

**APLIKASI SEGMENTASI PARU-PARU PADA HASIL CITRA  
X-RAY THORAX MENGGUNAKAN METODE  
HOMOTOPY TREE**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**UMA HAMIDAH**

**07650094**



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

**APLIKASI SEGMENTASI PARU-PARU PADA HASIL CITRA  
X-RAY THORAX MENGGUNAKAN 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:**

**UMA HAMIDAH  
NIM. 07650094**

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

**APLIKASI SEGMENTASI PARU-PARU PADA HASIL CITRA  
X-RAY THORAX MENGGUNAKAN METODE  
HOMOTOPY TREE**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**UMA HAMIDAH  
NIM. 07650094**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Tanggal : 10 Januari 2013

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

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

**Dr. H. Munirul Abidin, M. Ag  
NIP.197806252008012006**

**Mengetahui**

**Ketua Jurusan Teknik Informatika**

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

**APLIKASI SEGMENTASI PARU-PARU PADA HASIL CITRA  
X-RAY THORAX MENGGUNAKAN METODE  
HOMOTOPY TREE**

SKRIPSI

Oleh:

**UMA HAMIDAH**

**NIM. 07650094**

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>Ririen Kusumawati, M. Kom</u>    | ( | ) |
|                    | NIP. 19720309 200501 2 002          |   |   |
| 2. Ketua :         | <u>Zainal Abidin, M. Kom</u>        | ( | ) |
|                    | NIP. 19760613 200501 1 004          |   |   |
| 3. Sekretaris :    | <u>M. Amin Hariyadi, M.T</u>        | ( | ) |
|                    | NIP. 1967018 200501 1 001           |   |   |
| 4. Anggota :       | <u>Dr. H. Munirul Abidin, M. Ag</u> | ( | ) |
|                    | NIP.197806252008012006              |   |   |

**Mengetahui dan Mengesahkan  
Ketua Jurusan Teknik Informatika**

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

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Uma Hamidah

NIM : 07650094

Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika

Judul Penelitian : **Aplikasi Segmentasi Paru-Paru Pada 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,



**Uma Hamidah**  
NIM. 07650094

**MOTTO**

فَبِأَيِّ آءِ رَبِّكُمَا تُكَذِّبَانِ

“Maka Nikmat Tuhan Kamu yang Manakah yang  
Kamu Dustakan”



## PERSEMBAHAN...

**Yaa.. Allah SWT...** Terima Kasih atas segala Rahmat dan Karunia-Mu sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi ini. Semoga dapat bermanfaat bagi siapa saja yang telah membacanya. Saya persembahkan karyaku ini kepada :

Abahku tercinta **H. Muhammad Makmun Ghoffar** beserta Ibuku tercinta **Mudawamah**, yang telah mendidik, memberikan motivasi dan banyak memberi pengorbanan yang tidak terhingga nilainya, baik materiil maupun spiritual.

Kakakku tersayang **Ahmad Mu'afa** yang selalu mendo'akan dan menyayangiku bagaimanapun kondisi yang telah aku lalui selama ini.

Adik-adikku tersayang, **Salma Zuhaira** dan **Eilul Labiba** yang telah memberikan kebahagiaan di saat suka dan duka dalam kehidupanku.

Seluruh **Guru TK, MI dan MTs** juga para **Asatid dan Ustadzah MAN Denanyar Jombang** serta **Seluruh Dosen Jurusan Teknik Informatika khususnya dan Fakultas Sains dan Teknologi umumnya** yang dengan ikhlas dan sabar mendidik dan membimbingku dalam menuntut ilmu serta dalam berperilaku sehari-hari.

Teman-teman seperjuangan "**TIM Riset *Image Processing***" (**Kunti, Ra-3, Ucho, Chika, Ipit, Rina, Di2k, Nurfan n Bara**) alhamdulillah... akhirnya apa yang kita perjuangkan dan harapkan bisa terwujud bersama-sama... ^ \_ ^

Teman-teman seperjuangan "**TI '07 Kelas C**" (**Kunti, Ra-3, Ucho, Mba Nil, Nisha, Unin, Roni, Fahrijal, Whildan, Aries, David, Wahid**) kebersamaan kita selama menempuh pendidikan TI semoga bermanfaat dan tetap menjadi keluarga. Jangan pernah lupakan ke-GEJE-an kita ini..... ^ \_ ^

Semua teman-teman "TI '07" yang selalu bersama dolan-dolan dan kuliner bareng khususnya buat "**Mami Desi, Anisa Mpus, Citra, Ulil, Fais, Abror dan semuanya**", terimakasih atas kebersamaan selama ini, kapan dolan maneh.....

Teman-teman kos " Wisma Tulip " (**Yunee, Mba Mi2n, Chibon, Mba Nurul dan semua penghuni kos Wisma Arafah**) terimakasih telah menemani dan hidup bersama selama menuntut ilmu dalam kiasan keluarga sederhana. semoga kita dapat menggapai segala impian kita dengan Ridla Illahi, Amin...

Seluruh keluarga besar **PRAMUKA UIN MALIKI MALANG** terimakasih banyak atas motivasinya selama ini, semoga kita tetap dijadikan dalam satu ikatan silaturahmi... amien...

Tak lupa juga untuk seseorang yang "**Spesial Di Hati**" yang senantiasa mendampingi dalam kebersamaan selama penyelesaian tugas akhir ini. Terimakasih atas semangat dan kasih sayangnya. **Terimakasih "YF"**  
^^...

Semua pihak yang telah banyak membantu dan belum sempat saya sebutkan di sini satu per satu...

## 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. Dr. H. Munirul Abidin, M. Ag selaku pembimbing integrasi sains dan Islam yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan integrasi 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. Ibu Ririen Kusumawati, M.Kom selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
6. Seluruh Dosen Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, khususnya dosen Teknik Informatika beserta staf-stafnya.

7. Abah, Ibu, Kakak, Adek dan seluruh keluarga besar di rumah yang selalu memberikan do'a dan motivasi.
8. Seluruh teman-teman Jurusan Teknik Informatika khususnya angkatan 2007 dan lebih khusus lagi Kelas C angkatan 2007 yang selalu menemani penulis dalam setiap langkah menuntut ilmu di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
9. Teman-teman TIM Riset *Image Processing* yang telah memotivasi dan bersama-sama dalam proses penyelesaian skripsi ini.
10. Seluruh keluarga besar UKM PRAMUKA UIN MALIKI MALANG yang telah memberikan dukungan moril dan materil.
11. 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

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGAJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>v</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian .....	6
1.3.1 Tujuan Penelitian .....	6
1.4.2 Manfaat Penelitian .....	6
1.4 Batasan Masalah .....	6
1.5 Metodologi Penelitian .....	7
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi .....	8
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>10</b>
2.1 Organ Paru-Paru .....	10
2.2 <i>Thorax</i> .....	12
2.2.1 Tulang-Tulang <i>Thorax</i> .....	13
2.2.2 Jaringan-Jaringan Lunak .....	15
2.3.3 Jaringan Intratorakal .....	15
2.3 <i>X-Ray</i> .....	17
2.4 Pengolahan Citra .....	22
2.4.1 Format Citra .....	27
2.4.2 Operasi Pengolahan Citra .....	29
2.4.3 Morfologi Citra .....	30
2.4.4 <i>Filtering</i> dan Perbaikan Citra .....	33
2.4.4.1 <i>Gaussian Lowpass Filter</i> .....	33
2.4.4.2 <i>Median Filter</i> .....	34
2.4.5 Segmentasi Citra .....	36
2.5 <i>Homotopy Tree</i> .....	38
2.5.1 Pembahasan <i>Homotopy Tree</i> .....	38

2.5.2 Algoritma <i>Homotopy Binary</i> .....	42
2.5.3 Penelitian Terkait .....	42
2.6 ROC ( <i>Receiver Operating Characteristics</i> ) .....	45
<b>BAB III DESAIN DAN PERANCANGAN SISTEM.....</b>	<b>47</b>
3.1 Deskripsi Sistem .....	47
3.2 Desain Sistem .....	47
3.3 Perancangan Sistem.....	49
3.3.1 Desain Data .....	49
3.3.1.1 Data Masukan.....	50
3.3.1.2 Data Pemrosesan .....	50
3.3.1.3 Data Keluaran.....	51
3.3.2 Desain Proses .....	51
3.3.2.1 <i>Input Image</i> .....	53
3.3.2.2 Proses <i>Preprocessing Image</i> .....	53
3.3.2.3 Proses Segmentasi.....	55
3.4 Desain <i>Interface</i> .....	58
3.4.1 Desain <i>Interface Main Menu</i> .....	58
3.4.2 Desain <i>Interface Image Process</i> .....	59
3.4.3 Desain <i>Interface About</i> .....	61
3.4.4 Desain <i>Interface Help</i> .....	61
3.4.5 Desain <i>Interface Validasi</i> .....	62
3.5 Perhitungan Validasi.....	63
<b>BAB IV IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>65</b>
4.1 Lingkungan Uji Coba .....	66
4.2 Implementasi Sistem dan <i>Interface</i> Aplikasi.....	66
4.2.1 Implementasi <i>Form Interface Main Menu</i> .....	67
4.2.2 Implementasi <i>Form Interface Image Process</i> .....	69
4.2.2.1 Implementasi Proses <i>Preprocessing</i> .....	71
4.2.2.2 Implementasi Proses <i>Grayscale</i> Citra .....	72
4.2.2.3 Implementasi Proses <i>Filtering</i> .....	72
4.2.2.4 Implementasi Proses Segmentasi .....	74
4.2.2.5 Inputan Citra Berupa Citra <i>Non-Thorax</i> .....	77
4.2.3 Implementasi <i>Form Interface</i> Proses Validasi .....	78
4.2.4 Implementasi <i>Form Interface Help</i> .....	82
4.2.5 Implementasi <i>Form Interface About</i> .....	83
4.3 Hasil Ujicoba Segmentasi Paru-Paru Menggunakan Metode <i>Homotopy Tree</i> .....	83
4.4.1 Hasil Uji Coba Validasi Segmentasi Paru-Paru .....	84
4.5 Segmentasi <i>X-ray Thorax</i> dalam Perspektif Islam .....	87

<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>90</b>
5.1 Kesimpulan .....	90
5.2 Saran .....	91
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>92</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Format Citra .....	27
Tabel 4.1	Spesifikasi Lingkungan Uji Coba .....	65
Tabel 4.2	Hasil Proses Segmentasi .....	74
Tabel 4.3	Segmentasi Pada Citra Non- <i>Thorax</i> .....	77
Tabel 4.4	Hasil Ujicoba Validasi Segmentasi Paru-Paru Kanan .....	85
Tabel 4.5	Hasil Ujicoba Validasi Segmentasi Paru-Paru Kiri .....	86



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	X-ray Thorax .....	3
Gambar 2.1	Sistem Pernapasan Manusia .....	12
Gambar 2.2	Citra X-ray Thorax Normal .....	16
Gambar 2.3	Kelainan Pada X-ray Thorax .....	17
Gambar 2.4	Representasi dan Pemodelan Citra .....	25
Gambar 2.5	Proses Dilasi Pada Grayscale Image .....	31
Gambar 2.6	Proses Erosi Pada Grayscale Image .....	34
Gambar 2.7	(a) Bentuk Grafis Fungsi Lowpass Filter 2D (b) Hasil Gambar dengan Fungsi Lowpass Filter (c) Bentuk Grafis Fungsi Highpass Filter 2D (d) Hasil Gambar dengan Fungsi Highpass Filter .....	34
Gambar 2.8	Fungsi Gaussian Lowpass Filter .....	34
Gambar 2.9	Blok Diagram Alur Kerja Median Filter .....	35
Gambar 2.10	Contoh Penerapan Median Filter .....	36
Gambar 2.11	(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 .....	40
Gambar 2.12	(a) Gambar Citra, (b) Homotopy Tree Dari Gambar a, (c) Transformasi Homotopy Dari Gambar a .....	41
Gambar 2.13	Citra Greyscale dengan Homotopy Treanya. $X_0$ 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 .....	41
Gambar 2.14	Contoh Homotopy Tree .....	42
Gambar 2.15	Contoh Homotopy Tree Binary .....	43
Gambar 2.16	Perbedaan Antara Citra Paru-Paru Asli dengan Citra Hasil Segmentasi .....	46
Gambar 2.17	Formulasi matriks dari TP, TN, FP, FN .....	46
Gambar 3.1	Blok Diagram Sistem .....	48
Gambar 3.2	Citra X-ray Thorax .....	50
Gambar 3.3	Gambar Homotopy Tree Dari Citra X-ray Thorax .....	51
Gambar 3.4	Diagram Alir Proses Preprocessing .....	52
Gambar 3.5	Diagram Alir Proses Grayscale .....	54
Gambar 3.6	Diagram Alir Proses Segmentasi Homotopy Tree .....	55
Gambar 3.7	Desain Interface Main Menu .....	57
Gambar 3.8	Desain Interface Image Process .....	58
Gambar 3.9	Desain Interface About .....	60
Gambar 3.10	Desain Interface Help Content .....	60
Gambar 3.11	Desain Interface Validasi .....	61
Gambar 3.12	Diagram Alir Perhitungan Validasi Hasil Segmentasi .....	62

