara optimal untuk tujuan pemecahan masalah dan pengambilan keputusan. Secara terapan, aplikasi informatika kedokteran meliputi rekam medis elektronik, sistem keputusan medis, sistem penarikan informasi kedokteran, hingga pemanfaatan internet dan intranet untuk sektor kesehatan, termasuk pengembangan sistem informasi klinis.

Dalam konteks yang sempit, informatika kedokteran yang berupa rekam atau pencitraan medis seringkali disamakan dengan radiologi. Radiologi adalah ilmu kedokteran untuk melihat bagian dalam tubuh manusia menggunakan pancaran atau radiasi gelombang, baik gelombang elektromagnetik maupun gelombang mekanik. Proses radiologi terdapat dua macam, yaitu *projection radiography* dan *fluoroscopy*. Dalam *radiography* digunakan sinar X untuk menghasilkan gambar dua dimensi karena akan lebih murah, memiliki resolusi tinggi dan memiliki radiasi yang lebih kecil daripada gambar tiga dimensi. *Fluoroscopy* menghasilkan gambar *real-time* dari struktur internal tubuh dengan

cara yang sama dengan *radiography* tetapi mempekerjakan masukan konstan dari *x-ray*.

Citra hasil *rontgen* salah satunya adalah citra *x-ray thorax* yang diperoleh dari alat *rontgen*. Citra *x-ray* didapatkan dari hasil proses digitalisasi foto *x-ray* dengan menggunakan *scanner*. Citra *x-ray thorax* berupa *scanner* tubuh manusia bagian rongga dada yang terdiri dari jantung, paru-paru, dan tulang rusuk. Rongga *thorax* merupakan struktur tubuh yang sangat penting berkaitan dengan fungsi pernafasan serta melindungi struktur organ-organ penting di dalamnya. Dalam dunia medis, salah satu cara untuk melihat ketidaknormalan atau penyakit dalam rongga *thorax* didasarkan pada gejala klinis dan pemeriksaan *x-ray thorax*. (Fatchoerochman, 2010)

Mengatasi permasalahan tersebut diperlukan suatu teknologi yang dapat menampilkan dengan jelas informasi sesuai kebutuhan, salah satu caranya adalah dengan pengolahan citra *digital* berupa segmentasi gambar. Segmentasi merupakan proses partisi atau mengelompokkan gambar *digital* ke beberapa daerah. Segmentasi memegang peranan yang sangat penting dalam pengolahan citra *digital* karena segmentasi bertujuan untuk menyederhanakan ataupun merubah representasi gambar menjadi sesuatu yang lebih bermakna dan mudah dianalisa. Segmentasi dilakukan berdasarkan pengelompokan nilai piksel yang sama dalam suatu bagian citra.

Dalam menerapkan segmentasi gambar dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode, salah satunya adalah metode *homotopy tree*. Metode *homotopy tree* adalah suatu metode yang membagi objek berdasarkan

kesamaan topologi dengan menggunakan struktur seperti pohon, terdapat akar (*root*), *node* dan bercabang. *Homotopy tree* digunakan untuk mendapatkan tepi dari objek dalam suatu citra dengan mengenali bagian titik-titik warna yang hampir sama dengan ketetanggaannya. Kelebihan dari metode ini adalah dapat melakukan pendeteksian tepi suatu objek dengan mengenali karakteristik komponen citra itu sendiri tanpa melakukan penghitungan kurva terlebih dahulu.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya didapat rumusan masalah, yaitu bagaimana mengimplementasikan metode *Homotopy Tree* yang digunakan dalam segmentasi organ jantung pada hasil citra *x-ray thorax* dengan benar.

1.3 Tujuan Dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

Untuk mengimplementasikan metode *Homotopy Tree* dalam segmentasi organ jantung pada hasil citra *x-ray thorax* dengan benar.

1.3.2 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian segmentasi jantung dengan menggunakan metode *Homotopy Tree* adalah sebagai berikut:

1. Mengefektifkan waktu dan efisien pekerjaan dalam menganalisis objek citra *x-ray*.

2. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberi sumbangan ilmu untuk pengembangan pengolahan citra medis dan diharapkan bisa menjadi referensi bagi para peneliti selanjutnya yang berkeinginan untuk mengembangkannya, terutama untuk digunakan di daerah yang fasilitas kesehatannya belum lengkap (hanya memiliki alat *x-ray*).

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya bertujuan untuk memisahkan organ jantung dari hasil citra *x-ray thorax*.
2. Objek yang diteliti berupa hasil citra digital dengan format JPG dan memiliki resolusi 256 x 256.

1.5 Metodologi Penelitian

Salah satu keilmiahan suatu penelitian adalah harus mempunyai metode yang dipakai dalam penelitiannya, adapun metode yang kami gunakan pada penelitian ini yaitu :

1. Studi Literatur

Dalam studi literatur terdiri dari :

- a. Konsultasi langsung dengan pihak yang ahli pada bidang tersebut, dalam hal ini adalah dosen pembimbing dan beberapa pihak yang memahami tentang materi segmentasi citra menggunakan metode *Homotopy Tree*.
- b. *Study* literatur yang berhubungan dengan permasalahan perbaikan citra, segmentasi, pengkodean, pengenalan pola, dan *Homotopy Tree*. Literatur yang

digunakan meliputi buku referensi, buku tugas akhir mahasiswa jurusan teknik Informatika dan paper IEEE serta dokumentasi internet.

2. Perumusan Masalah dan Penyelesaiannya

Tahap ini meliputi perumusan masalah, batasan-batasan masalah dan penyelesaiannya serta penentuan parameter untuk memperoleh hasilnya.

3. Perancangan dan Desain Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat lunak untuk menerapkan permasalahan dan penyelesaiannya pada tahap sebelumnya.

4. Pembuatan Perangkat Lunak

Pada tahap ini dilakukan pembuatan perangkat lunak sesuai dengan perancangan perangkat lunak yang telah dilakukan. Yakni membuat aplikasi segmentasi dengan menggunakan metode *Homotopy Tree*. Pembuatan aplikasi ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB.

5. Uji Coba dan Evaluasi Hasil

Tahap ini meliputi uji coba terhadap algoritma yang diterapkan dalam proses segmentasi *thorax* menggunakan metode *Homotopy Tree*. Dalam hal ini juga dilakukan evaluasi dari setiap percobaan. Proses uji coba ini diperlukan untuk memastikan sistem yang telah dibuat sudah benar, sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai.

6. Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Pada tahap ini dilakukan penulisan laporan tugas akhir yang merupakan dokumentasi dari konsep atau teori penunjang, perancangan dan desain sistem,

pembuatan perangkat lunak, dokumentasi dari uji coba dan analisis, serta kesimpulan dan saran.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran dan kerangka yang jelas mengenai pokok bahasan dalam setiap bab dalam penelitian ini maka diperlukan sistematika pembahasan. Berikut gambaran sistematika pembahasan pada masing-masing bab:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bab pendahuluan yang didalamnya berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang landasan teori yang berhubungan dengan permasalahan penelitian.

BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini menjelaskan tentang pembuatan analisis dan perancangan program sistem Aplikasi Segmentasi Jantung Pada Hasil Citra *X-ray Thorax* Menggunakan Metode *Homotopy Tree*.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang implementasi dari sistem yang telah dibuat kedalam bentuk sebuah program aplikasi secara keseluruhan.

BAB V PENUTUP

Bab ini merupakan penutup, yang di dalamnya berisi kesimpulan dan rangkuman dari pembahasan penelitian ini, serta berisi saran yang diharapkan dapat bermanfaat untuk pengembangan pembuatan program aplikasi selanjutnya.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Citra

Secara harafiah, citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Gambar 2.1 adalah citra seorang gadis model yang bernama Lena, dan gambar di sebelah kanannya adalah citra kapal di sebuah pelabuhan. Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, pemindai (*scanner*), dan sebagainya, sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam.



(a) Lena

(b) Kapal

Gambar 2.1 Citra Lena dan citra kapal
(Rinaldi Munir, 2004)

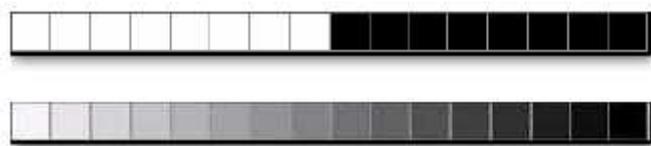
2.1.1 *Pixel*

Pixel (Picture Elements) adalah nilai tiap-tiap entri matriks pada *bitmap*. Rentang nilai-nilai *pixel* ini dipengaruhi oleh banyaknya warna yang dapat ditampilkan. Jika suatu *bitmap* dapat menampilkan 256 warna maka nilai-nilai

*pixel*nya dibatasi dari 0 hingga 255. Suatu *bitmap* dianggap mempunyai ketepatan yang tinggi jika dapat menampilkan lebih banyak warna. Prinsip ini dapat dilihat dari contoh pada gambar 2.2 yang memberikan contoh dua buah *bitmap* dapat memiliki perbedaan dalam menangani transisi warna putih ke warna hitam.

Perbedaan ketepatan warna *bitmap* pada gambar 2.2 menjelaskan bahwa *bitmap* sebelah atas memberikan nilai untuk warna lebih sedikit daripada *bitmap* dibawahnya. Untuk *bitmap* dengan pola yang lebih kompleks dan dimensi yang lebih besar, perbedaan keakuratan dalam memberikan nilai warna akan terlihat lebih jelas. (Rinaldi Munir, 2004)

Menurut Usman Ahmad (2005:14) sebuah *pixel* adalah sampel dari pemandangan yang mengandung intensitas citra yang dinyatakan dalam bilangan bulat. Sebuah citra adalah kumpulan *pixel-pixel* yang disusun dalam larik dua dimensi. Indeks baris dan kolom (x,y) dari sebuah *pixel* dinyatakan dalam bilangan bulat. *Pixel* (0,0) terletak pada sudut kiri atas pada citra, indeks x bergerak ke kanan dan indeks y bergerak ke bawah. Konvensi ini dipakai merujuk pada cara penulisan larik yang digunakan dalam pemrograman komputer. Letak titik origin pada koordinat grafik citra dan koordinat pada grafik matematika terdapat perbedaan.



Gambar 2.2 Perbedaan ketepatan warna *bitmap*
(Asmaniatul, 2009)

2.1.2 Citra RGB

Citra RGB disebut juga citra *truecolor*. Citra RGB merupakan citra digital yang mengandung matriks data berukuran $m \times n \times 3$ yang merepresentasikan warna merah, hijau, dan biru untuk setiap pikselnya. Setiap warna dasar diberi rentang nilai. Untuk monitor komputer, nilai rentang paling kecil 0 dan paling besar 255. Pemilihan skala 256 ini didasarkan pada cara mengungkap 8 digit bilangan biner yang digunakan oleh komputer. Sehingga total warna yang dapat diperoleh adalah lebih dari 16 juta warna. Warna dari tiap *pixel* ditentukan oleh kombinasi dari intensitas merah, hijau, dan biru.

2.1.3 Citra *Grayscale*

Citra *grayscale* adalah citra yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap *pixel*-nya, 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. Tingkat keabuan di sini merupakan warna abu dengan berbagai tingkatan dari hitam hingga mendekati putih.

Citra *grayscale* berbeda dengan citra "hitam-putih", dimana pada konteks komputer, citra hitam putih hanya terdiri atas 2 warna saja yaitu "hitam" dan "putih" saja. Pada citra *grayscale* warna bervariasi antara hitam dan putih, tetapi variasi warna diantaranya sangat banyak.



Gambar 2.3 Citra *grayscale*
(Seetharaman, 2012)

Pada citra *digital* banyaknya kemungkinan nilai dan nilai maksimumnya bergantung pada jumlah *bit* yang digunakan. Misalnya pada citra skala keabuan 4 bit, maka jumlah kemungkinan nilainya adalah $2^4 = 16$ dan nilai maksimumnya adalah $2^4 - 1 = 15$. Sedangkan untuk skala keabuan 8 bit, maka jumlah kemungkinan nilainya adalah $2^8 = 256$, dan nilai maksimumnya adalah $2^8 - 1 = 255$. Sehingga makin besar angka *grayscale*, citra yang terbentuk makin mendekati kenyataan. (Balza dan Kartika, 2005)

2.2 Pengolahan Citra

Meskipun sebuah citra kaya informasi, namun seringkali citra yang kita miliki mengalami penurunan mutu (degradasi), misalnya mengandung cacat atau derau (*noise*), warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur (*blurring*), dan sebagainya. Tentu saja citra semacam ini menjadi lebih sulit diinterpretasi karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut menjadi berkurang. Agar citra yang mengalami gangguan mudah diinterpretasi (baik oleh manusia maupun mesin), maka citra tersebut perlu dimanipulasi menjadi citra lain yang kualitasnya

lebih baik. Bidang studi yang menyangkut hal ini adalah pengolahan citra (*image processing*).

Umumnya, operasi-operasi pada pengolahan citra diterapkan pada citra bila:

1. perbaikan atau memodifikasi citra perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas penampakan atau untuk menonjolkan beberapa aspek informasi yang terkandung di dalam citra,
2. elemen di dalam citra perlu dikelompokkan, dicocokkan atau diukur,
3. sebagian citra perlu digabung dengan bagian citra yang lain



(a)

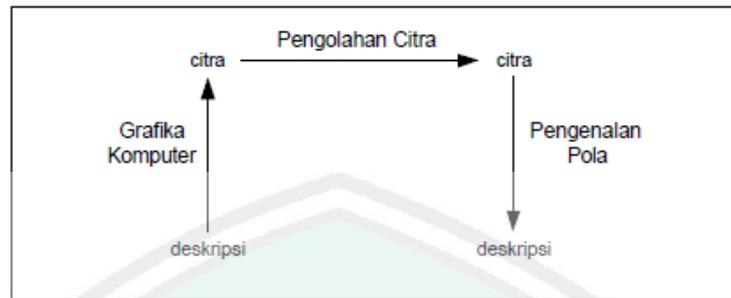
(b)

Gambar 2.4 (a) Citra burung nuri yang agak gelap
 (b) Citra burung yang telah diperbaiki kontrasnya
 sehingga terlihat jelas dan tajam
 (Rinaldi Munir, 2004)

Di dalam bidang komputer, sebenarnya ada tiga bidang studi yang berkaitan dengan data citra, namun tujuan ketiganya berbeda, yaitu:

1. Grafika Komputer (*computer graphics*).
2. Pengolahan Citra (*image processing*).
3. Pengenalan Pola (*pattern recognition/image interpretation*).

Hubungan antara ketiga bidang (grafika komputer, pengolahan citra, pengenalan pola) ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Tiga bidang studi yang berkaitan dengan citra
(Rinaldi Munir, 2004)

Grafika Komputer bertujuan menghasilkan citra (lebih tepat disebut grafik atau *picture*) dengan primitif-primitif geometri seperti garis, lingkaran, dan sebagainya. Primitif-primitif geometri tersebut memerlukan data deskriptif untuk melukis elemen-elemen gambar. Contoh data deskriptif adalah koordinat titik, panjang garis, jari-jari lingkaran, tebal garis, warna, dan sebagainya.



Gambar 2.6 Grafika Komputer
(Rinaldi Munir, 2004)

Contoh grafika komputer misalnya menggambar sebuah ‘rumah’ yang dibentuk oleh garis-garis lurus, dengan data masukan berupa koordinat awal dan koordinat ujung garis.

Pengolahan Citra bertujuan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (dalam hal ini komputer). Teknik-teknik pengolahan citra mentransformasikan citra menjadi citra lain. Jadi, masukannya adalah citra dan keluarannya juga citra, namun citra keluaran mempunyai kualitas

lebih baik daripada citra masukan. Termasuk ke dalam bidang ini juga adalah pemampatan citra (*image compression*).

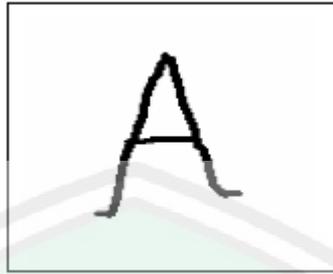


Gambar 2.7 Pengolahan Citra
(Rinaldi Munir, 2004)

Pengubahan kontras citra seperti pada Gambar 2.4 adalah contoh operasi pengolahan citra.

Pengenalan Pola mengelompokkan data numerik dan simbolik (termasuk citra) secara otomatis oleh mesin (dalam hal ini komputer). Tujuan pengelompokan adalah untuk mengenali suatu objek di dalam citra. Manusia bisa mengenali objek yang dilihatnya karena otak manusia telah belajar mengklasifikasi objek-objek di alam sehingga mampu membedakan suatu objek dengan objek lainnya. Kemampuan sistem visual manusia inilah yang dicoba ditiru oleh mesin. Komputer menerima masukan berupa citra objek yang akan diidentifikasi, memproses citra tersebut, dan memberikan keluaran berupa deskripsi objek di dalam citra.

Contoh pengenalan pola misalnya citra pada Gambar 2.7 adalah tulisan tangan yang digunakan sebagai data masukan untuk mengenali karakter 'A'. Dengan menggunakan suatu algoritma pengenalan pola, diharapkan komputer dapat mengenali bahwa karakter tersebut adalah 'A'.