Gambar 4.1	<i>Interface untuk Form Main Menu</i> .....	66
Gambar 4.2	<i>Interface untuk Form Image Process</i> .....	68
Gambar 4.3	<i>Source code Program untuk Memanggil Tombol Open</i> .....	69
Gambar 4.4	<i>Source code Program untuk Memanggil Tombol Save</i> .....	69
Gambar 4.5	<i>Source code Program untuk Memanggil Tombol Grayscale</i> ...	70
Gambar 4.6	<i>Source code Program untuk Memanggil Tombol Median Filter</i> .....	71
Gambar 4.7	<i>Source code Program untuk Memanggil Tombol Gaussian Filter</i> .....	71
Gambar 4.8	Gambar Hasil Preprosesing.....	71
Gambar 4.9	<i>Source code Program untuk Memanggil Tombol Segmentation</i> .....	73
Gambar 4.10	<i>Source code Program untuk Menghitung Mean Square Error</i> ..	78
Gambar 4.11	<i>Interface untuk Form Validasi</i> .....	79
Gambar 4.12	<i>Source code Program untuk Memanggil Tombol Open Left</i> 4Segmentasi Sistem.....	80
Gambar 4.13	<i>Source code Program untuk Memanggil Tombol Open Right</i> Segmentasi Sistem.....	80
Gambar 4.14	<i>Source code Program untuk Memanggil Tombol Open Left</i> Segmentasi Manual .....	81
Gambar 4.15	<i>Source code Program untuk Memanggil Tombol Open Right</i> Segmentasi Manual .....	81
Gambar 4.16	<i>Source code Program untuk Memanggil Tombol Result Validasi</i> .....	82
Gambar 4.17	<i>Interface untuk Form Help Content</i> .....	82
Gambar 4.18	<i>Interface untuk Form About</i> .....	83

## ABSTRAK

Hamidah, Uma. 2013. *Aplikasi Segmentasi Paru-Paru Pada Hasil Citra X-Ray Thorax Menggunakan Metode 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. Dr. H. Munirul Abidin, M. Ag

---

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

Paru-paru adalah salah satu organ pada sistem pernapasan yang berfungsi sebagai tempat bertukarnya oksigen dari udara yang menggantikan karbondioksida di dalam darah. Terletak di dalam dada, dilindungi oleh tulang selangka dan diseliputi oleh kantung dinding ganda (*pleura*) yang melekat pada permukaan luar paru-paru. Manusia memiliki dua paru-paru, sebelah kiri terbagi oleh 2 bagian dan sebelah kanan terbagi menjadi 3 bagian. Untuk mendeteksi kelainan kondisi paru-paru maka perlu dilakukan proses segmentasi paru-paru dari citra *X-Ray thorax* menggunakan metode *Homotopy Tree*, yakni proses memisahkan objek paru-paru dengan backgroundnya.

*Homotopy Tree* adalah metode metode yang membagi objek berdasarkan kesamaan topologi dengan menggunakan struktur seperti pohon, terdapat akar (*root*), node dan bercabang. Kesamaan topologi pada *homotopy tree* diperoleh dengan melakukan klasifikasi derajat keabuan pada suatu citra, kemudian itu mengidentifikasi nilai piksel dan mengklasifikasikannya.

Perbandingan pengukuran terhadap hasil uji coba dengan segmentasi manual menggunakan metode ROC (*Receiver Operating Characteristic*). Dalam uji coba sistem terhadap 30 citra *X-Ray thorax* untuk paru-paru kanan menghasilkan rata-rata akurasi 96.64673%, sensitifitas 83.97481%, dan spesifisitas 99.44655%, sedangkan untuk paru-paru kiri menghasilkan akurasi 94.57142%, sensitifitas 74.53191%, dan spesifisitas 98.19599%.

## ABSTRACT

Hamidah, Uma. 2013. *Lung Segmentation Application In X-Ray Image Thorax Using Homotopy Tree Method*. Thesis. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology. State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang.  
Advisors : 1. M. Amin Hariyadi, M.T  
2. Dr. H. Munirul Abidin, M. Ag

---

**Keywords: Homotopy Tree, Lung, X-Ray Image Thorax**

Lungs are one of the organs in respiratory system that serves as a traded his oxygen from the air that replaces carbon dioxide in the blood. Located in the chest, collarbone and protected by the sac double wall (pleura) is attached to the outer surface of the lungs. Humans have two lungs, the left is divided by 2 parts and the right side is divided into 3 parts. To detect abnormal lung condition is a necessary process of segmentation of lung x-ray image of thorax using the homotopy Tree method, which is the process of separating lungs objects with background.

Homotopy Tree is a method of dividing the objects based on the similarity topology by using a tree-like structure, there is a root, node and branching. The similarity of the homotopy tree topology obtained by gray degree classification on an image, then it identifies and classifies pixel values.

This research of measurement of the test results with manual segmentation using the ROC (Receiver Operating Characteristic). In testing the system with 30 x-ray image of the thorax to the right lung produces an average accuracy of 96.64673% sensitivity 83.97481% and specificity 99.44655%, while the left lung to produce accuracy 94.57142% sensitivity 74.53191% and specificity 98.19599%.

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 LATAR BELAKANG

Manusia dalam pandangan islam memiliki potensi dalam memperoleh ilmu dan mengembangkannya dengan seizin Allah. Karena itu telah banyak ayat yang memerintahkan manusia untuk menempuh berbagai cara dalam mewujudkan hal tersebut. Objek ilmu meliputi materi dan nonmateri, fenomena dan nonfenomena, bahkan ada wujud yang jangankan dilihat, diketahui manusia pun tidak.

Selain itu terdapat pula sarana pengetahuan bagi manusia yakni alam beserta segala isinya. Adapun Firman Allah SWT yang menjelaskan tentang penundukkan alam bagi manusia.

وَسَخَّرَ لَكُم مَّا فِي السَّمَوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ  
يَتَفَكَّرُونَ ﴿١٣﴾

Artinya : *“Dan dia Telah menundukkan untukmu apa yang di langit dan apa yang di bumi semuanya, (sebagai rahmat) daripada-Nya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang berfikir.” (Q.S Al-Jaatsiyah 45:13)*

Ayat ini menjelaskan tentang alam materi dan fenomenanya, serta perintah kepada manusia untuk memanfaatkan alam untuk dapat mengetahui dan mendapatkan pengetahuan, sebagaimana yang telah dijelaskan secara tegas dan berulang-ulang didalam Al-Qur’an bahwa alam raya diciptakan dan ditundukan Allah untuk manusia. (Quraish Shihab, 2007).

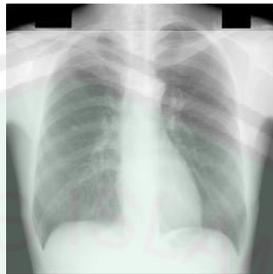
Untuk mengetahui segala sesuatu yang bersifat materi manusia diberikan potensi berupa akal dan panca indra agar manusia dapat menggunakannya sebagai bekal dalam memperoleh pengetahuan. Dalam mengolah segala data yang bersifat visual, Allah menciptakan mata sebagai alat penglihatan bagi manusia, dan salah satu media visual yang dapat dilihat menggunakan mata adalah gambar atau citra.

Seiring dengan perkembangan zaman, media citra ini dikembangkan dan digunakan dalam berbagai aspek kehidupan diantaranya bidang kesehatan, keilmuan, bisnis dan sebagainya.

Salah satu penggunaan media pencitraan yang berkembang sangat pesat adalah pada dunia medis dan hal ini berhubungan dengan teknik dan proses untuk membuat citra dari tubuh manusia sebagai keperluan medis, dan pada perkembangannya tersebut dapat memberikan manfaat kepada manusia sehingga manusia dapat lebih dimudahkan dengan teknologi tersebut. Seperti pada perkembangan teknologi *image processing x-ray thorax* hingga saat ini terus diperluas dengan tujuan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaannya. *Image processing* itu sendiri merupakan salah satu jenis teknologi untuk menyelesaikan masalah mengenai pemrosesan gambar, dalam *image processing x-ray thorax* gambar yang ada diolah sedemikian rupa sehingga gambar tersebut lebih mudah untuk diproses. (Usman, 2005)

Analisis terhadap citra hasil sinar-X ini masih dilakukan secara manual oleh dokter atau ahli *radiologis*, sehingga membutuhkan keahlian dan pengalaman. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu teknologi yang dapat

menampilkan dengan jelas informasi yang sesuai kebutuhan, salah satu caranya adalah dengan pengolahan citra digital.



Gambar 1.1 Foto X-ray Thorax  
(<http://www.isi.uu.nl/Research/Databases/SCR/>)

Teknik pengolahan citra digital dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah melalui segmentasi citra. Segmentasi citra (*image segmentation*) merupakan suatu tahap pada proses analisis citra untuk memperoleh informasi yang ada dalam citra tersebut dengan membagi citra ke dalam daerah-daerah terpisah, dimana setiap daerah adalah homogen dan mengacu pada sebuah kriteria keseragaman yang jelas. Proses segmentasi citra merupakan proses dasar dan penting, segmentasi yang dilakukan pada citra harus tepat agar informasi yang terkandung didalamnya dapat diterjemahkan dengan baik. (Meilinda, 2009).

Terdapat banyak metode dalam melakukan segmentasi pada citra. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam proses segmentasi citra adalah metode *Homotopy Tree*. Upaya ini sesuai dengan Firman Allah SWT dalam surat Al-Insyirah ayat 5-6 :

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾

Artinya : “Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”. (QS. Al-Insyirah 94 : 5- 6).

Yakni dari ayat ini menjelaskan bahwa Allah akan melepaskan beban kesulitan bagi semua hambanya. Jadi, dalam ayat tersebut ada dua kemudahan untuk satu kesulitan, berita dari Allah pasti sempurna keakuratannya. Janji-Nya tidak akan mangkir, karena Allah telah berfirman dalam ayat-Nya bahwa setiap kali engkau menghadapi kesulitan tunggulah datangnya kemudahan. (Syaiikh Muhammad bin Shalih Al-'Utsaimin, 2006)

Sebagaimana kita punya masalah yang harus diselesaikan, yakinlah bahwa itu bisa diselesaikan karena Allah pasti akan memberi kemudahan pada setiap hambanya, begitu juga dalam penyelesaian tugas akhir tentang segmentasi citra, kita punya banyak cara untuk menyelesaikannya dengan berbagai metode-metode yang telah ada, salah satunya dengan metode *Homotopy Tree* sehingga permasalahan yang kita anggap sulit bisa terselesaikan dengan mudah.

Metode *Homotopy Tree* merupakan suatu metode yang membagi objek berdasarkan kesamaan topologi dengan menggunakan struktur seperti pohon, terdapat akar (*root*), node dan bercabang. Sebagaimana firman Allah SWT dalam surat Ar Ra'd ayat 4 :

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُّتَجَبِّرَاتٌ وَّجَنَّاتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزُرْعٌ وَنَخِيلٌ صِنَوَانٌ وَغَيْرُ  
صِنَوَانٍ يُسْقَى بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفِضَ بَعْضُهَا عَلَىٰ بَعْضٍ فِي الْأُكُلِ إِنَّ فِي  
ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿٤﴾

Artinya : “Dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan, dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman dan pohon korma yang bercabang dan yang tidak bercabang, disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebahagian tanam-tanaman itu atas sebahagian yang lain tentang rasanya.

*Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir". (QS. Ar Ra'd 13 : 4). (Quraish Shihab, 2001)*

Yakni dari ayat ini menjelaskan bahwa Allah menyediakan berbagai tanaman supaya bisa dimanfaatkan manusia. Jenis-jenis pohon berbagai macam sesuai dengan kelompoknya masing-masing, dan pohon-pohon itu memiliki akar serta bercabang-cabang sesuai dengan kelompoknya. Demikian juga konsep *homotopy tree* yang memiliki *root* dan *node* pada topologinya dengan cara klasifikasi nilai piksel. (Quraish Shihab, 2001)

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*) merupakan komponen yang terhubung. (Noorullah, 2009)

Metode *Homotopy Tree* ini memiliki kelebihan yang bisa digunakan dalam proses untuk mengenali objek yang akan disegmentasi, yakni dengan cara mengenali perbedaan warna yang terdapat dalam sebuah citra dan mengetahui range nilai piksel dari objek yang akan disegmentasi. Kekurangan dari metode ini yakni hanya bisa mengenali satu objek dari background.

Jadi yang menjadi penting dalam penelitian ini adalah bagaimana metode *Homotopy Tree* ini dapat diimplementasikan dalam proses segmentasi citra sehingga informasi yang terkandung di dalamnya dapat diperoleh dengan lebih detail.

## 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 paru-paru pada hasil citra *x-ray thorax* dengan benar dan detail.

## 1.3 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

### 1.3.1 Tujuan Penelitian

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

### 1.3.2 Manfaat Penelitian

- 1) Membantu para Radiologi
- 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 pemisahan organ paru-paru dari hasil citra *x-ray thorax*.
- 2) Objek yang diteliti berupa hasil citra digital dengan format JPG.

## 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) Perancangan dan Desain Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat lunak untuk menerapkan permasalahan dan penyelesaiannya pada tahap sebelumnya. Yakni meliputi perancangan arsitektur dari aplikasi dan perancangan antarmuka dari aplikasi

### 3) 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 di buat dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic.

#### 4) 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

#### 5) 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 Paru-Paru 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

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 ORGAN PARU-PARU

Paru-paru adalah salah satu organ pada sistem pernapasan yang berfungsi sebagai tempat bertukarnya oksigen dari udara yang menggantikan karbondioksida di dalam darah. Proses ini dinamakan sebagai respirasi dengan menggunakan bantuan hemoglobin sebagai pengikat oksigen. Setelah O<sup>2</sup> didalam darah diikat oleh hemoglobin, selanjutnya dialirkan ke seluruh tubuh.

Terletak di dalam dada, dilindungi oleh tulang selangka dan diseliputi oleh kantung dinding ganda (*pleura*) yang melekat pada permukaan luar paru-paru. Manusia memiliki dua paru-paru, sebelah kiri terbagi oleh 2 bagian dan sebelah kanan terbagi menjadi 3 bagian. Setiap satu bagian mengandung sekitar 1500 butir udara dan 300 juta *alveolus* dengan luas permukaannya sekitar 140 M<sup>2</sup> bagi orang dewasa atau sepadan dengan lapangan tenis.

Bernapas terutama digerakkan oleh otot diafragma di bawah. Jika otot ini mengerut, ruang yang menampung paru-paru akan meluas, dan begitu pula sebaliknya. Tulang rusuk juga dapat meluas dan mengerut sedikit. Akibatnya, udara terhirup masuk dan terdorong keluar paru-paru melalui *trakea* dan *tube bronkial* atau *bronchi*, yang bercabang-cabang dan ujungnya merupakan *alveoli*, yakni kantung-kantung kecil yang dikelilingi kapiler yang berisi darah. Di sini oksigen dari udara berdifusi ke dalam darah, dan kemudian dibawa oleh hemoglobin. Darah *terdeoksigenisasi* dari jantung mencapai paru-paru melalui

arteri paru-paru dan, setelah *dioksigenisasi*, beredar kembali melalui vena paru-paru.

Pada paru-paru juga terdapat beberapa otot yang membuat paru-paru dapat berkontraksi untuk inspirasi maupun berelaksasi untuk ekspirasi. Otot-otot itu antara lain :

### 1) Otot Inspirasi

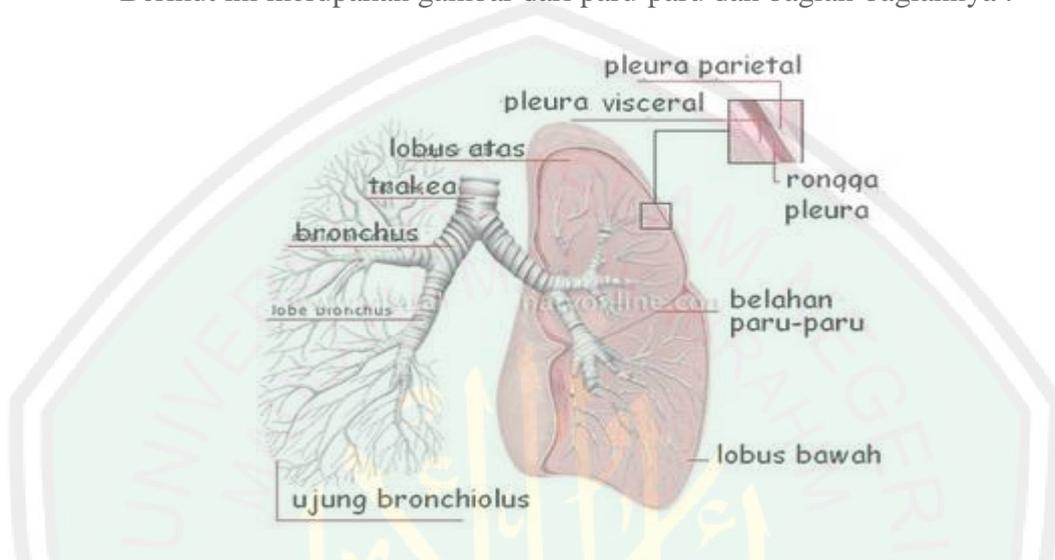
- Diafragma, bergerak turun untuk meningkatkan dimensi vertikal rongga toraks.
- Otot interkosta eksternal, mengangkat iga ke arah depan dan arah luar sehingga memperbesar rongga toraks dalam dimensi depan-belakang dan sisi ke sisi. Otot ini berjalan dari iga ke iga secara miring ke arah bawah dan depan.
- Otot otot leher (*skalenus, sternokleidomastoideus*), mengangkat sternum dan dua iga pertama sehingga memperbesar bagian atas rongga toraks. Merupakan otot inspirasi tambahan dan hanya berfungsi saat terjadi inspirasi paksa

### 2) Otot Ekspirasi

- Otot otot abdomen, meningkatkan tekanan intra-abdomen yang menimbulkan gaya ke atas pada diafragma untuk mengurangi dimensi vertikal rongga toraks.
- Otot interkosta internal, Mendatarkan toraks dengan menarik iga-iga ke bawah dan ke dalam sehingga menurunkan ukuran depan-belakang dan

samping rongga toraks. Otot ini berjalan miring ke arah bawah dan belakang dari iga ke iga.

Berikut ini merupakan gambar dari paru-paru dan bagian-bagiannya :



Gambar 2.1 Gambar Sistem Pernapasan Manusia (<http://id.wikipedia.org/wiki/Paru-paru>, diakses pada tanggal 24 April 2011)

## 2.2 THORAX

*Thorax* merupakan rongga dada manusia yang memperlihatkan tulang-tulang *thorax* termasuk tulang-tulang rusuk, diafragma, jantung, paru-paru, *clavicula*, *scapula*, dan jaringan lunak dinding *thorax*.

*Thorax* terbagi menjadi dua oleh mediastinum di tengah-tengah. Di sebelah kiri dan kanan mediastinum terdapat paru-paru yang berisi udara, yang oleh karenanya relatif radiolusen (hitam) bila dibandingkan dengan mediastinum, dinding *thorax* dan bagian atas abdomen (putih). (Rasad, 2005). Semua bagian-bagian *thorax* itu bekerja saling membantu antara organ satu dengan organ yang lain, masing-masing organ bekerja saling berkesinambungan.

Allah SWT tidak hanya menganugerahkan ilmu pengetahuan dan alam raya tentang segala macam isinya untuk dimanfaatkan oleh manusia. Tetapi Allah juga telah menganugerahkan tubuh yang baik dengan segala macam organ yang bekerja di dalamnya melainkan juga untuk dijaga dan disyukuri. Hal ini sesuai dengan Firman Allah SWT dalam surat Al-Infithar ayat 7 :

يٰٓأَيُّهَا الْإِنْسَانُ مَا غَرَّبَكَ بِرَبِّكَ الْكَرِيمِ ﴿٧﴾ الَّذِي خَلَقَكَ فَسَوَّاكَ فَعَدَلَكَ ﴿٨﴾ فِي  
أَيِّ صُورَةٍ مَّا شَاءَ رَكَّبَكَ ﴿٩﴾

Artinya : “Hai manusia, Apakah yang telah memperdayakan kamu (berbuat durhaka) terhadap Tuhanmu yang Maha Pemurah. Yang telah menciptakan kamu lalu menyempurnakan kejadianmu dan menjadikan (susunan tubuh)mu seimbang, dalam bentuk apa saja yang Dia kehendaki, Dia menyusun tubuhmu”. (QS. Al-Infithar 82 : 7)

Ayat ini menggambarkan bahwa Allah telah menganugerahkan segala sesuatu untuk manusia. Khususnya tentang penyempurnaan kejadian susunan tubuh dengan segala organ yang saling berkesinambungan di dalamnya, melainkan supaya kita sebagai makhluk Allah agar tetap bersyukur dan merendahkan diri dihadapan-Nya.

Sebagaimana dalam ayat Al-Qur’an terdapat kata *sakhkhara* yang arti harfiahnya menundukkan atau merendahkan, maksudnya adalah agar alam raya dengan segala macam manfaat yang dapat diraih dari-Nya harus tunduk terhadap-Nya begitupula dengan manusia. Penundukan Allah SWT terhadap alam raya bersama potensi yang dimiliki manusia bila digunakan secara baik akan membuahakan teknologi.

Kemudian teknologi berkembang, dengan memadukan sekian banyak alat sehingga menjadi mesin, kereta, mesin giling dan yang lainnya, semuanya berkembang khususnya ketika mesin tidak lagi menggunakan sumber energi manusia atau binatang, melainkan uap, air, api, angin, udara dan lain sebagainya. Pesawat udara misalnya, pesawat merupakan mesin yang kini tidak lagi menjadi perpanjangan organ manusia, tetapi perluasan atau penciptaan organ dan manusia. Bukankah manusia tidak memiliki sayap yang memungkinkannya mampu terbang, tetapi dengan pesawat manusia bagaikan memiliki sayap. (Quraish Shihab, 2001)

### 2.2.1 Tulang-Tulang *Thorax*

Walaupun pemeriksaan *roentgenologik* dada terutama dimaksudkan untuk menyelidiki alat-alat intratorakal seperti jantung, paru-paru namun semua tulang-tulang kerangka *thorax* juga dapat dilihat dengan jelas, sehingga dapat pula diketahui bila ada kelainan pada tulang-tulang tersebut. Tulang-tulang ini ialah: kedua belah *skapula* dan *clavicula* serta *sternum*, *vertebra servikal* dan *torakal*, dan iga-iga.

Pada foto yang dibuat untuk menyelidiki paru, sebagian besar vertebra torakal tidak dapat dilihat satu persatu karena tertutup oleh bayangan mediastinum yang sangat padat. Untuk dapat melihat semua vertebra torakal dengan jelas perlu dibuat foto yang keras dengan daya tembus yang lebih tinggi. Hanya bila ada skoliosis, vertebra keluar dari bayangan mediastinum dan dapat terlihat.