Gambar 2.8 Citra karakter 'A' yang digunakan sebagai masukan untuk pengenalan huruf (Rinaldi Munir, 2004)

2.3 Hubungan *Computer Vision* dan Pengolahan Citra

Terminologi lain yang berkaitan erat dengan pengolahan citra adalah *computer vision* atau *machine vision*. Pada hakikatnya, *computer vision* mencoba meniru cara kerja sistem visual manusia (*human vision*). *Human vision* sesungguhnya sangat kompleks. Manusia melihat objek dengan indera penglihatan (mata), lalu citra objek diteruskan ke otak untuk diinterpretasi sehingga manusia mengerti objek apa yang tampak dalam pandangan matanya. Hasil interpretasi ini mungkin digunakan untuk pengambilan keputusan (misalnya menghindari kalau melihat mobil melaju di depan).

Computer vision merupakan proses otomatis yang mengintegrasikan sejumlah besar proses untuk persepsi visual, seperti akuisisi citra, pengolahan citra, klasifikasi, pengenalan (*recognition*), dan membuat keputusan. *Computer vision* terdiri dari teknik-teknik untuk mengestimasi ciri-ciri objek di dalam citra, pengukuran ciri yang berkaitan dengan geometri objek, dan menginterpretasi informasi geometri tersebut.

Proses-proses di dalam *computer vision* dapat dibagi menjadi tiga aktivitas:

1. Memperoleh atau mengakuisisi citra digital
2. Melakukan teknik komputasi untuk memproses atau memodifikasi data citra (operasi-operasi pengolahan citra)
3. Menganalisis dan menginterpretasi citra dan menggunakan hasil pemrosesan untuk tujuan tertentu, misalnya memandu robot, mengontro peralatan, memantau proses manufaktur, dan lain-lain

Dari penjelasan tersebut, dapat kita lihat bahwa pengolahan citra dan pengenalan pola merupakan bagian dari *computer vision*. Pengolahan citra merupakan proses awal (*preprocessing*) pada *computer vision*, sedangkan pengenalan pola merupakan proses untuk menginterpretasi citra. Teknik-teknik di dalam pengenalan pola memainkan peranan penting dalam *computer vision* untuk mengenali objek.

2.4 Operasi Pengolahan Citra

Operasi-operasi yang dilakukan di dalam pengolahan citra banyak ragamnya. Namun, secara umum, operasi pengolahan citra dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis sebagai berikut:

1. Perbaikan kualitas citra (*image enhancement*)
2. Pemugaran Citra (*image restoration*)
3. Pemampatan Citra (*image compression*)
4. Segmentasi Citra (*image segmentation*)
5. Pengorakan Citra (*image analysis*)

2.5 Segmentasi Citra

Segmentasi citra adalah proses membagi sebuah citra ke dalam beberapa wilayah atau obyek. Tahapan atau level di mana pembagian itu dilakukan bergantung pada masalah yang sedang dipecahkan. Dalam arti, segmentasi akan berhenti ketika obyek yang diinginkan dalam sebuah aplikasi telah diisolasi atau dipisahkan.

Algoritma segmentasi pada citra grayscale pada umumnya berdasarkan pada dua properti dasar dari nilai tingkat keabuan, yaitu: *discontinuity* dan *similarity*. Pada kategori pertama, pendekatan dilakukan dengan mempartisi citra berdasarkan pada perubahan tiba-tiba dari tingkat keabuan. Area pokok dari obyek yang diinginkan dalam kategori ini adalah deteksi titik-titik yang dipisahkan atau diisolasikan dan dideteksi dari garis dan sisi (*edge*) dalam citra. Pendekatan-pendekatan pokok pada kategori kedua adalah berdasarkan *thresholding*, *region growing*, serta *region splitting* dan *merging*. (Rinaldi Munir, 2004)

2.6 Citra Medis

Pencitraan medis (*medical image*) adalah teknik dan proses yang digunakan untuk membuat gambar tubuh manusia atau bagian-bagian dan fungsi daripadanya untuk tujuan klinis yaitu prosedur medis yang berusaha untuk mengungkapkan keadaan anatomi dan fisiologi tubuh, mendiagnosis atau memeriksa penyakit.

Sebagai disiplin dan dalam arti luas, ini adalah bagian dari pencitraan biologis dan memasukkan radiologi (dalam arti yang lebih luas) kedokteran, nuklir, investigasi ilmu radiologis, endoskopi, (medis) Thermography, fotografi

medis dan mikroskopi (misalnya untuk penyelidikan patologis manusia). (Suci, 2009)

Teknologi *imaging* yang digunakan dalam citra medis bermacam-macam, salah satunya adalah *radiographic*. *Radiographic* adalah teknik mendapatkan gambar bayangan dari benda padat dengan menggunakan daya tembus radiasi sinar-x atau sinar gamma (γ). Gambar yang didapat merupakan bentuk proyeksi benda tersebut tanpa rincian kedalamannya. Gambar direkam dalam film yang disebut radiograf atau biasa kita sebut film radiografi. Kontras radiografi disebabkan pada perbedaan dalam kemampuan penyerapan radiasi (dalam hal ini sinar-x atau gamma) dan perbedaan tebal benda uji, perbedaan susunan kimia, densitas yang tidak *homogen*, cacat, diskontinuitas atau proses hamburan didalam benda uji. Radiasi yang digunakan, diproyeksikan terhadap benda uji untuk mendapatkan kontras dan definisi yang baik pada bidang gambar.

2.7 Sinar-X

Sinar-X ditemukan oleh Wilhelm Conrad Rontgen seorang berkebangsaan Jerman pada tahun 1895. Penemuannya diilhami dari hasil percobaan percobaan sebelumnya antara lain dari J.J Thomson mengenai tabung katoda dan Heinrich Hertz tentang foto listrik. Kedua percobaan tersebut mengamati gerak elektron yang keluar dari katoda menuju ke anoda yang berada dalam tabung kaca yang hampa udara.

Sinar-X mempunyai beberapa sifat fisik yaitu daya tembus, pertebaran, penyerapan, efek fotografik, fluoresensi, ionisasi dan efek biologik, selain itu, sinar-x tidak dapat dilihat dengan mata, bergerak lurus yang mana kecepatannya

sama dengan kecepatan cahaya, tidak dapat difraksikan dengan lensa atau prisma tetapi dapat difraksikan dengan kisi kristal. Dapat diserap oleh timah hitam, dapat dibelokkan setelah menembus logam atau benda padat, mempunyai frekuensi gelombang yang tinggi. (Ferry Suyanto, 2008)

Tubuh manusia dibentuk oleh unsur-unsur yang sangat kompleks. Oleh sebab itu, penyerapan sinar-X oleh tubuh pada proses Rontgen tidak sam, 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.

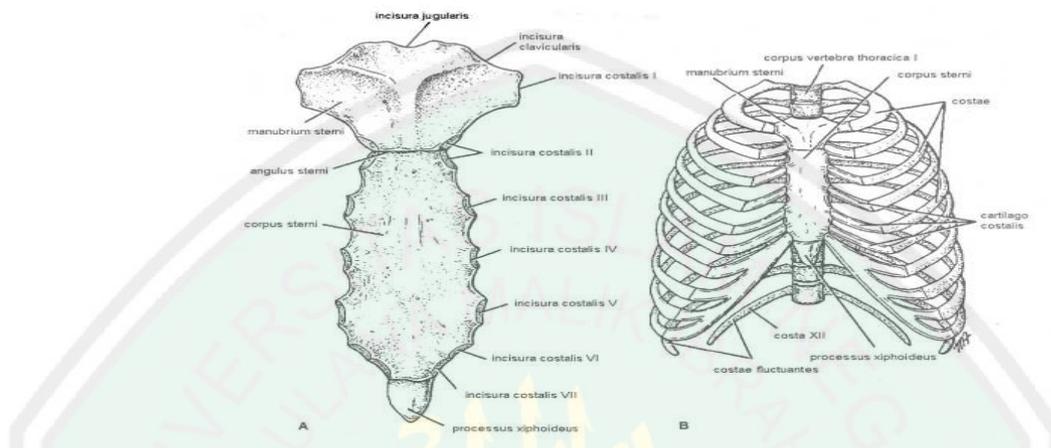
Radiasi di bidang kedokteran membawa manfaat yang cukup nyata bagi yang menggunakannya. Dengan radiasi suatu penyakit atau kelainan organ tubuh dapat lebih awal dan lebih teliti dideteksi, sementara terapi dengan radiasi dapat lebih memperpanjang usia penderita kanker atau tumor. (Ferry Suyanto, 2008)

2.8 Thorax

Thorax (atau dada) adalah daerah tubuh yang terletak diantara leher dan abdomen. *Thorax* rata di bagian depan dan belakang tetapi melengkung dibagian samping.

Rangka dinding *thorax* yang dinamakan *cavea thoracis* dibentuk oleh *columna vertebralis* di belakang, *costae* dan *spatium intercostale* di samping, serta *sternum* dan *cartilago costalis* di depan. Di bagian atas, *thorax* berhubungan dengan leher dan di bagian bawah dipisahkan dari abdomen oleh *diaphragma*.

Cavea thoracis melindungi paru dan jantung dan merupakan tempat perlekatan otot-otot *thorax*, *extremitas superior*, *abdomen* dan *punggung*.

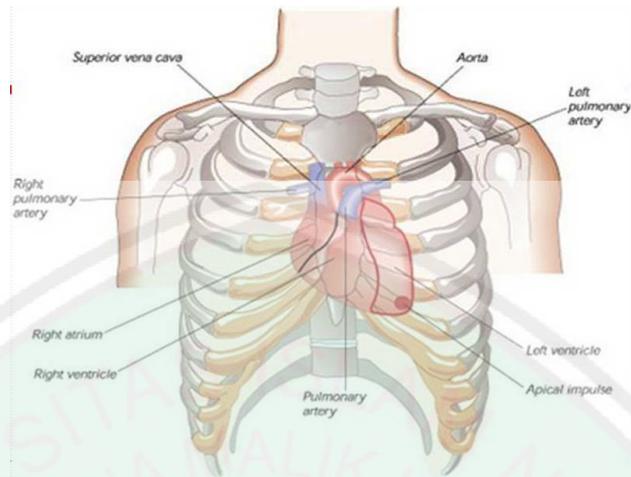


Gambar 2.9 (a) Permukaan anterior sternum
(b) Sternum, costae, dan cartilagines costales membentuk rangka thorax
(Richard S. Snell, 2006)

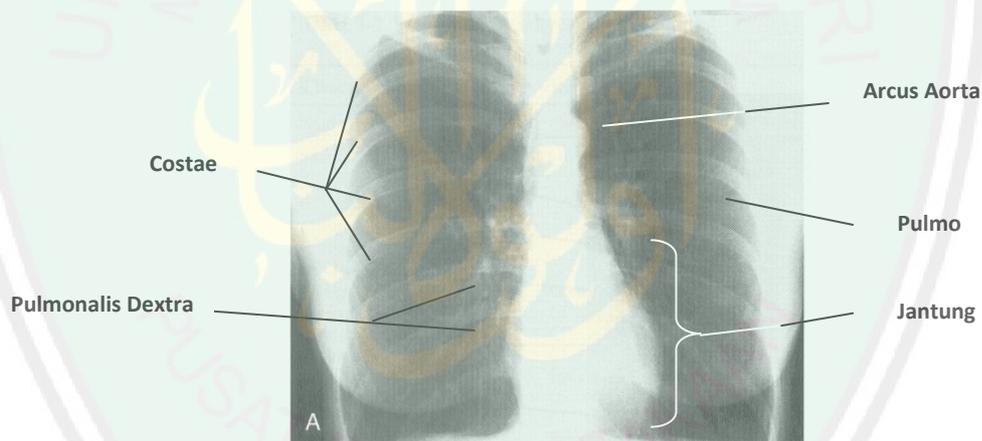
2.9 Jantung

Jantung adalah organ muskular yang berlubang yang berfungsi sebagai pompa ganda sistem kardiovaskular. Sisi kanan jantung memompa darah ke paru, sedang sisi kiri jantung memompa darah ke seluruh tubuh. Jantung terletak di dalam rongga dada dan terletak di antara sternum (ruang dada) dan kolumna vertebralis. (Sandra A., Cheryl S., Jenny S., 1996)

Lapisan pertama otot jantung disebut endrokardium dan berfungsi sebagai lapisan dalam jantung. Lapisan kedua otot jantung disebut disebut miokardium. Lapisan ini adalah otot utama jantung dan melaksanakan pemompaan untuk mensirkulasikan darah. (Scanlon, 2007)



Gambar 2.10 Letak jantung di rongga dada
(<http://sahrilblogs.blogspot.com>)



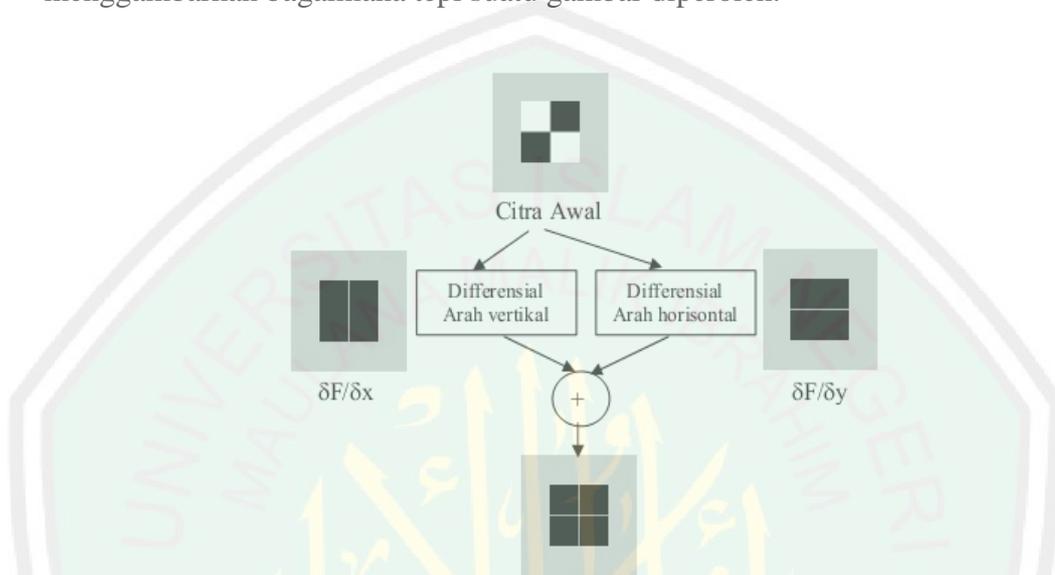
Gambar 2.11 Letak jantung di rongga dada pada hasil rontgen *thorax*
(Latief, 2009)

2.10 Deteksi Tepi

Deteksi tepi (*Edge Detection*) pada suatu citra adalah suatu proses yang menghasilkan tepi dari obyek dalam suatu citra, tujuannya adalah:

1. Untuk menandai bagian yang menjadi detail citra
2. Untuk memperbaiki detail dari citra yang kabur, yang terjadi karena error atau adanya efek dari proses akuisisi citra.

Suatu titik (x,y) dikatakan sebagai tepi (*edge*) dari suatu citra bila titik tersebut mempunyai perbedaan yang tinggi dengan tetangganya. Gambar 2.12 menggambarkan bagaimana tepi suatu gambar diperoleh.



Gambar 2.12 Pembentukan tepi suatu citra

(Riyanto, 2005)

Berdasarkan prinsip-prinsip filter pada citra maka tepi suatu gambar dapat diperoleh menggunakan *High Pass Filter* (HPF) yang mempunyai karakteristik:

$$\sum_y \sum_x H(x, y) = 0$$

Macam-macam metode untuk proses deteksi tepi ini, antara lain:

1. Metode Robert
2. Metode Prewitt
3. Metode Sobel

1. Metode Robert

Metode Robert adalah nama lain dari teknik differensial yang dikembangkan, yaitu differensial pada arah horizontal dan differensial pada arah vertical, dengan ditambahkan proses konversi biner setelah dilakukan differensial. Teknik konversi biner yang disarankan adalah konversi biner dengan meratakan distribusi warna hitam dan putih.

2. Metode Prewitt

Metode Prewitt merupakan pengembangan metode Robert dengan menggunakan *filter* HPF yang diberi satu angka nol penyangga. Metode ini mengambil prinsip dari fungsi laplacian yang dikenal sebagai fungsi untuk membangkitkan HPF.

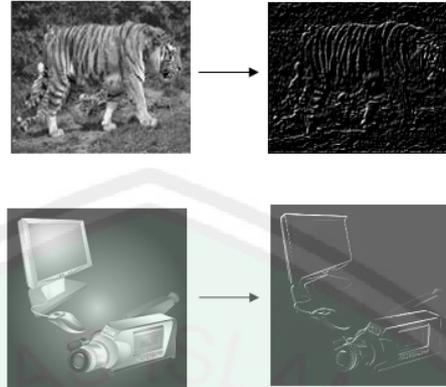
3. Metode Sobel

Metode Sobel merupakan pengembangan metode Robert dengan menggunakan *filter* HPF yang diberi satu angka nol penyangga. Metode ini mengambil prinsip dari fungsi laplacian dan Gaussian yang dikenal sebagai fungsi untuk membangkitkan HPF. Kelebihan dari metode sobel ini adalah kemampuan untuk mengurangi noise sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi.