### 2.2.2 Jaringan-Jaringan Lunak

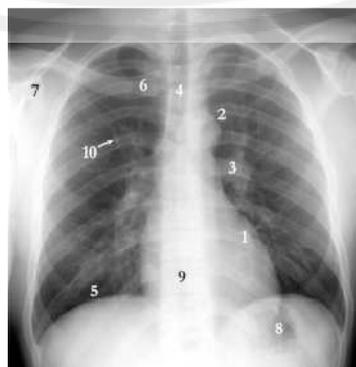
Jaringan lunak dinding *thorax*, baik yang terletak di sebelah depan maupun belakang, mungkin merupakan bayangan luas yang meyelubungi isi *thorax*, dan yang terpenting diantaranya adalah payudara wanita. Bagian-bagian tubuh ini menyebabkan bayangan-bayangan suram, yang luas dan letaknya bergantung pada besarnya. Kadang-kadang bayangan payudara ini terletak rendah sampai di bawah diafragma pada wanita-wanita yang telah lanjut usia, sedangkan pada anak gadis letaknya lebih tinggi, juga *papilla maamae* mengakibatkan bayangan yang lebih tinggi lagi densitasnya, bergantung pada tebalnya. Pada orang tua yang kurus, bayangan jaringan lunak ini mungkin disebabkan oleh lipatan-lipatan kulit, terutama di punggung.

### 2.2.3 Bangunan Intratorakal

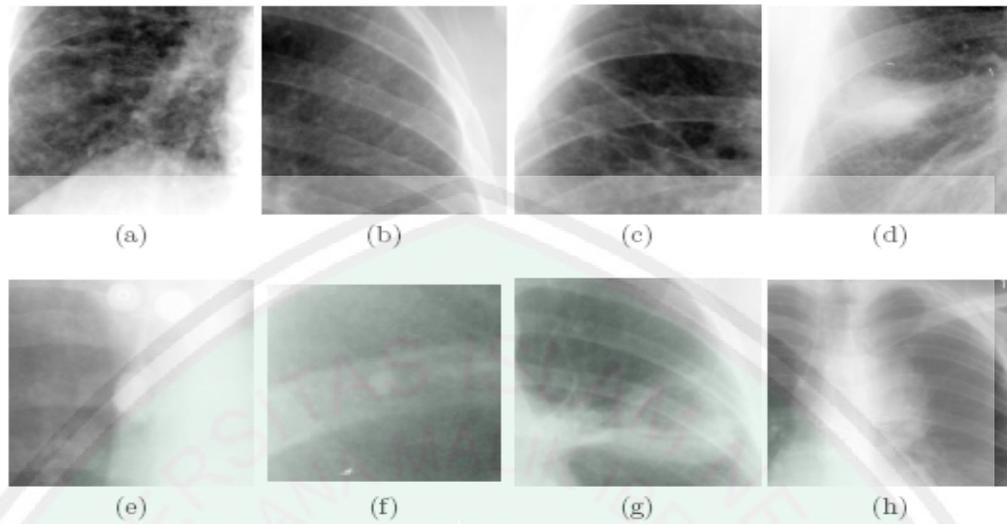
Disebelah rongga *thorax* dibatasi oleh kedua diafragma, di tengahnya tampak bayangan padat yang disebabkan oleh mediastinum, jantung, pembuluh-pembuluh darah besar. Sebelah kiri dan kanan bayangan padat tersebut berada paru-paru yang berisi udara, bayangan-bayangannya disebabkan oleh bangunan-bangunan *vaskular, limfatik, bronkial, endotelial*, dikelilingi oleh udara.

Pada gambar 2.3 menunjukkan *thorax* normal dengan beberapa label dari struktur yang terdapat dalam *thorax* (rongga dada). Adapun penjelasan dari tiap tersebut sebagai berikut: (1) Hati, (2) Aorta, (3) Hilum, (4) Garis

vertikal paling gelap mengindikasikan trakea, (5) Bawah paru-paru adalah diafragma, (6) Tulang selangka, (7) Tulang belikat, (8) Biasanya gas perut bisa dilihat pada diafragma kiri, (9) Jika pada mediastinum memiliki kecerahan yang cukup kemungkinan tulang belakang menjadi kelihatan, (10) Titik disekitar seperti yang ditunjukkan nomor 10 merupakan bayangan sel yang bergerak sama dengan *x-ray*, hal ini merupakan tanda kenormalan. Tetapi, khusus untuk sel dari penanda kelainan, misalnya titik (*nodule*), terkadang sangat sulit. Gambar 3.2 menunjukkan beberapa foto dari dekat kelainan pada rongga dada. Adapun penjelasan masing-masing foto yaitu (a) Kelainan aliran pada paru-paru kanan paling bawah, (b) Kelainan aliran yang sangat halus, (c) *Linear scarring*, kelainan garis yang bekerja dari atas kiri ke bawah kanan, (d) Daerah paling gelap di tengah adalah kelainan yang masuk secara nyata, (e) Daerah sekitar objek yang gelap di tengah adalah saluran getah bening yang mengeras, (f) Proses pengerasan yang berlokasi di belakang tulang rusuk, (g) Kista yang berongga, (h) *The hilum of* paru-paru kiri yang tidak normal, saluran getah bening yang membengkak merupakan indikasi penyakit TB (Ginneken, 2001).



Gambar 2.2 Citra *X-ray Thorax* Normal (Ginneken, 2001)



Gambar 2.3 Kelainan Pada X-ray Thorax (Ginneken, 2001)

### 2.3 X-RAY

*Wilhelm Conrad Roentgen* seorang ahli fisika di Universitas Wurzburg, Jerman, pertama kali menemukan sinar *Roentgen* pada tahun 1895 sewaktu melakukan eksperimen dengan sinar katoda. Saat itu ia melihat timbulnya sinar *fluoresensi* yang berasal dari kristal *barium platinosianida* dalam tabung *Crookes-Hittorf* yang dialiri listrik. Ia segera menyadari bahwa fenomena ini merupakan suatu penemuan baru sehingga dengan gigih ia terus menerus melanjutkan penyelidikannya dalam minggu-minggu berikutnya. Tidak lama kemudian ditemukanlah sinar yang disebutnya sinar baru atau sinar-X. Baru dikemudian hari orang menamakan sinar tersebut sinar *Roentgen* sebagai penghormatan kepada Wilhelm Conrad Roentgen. (Gabriel, 1996 & Aina, 2012).

Manfaat sinar-X dalam ilmu kedokteran, yaitu sinar-X dapat digunakan untuk melihat kondisi tulang, gigi, paru-paru serta organ tubuh yang lain tanpa melakukan pembedahan langsung pada tubuh pasien. Selain bermanfaat, sinar-X

mempunyai efek atau dampak yang sangat berbahaya bagi tubuh kita yaitu apabila digunakan secara berlebihan akan dapat menimbulkan penyakit yang berbahaya, misalnya kanker. Oleh sebab itu, para dokter tidak menganjurkan terlalu sering memakai “foto rontgen” secara berlebihan. (Gabriel, 1996)

Jauh sebelum para ilmuan menemukan teori-teori tentang asal dasar sinar sehingga menjadi aliran listrik, hal itu sudah tercantum dalam Al-Qur’an yang di dalamnya tercantum tentang prinsip dasar sinar listrik, Al-Qur’an tidak hanya berbicara tentang ibadah, kehidupan ataupun sejarah. Al-Qur’an juga berbicara tentang ilmu pengetahuan dan teknologi, sesuai dengan Firman Allah SWT dalam surat An-Nur ayat 35 :

﴿ اللَّهُ نُورُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ ۖ مِثْلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ ۚ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ ۚ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبْرَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ ۖ نُورٌ عَلَىٰ نُورٍ ۗ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَن يَشَاءُ ۗ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ ۗ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿٣٥﴾

Artinya : “Allah (Pemberi) cahaya (kepada) langit dan bumi. perumpamaan cahaya Allah, adalah seperti sebuah lubang yang tak tembus, yang di dalamnya ada pelita besar. pelita itu di dalam kaca (dan) kaca itu seakan-akan bintang (yang bercahaya) seperti mutiara, yang dinyalakan dengan minyak dari pohon yang berkahnya, (yaitu) pohon zaitun yang tumbuh tidak di sebelah timur (sesuatu) dan tidak pula di sebelah barat(nya), yang minyaknya (saja) Hampir-hampir menerangi, walaupun tidak disentuh api. cahaya di atas cahaya (berlapis-lapis), Allah membimbing kepada cahaya-Nya siapa yang Dia kehendaki, dan Allah memperbuat perumpamaan-perumpamaan bagi manusia, dan Allah Maha mengetahui segala sesuatu”.(QS. An-Nur 94 : 35).

Ayat tersebut menjelaskan tentang cahaya yang diperumpamakan dengan sebuah pelita dalam kaca, apabila diamati sebuah kaca itu bercahaya seperti

mutiara. Kalau diletakkan didinding dalam ruangan yang gelap, ketika dinyalakan akan memberikan cahaya atau pelita keseluruh ruangan, cahaya atau pelita tersebut seperti sebuah lubang yang bercahaya dan cahayanya tidak tembus keruangan lain. Cahaya atau pelita tersebut adalah sinar listrik yang di buat oleh manusia yang berdasarkan Al-Qur'an. (Quraish Shihab, 2003).

Hal tersebut juga disinggung Rasulullah SAW jauh sebelum sinar listrik ditemukan. Filosofi munculnya aliran sinar listrik ada kaitannya dengan api, karena pada masa itu api merupakan kebutuhan primer dan juga merupakan benda yang paling dekat dengan manusia dari pada benda-benda lain yang memiliki cahaya seperti matahari dan bulan. Seiring semakin berkembangnya ilmu pengetahuan sehingga cahaya api mengilhami temuan-temuan spektakuler yang ada saat ini, dalam masalah ini yaitu "sinar listrik", sabda Rosulullah SAW dalam hadist sahih :

عن ابي خدّاش عن رجل من المهاجرين قل : غزوت ثلاث مع النبي صل الله عليه  
 وسلم اسمعه يقول : شركاء مسلمون في ثلاث في الكلاء والماء والنار.

Artinya : "Bahwa beliau tiga kali ikut berperang bersama Nabi SAW dan beliau mendengar Nabi bersabda, "Ada tiga hal yang menjadi milik bersama kaum muslimin : rumput, air dan api"."

Penemuan tentang sinar listrik itu sendiri yang semakin lama semakin berkembang dengan ditemukannya sinar baru, yakni sinar X yang bisa juga disebut dengan sinar *Roentgen*.

Salah satu visualisasi hasil penemuan *Roentgen* adalah foto jari-jari tangan istrinya yang dibuat dengan mempergunakan kertas potret yang diletakkan di bawah tangan istrinya dan disinari dengan sinar baru tersebut. Selain foto tangan

istrinya, terdapat juga foto benda-benda logam di dalam kotak kayu, diantaranya sebuah pistol dan kompas.

*Roentgen* dalam penyelidikan selanjutnya segera menemukan hampir semua sifat sinar *Roentgen*, yaitu sifat-sifat fisika dan kimianya. Namun ada satu sifat yang tidak sampai diketahuinya, yaitu sifat biologi yang dapat merusak sel-sel hidup. Sifat yang ditemukannya antara lain ialah bahwa sinar ini bergerak dalam garis lurus, tidak dipengaruhi oleh lapangan magnetik dan mempunyai daya tembus yang semakin kuat apabila tegangan listrik yang digunakan semakin tinggi, sedangkan diantara sifat-sifat lainnya adalah bahwa sinar ini menghitamkan kertas potret. (Rasad, 2005)

Keberhasilan memanfaatkan alam yang telah dianugerahkan kepada manusia itu merupakan buah dari suatu teknologi. Al-Qur'an memuji sekelompok manusia yang dinamainya *Ulil Albab*. Ciri mereka antara lain disebutkan dalam surat Ali-'Imran ayat 190-191 :

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾  
 الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ  
 وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطِيلاً سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya : “*Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan 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".* (QS. Ali-'Imran 3 : 190-191)

Ayat ini menggambarkan bahwa terdapat dua ciri pokok *Ulil Albab*, yaitu tafakkur dan dzikkir tentang penciptaan langit dan bumi. Maksudnya adalah bahwa ayat-ayat tersebut merupakan metode yang sempurna bagi penalaran dan pengamatan Islam terhadap alam. Ayat-ayat itu mengarahkan akal manusia kepada fungsi pertama di antara sekian banyak fungsinya, yakni mempelajari ayat-ayat Tuhan yang tersaji di alam raya ini. Ayat-ayat tersebut bermula dari tafakur dan berakhir dengan amal.