Kernel filter yang digunakan dalam metode Sobel ini adalah:

$$H = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{dan} \quad V = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Perhatikan hasil deteksi dari beberapa citra menggunakan model differensial tersebut:



Gambar 2.13 Citra hasil deteksi tepi menggunakan differensial (Riyanto, 2005)

2.11 ROI (*Region of Interest*)

Region of Interest adalah memberikan perlakuan khusus terhadap area yang diinginkan pada saat pengolahan citra dengan membatasi daerah tersebut dengan daerah luarnya. ROI memungkinkan dilakukannya pengkodean secara berbeda pada area tertentu dari citra *digital*, sehingga mempunyai kualitas yang lebih baik dari area sekitarnya (*background*). Fitur ini menjadi sangat penting, bila terdapat bagian tertentu dari citra *digital* yang dirasakan lebih penting dari bagian yang lainnya.

ROI sangat membantu untuk segmentasi dalam pemrosesan citra karena dengan menggunakan teknik ini citra atau obyek dapat lebih mudah dikenali. Karena obyek sudah akan dibagi dalam *region-region* tertentu sesuai dengan citra obyeknya.

2.12 *Homotopy Tree*

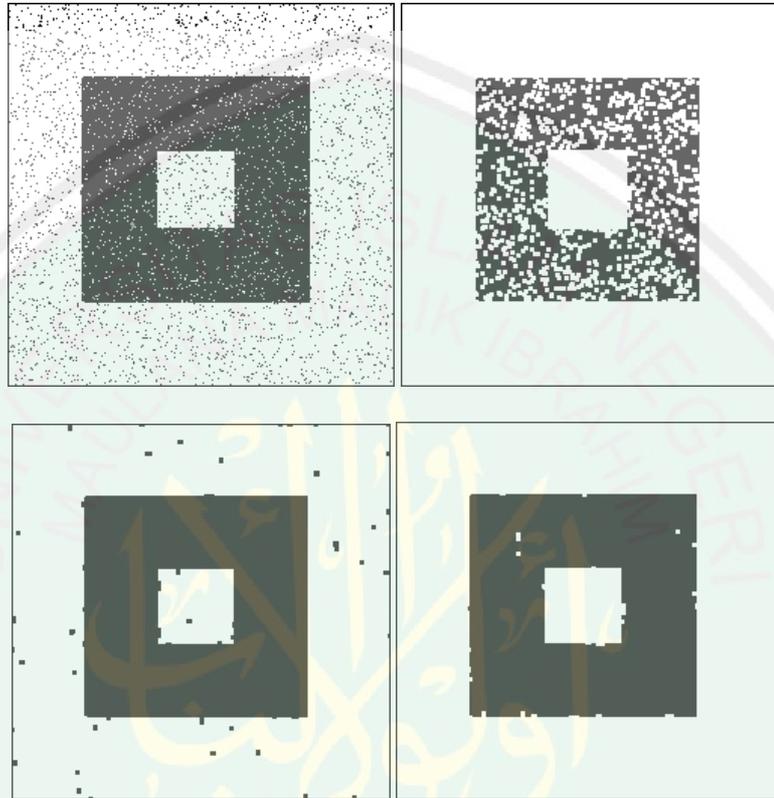
Homotopy berasal dari bahasa Yunani *homos* dan *topos*, *homos* berarti sama dan *topos* berarti topologi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *homotopy tree* adalah suatu metode yang membagi objek berdasarkan kesamaan topologi dengan menggunakan struktur seperti pohon, terdapat akar (*root*), *node* dan bercabang.

Homotopy Tree digunakan untuk mendapatkan tepi dari objek dalam suatu citra dengan mengenali bagian titik-titik warna yang hampir sama dengan ketetanggaannya. Transformasi ketetangaan merupakan penipisan dari citra awal dengan mengetahui nilai titik-titik dari setiap piksel sesuai dengan konfigurasi ketetangaan yang ada dari warna citra tersebut. Karena adanya perubahan intensitas inilah sehingga mampu mendeteksi tepi-tepi objek dalam citra.

Penipisan homotopik dapat merepresentasikan citra biner dalam bentuk dasarnya dimana obyek diurai menjadi himpunan bagian terkecil yang merupakan rangka dari obyek tersebut. Rangka obyek ini akan dapat memberikan informasi bentuk dasar, dinamika pertumbuhan dan perubahan posisi relatif terhadap acuan. Dalam operasi perangkaan ini dibutuhkan transformasi homotopi yaitu tetap menjaga konektivitas atau antar hubung dari komponen-komponen yang ditipiskan sehingga dapat mencerminkan alur-alur bentuk pada citra.

Seperti contoh pada Gambar 2.14, dalam penyelesaian masalah pada *noise* citra biner dimana gambar a merupakan operasi pengikisan sederhana (sebagai langkah pertama dalam pembukaan / *opening*) menghapus komponen yang positif pada *noise*, tetapi komponen yang *negative* sebenarnya dibesarkan, seperti dalam

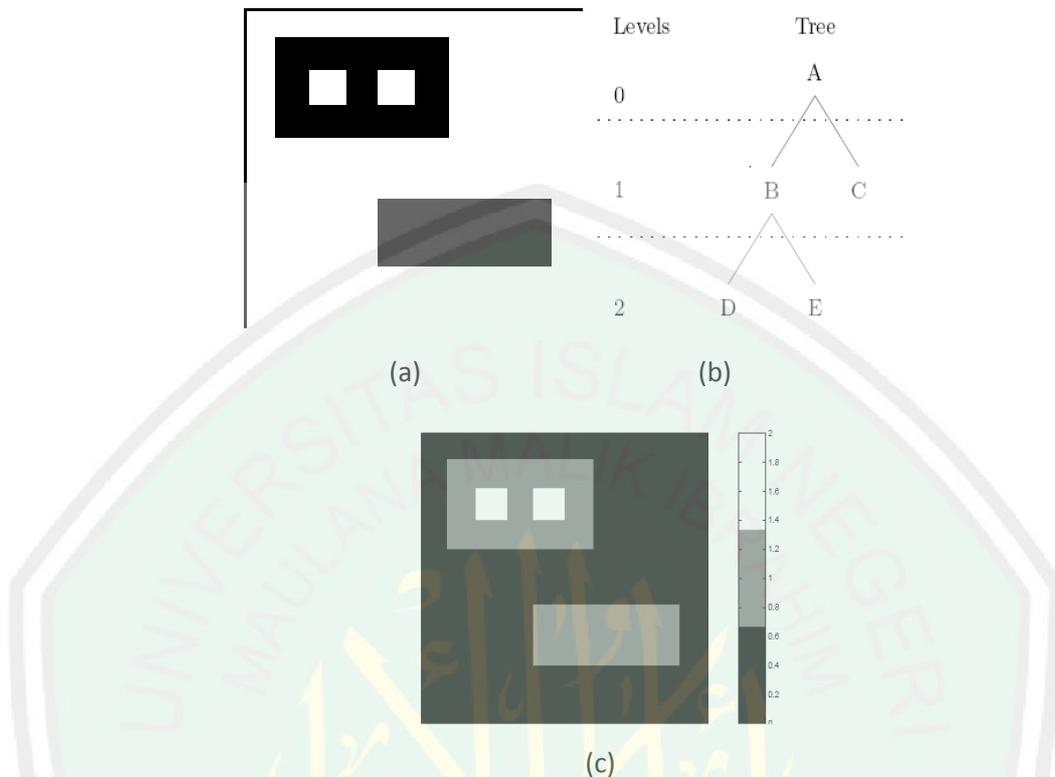
gambar b, sedangkan pendekatan standar pada *opening-closing* atau *closing-opening* ditunjukkan pada gambar c dan d.



Gambar 2.14 (a) Citra biner yang bernoise – foreground berwarna hitam dan background berwarna putih, (b) pengikisan dengan elemen yang berstruktur segi empat dengan ukuran 3 x 3, (c) hasil dari opening – closing dengan struktur elemen yang sama, (d) hasil dari opening–closing dengan struktur elemen yang sama.

(Renato, 2004)

Kesamaan topologi pada *homotopy tree* diperoleh dengan melakukan klasifikasi derajat keabuan pada suatu citra, kemudian itu mengidentifikasi nilai piksel dan mengklasifikasikannya. Seperti gambar berikut :

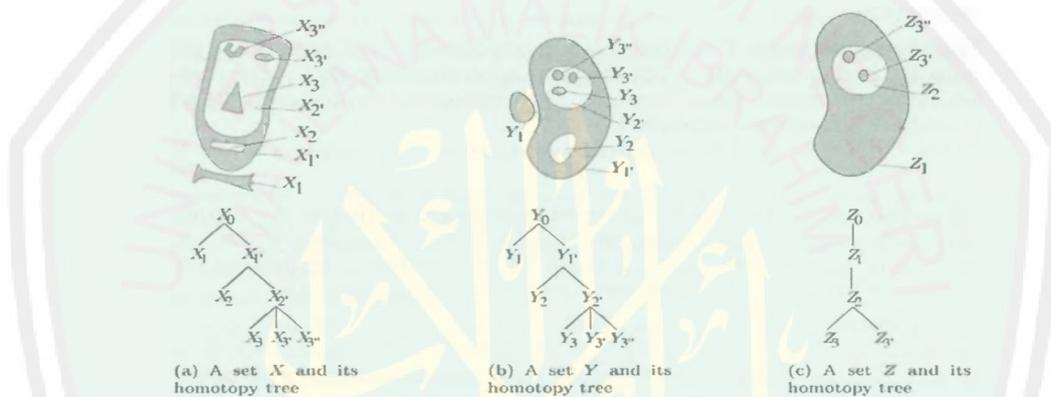


Gambar 2.15 (a) gambar citra, (b) *homotopy tree* dari gambar **a**,
(c) transformasi *homotopy* dari gambar **a**
(Renato, 2004)

Menurut Noorullah dalam jurnalnya yang berjudul *Innovative Thinning and Gradient Algorithm For Binary and Grey Tone Image Using First In First Out Linear Data Structure* menyebutkan bahwa pohon yang berdekatan (*adjacent tree*) atau *homotopy tree* dari gambar biner merupakan sebuah *graf* yang menggambarkan bentuk dari latar depan (*foreground*) dan latar belakang (*background*) komponen yang terhubung. (Noorullah, 2009)

Masing-masing node dari *tree* mengacu pada komponen yang tersambung baik X atau X^c . Akar dari pohon adalah komponen yang dihubungkan secara tak terbatas dari X^c sementara anak-anak dari sebuah *node* adalah komponen yang

terhubung baik X atau X^c yang keduanya berdekatan dengan komponen yang dihubungkan sesuai dengan *node* tersebut. Dengan asumsi bahwa akar berada pada tingkat 0, *node* yang muncul pada level terakhir selalu mengacu pada komponen yang terhubung dari X . Beberapa gambar dengan *homotopy tree*-nya terlihat pada Gambar 2.16. Dua gambar dikatakan *homotopic* jika memiliki *homotopy tree* yang sama/identik.



Gambar 2.16 Citra *grayscale* dengan *homotopy tree*-nya. X_0 adalah komponen yang tidak dibatasi background dari X , yaitu $(X_0 \cup X_2 \cup X_2')^c = X^c$. Y *homotopic* dengan X karena memiliki *homotopy tree* yang sama (Soille, 2004)

2.13 Dilasi dan Erosi

2.13.1 Dilasi

Dilasi adalah operasi morfologi yang akan menambahkan *pixel* pada batas antar objek dalam suatu citra digital. Misalkan A dan B adalah himpunan-himpunan piksel. Dilasi A oleh B dinotasikan dengan $A \oplus B$ dan didefinisikan sebagai berikut.

$$A \oplus B = \bigcup_{x \in B} A_x$$

Ini berarti bahwa untuk setiap titik $x \in B$, maka dilakukan translasi atau penggeseran dan kemudian menggabungkan seluruh hasilnya (union). Atau secara matematis dituliskan sebagai:

$$A \oplus B = \{(x, y) + (u, v) : (x, y) \in A, (u, v) \in B\}$$

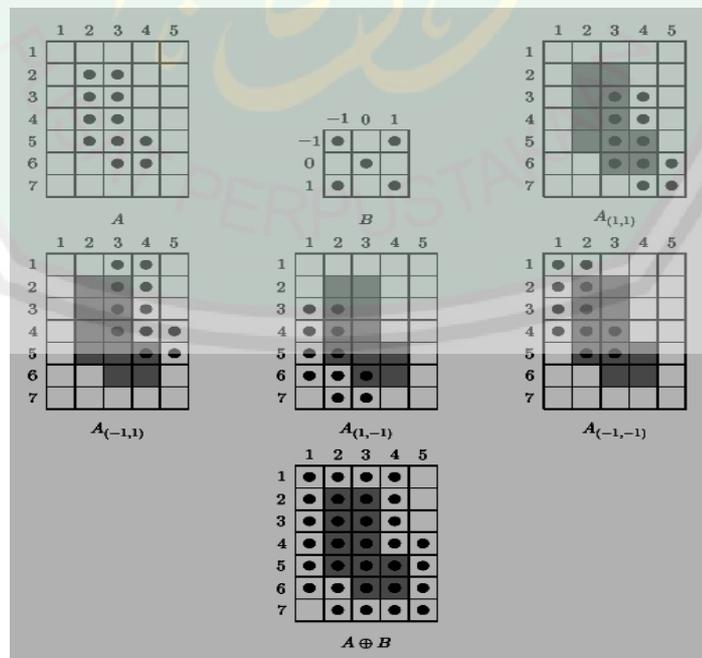
Dilasi mempunyai hukum komutatif, yaitu:

$$A \oplus B = B \oplus A$$

Berikut ini ditunjukkan contoh proses dan hasil dilasi. Pada diagram pergeseran, daerah yang berwarna kelabu menunjukkan posisi awal (asli) dari objek yang akan dikenakan dilasi. Perhatikan bahwa $A(0,0)$ adalah A itu sendiri. Pada contoh ini diperoleh:

$$B = \{(0,0), (1,1), (-1,1), (1,-1), (-1,-1)\}$$

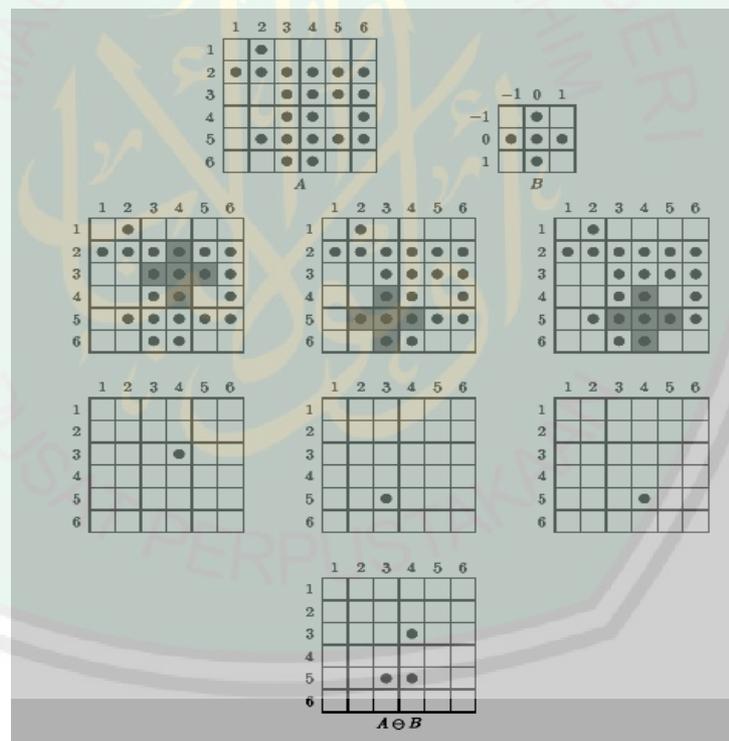
Koordinat-kordinat yang tampak pada definisi tersebut merupakan koordinat dimana A ditranslasikan (digeser).



Gambar 2.17 Proses dilasi $A \oplus B$
(Indah Susilawati, 2009)

2.13.2 Erosi

Jika diketahui himpunan A dan B, maka erosi A oleh B (dinotasikan $A \ominus B$) didefinisikan sebagai $A \ominus B = \{w : Bw \subseteq A\}$. Dengan kata lain, erosi A oleh B terdiri atas semua titik $w = (x, y)$ dimana Bw ada di dalam himpunan A. Untuk melakukan erosi, B digeser-geser dalam A dan dicari dimana saja B bebar-benar ada di dalam A. Untuk kondisi-kondidi yang memenuhi syarat tsb maka tandailah titik (0,0) yang bersesuaian dengan B. Titik-titik inilah yang merupakan hasil erosi A oleh B. Pada gambar berikut ditunjukkan erosi A oleh B.



Gambar 2.18 Proses Erosi pada *Grayscale Image* (Tjokorda, 2006)

2.14 Threshold Otsu

Citra biner adalah citra yang memiliki dua nilai tingkat keabuan yaitu hitam dan putih. Secara umum proses binersisasi citra gray scale untuk menghasilkan citra biner adalah sebagai berikut.

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x, y) \geq T \\ 0 & \text{if } f(x, y) < T \end{cases} \quad (1)$$

Dengan $g(x, y)$ adalah citra biner dari citra gray scale $f(x, y)$ dan T menyatakan nilai ambang.

Metode otsu adalah metode yang membagi histogram citra gray level ke dalam dua daerah yang berbeda secara otomatis tanpa membutuhkan bantuan user untuk memasukkan nilai ambang. Pendekatan yang dilakukan oleh metode otsu adalah dengan melakukan analisis diskriminan yaitu menentukan suatu variabel yang dapat membedakan antara dua atau lebih kelompok yang muncul secara alami.

Analisis diskriminan akan memaksimalkan variable tersebut agar dapat membagi objek latar depan (*foreground*) dan latar belakang (*background*). Formulasi dari metode otsu adalah sebagai berikut. Nilai ambang yang akan dicari dari suatu citra *gray level* dinyatakan dengan t . Nilai t berkisar antara 1 sampai dengan L , dengan nilai $L = 255$.

Probabilitas setiap pixel pada level ke- i dapat dinyatakan dengan:

$$P_i = n_i/N$$

Di mana n_i menyatakan jumlah pixel pada level ke i dan N menyatakan total jumlah pixel pada citra.

Sedangkan *class probability* dapat diperoleh dengan:

$$q_1(t) = \sum_{i=1}^t P(i)$$

$$q_2(t) = \sum_{i=t+1}^I P(i)$$

Rata-rata setiap *pixel* pada level ke- i dapat dinyatakan dengan:

$$\mu_1(t) = \sum_{i=1}^t \frac{iP(i)}{q_1(t)}$$

$$\mu_2(t) = \sum_{i=t+1}^I \frac{iP(i)}{q_2(t)}$$

Within class variance dapat dinyatakan dengan:

$$\sigma_1^2(t) = \sum_{i=1}^t [i - \mu_1(t)]^2 \frac{P(i)}{q_1(t)}$$

$$\sigma_2^2(t) = \sum_{i=t+1}^I [i - \mu_2(t)]^2 \frac{P(i)}{q_2(t)}$$

Weighted within-class variance dinyatakan dengan:

$$\sigma_w^2(t) = q_1(t)\sigma_1^2(t) + q_2(t)\sigma_2^2(t)$$

2.15 Uji Validasi

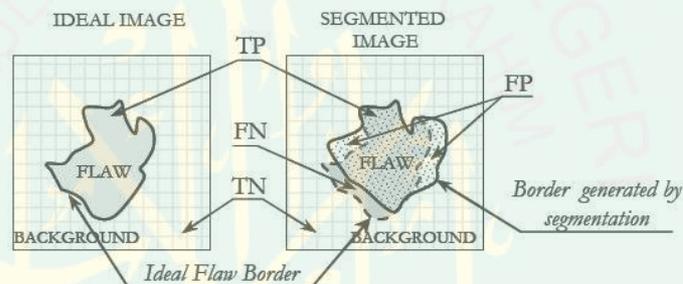
Suatu aplikasi segmentasi harus memiliki akurasi yang cukup, untuk memenuhi persyaratan tersebut, peneliti menggunakan metode pengukuran validasi yaitu menghitung nilai akurasi, sensitifitas, dan spesifitas pada citra hasil segmentasi dengan membandingkan hasil segmentasi citra ujicoba pada citra asli. Adapun rumus dari ketiga nilai tersebut adalah.

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

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

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

Dimana TP adalah *true* positif (nilai kebenaran antara hasil gambar ujicoba dengan jantung), TN adalah *true* negatif (nilai kebenaran antara hasil gambar ujicoba dengan *background*), FP adalah *false* positif (nilai ketidaktepatan antara hasil gambar ujicoba dengan jantung), dan FN adalah *false* negatif (nilai ketidaktepatan antara hasil gambar ujicoba dengan *background*). Gambar 2.19 menggambarkan pembagian daerah TP, TN, FN, dan FP pada citra jantung asli dengan citra hasil segmentasi.



Gambar 2.19 Perbedaan antara citra asli dengan citra hasil segmentasi (Lailyana, 2009)

Keempat nilai tersebut diformulasikan dengan menggunakan *matriks* 2x2 seperti pada gambar 2.20 (Lailyana, 2009)

		actual value		total
		p	n	
prediction outcome	p'	True Positive	False Positive	P'
	n'	False Negative	True Negative	N'
total		P	N	

Gambar 2.20 Formulasi matriks dari TP, TN, FP, FN (Lailyana, 2009)

2.16 Penelitian Terdahulu

Deschenes (2003) mengembangkan metode *homotopy* untuk memfokuskan kekaburan (*defocus blur*) dan *affine transform* (*scalling, rotation, translation, shear*, dan sebagainya) antara sepasang gambar dari tempat yang sama menggunakan gambar sintetik (segitiga, lingkaran, dan sebagainya) dan gambar nyata. Pada salah satu gambar terdapat perbedaan kekaburan dan *affine transform*, hal tersebut diatasi dengan memperkirakan parameter dengan menggunakan metode *homotopy*. Pada penelitian ini, memperoleh perkiraan kepadatan dan keakuratan gambar.

Dasgupta (2003) menerapkan metode *homotopy* untuk model *Hidden Markov Tree* (HMT) dalam memperkirakan parameter wavelet berdasarkan analisis tekstur dan klasifikasi. Tekstur dibagi menjadi 3 yaitu pasir (*sand*), rumput (*grass*), dan wol (*wool*), di mana masing-masing tekstur berukuran 512 x 512 piksel dikenakan dua tingkat dekomposisi *wavelet Haar wavelet* dengan menghasilkan 16384 *wavelet quadtrees*. Setiap tingkat quadtree dua terdiri dari node akar dan empat anak *node* (maka $R = 5$) dibagi menjadi 4 x 4 tekstur gambar blok. Algoritma tersebut dititikberatkan pada penentuan keseimbangan yang tepat antara dua data set. Metode *homotopy* dimulai dari solusi terawasi kemudian menjelajahi ruang parameter sampai tahap transisi dimanifestasikan. Di dalam penelitian tersebut ditunjukkan bahwa transisi tersebut merupakan indikasi awal yang baik untuk keseimbangan antara data label dan tidak berlabel. Peneliti juga menggunakan metode *homotopy* sebagai alternatif dari algoritma *Expectation-Maximization* (EM) yang digunakan secara luas untuk pemodelan HMT terawasi.

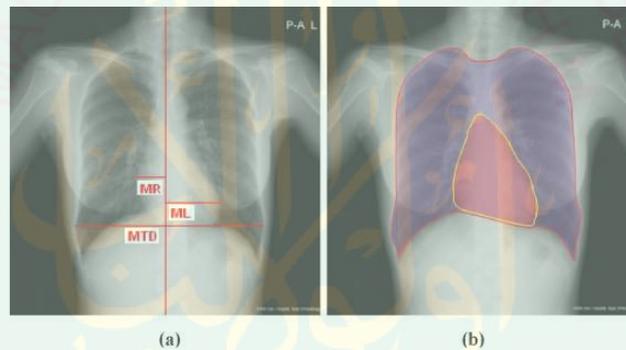
Saparudin (2010) mengadakan penelitian tentang identifikasi kelainan jantung menggunakan pola citra digital *electrocardiogram* yang dibuat oleh sebuah *electrocardiograf*. *Electrocardiogram* menghasilkan citra grafik dan pernyataan tentang normal atau abnormalnya kondisi jantung. *Electrocardiogram* merekam aktivitas kelistrikan jantung dalam waktu tertentu. Tahapan *image processing* untuk memperbaiki kualitas citra dan menangkap pola grafik *electrocardiogram* yang akan dianalisis antara lain *Image Smoothing* dengan metode *Gauss*, *Image Segmentation*, *Image Normalisation* dan *Image Thinning*. *Polaline* grafik yang dihasilkan akan dianalisa untuk menentukan titik - titik penting tertentu pada line grafik yang telah ditemukan. Titik tersebut menjadi pembanding dalam sistem *rule based knowledge* dalam menemukan kelainan jantung tersebut.

Muhammad A. Hasan, Seok Lyong Lee, Deok Hwan Kim, dan Myung Kwam Lim (2012) mengevaluasi hipertrofi jantung dari gambar *rontgen* dada. Dalam *paper*-nya dijelaskan bahwa ahli radiologi biasanya mengetahui rasio kardioraks (sering disebut CTR) yang merupakan indeks standar diagnostik. CTR dihitung dengan diameter *transversal* maksimum bayangan jantung dibagi dengan diameter *transversal* maksimum batas paru kanan dan kiri. Dalam tulisannya disajikan sebuah metode untuk mengevaluasi hipertrofi jantung dengan membandingkan daerah jantung dengan paru-paru, bukan rasio kardioraks untuk mendapatkan hasil diagnosa yang lebih diinginkan.

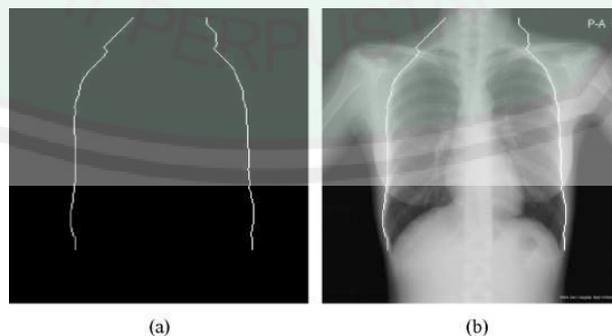
Dalam *paper*-nya diperkenalkan indeks baru, rasio luas kardioraks (CTAR), yang dihitung dengan membagi daerah-daerah jantung dengan luas

wilayah paru. Pertama kami segmen daerah dada dalam gambar radiografi dan kemudian secara otomatis menghitung CTR tradisional dan CTAR untuk mengevaluasi hipertrofi jantung.

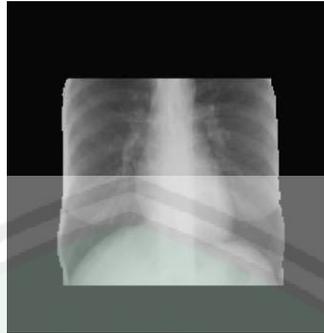
Dan akhirnya, disediakan presentasi visual dari rasio pada gambar rontgen dada. Hasil eksperimen menggunakan serangkaian gambar radiografi menunjukkan bahwa metode yang diusulkan dapat digunakan secara efektif untuk menentukan hipertrofi jantung dalam lingkungan diagnostik real-time.



Gambar 2.21 CTR dan batas kardiotoraks untuk mengukur 2D-CTR:
 (a) CTR menggunakan diameter jantung maksimum (ML + MR) dan diameter toraks maksimum (MTD), (b) garis besar daerah dada dan jantung.



Gambar 2.22 Batas luar mencari hasil:
 (a) batas kiri dan kanan terdeteksi, (b) ditumpangkan pada gambar aslinya



Gambar 2.23 Menentukan daerah yang diinginkan



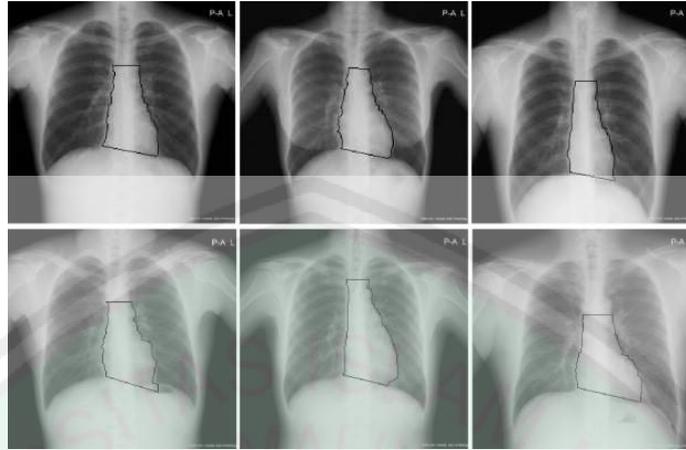
Gambar 2.24 Segmentasi hasilnya dengan Otsu *thresholding* pada daerah yang diinginkan



Gambar 2.25 Menemukan daerah paru-paru dan jantung yang diinginkan



Gambar 2.26 Contoh hasil segmentasi untuk wilayah paru-paru yang diinginkan



Gambar 2.27 Contoh hasil segmentasi untuk wilayah jantung.

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Dalam bab III, akan dibahas mengenai analisis desain dan perancangan aplikasi segmentasi citra jantung hasil rontgen menggunakan metode *homotopy tree*. Desain dan perancangan ini meliputi analisis sistem, perancangan sistem, dan desain antarmuka.

3.1 Analisis Sistem

Aplikasi ini merupakan aplikasi untuk identifikasi citra medis, di mana saran penggunaannya adalah ahli radiografi. Aplikasi ini dirancang untuk membantu proses pengidentifikasian jantung dari hasil *rontgen*. Identifikasi organ pada hasil rontgen dirasa penting karena obyek yang terdapat pada hasil *rontgen* tidak tampak jelas. Batas antara organ satu dengan yang lainnya sulit diterawang mata. Pengidentifikasian organ jantung ini dilakukan melalui tahap segmentasi dengan menggunakan metode *homotopy tree*.

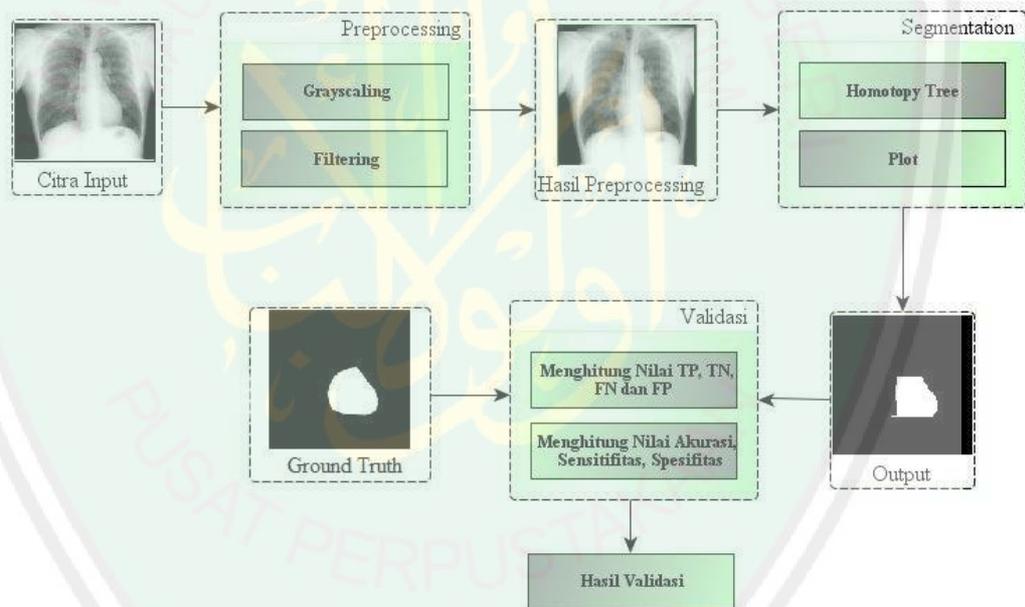
3.1.1 Deskripsi Sistem

Aplikasi ini merupakan aplikasi untuk identifikasi citra medis, di mana saran penggunaannya adalah ahli radiografi. Aplikasi ini dirancang untuk membantu proses pengidentifikasian jantung dari hasil *rontgen*. Identifikasi organ pada hasil rontgen dirasa penting karena obyek yang terdapat pada hasil *rontgen* tidak tampak jelas. Batas antara organ satu dengan yang lainnya sulit diterawang mata.

3.1.2 Spesifikasi Pengguna

Aplikasi ini ditujukan untuk dapat digunakan oleh ahli medis, ahli radiografi dan dokter khususnya dokter spesialis penyakit dalam. Karena dalam praktiknya, selain memeriksa kondisi fisik luar pasien dokter juga memeriksa kondisi fisik dalam, agar dalam pendeteksian penyakit pasien lebih akurat dan tidak terjadi kesalahan.

3.2 Desain Sistem



Gambar 3.1 Diagram program secara umum

Implementasi aplikasi segmentasi jantung ini terdiri dari proses awal yakni proses *preprocessing*. Pada tahap awal, dilakukan proses *grayscale* sebagai langkah awal. Selanjutnya dilakukan penyaringan *noise* dengan menggunakan *gaussian filter*. Setelah *preprocessing* selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan segmentasi citra. Setelah hasil keluar kemudian memberikan empat

titik citra di antara objek jantung pada hasil citra yang terakhir diproses. Setelah beberapa langkah proses tersebut selesai maka didapat hasil segmentasi jantung. Setelah hasil segmentasi jantung selesai, kemudian dilakukan uji validasi hasil segmentasi jantung yang telah dilakukan pada program dibandingkan dengan hasil segmentasi jantung yang telah dilakukan oleh ahli yang disebut dengan uji validasi yaitu perhitungan *true positif* (TP), *true negatif* (TN), *false positif* (FP), dan *false negatif* (FN). Pada proses validasi ini didapatkan nilai akurasi, sensitifitas dan spesifitas.

3.3 Perancangan Sistem

Perancangan sistem meliputi desain data dan desain proses. Desain data berisi penjelasan data yang diperlukan dalam penerapan *Homotopy Tree* ini. Desain data meliputi data masukan, data pemrosesan, dan data keluaran.

3.3.1 Data

Data yang digunakan dalam aplikasi ini adalah data citra *thorax* hasil *rontgen*, data ini merupakan data publik yang diambil dari <http://www.isi.uu.nl/Research/Databases/SCR/> yang merupakan situs dari Image Sciences Institute yang berlokasi di Utrecht University Netherland.



Gambar 3.2 Foto *X-ray Thorax*
(<http://www.isi.uu.nl/Research/Databases/SCR/>)

3.3.2 Desain Proses

Desain proses merupakan bagian yang menjelaskan bagaimana alur sistem yang terjadi pada program. Diagram alir menunjukkan hubungan antar proses, data masukan, data selama proses dan data keluaran yang terlibat dalam sistem.