Lebih jauh dapat ditambahkan bahwa di samping **وَالْأَرْضِ السَّمَوَاتِ خَلَقَ** berarti membuka tabir sejarah penciptaan langit dan bumi, juga bermakna “memikirkan tentang sistem tata kerja alam semesta”. Karena kata **خَلَقَ** selain berarti “penciptaan”, juga berarti “pengaturan dan pengukuran yang cermat”. Pengetahuan tentang hal terakhir ini mengantarkan ilmuwan kepada rahasia-rahasia alam, dan pada gilirannya mengantarkan kepada penciptaan teknologi yang menghasilkan kemudahan dan manfaat bagi umat manusia. (Abdul Ghoffar, 2007)

Karakteristik dari sains Islam adalah keterpaduan antara potensi nalar, akal dan wahyu serta dzikir dan fikir, sehingga sains yang dihasilkan ilmuwan Muslim betul-betul Islami, bermakna, membawa kesejukan bagi alam semesta, artinya mendatangkan manfaat dan kemaslahatan bagi kepentingan umat manusia sesuai dengan misi Islam rahmatan lil’alamin. Sains Islam selalu terikat dengan nilai-nilai dan norma agama dan selalu merujuk kepada Al-Qur’an dan Sunnah, dan ia membantu menghantarkan para penemunya kepada pemahaman, keyakinan yang lebih sempurna kepada kebenaran informasi yang terkandung dalam ayat-ayat Allah, yang pada akhirnya dapat meningkatkan keimanan, ketakwaan kepada

Allah, mengakui keagungan, kebesaran, dan kemaha kuasan-Nya. (Al-Jazairi, 2007)

#### 2.4 PENGOLAHAN CITRA

Al-Qur'an merupakan firman Allah yang mengandung berbagai aspek kehidupan, baik aspek hukum, sejarah, aqidah (keimanan), teknologi maupun isyarat tentang ilmu pengetahuan. Semua itu diperuntukan bagi manusia agar dijadikan pedoman hidup sehingga kehidupannya lebih baik dan mendapat rahmat bagi Allah SWT.

Di dalam al-Qur'an terdapat isyarat tentang ilmu pengetahuan yang perlu digali oleh manusia. Isyarat ilmu pengetahuan masih bersifat global sehingga memerlukan kesungguhan manusia untuk meneliti atau melakukan eksperimen untuk dapat menyingkap isi kandungannya. Allah SWT berfirman dalam surat Yunus ayat 101 :

قُلْ أَنْظَرُوا مَاذَا فِي السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَمَا تُغْنِي الْآيَاتُ وَالنُّذُرُ عَنْ قَوْمٍ لَا يُؤْمِنُونَ ﴿١٠١﴾

Artinya : "Katakanlah: "Perhatikanlah apa yang ada di langit dan di bumi. tidaklah bermanfaat tanda kekuasaan Allah dan Rasul-rasul yang memberi peringatan bagi orang-orang yang tidak beriman". (QS. Yunus 10 : 101).

Dalam ayat ini Allah menjelaskan perintah-Nya kepada Rasul-Nya agar dia menyuruh kaumnya untuk memperhatikan dengan mata dan dengan akal budi mereka segala yang ada di langit dan bumi. Mereka diperintahkan agar merenungkan keajaiban langit yang penuh dengan bintang-bintang, matahari dan

bulan, keindahan pergantian malam dan siang, air hujan yang turun ke bumi, mehidupkan bumi yang mati, menumbuhkan tanaman-tanaman dan pohon-pohonan dengan buah-buahan yang beraneka warna dan rasa.

Hewan-hewan dengan bentuk dan warna yang bermacam-macam hidup di atas bumi, member manfaat yang tidak sedikit kepada manusia. Demikian pula keadaan bumi itu sendiri yang terdiri dari gurun pasir, lembah yang terjal, dataran yang luas, samudera yang penuh dengan berbagai ikan yang semuanya itu terdapat tanda-tanda kekuasaan Allah SWT bagi orang-orang yang berfikir dan yakin kepada penciptanya. (Syaikh Abu Bakar Jabir Al-Jazairi, 2007)

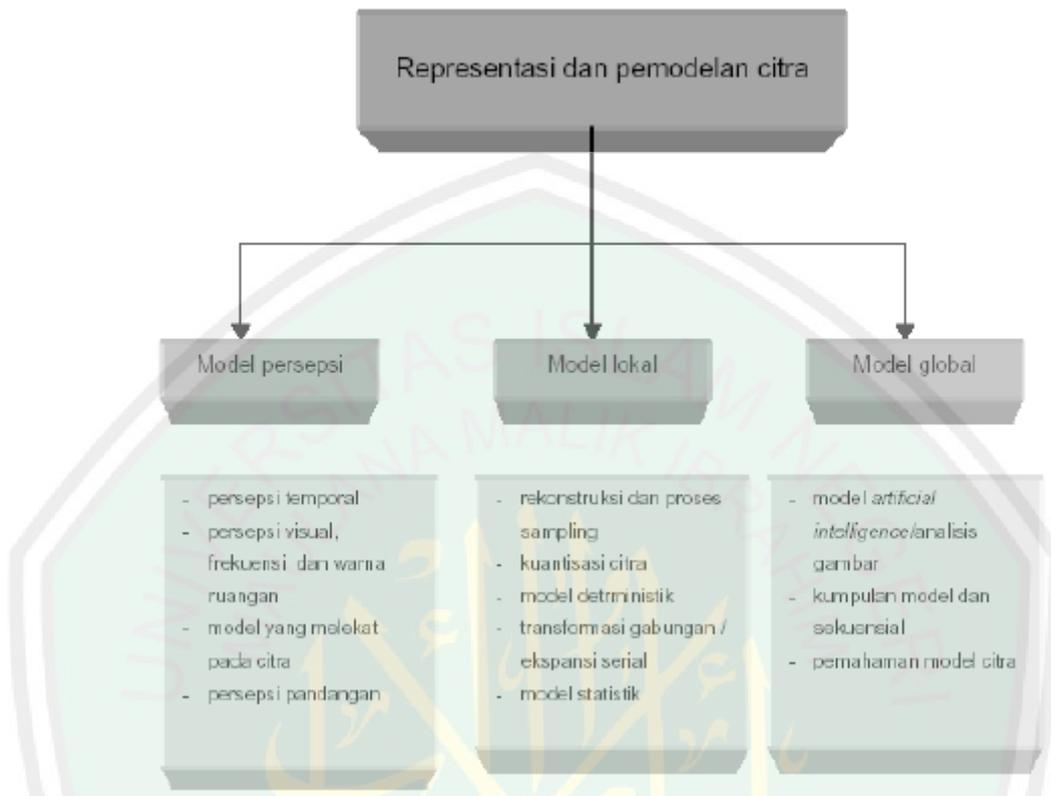
Begitu pula ilmu pengetahuan yang telah dianugerahkan untuk manusia dengan segala aspek-aspeknya, semua itu supaya dipelajari dan dimanfaatkan sebagai bukti rasa syukur manusia tentang segala sesuatu yang telah diberikan oleh Allah AWT. Salah satu cabang ilmu pengetahuan yang bisa dipelajari dan dimanfaatkan yaitu tentang teknologi pengolahan citra dari sekian banyak cabang-cabang ilmu pengetahuan lainnya.

Secara harfiah, citra (*image*) adalah gambar pada bidang *dwimatra* (dua dimensi). Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continuu*) 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, scanner, dan sebagainya. Sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam. (Usman, 2005)

Citra (*image*) adalah representasi informasi dua dimensi yang diciptakan atau dibuat dengan melihat atau merasakan sebuah gambar atau pemandangan. Citra merupakan gambar dua dimensi yang dihasilkan dari gambar analog dua dimensi yang kontinu menjadi gambar diskrit melalui proses sampling. Gambar analog dibagi menjadi  $N$  baris dan  $M$  kolom sehingga menjadi gambar diskrit. Persilangan antara baris dan kolom tertentu disebut dengan piksel. Contohnya adalah gambar atau titik diskrit pada baris  $n$  dan kolom  $m$  disebut dengan piksel  $[n,m]$ . Data yang dihasilkan dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video (gambar pada monitor televisi), atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan dalam pita magnetik.

Pada prosesnya, pembuatan citra membutuhkan alat (instrumen pencitraan) yang memiliki sensor untuk mengkonversikan informasi radiometri sebuah gambar menjadi sebuah citra. Proses tersebut akan dilanjutkan dengan proses transformasi, analisis, pemrosesan lanjutan, dan interpretasi citra.

Representasi sebuah citra biasanya dikaitkan dengan karakteristik kuantitas representasi elemen gambar (piksel). Citra juga dapat merepresentasikan karakteristik jaringan tubuh dengan proses pencitraan sinar X, bahkan suhu di suatu ruang dengan pencitraan infra merah. (Ayu, 2006)



Gambar 2.4 Representasi dan Pemodelan Citra (Ayu, 2006)

Pengolahan citra sendiri merupakan salah satu cabang dari ilmu informatika yang pada prosesnya memanipulasi gambar yang telah ada menjadi gambar lain dengan menggunakan suatu algoritma atau teknik tertentu. Citra yang diolah merupakan citra digital yang merupakan sekumpulan bilangan (kompleks maupun real) yang direpresentasikan oleh bit berhingga. Proses pengolahan citra banyak melibatkan persepsi visual, dan mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra.

Tahapan di bawah ini merupakan penjabaran proses pengolahan citra digital sederhana :

- 1) Citra dalam bentuk transparansi, slide, foto, atau *chart* yang didigitalkan dan disimpan dalam matriks digit biner dalam memori komputer.
- 2) Citra diproses dan ditampilkan pada monitor dengan resolusi tinggi.
- 3) Citra disimpan dalam penampung memori yang dapat diakses dengan cepat untuk tampilan. *Rapid access buffer memory* tersebut akan me-*refresh* monitor per 30 fps untuk memproduksi tampilan yang berkesinambungan yang dapat dilihat dengan jelas.
- 4) Komputer digunakan untuk berkomunikasi dan mengendalikan semua proses digitalisasi, penyimpanan dan operasi tampilan.
- 5) Masukan (ke komputer) berupa program dibuat melalui sebuah terminal, dan keluaran akan tersedia pada perangkat keluaran (terminal, monitor, printer).

Kualitas citra sangat dipengaruhi oleh tingkat keberadaan *noise* (derau). Citra yang didapatkan secara optik, elektro-optik, atau elektronik sangat dipengaruhi alat penginderaan. Hal-hal yang memungkinkan terjadinya penurunan kualitas citra antara lain, sensor *noise*, kamera tidak fokus, guncangan. Untuk mengatasi *noise*, citra yang didapat biasanya diperhalus dengan tapis citra. Piksel-piksel yang berdekatan dimanipulasi sedemikian rupa sehingga citra menjadi lebih halus tanpa mengganggu bentuk sudut benda dalam citra. (Ayu, 2006)

Beberapa tapis (*filter*) citra yang digunakan untuk menghilangkan noise antara lain:

- 1) Tapis *Wiener* untuk mengatasi derau aditif (*Gaussian*).
- 2) Tapis *Homomorfik* untuk mengatasi derau multiplikatif (*Speckle*).

3) Tapis median untuk mengatasi derau *salt-and-pepper*.

### 2.4.1 Format Citra

Komputer dapat mengolah isyarat-isyarat elektronik digital yang merupakan kumpulan sinyal biner (bernilai 0 dan 1). Untuk itu, citra digital harus mempunyai format tertentu yang sesuai sehingga dapat merepresentasikan obyek pencitraan dalam bentuk kombinasi data biner. Format citra yang banyak dipakai adalah citra biner, skala keabuan, warna, dan warna berindeks. (Balza, 2005)

Tabel 2.1 Format citra (Balza & Firdausy, 2005)

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

#### 1) Citra Biner

Pada citra biner, setiap nilai bernilai 0 atau 1, masing-masing merepresentasikan warna tertentu. Contoh yang paling lazim adalah hitam bernilai 0 dan putih bernilai 1.