Inti dari jalannya program ini adalah *user* menginputkan data berupa citra *x-ray thorax* berformat .jpg yang kemudian dinormalisasi. Normalisasi dalam program segmentasi ini berupa pengubahan citra yang berformat RGB ke format *grayscale*. Kemudian setelah itu, citra di-*preprocessing*, di mana dalam program ini *preprocessing* yang dilakukan adalah *gaussian filter*. Setelah *preprocessing*, citra disegmentasi dengan menggunakan *homotopy tree*.

3.3.2.1 *Input Image*

Input image adalah proses paling awal yang dilakukan dalam program ini, karena *image* yang diinputkan adalah komponen utama yang menjadi obyek yang akan diproses selanjutnya.

3.3.2.2 Image Processing

1. Grayscale

Mengubah citra input yang merupakan citra RGB menjadi citra *grayscale*. Dilakukan perubahan intensitas dari RGB ke *grayscale* dikarenakan apabila segmentasi dilakukan pada citra RGB memakan waktu yang cukup lama dalam proses segmentasi, di samping itu metode yang digunakan dalam proses segmentasi ini yaitu metode *Homotopy Tree* lebih mudah diaplikasikan pada citra *grayscale*.

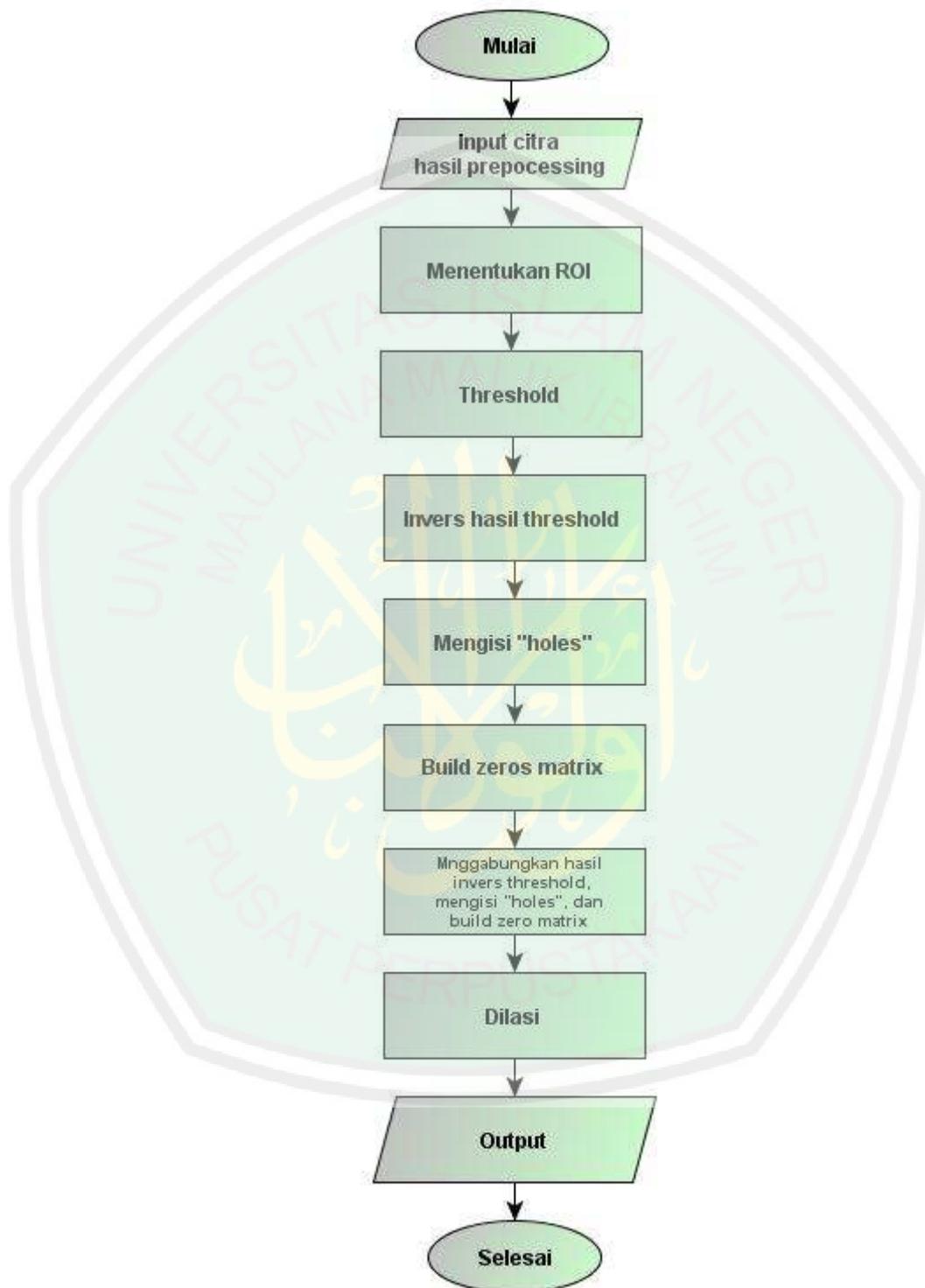
2. Preprocessing menggunakan Gaussian Filter

Preprocessing adalah proses pengolahan data sebelum data tersebut diolah ke dalam proses selanjutnya. Dalam aplikasi ini data yang di-*preprocessing* adalah data *image* yang telah dinormalisasi yaitu *image* yang berupa *grayscale*. *Preprocessing* yang dilakukan berupa *Gaussian Filter*.

Gaussian Filter merupakan salah satu *filter* linear dengan nilai pembobotan untuk setiap anggotanya dipilih berdasarkan bentuk fungsi *gaussian*. *Filter* ini digunakan pada aplikasi segmentasi ini karena sangat baik untuk menghilangkan *noise* yang bersifat sebaran normal.

3. Segmentasi menggunakan Homotopy Tree

Metode *homotopy tree* merupakan metode yang bersifat menyamakan warna pada daerah ketetanggaan, dan bersifat membedakan warna antara obyek dengan *background*. Sehingga dalam prosesnya sering dilakukan *scanning* piksel, dengan maksud untuk memberikan nilai yang sama pada satu objek tertentu yang memiliki sifat piksel yang sama.



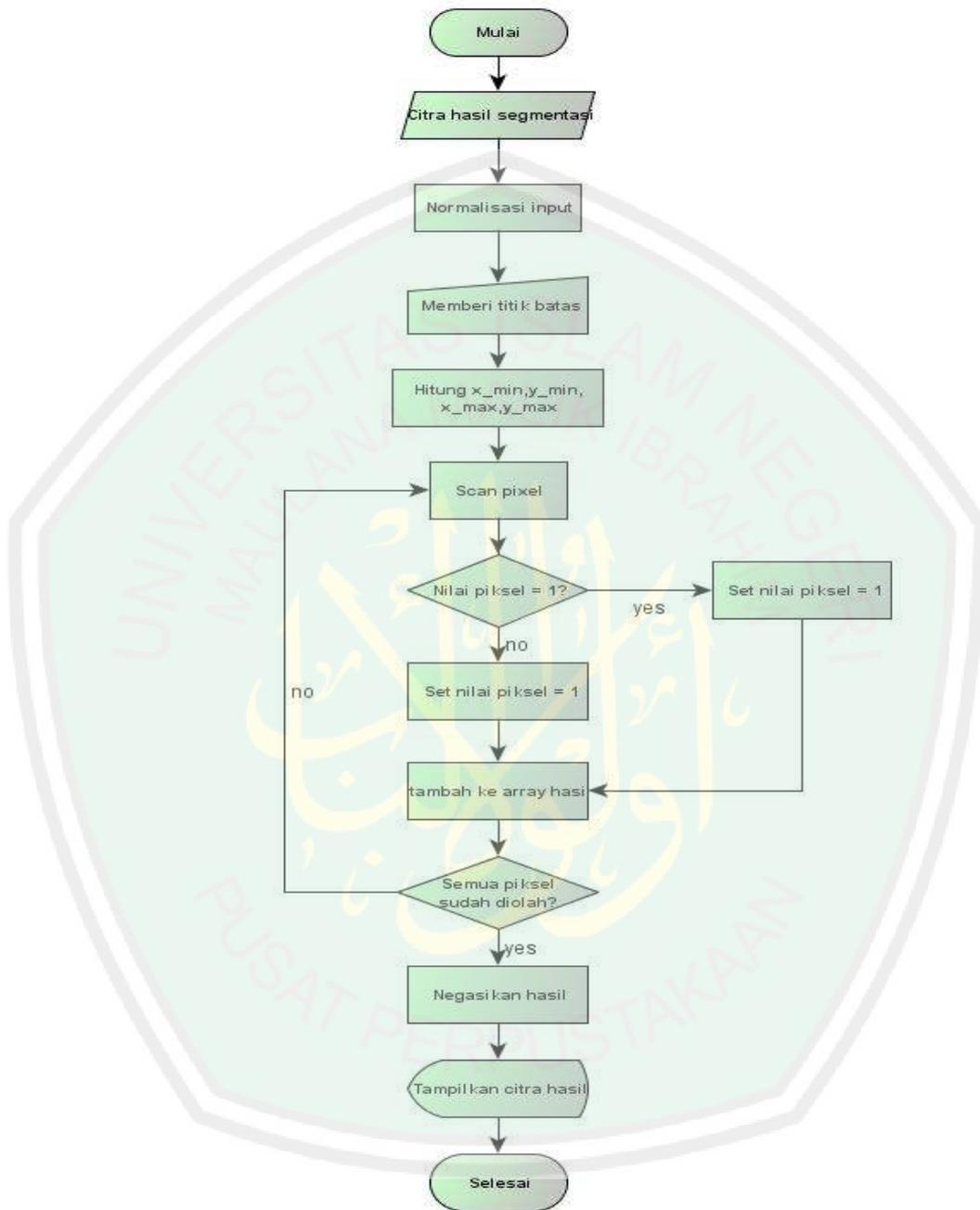
Gambar 3.3 Segmentasi dengan *Homotopy Tree*

Proses segmentasi ini diawali dengan menentukan ROI pada citra *x-ray thorax*. Selanjutnya dilakukan proses *thresholding* menggunakan otsu, hasil dari level *threshold* ini akan diproses dengan memberikan semacam garis putih pada objek yang sudah dideteksi untuk membatasi area objek di dalamnya, proses ini memanfaatkan *imfill 'holes'* yang berfungsi untuk menjadikan *background* piksel yang tidak bisa diisi dari batas tepi gambar. Kemudian untuk memperoleh semua *background* berwarna hitam maka semua piksel diberi nilai 0 dengan memanfaatkan “*zeroes*”. Selanjutnya untuk menampilkan objek yang telah diperoleh sebelumnya dalam *background*, maka dicari dari proses *imfill* dan diambil nilai maksimal dari paru-paru. Proses ini akan menampilkan hasil dari segmentasi paru-paru dari metode *homotopy tree*, selanjutnya hasil segmentasi ini dihaluskan dengan memanfaatkan dilasi yakni memberikan tambahan nilai pada objek supaya memperoleh hasil yang maksimal.

4. *Plotting* untuk Membentuk Batas Atas dan Bawah Organ Jantung

Dalam pengaplikasian metode *homotopy tree*, hasil yang didapatkan setelah proses segmentasi kurang menunjukkan batas atas dan batas bawah jantung. Oleh karena itu, dibutuhkan *plotting* untuk memotong batas atas dan bawah jantung dengan memberikan 4 buah titik koordinat pada citra hasil segmentasi yang diletakkan pada daerah sekitar jantung.

Untuk batas atas diletakkan dua buah titik di bawah daerah *arcus aorta*, tetapi tidak jauh di atas lengkungan bentuk jantung. Untuk batas bawah, dua titik diletakkan dekat dengan dua batas jantung paling bawah yang tampak pada citra.



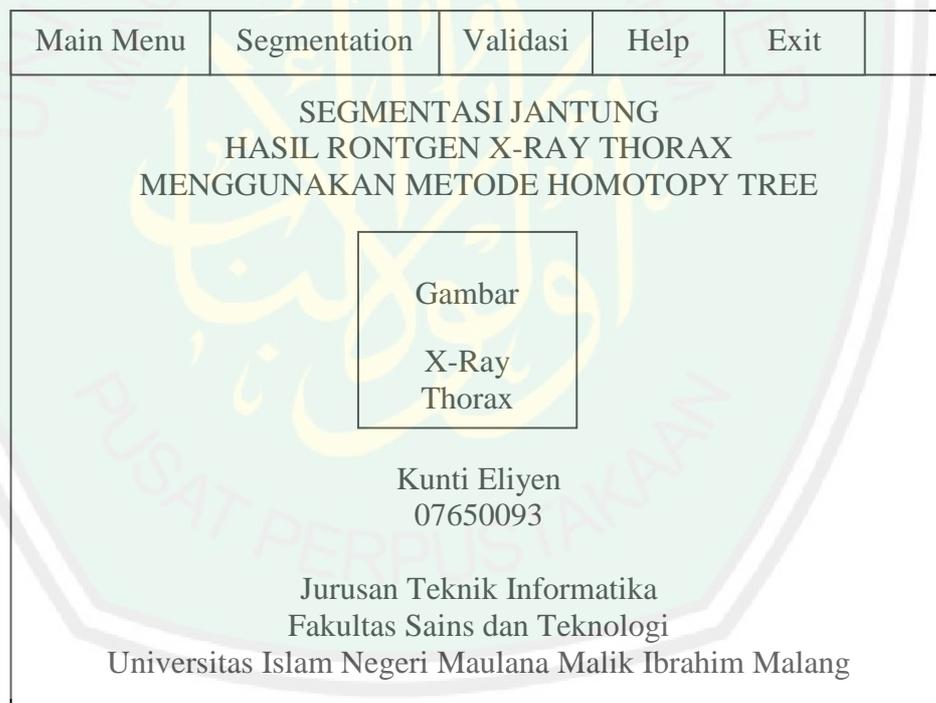
Gambar 3.4 Diagram Alir *Plotting*

3.4 Desain *Interface*

Interface merupakan salah satu media yang digunakan komputer untuk berkomunikasi dengan manusia. *Interface* di komputer dikenal dengan GUI

(*Graphical User Interface*). Dalam terminologi perangkat lunak, *interface* bisa diartikan sebagai tampilan atau cara perangkat lunak bersangkutan berinteraksi dengan penggunanya. Tujuan sebuah *user interface* adalah mengkomunikasikan fitur-fitur sistem yang tersedia agar *user* mengerti dan dapat menggunakan sistem tersebut. Dalam hal ini penggunaan bahasa amat efektif untuk membantu pengertian yang dipakai user untuk dapat mengoperasikannya dengan benar.

3.4.1 Desain *Interface Main Menu*



Gambar 3.5 Desain *interface* menu utama

Pada *form interface* ini terdapat 5 menu, yaitu:

1. *Main Menu* : Merupakan menu untuk halaman utama
2. *Segmentation* : Merupakan menu untuk melakukan segmentasi citra

3. *Validasi* : Merupakan menu untuk melakukan uji validasi hasil segmentasi yang telah dilakukan oleh program dengan hasil segmentasi yang dilakukan oleh ahli
4. *Help* : Menu yang berisi bantuan dalam menggunakan program
5. *Exit* : Merupakan tombol untuk keluar dari system

3.4.2 Desain Interface Segmentation

Gambar 3.6 adalah desain *interface segmentation* yang merupakan proses segmentasi objek jantung pada *x-ray thorax*. Diawali dari pengambilan *file* citra *thorax* yang terletak pada *hard drive* komputer yang kemudian diubah ke citra *grayscale* dan setelah itu di-*preprocessing*. Kemudian citra disegmentasi dengan *Homotopy Tree*, kemudian pada *form* terakhir akan muncul gambar jantung setelah dilakukan pemotongan batas atas dan batas bawah sesuai koordinat yang ditentukan pada *source code*.

Main Menu	Segmentation	Validasi	Help	Exit
SEGMENTASI JANTUNG HASIL RONTGEN X-RAY THORAX MENGGUNAKAN METODE HOMOTOPY TREE				
INPUT Image : <input type="text"/> <input type="button" value="Open"/>		IMAGE INPUT	IMAGE PREPROCESSING	SEGMENTATION
PROCESS <input type="button" value="Greyscale"/> <input type="button" value="Preprocessing"/> <input type="button" value="Segmentation"/> <input type="button" value="Reset"/>				

Gambar 3.6 Desain *interface* menu *segmentation*

Pada form *interface segmentation* ini terdapat 5 menu, yaitu:

1. *Main Menu* : Kembali pada menu utama yaitu halaman awal
2. *Segmentation* : *Form* tempat dilakukan segmentasi citra. Pada *form* ini terdapat beberapa tombol yang berisi aksi dan beberapa *axes*. Tombol “*Open*” untuk mengambil gambar yang akan diproses, tombol “*Greyscale*” untuk mengubah citra RGB ke citra *greyscale*, “*Preprocessing*” untuk melakukan proses perbaikan citra sebelum gambar disegmentasi, “*Segmentation*” untuk melakukan segmentasi, “*Reset*” untuk menormalkan kembali aplikasi pada saat melakukan segmentasi.
3. *Validasi* : Merupakan menu untuk melakukan uji validasi hasil segmentasi yang telah dilakukan oleh program dengan hasil segmentasi yang dilakukan oleh ahli
4. *Help* : Menu yang berisi bantuan dalam menggunakan program
5. *Exit* : Merupakan tombol untuk keluar dari sistem.

3.4.3 Desain *Interface Validasi*

Gambar 3.7 adalah desain *interface* uji validasi hasil program. Diawali dari pengambilan file citra jantung yang telah disegmentasi secara manual oleh ahli, kemudian mengambil file citra jantung yang telah disegmentasi menggunakan program. Apabila salah satu citra tidak tersedia maka tidak dapat dilakukan proses uji validasi. Proses validasi ini menghasilkan akurasi, sensitifitas dan spesifitas.

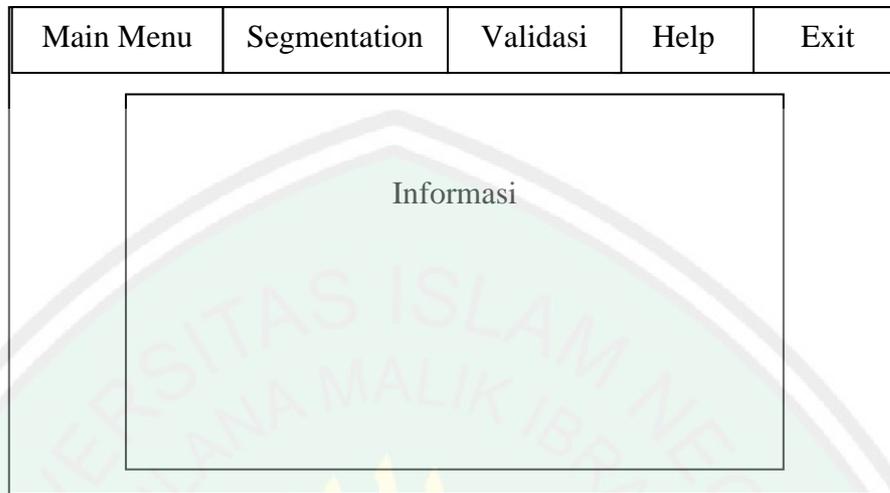
Main Menu	Segmentation	Validasi	Help	Exit
Uji Validasi Hasil Segmentasi Manual Dengan Hasil Segmentasi				
<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; text-align: center;">Buka</div>		<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; text-align: center;">Buka</div>		Nilai TN : 0 FN : 0 TP : 0 FP : 0
		Hasil Akurasi Sensitifitas Spesifitas		
		Reset	Hitung	

Gambar 3.7 Desain *interface* menu validasi

Pada *form interface* ini terdapat 5 menu, yaitu:

1. *Main Menu* : Merupakan menu untuk halaman utama
2. *Segmentation* : Merupakan menu untuk melakukan segmentasi citra
3. *Validasi* : Merupakan menu untuk melakukan uji validasi hasil segmentasi yang telah dilakukan oleh program dengan hasil segmentasi yang dilakukan oleh ahli
4. *Help* : Menu yang berisi bantuan dalam menggunakan program
5. *Exit* : Merupakan tombol untuk keluar dari *system*

3.4.4 Desain *Interface Help*



Gambar 3.8 Desain *interface menu help*

Gambar 3.8 adalah desain *interface help* yang berfungsi sebagai menu informasi yang ditampilkan pada sistem, sehingga *user* dapat mengetahui fungsi untuk tiap-tiap menu.

Pada *form interface* ini terdapat 5 menu, yaitu:

1. *Main Menu* : Merupakan menu untuk halaman utama
2. *Segmentation* : Merupakan menu untuk melakukan segmentasi citra
3. *Validasi* : Merupakan menu untuk menguji kevalidan hasil program
4. *Help* : Menu yang berisi bantuan dalam menggunakan program
5. *Exit* : Merupakan tombol untuk keluar dari *system*

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Lingkungan Uji Coba

Lingkungan uji coba ini menjelaskan tentang lingkungan uji coba terhadap aplikasi yang telah dirancang. Lingkungan uji coba meliputi perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan selama proses pengujian. Spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak dalam lingkungan uji coba adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Spesifikasi Lingkungan Uji Coba

Perangkat Keras	Processor: AMD C-50 Processor 1.00 GHz RAM: 2 GB VGA: Mobile Intel(R) 4 Series Express Chipset Family Input device: Keyboard, mouse
Perangkat Lunak	OS: Windows 7 Ultimate Perangkat Pengembang: MATLAB R2008a

4.2 Implementasi Sistem dan Antarmuka Aplikasi

Implementasi sistem adalah penerapan dari perancangan sistem yang telah dilakukan pada bab III. Setelah melakukan implementasi sistem maka selanjutnya dilakukan uji coba pada sistem yang sudah dibangun.

Implementasi sistem dibagi menjadi tiga bagian, yaitu implementasi proses *grayscale*, *preprocessing* dan proses segmentasi. Implementasi proses *grayscale* digunakan untuk mengubah format citra dari RGB ke *grayscale*. Implementasi proses *preprocessing* digunakan untuk memperbaiki gambar dengan

menggunakan *gaussian filter*. Kemudian implementasi proses segmentasi digunakan untuk memisahkan objek dengan latar belakangnya menggunakan *Homotopy Tree*.

4.2.1 Implementasi *Form Interface Main Menu*

Main menu merupakan menu pada aplikasi yang muncul pada awal proses menjalankan aplikasi. Pada menu utama terdapat informasi judul aplikasi, nama dan NIM pembuat aplikasi, dan universitas asal pembuat aplikasi.

Implementasi *form interface main menu* sebagai berikut :



Gambar 4.1 *Interface main menu* aplikasi

1. *Main Menu* : Merupakan menu untuk halaman utama
2. *Segmentation* : Merupakan menu untuk melakukan segmentasi citra
3. *Validasi* : Merupakan menu untuk melakukan uji validasi hasil segmentasi yang telah dilakukan oleh program dengan hasil segmentasi yang dilakukan oleh ahli
4. *Help* : Merupakan menu yang berisi bantuan dalam menggunakan program
5. *Exit* : Merupakan tombol untuk keluar dari system

Source code adalah bahasa yang digunakan dalam program yang berisi perintah-perintah untuk mencapai suatu tujuan tertentu dalam sebuah aplikasi. Berikut adalah *source code* yang berfungsi untuk menampilkan antarmuka yang tersedia pada tampilan menu utama.

```
delete(handles.figure1);
segmentasi=openfig('NEW.fig');
handles=guihandles(segmentasi);
guidata(segmentasi,handles);
```

Gambar 4.2 *Source code* untuk menampilkan form *segmentation*

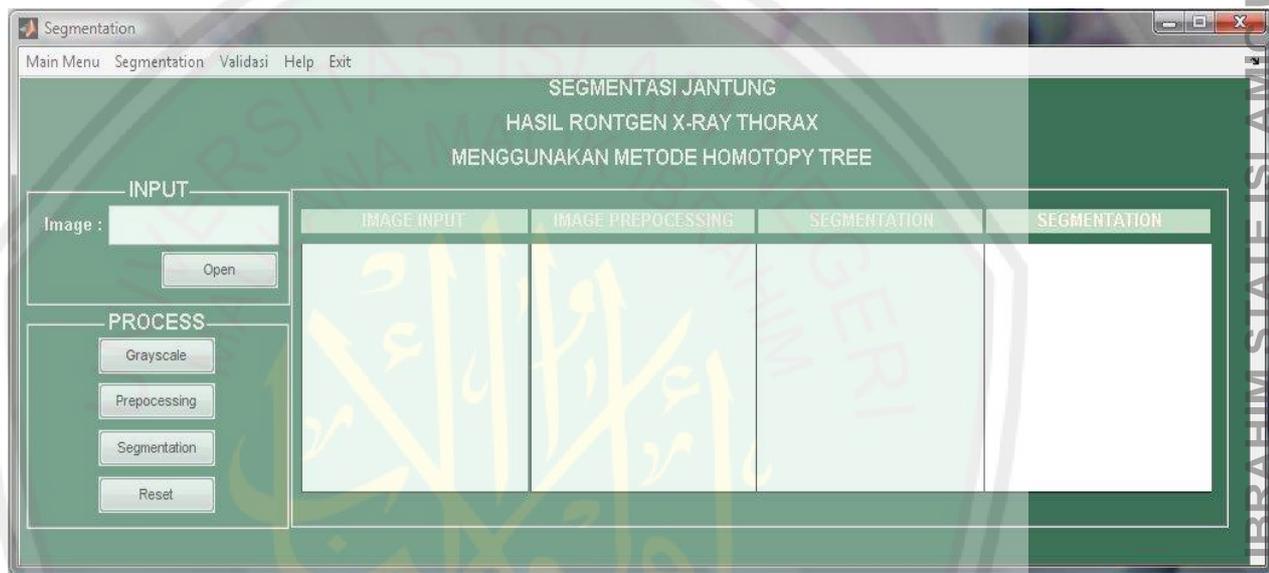
```
delete(handles.figure1);
bantuan=openfig('roc_roc.fig');
handles=guihandles(bantuan);
guidata(bantuan,handles);
```

Gambar 4.3 *Source code* untuk menampilkan form validasi

```
delete(handles.figure1);
bantuan=openfig('help.fig');
handles=guihandles(bantuan);
guidata(bantuan,handles);
```

Gambar 4.4 Source code untuk menampilkan form *help*

4.2.2 Implementasi *Form Interface Segmentation*



Gambar 4.5 Interface *segmentation*

Pada antarmuka *segmentation* ini terdapat 5 menu, yaitu:

1. *Main Menu* : Kembali pada menu utama yaitu halaman awal
2. *Validasi* : Form tempat dilakukan segmentasi citra. Pada form ini terdapat beberapa tombol yang berisi aksi dan beberapa *axes*. Tombol “*Open*” untuk mengambil gambar yang akan diproses, “*Grayscale*” untuk mengubah citra RGB ke citra *grayscale*, “*Preprocessing*” untuk melakukan proses perbaikan citra sebelum gambar disegmentasi, “*Segmentation*” untuk melakukan segmentasi, “*Reset*” untuk menormalkan kembali aplikasi pada saat melakukan segmentasi.

3. *Validasi* : Merupakan menu untuk melakukan uji validasi hasil segmentasi yang telah dilakukan oleh program dengan hasil segmentasi yang dilakukan oleh ahli
4. *Help* : Merupakan menu yang berisi bantuan dalam menggunakan program
5. *Exit* : Merupakan tombol untuk keluar dari sistem.

Langkah awal dalam menjalankan *Segmentation* adalah dengan membuka gambar yang berada pada *hard drive* .

```
function open_Callback(hObject, eventdata, handles)
proyek=guidata(gcbo);
[namafile,direktori]=uigetfile({'*.jpg'; '*.bmp'; '*.png';
'*.tif'; '*.*'}, 'Buka Citra');
eval(['cd '' direktori '';']);
A=imread(strcat(direktori,namafile));
set(proyek.figure1, 'CurrentAxes', proyek.axes1);
set(imshow(A));
set(proyek.axes1, 'Userdata', A);
set(proyek.figure1, 'Userdata', A);
set(handles.edit_open, 'String', fullfile(direktori,namafile));
```

Gambar 4.6 Source code open image

Setelah gambar ditampilkan, proses selanjutnya yaitu *grayscale*. Dalam program ini dilakukan *grayscale* karena apabila menggunakan citra RGB maka proses segmentasi akan lebih lama dan lebih rumit untuk dilakukan.

```
proyek=guidata(gcbo);
A=get(proyek.axes1, 'Userdata');
F=rgb2gray(A);
set(imshow(A));
set(proyek.axes1, 'Userdata', A);
set(proyek.figure1, 'CurrentAxes', proyek.axes1);
set(imshow(F));
set(proyek.axes1, 'Userdata', F);
```

Gambar 4.7 Source code grayscale

Berdasarkan pada *source code* tersebut, hasil gambar setelah *grayscale* dimunculkan pada axes1.



Gambar 4.8 Gambar hasil *grayscale*

Setelah dilakukan *grayscale*, gambar di-*preprocessing*. Pada aplikasi ini *preprocessing* dilakukan dengan menggunakan *gaussian filter*. *Gaussian filter* ini sangat baik untuk menghilangkan *noise* yang bersifat sebaran normal, yang banyak dijumpai pada citra hasil proses digitasi.

Berikut merupakan *source code* untuk fungsi *gaussian filter*.

```
function preproc_Callback(hObject, eventdata, handles)
proyek=guidata(gcbo);
A=get(proyek.axes1, 'Userdata');
B=fspecial('gaussian');
C=imfilter(A,B, 'replicate');
set(proyek.figure1, 'CurrentAxes', proyek.axes2);
set(imshow(C));
set(proyek.axes2, 'Userdata', C);
```

Gambar 4.9 Gambar *source code Gaussian Filter*

Hasil dari *preprocessing* menggunakan *gaussian filter* ditampilkan pada *axes* ketiga.



Gambar 4.10 Gambar hasil proses *Gaussian Filter*

Kemudian setelah *preprocessing* dilakukan proses selanjutnya adalah masuk pada proses utama, yaitu segmentasi citra dengan menggunakan metode *homotopy tree*. Berikut merupakan *source code* dari segmentasi citra dengan menggunakan *homotopy tree*.

```

proyek=guidata(gcbo);
b=get(proyek.axes2, 'Userdata');

c=im2bw(b,graythresh(b)-(110/200)*graythresh(b));

d=~c;

se = strel('square',2);
e = imdilate(d, se);

% untuk memberikan garis tepi berwarna putih
[m,n]=size(b);
for i=1:m
    for j=1:n
        if(e(i,j)==1) || (i<20 || j<5) || (i>m-10 ||
j>m-5)
            b(i,j)=0;
        end
    end
end
end

```

```

tg=find(b>0);
th=graythresh(b(tg)); %title(th)
ti=th*200;
f=b<ti;
Ta=th*255;
A=b<Ta;
%subplot(233), imshow(f),title('b>0')

g=~f;
%subplot(234), imshow(g),title('g=-f')

g(20,:)=1;
% step 4: Fill Interior Gaps
ga=imfill(g,'holes');
%subplot(235),imshow(ga),title(5)

% step 6: Smoothen the Object
seD=strel('diamond',2);
gb=imerode(ga,seD);
gb=imerode(gb,seD);
%subplot(236),imshow(gb), title('imerode')

% step 3: Dilate the Image
se90=strel('line',10,90);
se0=strel('line',10,0);
gc=imdilate(gb,[se90 se0]);

% step 6: Smoothen the Object
seD=strel('diamond',6);
gb=imerode(gc,seD);
gc=imerode(gb,seD);

B=zeros(m,n);
%subplot(233),imshow(B), title('zeros')

Tb=find(gc==1);
B(Tb)=A(Tb);
%subplot(234),imshow(B),title('TB')

% step 2: Detect Entire Cell
[junk threshold]=edge(B,'sobel');
fudgeFactor=.5;
B=edge(B,'sobel',threshold*fudgeFactor);

% step 3: Dilate the Image
se90=strel('line',5,90);
se0=strel('line',5,0);
C=imdilate(B,[se90 se0]);
%subplot(235),imshow(C), title('dilate')

% step 4: Fill Interiorz Gaps
D=imfill(C,'holes');
%subplot(236),imshow(D),title('imfill')

```

```

% step 6: Smoothen the Object
seD=strel('diamond',3);
E=imerode(D,seD);
E=imerode(E,seD);

%figure(4)
%subplot(231),imshow(E), title('imerode')

% step 3: Dilate the Image
se90=strel('line',7,90);
se0=strel('line',7,0);
F=imdilate(E,[se90 se0]);

%H=~F;

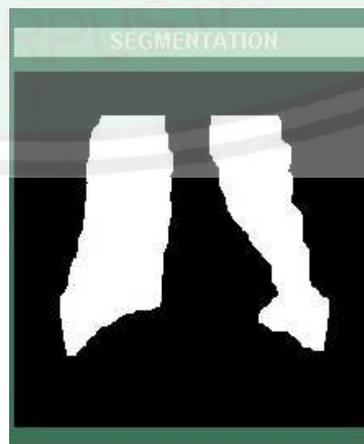
%menampilkan hasil
set(proyek.figure1,'CurrentAxes',proyek.axes3);
set(imshow(F));
set(proyek.axes3,'UserData',F);

for i = 1 : 4
    [y,x]=ginput(1)
    titik_x(i)=x
    titik_y(i)=y
end

```

Gambar 4.11 Source Code Homotopy Tree untuk segmentasi citra

Output dari proses segmentasi citra menggunakan *homotopy tree* ditampilkan pada axes ketiga yang berlabel “SEGMENTATION”. Hasilnya adalah sebagai berikut.



Gambar 4.12 Hasil segmentasi citra menggunakan *homotopy tree*

Gambar di atas adalah gambar setelah proses segmentasi. Namun karena hasil di atas belum menunjukkan bagian jantung dengan detail, maka dalam penelitian ini dilakukan *plotting* dengan memberikan 4 buah titik manual pada bagian jantung, yaitu 2 buah titik di bawah *arcus aorta* dan di atas jantung. Sedangkan dua titik lainnya berada di bawah jantung.