#### 2) Citra Skala Keabuan

Disebut skala keabuan karena pada umumnya warna yang dipakai adalah antara hitam sebagai warna minimal dan putih sebagai warna maksimal, sehingga warna di antara keduanya adalah abu-abu.

Namun dalam prakteknya warna yang dipakai tidak terbatas pada warna abu-abu sebagai contoh dipilih warna minimalnya adalah putih dan warna maksimalnya adalah merah, maka semakin besar nilainya semakin besar pula intensitas warna merahnya.

### **3) Citra Warna**

Pada citra warna, setiap titik mempunyai warna spesifik yang merupakan kombinasi dari tiga warna dasar, yaitu merah, hijau dan biru. Format citra ini sering disebut citra RGB. Setiap warna dasar mempunyai intensitas sendiri dengan nilai maksimum 255 (8 bit).

Jumlah kombinasi warna yang mungkin untuk format citra ini adalah 224 atau lebih dari 16 juta warna, dengan demikian bisa dianggap mencakup semua warna yang ada. Oleh karena itu, dinamakan true color.

### **4) Citra Warna Berindeks**

Jumlah memory yang dibutuhkan untuk format citra warna true color adalah tiga kali jumlah titik yang ada dalam citra yang ditinjau. Di lain pihak, jumlah warna yang ada dalam suatu citra terkadang sangat terbatas, karena banyaknya warna dalam citra tidak mungkin melebihi banyaknya titik dalam citra itu sendiri. Dengan kasus seperti ini disediakan format citra warna berindeks. Pada format ini informasi setiap titik merupakan indeks dari suatu table yang berisi informasi warna yang tersedia yang disebut palet warna atau color map. (Balza & Firdausy, 2005)

### 2.4.2 Operasi Pengolahan Citra

Pengolahan citra pada dasarnya dilakukan dengan cara memodifikasi setiap titik dalam citra tersebut sesuai keperluan. Secara garis besar, modifikasi tersebut dikelompokkan menjadi :

- 1) Operasi titik, yaitu setiap titik diolah secara tidak menempel terhadap titik-titik yang lain
- 2) Operasi global, karakteristik global (biasanya berupa sifat statistik) dari citra digunakan untuk memodifikasi nilai setiap titik.
- 3) Operasi temporal/berbasis bingkai, yaitu citra diolah dengan cara dikombinasikan dengan citra lain.
- 4) Operasi geometri, yaitu operasi pengolahan citra yang berhubungan dengan perubahan bentuk geometri citra, baik bentuk, ukuran, atau orientasinya. Beberapa contoh pada operasi geometri, di antaranya: pencerminan (flipping), rotasi/pemutaran (rotating), penskalaan (scaling/zooming), pemotongan (cropping), dan pendoyongan (skew)
- 5) Operasi banyak titik bertetangga, yaitu data dari titik-titik yang bersebelahan (bertetangga) dengan titik yang ditinjau ikut berperan dalam mengubah nilai.
- 6) Operasi morfologi, yaitu operasi yang berdasarkan segmen atau bagian dalam citra yang menjadi perhatian. (Wijaya & Prijono, 2007)

### 2.4.3 Morfologi Citra

Morfologi adalah kajian tentang struktur objek dari suatu citra yang berhubungan dengan wilayah atau bentuk, tentang bagaimana wilayah dan bentuk dapat diubah, diperhitungkan, dan dievaluasi. Prinsip dasar dari morfologi adalah membandingkan bentuk citra objek yang sesuai yang biasanya kompleks dengan suatu bentuk sederhana lain, seperti segiempat, belah ketupat dan lingkaran. Objek sederhana tersebut merupakan himpunan dua dimensi yang disebut Struktur Elemen (SE). Operasi morfologi yang utama adalah dilasi dan erosi. Dilasi dan erosi adalah operasi yang saling berkaitan, walaupun dilasi dan erosi menghasilkan hasil yang sangat berbeda. Dilasi menambahkan piksel-piksel pada batasan-batasan objek, sedang erosi memindahkan piksel-piksel pada batasan-batasan obyek. (Rinaldi, 2005)

Operasi morfologi adalah teknik pengolahan citra yang didasarkan pada bentuk segmen atau region dalam citra. Karena difokuskan pada bentuk obyek, maka operasi ini biasanya diterapkan pada citra biner. Biasanya segmen tadi didasarkan pada obyek yang menjadi perhatian. Segmentasi dilakukan dengan membedakan antara obyek dan latar, antara lain dengan memanfaatkan operasi pengambangan yang mengubah citra warna dan skala keabuan menjadi citra biner. (Darma, 2010)

Hasil operasi morfologi dapat dimanfaatkan untuk pengambilan keputusan dengan analisis lebih lanjut. Operasi ini antara lain meliputi : pencarian batas/kontur, dilasi, erosi, penutupan (*closing*), pembukaan (*opening*) dan pengisian (*filling*).

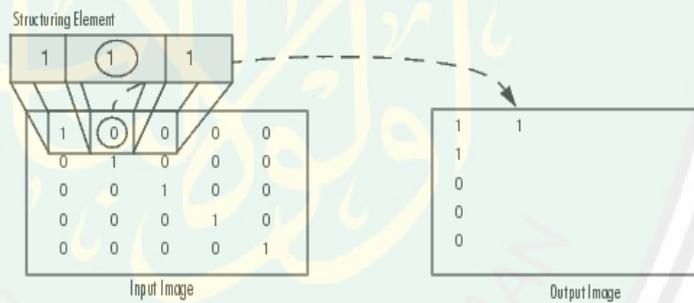
### 1) Pencarian Batas/Kontur

Operasi ini digunakan untuk menentukan batas/kontur dari segmen obyek.

### 2) Dilasi

Dilasi adalah operasi morfologi yang akan menambahkan piksel pada batas antar objek dalam suatu citra digital. Operasi ini menggunakan aturan sebagai berikut :

“Untuk gambar grayscale maka nilai hasil operasi (output piksel) adalah nilai maksimal yang diperoleh dari himpunan piksel tetangganya. Dalam binary image, jika ada piksel tetangga yang bernilai 1 maka output piksel akan diset menjadi 1”. (Tjokorda, 2006)



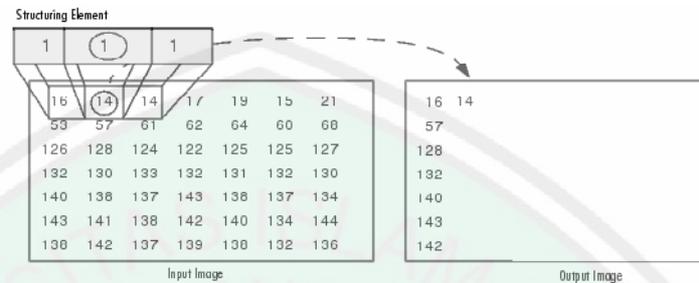
Gambar 2.5 Proses Dilasi Pada *Grayscale Image* (Tjokorda, 2006)

### 3) Erosi

Erosi adalah operasi morfologi yang akan mengurangi pixel pada batas antar objek dalam suatu citra digital. Operasi ini menggunakan aturan sebagai berikut :

“Untuk gambar *grayscale* maka nilai hasil operasi (output piksel) adalah nilai minimal yang diperoleh dari himpunan piksel tetangganya. Dalam

*binary image*, jika ada piksel tetangga yang bernilai 0 maka output piksel akan diset menjadi 0". (Tjokorda, 2006)



Gambar 2.6 Proses Erosi pada *Grayscale Image* (Tjokorda, 2006)

#### 4) Penutupan(Closing)

Operasi penutupan adalah kombinasi antara operasi dilasi dan erosi yang dilakukan secara berurutan. Citra asli didilasi terlebih dahulu, kemudian hasilnya dierosi.

#### 5) Pembukaan(Openig)

Operasi pembukaan juga merupakan kombinasi antara operasi erosi dan dilasi yang dilakukan secara berurutan, tetapi citra asli dierosi terlebih dahulu baru kemudian hasilnya didilasi.

#### 6) Pengisian(Filling)

Pada operasi ini, citra masukan adalah citra batas/kontur, kemudian dilakukan pengisian sehingga diperoleh segmen obyek yang pejal/solid. (Sutoy, 2010)

## 2.4.4 Filtering Dan Perbaikan Citra

### 2.4.4.1 Gaussian lowpass filter

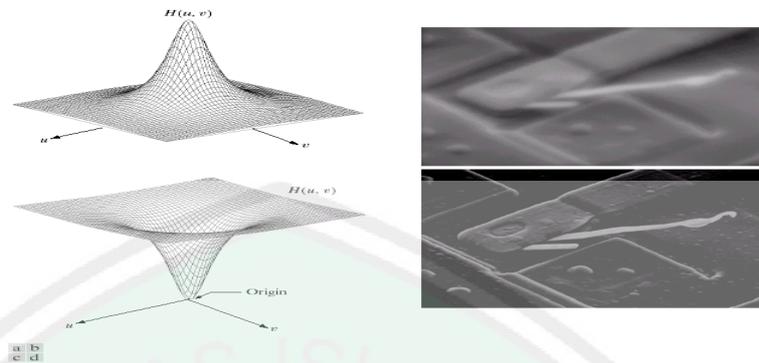
*Filter gaussian* merupakan salah satu filter linear dengan nilai pembobotan untuk setiap anggotanya dipilih berdasarkan bentuk fungsi *gaussian*. Filter ini sangat baik untuk menghilangkan noise yang bersifat sebaran normal, yang banyak dijumpai pada citra hasil proses digitasi menggunakan kamera karena merupakan fenomena alamiah akibat sifat pantulan cahaya dan kepekaan sensor cahaya pada kamera itu sendiri. *Zero mean* dari fungsi *gaussian* dalam satu dimensi adalah sebagai berikut : (Gonzales & Woods, 2008)

$$H(u, v) = e^{-D^2(u,v)/2\sigma^2} \quad (2.2)$$

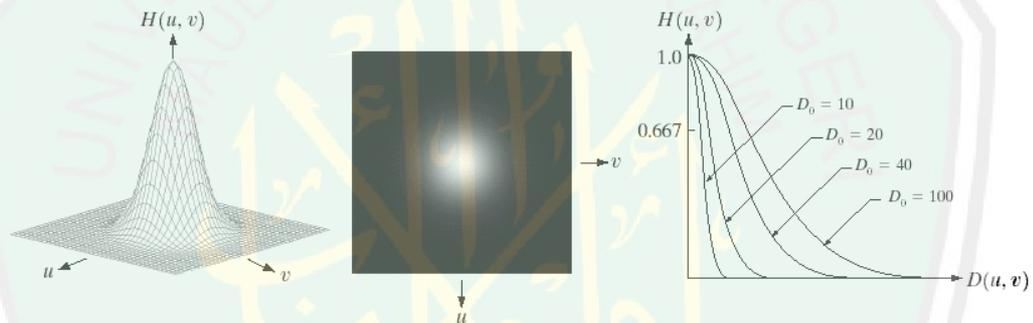
Dalam persamaan 2.1, parameter sebaran  $\sigma$  adalah lebar dari fungsi gaussian, yang akan mempengaruhi bentuk grafis tiga dimensi hasil plot titik-titik hasil perhitungannya. Untuk pengolahan citra digital yang merupakan bidang dua dimensi, *zero mean gaussian* yang digunakan juga harus dalam dua dimensi, sehingga sama-sama mengandung dua variabel bebas. *Zero mean gaussian* dengan dua variabel untuk bidang dinyatakan dalam persamaan 2.2 dalam bentuk persamaan dengan dua variabel bebas yang bersifat diskrit, sebagai berikut :

$$H(u, v) = e^{-D^2(u,v)/2D_0^2} \quad (2.3)$$

Persamaan 2.2 digunakan sebagai formula untuk menghitung atau menentukan nilai-nilai setiap elemen dalam filter penghalus *gaussian* yang akan dibentuk. Bentuk grafis dari fungsi *gaussian* akan diperlihatkan pada gambar 2.7. (Bryan Morse, 2003)