Berikut *source code* dari *plotting*.

```

Hasil = zeros(size(F));

min_x = min(titik_x)
max_x = max(titik_x)
min_y = min(titik_y)
max_y = max(titik_y)

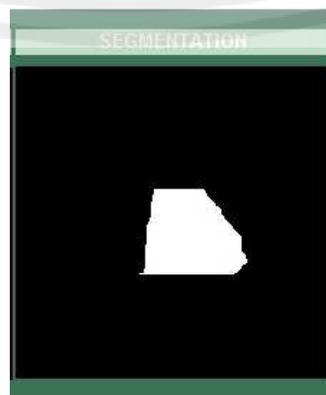
for x= 1 : size(Hasil,1);
    for y = 1 : size(Hasil,2);
        if x > min_x && x < max_x &&...
            y > min_y && y < max_y

            if F(x,y) == 1
                Hasil (x,y)= 0;
            else
                Hasil (x,y)=1;
            end
        end
    end
end
end

```

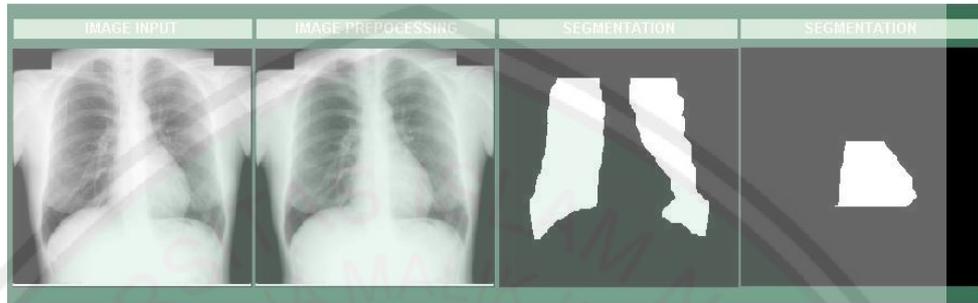
Gambar 4.13 *Source code plotting*

Plotting di atas menghasilkan gambar seperti berikut.



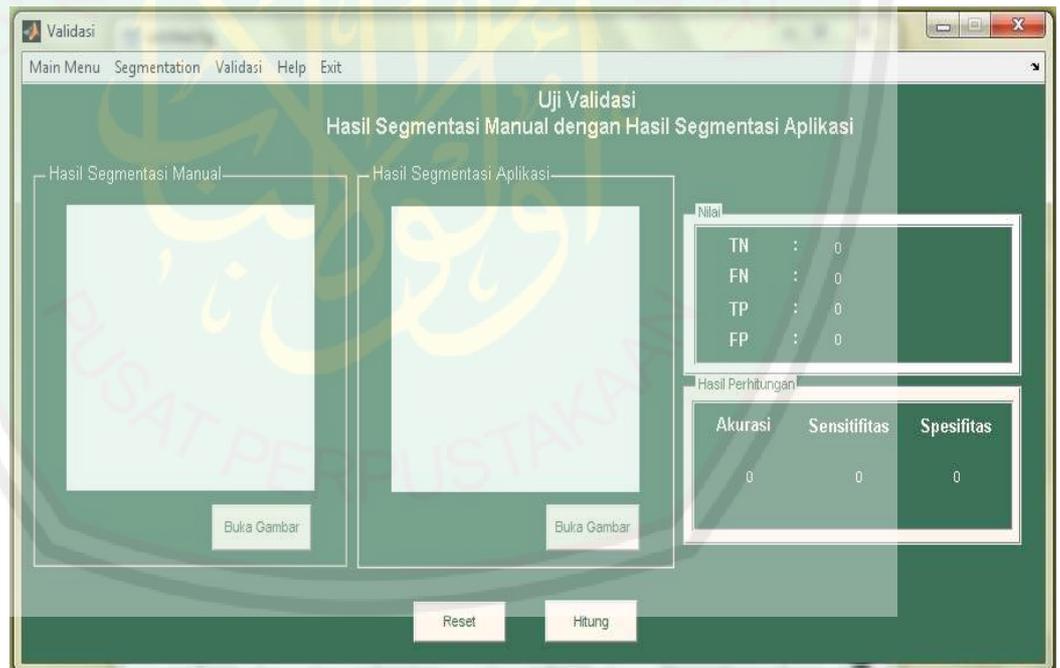
Gambar 4.14 Hasil segmentasi yang kemudian di-*plotting*

Tahap dari implementasi segmentasi mulai dari input citra sampai hasil plotting adalah sebagai berikut.



Gambar 4.15 Implementasi aplikasi mulai input citra hingga hasil segmentasi

4.2.3 Implementasi Antarmuka Validasi

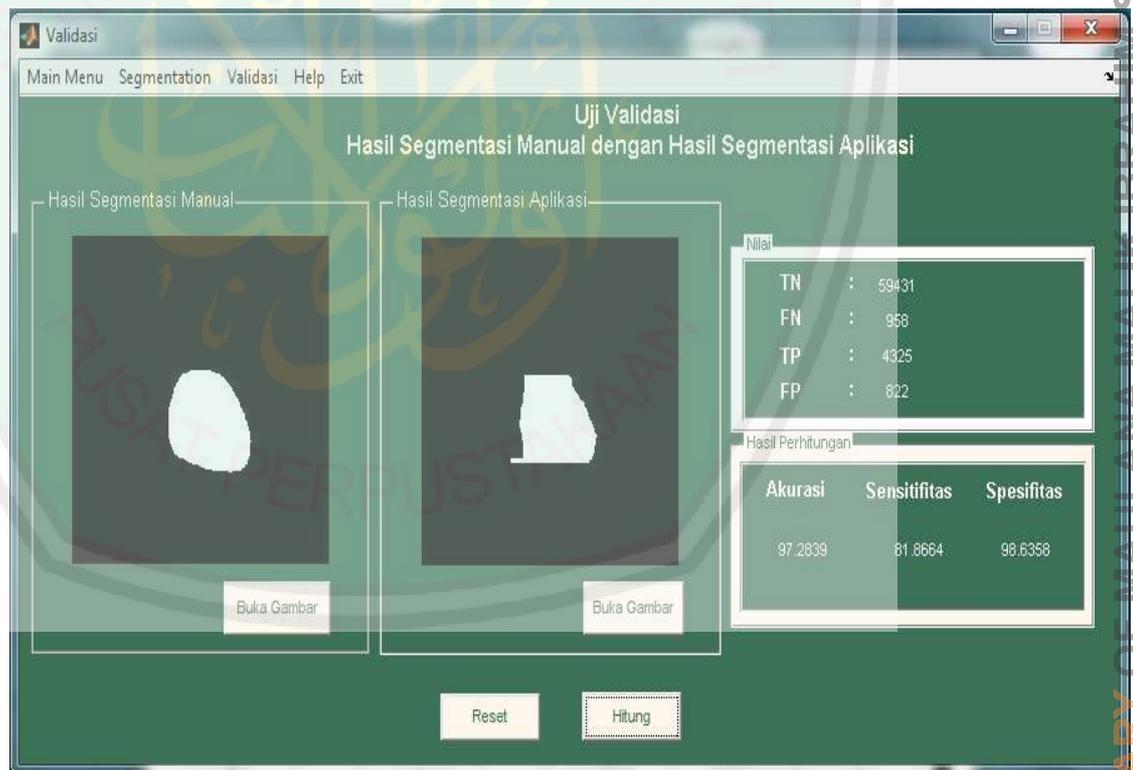


Gambar 4.16 Implementasi antarmuka validasi untuk uji validasi

Antarmuka validasi ini diawali dari pengambilan file citra jantung yang telah disegmentasi secara manual oleh ahli, kemudian

mengambil file citra jantung yang telah disegmentasi menggunakan program. Apabila salah satu citra tidak tersedia maka tidak dapat dilakukan proses uji validasi. Proses validasi ini menghasilkan akurasi, sensitifitas dan spesifisitas.

Langkah pertama dengan membuka gambar hasil segmentasi manual yang dilakukan oleh ahli yang terletak pada form 'Hasil Segmentasi Manual'. Kemudian membuka gambar hasil segmentasi yang dilakukan oleh program pada form 'Hasil Segmentasi Aplikasi'. Selanjutnya memulai proses penghitungan.



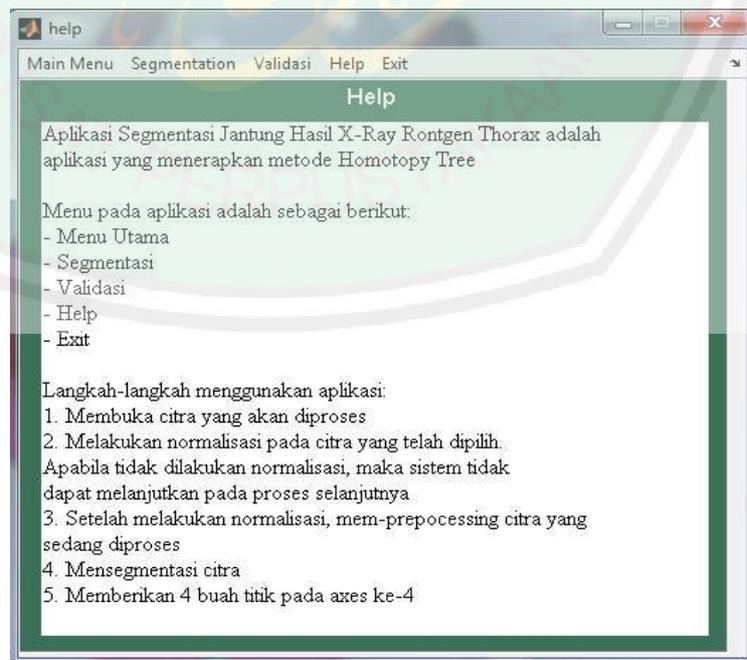
Gambar 4.17 Implementasi antarmuka validasi untuk uji validasi setelah dijalankan

Berikut merupakan *source code* untuk menghitung validasi.

```
function hitung_Callback(hObject, eventdata, handles)
global datasatu datadua
hasil=datasatu+datadua;
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(datasatu==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.hasilakur, 'String', akurasi);
set(handles.hasilsensi, 'String', sensitifitas);
set(handles.hasilspesi, 'String', spesifitas);
```

Gambar 4.18 *Source Code* untuk menghitung validasi

4.2.4 Implementasi Antarmuka Help



Gambar 4.19 Implementasi menu *help*

4.3 Hasil Uji Coba Sistem

4.3.1 Inputan Citra berupa File Citra Thorax

Gambar berikut merupakan contoh proses segmentasi menggunakan *Homotopy Tree* pada citra *thorax*.



Gambar 4.20 Citra input



Gambar 4.21 Segmentasi dengan *Homotopy Tree*



Gambar 4.22 *Plotting* setelah dilakukan segmentasi

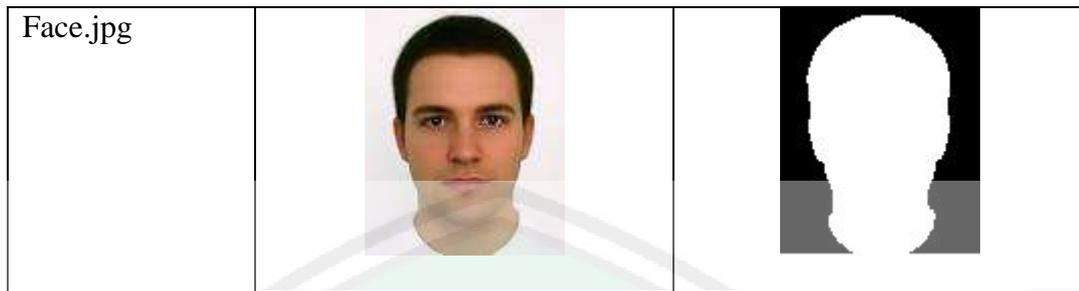
Plotting pada bagian jantung yang dilakukan setelah melakukan proses segmentasi dilakukan pada bagian antara jantung dan *arcus aorta* untuk menentukan batas atas, sedangkan untuk batas bawah *plot* diberikan pada bagian bawah jantung.

4.3.2 Inputan Citra berupa File Citra Non-Thorax

Gambar berikut merupakan contoh proses segmentasi menggunakan *Homotopy Tree* pada citra non-thorax.

Tabel 4.2 Tabel segmentasi pada citra non-thorax

Nama	Citra Input	Hasil segmentasi
Apple.jpg		
Topi.jpg		



4.4 Hasil Validasi Uji Coba Segmentasi Pada Citra *Thorax*

Pengujian sistem dilakukan terhadap data hasil uji coba dengan hasil segmentasi manual menggunakan metode nilai TP, FP, TN, FN sehingga dapat mengukur prosentase akurasi, sensitifitas, dan spesifitas sistem.

Contoh perhitungan validasi:

Diketahui:

$$TN = 59431$$

$$FN = 958$$

$$TP = 4325$$

$$FP = 822$$

Maka:

$$\text{Akurasi} = ((4325 + 59431) / (59431 + 958 + 4325 + 822)) \times 100\% = 97.2839$$

$$\text{Sensitifitas} = ((4325) / (4325 + 958)) \times 100\% = 81.8664$$

$$\text{Spesifitas} = ((59431) / (59431 + 822)) \times 100\% = 98.6358$$

Pengujian pada segmentasi jantung dengan metode *Homotopy Tree* menggunakan data masukan sebanyak 20 citra. Masing-masing citra hasil segmentasi jantung akan dihitung nilai ketepatan dan ketidaktepatan dibandingkan dengan hasil segmentasi manual.

Tabel 4.3 Hasil Uji Coba Validasi Segmentasi Jantung

No	Data Citra	Validasi		
		Akurasi (%)	Sensitivitas (%)	Spesifisitas (%)
1	JPCLN001	95,52	75,3909	97,6008
2	JPCLN006	97,2534	75,4031	98,6386
3	JPCLN007	95,7062	76,1844	97,7711
4	JPCLN008	94,577	67,9936	97,6713
5	JPCLN013	96,7072	74,7479	98,5433
6	JPCLN015	97,7378	63,1148	97,0199
7	JPCLN017	94,5862	69,521	98,2049
8	JPCLN019	93,6859	66,5148	96,6082
9	JPCLN020	95,636	71,5438	98,2082
10	JPCLN021	95,607	71,9199	97,7749
11	JPCLN031	96,1594	78,3993	98,3162
12	JPCLN033	93,866	60,2486	97,5263
13	JPCLN035	96,3837	79,1589	98,0868
14	JPCLN038	96,0327	73,5345	98,2031
15	JPCLN039	96,1243	69,2035	98,3825
16	JPCLN043	97,1252	83,1868	98,6851
17	JPCLN049	96,6904	75,6343	99,1513
18	JPCLN051	95,5811	74,3746	97,9383
19	JPCLN057	95,5215	70,4749	98,4718
20	JPCLN062	95,9518	71,9773	98,4718
Rata-rata		95,8224	72,4263	98,0632

Dari tabel 4.3 dapat diketahui hasil validasi segmentasi jantung menggunakan *Homotopy Tree* dengan hasil segmentasi manual menghasilkan rata-rata akurasi 95,8224%, sensitifitas 72,4263%, dan spesifitas 98,0632% dari 20 citra *x-ray* percobaan yang dilakukan uji coba.

4.5 Segmentasi Citra dalam Sudut Pandang Islam

Segmentasi citra (image segmentation) mempunyai arti mengelompokkan suatu citra menjadi wilayah-wilayah yang homogen berdasarkan kriteria keserupaan yang tertentu antara tingkat keabuan suatu piksel dengan tingkat keabuan piksel-piksel tetangganya, kemudian hasil dari proses segmentasi ini

akan digunakan untuk proses tingkat tinggi lebih lanjut yang dapat dilakukan terhadap suatu citra, misalnya proses klasifikasi citra dan proses identifikasi objek.

Pengelompokan berdasarkan persamaan tertentu dalam konsep Islam hampir sama dengan pelaksanaan shalat *khauf* secara berjama'ah. Shalat *khauf* dilaksanakan bersama-sama, namun dalam pelaksanaannya dibagi menjadi beberapa kelompok, kelompok yang pertama melaksanakan shalat sedangkan kelompok yang kedua tetap berada di tempat untuk menghadapi musuh.

Seperti dalam firman Allah yang menjelaskan perintah Allah kepada Rasul untuk melaksanakan shalat *khauf*. Bilamana Rasul berada dalam barisan kaum muslimin dan beliau hendak salat berjama'ah dengan pasukannya, maka lebih dahulu beliau membagi pasukannya dalam dua kelompok. Kelompok pertama sholat bersama Rasul sedang kelompok kedua tetap ditempatnya menghadapi musuh sambil melindungi kelompok yang sedang sholat.

وَإِذَا كُنْتَ فِيهِمْ فَأَقَمْتَ لَهُمُ الصَّلَاةَ فَلَتَقُمْ طَائِفَةٌ مِّنْهُمْ مَّعَكَ وَلْيَأْخُذُوا أَسْلِحَتِهِمْ

فَإِذَا سَجَدُوا فَلْيَكُونُوا مِن وَّرَائِكُمْ وَلَتَأْتِ طَائِفَةٌ أُخْرَىٰ لَمْ يُصَلُّوا فَلْيُصَلُّوا

مَّعَكَ وَلْيَأْخُذُوا حِذْرَهُمْ وَأَسْلِحَتِهِمْ ۗ وَذَ الَّذِينَ كَفَرُوا لَوْ تَغْفُلُونَ عَنْ أَسْلِحَتِكُمْ

وَأَمْتِعَتِكُمْ فَيَمِيلُونَ عَلَيْكُمْ مَّيْلَةً وَاحِدَةً وَلَا جُنَاحَ عَلَيْكُمْ إِن كَانَ بِكُمْ أَذَىٰ

مِنْ مَطَرٍ أَوْ كُنْتُمْ مَرْضَىٰ أَنْ تَضَعُوا أَسْلِحَتَكُمْ ۖ وَخُذُوا حِذْرَكُمْ ۗ إِنَّ اللَّهَ أَعَدَّ

لِلْكَافِرِينَ عَذَابًا مُّهِينًا ﴿١٠٢﴾

“Dan apabila kamu berada di tengah-tengah mereka (sahabatmu) lalu kamu hendak mendirikan shalat bersama-sama mereka, Maka hendaklah segolongan dari mereka berdiri (shalat) besertamu dan menyandang senjata, Kemudian apabila mereka (yang shalat besertamu) sujud (telah menyempurnakan serakaat). Maka hendaklah mereka pindah dari belakangmu (untuk menghadapi musuh) dan hendaklah datang golongan yang kedua yang belum bersembahyang, lalu bersembahyanglah mereka denganmu, dan hendaklah mereka bersiap siaga dan menyandang senjata. orang-orang kafir ingin supaya kamu lengah terhadap senjatamu dan harta bendamu, lalu mereka menyerbu kamu dengan sekaligus. dan tidak ada dosa atasmu meletakkan senjata-senjatamu, jika kamu mendapat sesuatu kesusahan Karena hujan atau Karena kamu memang sakit; dan siap siagalah kamu. Sesungguhnya Allah Telah menyediakan azab yang menghinakan bagi orang-orang kafir itu.”(QS An-Nisa’: 102)

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan, metode *Homotopy Tree* merupakan metode yang bekerja dengan menyamakan warna pada piksel ketetanggan dengan melakukan proses *threshold, dilation, erosion*. *Homotopy tree* bekerja kurang baik pada citra yang memiliki batas kurang jelas seperti batas atas dan bawah jantung citra *thorax*. Sehingga pada segmentasi jantung dilakukan *plotting* pada citra tersegmentasi di antara *arcus aorta* dengan jantung.

5.2 Saran

Berdasarkan dari uji coba yang dilakukan pada obyek jantung yang kurang mendapatkan hasil yang baik. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya tentang segmentasi pada obyek yang mempunyai batas yang tidak jelas, maka dapat menggabungkan metode *Homotopy tree* dengan metode pendukung lain yang memiliki kemampuan untuk mensegmen daerah yang batas obyeknya tidak nampak jelas.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, Tjokorda. Pemanfaatan Operasi *Morphologi* Untuk Proses Pendeteksian Sisi Pada Pengolahan Citra *Digital*. Seminar Nasional Sistem dan Informatika 2006; Bali, November 17, 2006.
- Ahmad, Balza dan Kartika Firdausy. 2005. Teknik Pengolahan Citra Digital Menggunakan Delphi. Yogyakarta. Ardi Publishing.
- Ahmad, Usman. 2005. Pengolahan Citra Digital & Teknik Pemrogramannya Edisi I. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Astwood, Sandra, Cheryl Stanton, dan Jenny Storey. 1996. Pengenalan Dasar Disritmia Jantung. Yogyakarta: Gajah Mada University.
- Dasgupta, N., Ji, S., Carin, L. 2006. *Homotopy-Based Semi Supervised Hidden Markov Tree For Texture Analysis*. in *Proc. of IEEE International Conference on Acoustics , Speech and Signal Processing (ICASSP)*
- Fatchoerrohman, dkk. 2010. Insident Pneumonitis Radiasi pada Penderita Karsinoma Payudara yang Mendapat Terapi Kemordiasi di RSSUP Dr. Kariadi, Bagian Radiologi FK UNDIP, RSUP Dr. Kariadi, Semarang.
- Hariyadi, M. A. 2010. *Lung Segmentation at Image X-ray for Detecting Cardio Thorax Ratio Using Max-Tree Filtering and Geometric Active Contour*. Journal of Mathematic and Technology, ISSN:2078-0257, No.4, October 2010.
- Hasan, Muhammad A., Seok Lyong Lee, Deok Hwan Kim, dan Myung Kwan Liem. 2012. Automatic Evaluation of Cardiac Hypertrophy Using Cardiothoracic Area Ratio in Chest Radiograph Images.
- Jannah, Asmaniatul. 2008. Analisis Perbandingan Metode Filter Gaussian, Mean Dan Median Terhadap Reduksi Noise Salt And Peppers. Skripsi. Malang: Universitas Islam Negeri Malang.
- Karl Schmedders. *Homotopy Path-Following with Easy Homotopy : Solving Nonlinear Equations for Economic Model*.
- Keshet, Renato. 2004. *Homotopy Semilattices*. Journal of HP Laboratories Israel.

- Lailyana, E. 2009. *Segmentasi Paru-paru pada citra X-ray menggunakan Level Set*, Tesis, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Latief, Abdul. 2009. *Radiology of Normal Thorax and Abdomen*.
- Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital Dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Informatika Bandung.
- Nicholas Sven Shorter. *Unsupervised Building Detection From Irregularly Spaced Lidar and Aerial Imagery*.
- Noorullah, R. M. and A. Damodaram. *Innovative Thinning And Gradient Algorithm For Binary And Grey Tone Images Using First In First Out Linear Data Structure*.
- Pierre J. Garrigues and Laurent El Ghaoui Robin Strand. *An Homotopy Algorithm for the Lasso with Online Observations. Digital Geomethry and Mathematical Morphology*.
- Rafael, Gonzalez and Richard E. Woods. 2009. *Digital Image Processing Using MATLAB*. Amerika : Gatesmark Publishing.
- Ranwez Vincent and Soille Pierre. 2001. *Order Independent Homotopic Thinning for Binary and Grey Tone Anchored Skeletons*. LIRMM, Dpt. Informatique Fondamentale et Applications 161 rue Ada, F-34392 Montpellier. France and Italy.
- Seetharaman, K. 2012. *A Block-oriented in Grayscale Images Using Full Range Autoregressive Model*.
- Sigit, Riyanto dkk. 2005. *Step By Step Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Snell, Richard S. 2006. *Anatomi Klinik untuk Mahasiswa Kedokteran*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Soille, P. 2004. *Morphological Image Analysis : Principle and Application*, Springer-Verlag. Berlin and New York.
- Suyanto, Ferry. 2008. *Aplikasi Radiasi Sinar-X Di Bidang Kedokteran untuk Menunjang Kesehatan Masyarakat Kawasan Puspitek Serpong*. Tangerang: Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir-BATAN.
- Robin, Strand. 2006. *3D Digital Geometry and Mathematical Morphology*.

Stina, Svensson. 2004. *2D Digital Geometry and Mathematical Morphology*.

Scanlon, Valerie dan Tinde Sanders. 2007. *Buku Ajar Anatomi dan Fisiologi Edisi 3*. Jakarta. Penerbit Buku Kedokteran EGC.

Van Ginneken, B. 2001. *Computer-Aided Diagnosis in Chest Radiography*. Belanda.

<http://denyoklex.blogspot.com/2009/12/makalah-medical-image.html>, diakses pada tanggal 17 Januari 2012.

<http://jauhar-aribi.blogspot.com/2007/03/integral-projection.html>, diakses pada tanggal 3 Oktober 2012.

<http://sucii-disini.blogspot.com/2009/12/medical-image.html>, diakses pada tanggal 4 Januari 2012.

<http://terapi nuklir.wordpress.com/2009/04/01/kedokteran-nuklir/>, diakses pada tanggal 2 April 2012.

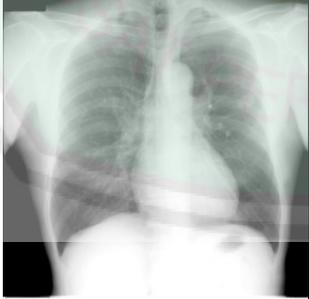
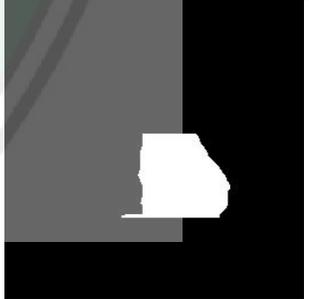
<http://www.scribd.com/doc/20278450/1-Pendahuluan-Radiografi>, diakses pada tanggal 31 Mei 2012.

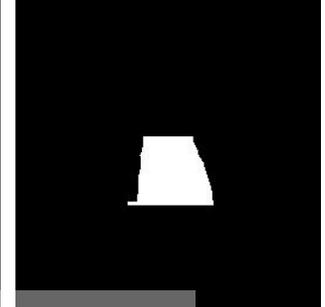
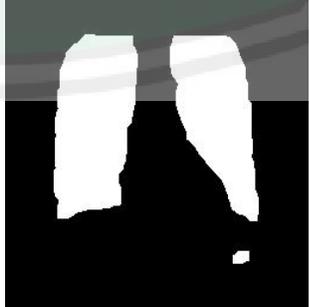
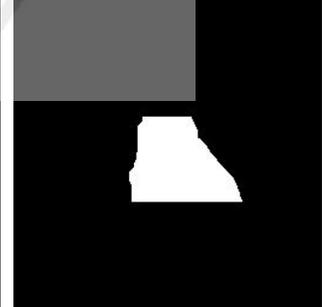
LAMPIRAN

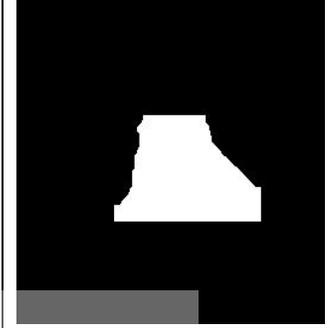
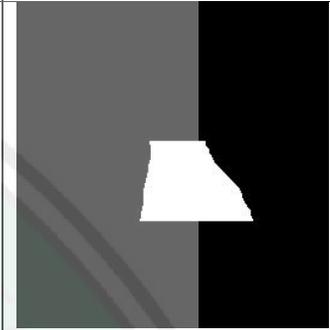
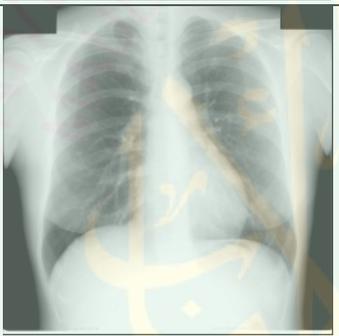
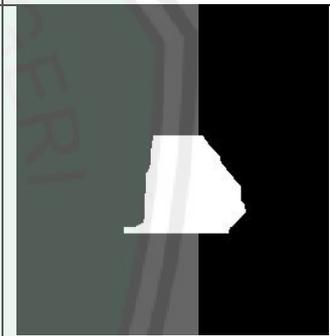
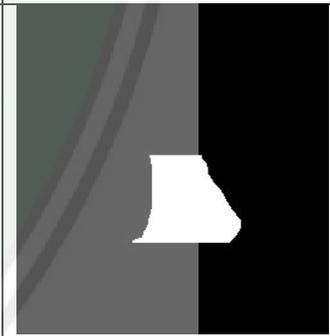
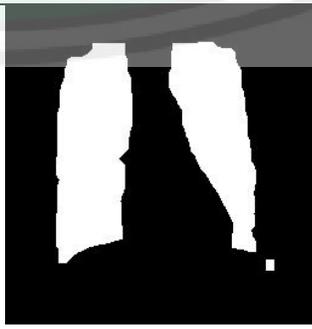
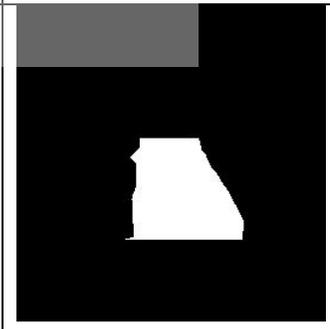
Lampiran 1 Hasil Perhitungan Validasi Segmentasi Jantung

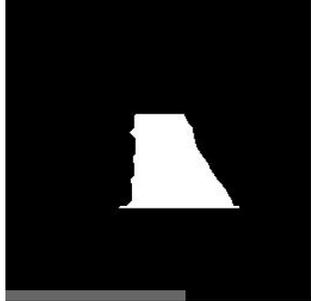
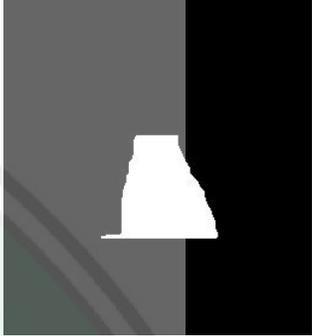
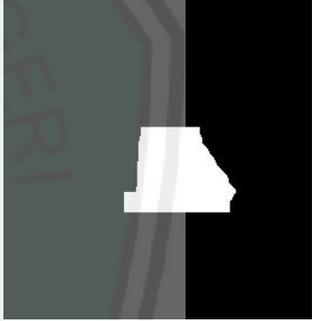
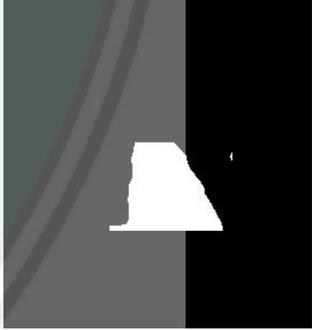
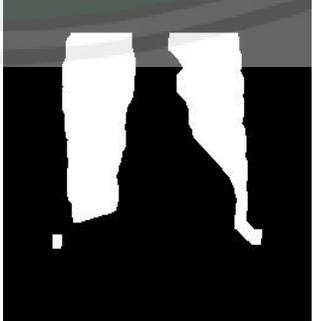
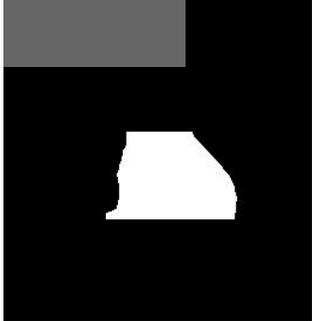
No	Data Citra	Validasi						
		TN	FN	TP	FP	Akurasi	Sensitivitas	Spesifisitas
1	JPCLN001	57971	1511	4629	1425	95.52	75.3909	97.6008
2	JPCLN006	60790	961	2946	839	97.2534	75.4031	98.6386
3	JPCLN007	57946	1493	4776	1321	95.7062	76.1844	97.7711
4	JPCLN008	57336	2187	4646	1367	94.577	67.9936	97.6713
5	JPCLN013	59598	1277	3780	881	96.7072	74.7479	98.5433
6	JPCLN015	57428	2340	4004	1764	97.7378	63.1148	97.0199
7	JPCLN017	56240	2520	5748	1028	94.5862	69.521	98.2049
8	JPCLN019	57165	2131	4233	2007	93.6859	66.5148	96.6082
9	JPCLN020	58153	1799	4523	1061	95.636	71.5438	98.2082
10	JPCLN021	58705	1543	3952	1336	95.607	71.9199	97.7749
11	JPCLN031	57455	1533	5564	984	96.1594	78.3993	98.3162
12	JPCLN033	57639	2558	3877	1462	93.866	60.2486	97.5263
13	JPCLN035	58498	1229	4668	1141	96.3837	79.1589	98.0868
14	JPCLN038	58696	1526	4240	1074	96.0327	73.5345	98.2031
15	JPCLN039	59486	1562	3510	978	96.1243	69.2035	98.3825
16	JPCLN043	58165	1109	5487	775	97.1252	83.1868	98.6851
17	JPCLN049	58180	1671	5187	498	96.6904	75.6343	99.1513
18	JPCLN051	57764	1680	4876	1216	95.5811	74.3746	97.9383
19	JPCLN057	57734	2039	4867	896	95.5215	70.4749	98.4718
20	JPCLN062	58442	1729	4441	924	95.9518	71.9773	98.4718

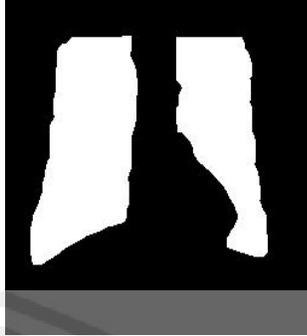
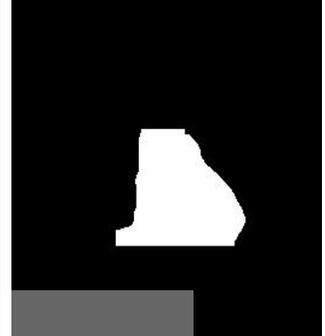
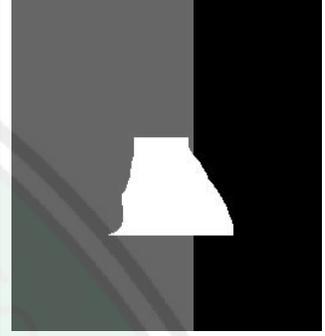
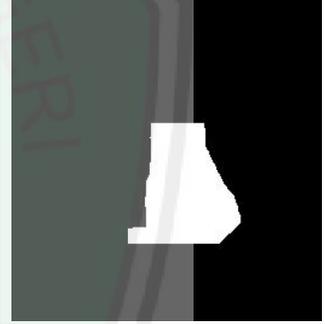
Lampiran 2 Hasil Segmentasi Jantung

No	Nama Citra	Citra	Hasil Segmentasi	Hasil Segmentasi
1	JPCLN001			

2	JPCLN 006			
3	JPCLN 007			
4	JPCLN 008			
5	JPCLN 013			
6	JPCLN 015			

7	JPCLN 017			
8	JPCLN 019			
9	JPCLN 020			
10	JPCLN 021			
11	JPCLN 031			

12	JPCLN 033			
13	JPCLN 035			
14	JPCLN 038			
15	JPCLN 039			
16	JPCLN 043			

17	JPCLN 049			
18	JPCLN 051			
19	JPCLN 057			
20	JPCLN 062			