Gambar 2.7 (a) Bentuk grafis fungsi *lowpass filter* 2D (b) Hasil gambar dengan fungsi *lowpass filter* (c) Bentuk grafis fungsi *highpass filter* 2D (d) Hasil gambar dengan fungsi *highpass filter* (Gonzales & Woods, 2008)



Gambar 2.8 fungsi *Gaussian Lowpass Filter* (Gonzales & Woods, 2008)

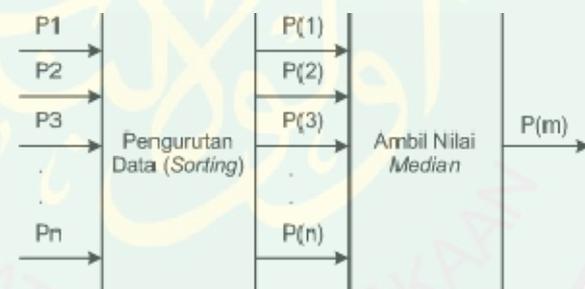
#### 2.4.4.2 Median Filter

Konsep dasarnya adalah dengan menemukan nilai *pixel* yang memiliki nilai intensitas dari suatu *pixel* yang berbeda dengan nilai *pixel* yang ada di daerah sekitarnya, dan menggantinya dengan nilai yang lebih cocok. Cara yang paling sederhana dalam mencapainya adalah dengan melakukan pengecekan atau pembatasan nilai *pixel*, sehingga suatu *pixel* tidak memiliki nilai intensitas yang diluar nilai yang ada di sekitarnya. (Usman, 2005)

Sesuai dengan namanya, *median filter* merupakan suatu metode yang menitik beratkan pada nilai *median* atau nilai tengah dari jumlah total nilai

keseluruhan *pixel* yang ada di sekelilingnya. Dimisalkan terdapat data  $A=1$ ,  $B=5$ ,  $C=2$ ,  $D=9$ , dan  $E=7$ , maka *median filter* akan mencari nilai tengah dari semua data yang telah diurutkan terlebih dahulu dari yang paling kecil hingga pada data yang paling besar dan kemudian diambil nilai tengahnya (1, 2, 5, 7, 9). *Median* dari deret tersebut adalah 5.

Pemrosesan *median filter* ini dilakukan dengan cara mencari nilai tengah dari nilai *pixel* tetangga yang mempengaruhi *pixel* tengah. Teknik ini bekerja dengan cara mengisi nilai dari setiap *pixel* dengan nilai *median* tetangganya. Proses pemilihan *median* ini diawali dengan terlebih dahulu mengurutkan nilai-nilai *pixel* tetangga, baru kemudian dipilih nilai tengahnya.



Gambar 2.9 Blok Diagram Alur Kerja *Median Filter* (Sulistiyo, 2009)

Pengurutan akan menghasilkan nilai dari yang terkecil sampai nilai yang terbesar sesuai dengan  $P(1) < P(2) < P(3) < P(n)$ , sedangkan nilai  $m$

sesuai dengan rumus  $m = \frac{n+1}{2}$  dimana  $n$  bernilai ganjil.

43	38	25	45	38
57	45	98	33	46
65	54	57	45	43
74	58	67	62	58

43	38	25	45	38
57	45	45	33	46
65	54	57	45	43
74	58	67	62	58

Gambar 2.10 Contoh Penerapan *Median Filter* (Sulistiyo, 2009)

Hasil dari pengurutan data pada contoh (Gambar 2.9) didapatkan urutan 25, 33, 38, 45, 45, 45, 54, 57, 98. Dari hasil ini akan diambil nilai *median* yang memiliki nilai 45. (Sulistiyo, 2009)

#### 2.4.5 Segmentasi Citra

Segmentasi yaitu membagi citra menjadi bagian-bagian dimana bagian-bagian tersebut dapat dipandang sebagai objek-objek mandiri yang dapat dianalisis. Segmentasi ini dapat juga dianalogikan sebagai proses pemisahan *foreground* (latar depan) dan *background* (latar belakang). Segmentasi memegang peranan yang sangat penting dengan memfasilitasi penggambaran daerah yang penting dalam suatu citra atau disebut sebagai *region of interest (ROI)*. (Ayu, 2006)

Proses pengolahan citra yang berkaitan dalam membentuk objek yaitu proses segmentasi dan representasi citra. Segmentasi merupakan langkah pertama yang biasanya digunakan sebelum proses analisis terhadap suatu citra dilakukan. Algoritma segmentasi untuk gambar monokrom secara umum

didasarkan pada dua karakteristik gambar yang memuat nilai aras keabuan (*grayscale*), yaitu : (Gonzales & Woods, 2008)

- 1) Diskontinu (*discontinuity*) : citra dibagi berdasarkan perbedaan *graylevel* yang menyolok. Contoh proses segmentasi yang didasarkan pada sifat diskontinu antara lain deteksi titik, deteksi garis, deteksi tepi, dan *homotopy algorithm*
- 2) Keserupaan (*similarity*) : citra dibagi berdasarkan kemiripan *graylevel*. Contoh proses segmentasi yang didasarkan pada sifat keserupaan adalah *thresholding*, *region growing*, *region splitting*, dan *merging*.

Segmentasi Citra merupakan suatu tahap pada proses analisis citra yang bertujuan untuk memperoleh informasi yang ada dalam citra tersebut dengan membagi citra ke dalam daerah-daerah terpisah dimana setiap daerah adalah homogen dan mengacu pada sebuah kriteria keseragaman yang jelas. (Meilinda, 2009)

Ada tiga tipe dari segmentasi yaitu :

- 1) Classification-based : segmentasi berdasarkan kesamaan suatu ukuran dari nilai piksel. Salah satu cara paling mudah adalah *thresholding*. *Thresholding* ada dua macam yaitu global dan lokal. Pada *thresholding* global, segmentasi berdasarkan pada sejenis histogram. Pada *thresholding* lokal, segmentasi dilakukan berdasarkan posisi pada gambar, gambar dibagi menjadi bagian-bagian yang saling melengkapi, jadi sifatnya dinamis.

- 2) Edge-based : proses segmentasi untuk mendapatkan garis tepi (border) dari objek yang memisahkan objek yang satu dengan objek yang lain atau antara objek dengan background.
- 3) Region-based : segmentasi dilakukan berdasarkan kumpulan piksel yang memiliki kesamaan (tekstur, warna atau tingkat warna abu-abu) dimulai dari suatu titik ke titik-titik lain yang ada disekitarnya.

Proses yang sering digunakan dalam pemilahan citra (dalam data) adalah segmentasi, yaitu membagi citra menjadi bagian-bagian dimana bagian-bagian tersebut dapat dipandang sebagai objek-objek mandiri yang dapat dianalisis. Segmentasi merupakan proses partisi gambar digital ke beberapa daerah dengan tujuan untuk menyederhanakan ataupun merubah representasi gambar menjadi sesuatu yang lebih bermakna dan mudah dianalisa. Ada beberapa metode yang sering digunakan dalam segmentasi citra antara lain metode *thresholding*, metode *shapebased*, metode *region growing*, dan metode statistik atau juga disebut metode *clustering*. Masing-masing metode memiliki kelebihan dan kelemahan tergantung pada karakteristik dari citra yang akan diproses. (Soille, 2004)

## **2.5 HOMOTOPY TREE**

### **2.5.1 Pembahasan *Homotopy Tree***

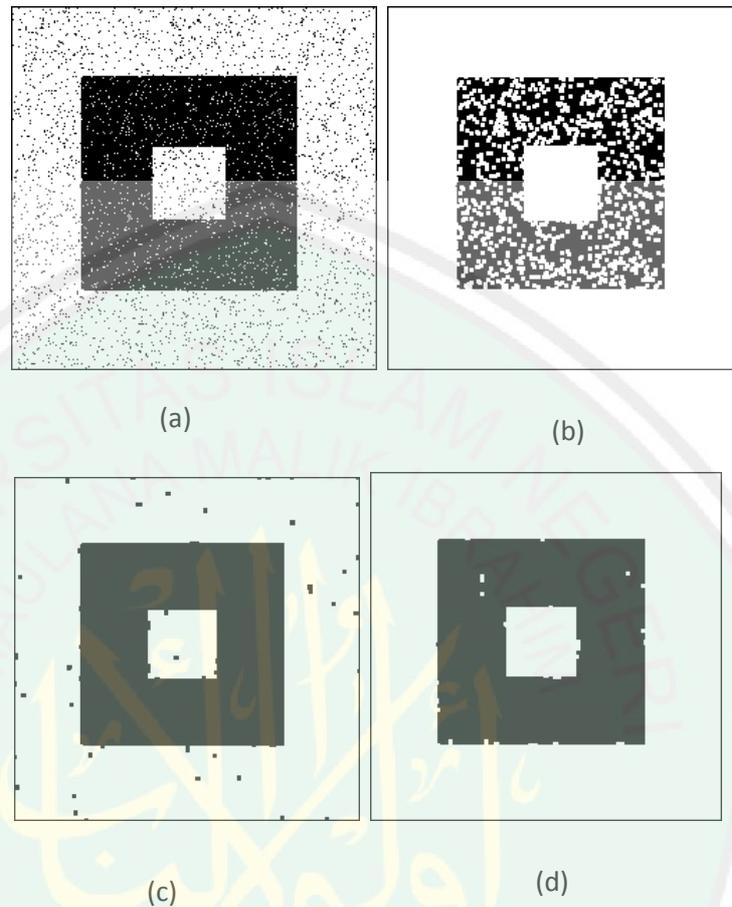
*Homotopy* berasal dari bahasa Yunani *homos* dan *topos*, *homos* berarti sama dan *topos* berarti topologi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *homotopy tree* adalah suatu metode yang membagi objek berdasarkan

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 ketetanggaan merupakan penipisan dari citra awal dengan mengetahui nilai titik-titik dari setiap piksel sesuai dengan konfigurasi ketetanggaan yang ada dari warna citra tersebut. Karena adanya perubahan intensitas inilah sehingga mampu mendeteksi tepi-tepi objek dalam citra.

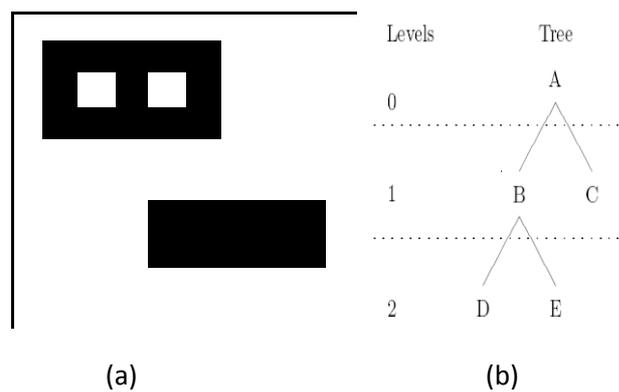
Penipisan homotopik dapat merepresentasikan citra biner dalam bentuk dasarnya dimana obyek diurai menjadi himpunan bagian terkecil yang merupakan rangka dari obyek tersebut. Rangka obyek ini akan dapat memberikan informasi bentuk dasar, dinamika pertumbuhan dan perubahan posisi relatif terhadap acuan. 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. (Renato, 2004)

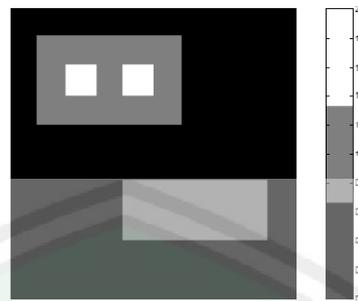
Seperti contoh pada Gambar 2.11, dalam penyelesaian masalah pada noise citra biner dimana gambar a merupakan operasi pengikisan sederhana (sebagai langkah pertama dalam pembukaan/*opening*) menghapus komponen yang positif pada noise, tetapi komponen yang negative sebenarnya dibesarkan, seperti dalam gambar b, sedangkan pendekatan standar pada *opening-closing* atau *closing-opening* ditunjukkan pada gambar c dan d.



Gambar 2.11 (a) Citra biner yang bernoise – *foreground* berwarna hitam dan *background* berwarna putih, (b) pengikisan dengan elemen yang berstruktur segi empat dengan ukuran  $3 \times 3$ , (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 :



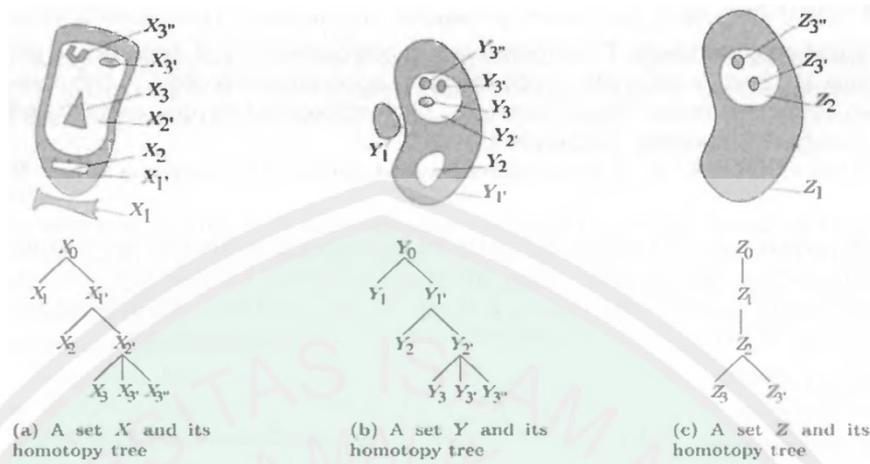


(c)

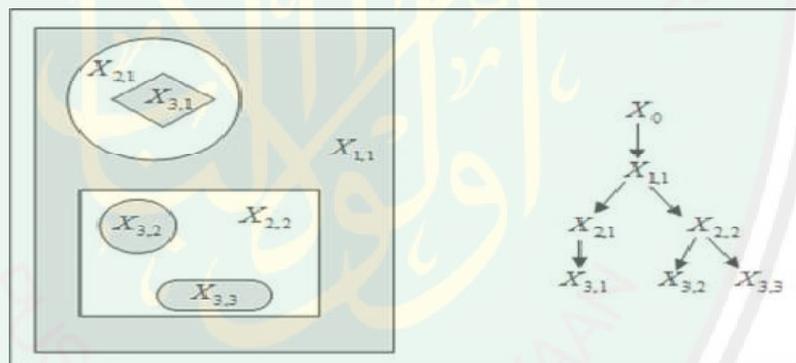
Gambar 2.12 (a) gambar citra, (b) *homotopy tree* dari gambar **a**,  
(c) transformasi *homotopy* dari gambar **a** (Renato, 2004)

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 Xc. Akar dari pohon adalah komponen yang dihubungkan secara tak terbatas dari Xc sementara anak-anak dari sebuah node adalah komponen yang terhubung baik X atau Xc 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 treenya terlihat pada Gambar 2.13. Dua gambar dikatakan homotopic jika memiliki homotopy tree yang sama/identik.



Gambar 2.13 citra greyscale dengan *homotopy treenya*.  $X_0$  adalah komponen yang tidak dibatasi *background* dari  $X$ , yaitu  $(X_0 \cup X_2 \cup X_2)' = X^c$ .  $Y$  *homotopic* dengan  $X$  karena memiliki *homotopy tree* yang sama (Soille, 2004)



Gambar 2.14 Contoh *homotopy tree* (Noorullah, 2009)

### 2.5.2 Algoritma *Homotopy Binary*

Penipisan *homotopic* dapat merepresentasikan citra biner dalam bentuk dasarnya dimana objek diurai menjadi himpunan bagian terkecil yang merupakan rangka dari objek tersebut (*morphological skeleton*). Rangka objek ini akan dapat memberikan informasi bentuk dasar, dinamika pertumbuhan dan perubahan posisi relatif terhadap acuan. Dalam operasi perangkaan ini dibutuhkan transformasi *homotopy*, yaitu tetap menjaga

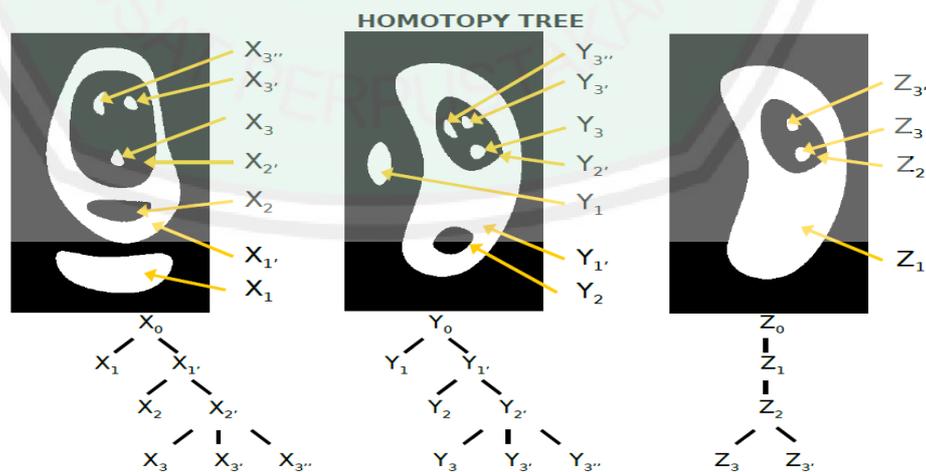
konektivitas atau antar hubung dari komponen-komponen yang ditipiskan sehingga dapat mencerminkan alur-alur bentuk pada citra.

Nilai  $f(x)$  dari setiap pixel pada  $x \in E$  merupakan level komponen yang terkoneksi dengan menggunakan homotopy tree, dimana  $f_x$  merupakan fungsi grayscale dan  $x$  adalah citra biner, seperti pada contoh pada gambar 2.13.

Transformasi homotopy mengacu pada  $\mathcal{H} : X \mapsto f_x$  dan inverse dari persamaan tersebut  $\mathcal{H}^{-1} : f \mapsto x$  adalah dihitung sesuai persamaan

$$X = \{x \in E \mid \text{mod}(f(x), 2) = 1\}, \tag{2.5}$$

dimana  $\text{mod}(-, 2)$  adalah modulo basis 2. Hasil *transformasi homotopy* pada gambar biner ditunjukkan pada gambar 2.11 (c). Tidak semua fungsi grayscale  $f$  melakukan *transformasi homotopy* pada beberapa citra biner. Namun dapat ditunjukkan bahwa jika  $f_x = \mathcal{H}\{X\}$ , dan  $b$  adalah struktur elemen datar, maka terdapat gambar biner  $f$  dengan persamaan  $\mathcal{H}\{Y\} = f_x \ominus Y$ .



Gambar 2.15 Contoh *Homotopy Tree Binary* (Svensson, 2004)

Perangkaian morfologi ini dapat menyimpulkan karakteristik objek secara individual berhubungan dengan bentuk, ukuran, arah dan antar hubung dari objek. Pengembangan metode garis pembatas air (*watershed*) dapat memecahkan masalah segmentasi citra yaitu untuk mendeteksi kontur citra multifasa yang memiliki nilai-nilai digital tingkat permukaan yang tidak homogen yang sebelumnya sulit untuk dapat dipecahkan dengan metoda konvensional.

### 2.5.3 Penelitian Terkait

Penelitian ini terkait dengan jurnal-jurnal berikut :

- 1) *Innovative Thinning and Gradient Algorithm For Binary and Grey Tone Images Using First In First Out Linear Data Structure*, R. M. Noorullah and A. Damodaram. Pada penelitian ini menyatakan bahwa *homotopy tree* dari gambar biner merupakan sebuah *graf* yang menggambarkan bentuk dari latar depan (*foreground*) dan latar belakang (*background*) komponen yang terhubung.
- 2) *Unsupervised Building Detection From Irregularly Spaced Lidar and Aerial Imagery*, Nicholas Sven Shorter. Penelitian ini menitikberatkan pada pencarian lidar dengan proses segmentasi menggunakan Homotopy Tree pada citra RGB.
- 3) *Homotopy-Based Semi Supervised Hidden Markov Tree For Texture Analysis*, N. Dasgupta, Shihao Ji and L. Carin. Dalam penelitian ini

Peneliti juga menggunakan metode homotopy sebagai alternatif dari algoritma *Expectation-Maximization* (EM).

4) *Image Analysis and Mathematical Morphology*, J. Serra. Pada buku ini menjelaskan bahwa dua gambar dikatakan homotopic jika memiliki *homotopy tree* yang sama/identik.

## 2.6 ROC (*Receiver Operating Characteristics*)

ROC (*Receiver Operating Characteristics*) merupakan suatu pengukuran dalam uji diagnostik, dalam dunia medis pengukuran tersebut digunakan untuk evaluasi tes medis, misalkan untuk membandingkan suatu alat baru dengan standar alat medis yang sudah baku. Suatu aplikasi segmentasi harus memiliki akurasi yang cukup, untuk memenuhi persyaratan tersebut, peneliti menggunakan metode pengukuran ROC 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. (Lailyana, 2009)

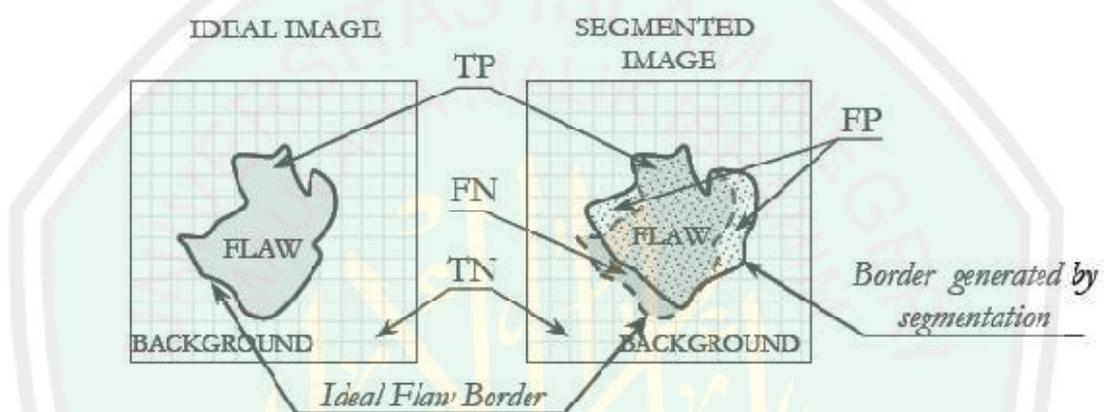
$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN'} \quad (2.6)$$

$$\text{Sensitifitas} = \frac{TP}{TP+FN'} \quad (2.7)$$

$$\text{Spesifitas} = \frac{TN}{TN+FP'} \quad (2.8)$$

Dimana TP adalah *true* positif (nilai kebenaran antara hasil gambar ujicoba dengan paru-paru), TN adalah *true* negatif (nilai kebenaran antara hasil gambar ujicoba dengan *background*), FP adalah *false* positif (nilai

ketidaktepatan antara hasil gambar ujicoba dengan paru-paru), dan FN adalah *false positif* (nilai ketidaktepatan antara hasil gambar ujicoba dengan *background*). Gambar 2.16 menggambarkan pembagian daerah TP, TN, FN, dan FP pada citra paru-paru asli dengan citra hasil segmentasi. (Lailyana, 2009)



Gambar 2.16 Perbedaan antara citra paru-paru asli dengan citra hasil segmentasi

Keempat nilai diatas dapat diformulasikan dengan menggunakan *matriks 2x2* seperti pada gambar 2.17 (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 2.17 Formulasi matriks dari TP, TN, FP, FN

## BAB III

### DESAIN DAN PERANCANGAN SISTEM

#### 3.1 Deskripsi Sistem

Penelitian ini merupakan penelitian tentang aplikasi segmentasi paru-paru pada hasil citra *x-ray thorax* dengan menggunakan metode *Homotopy Tree*. Adapun penelitian ini lebih berfokus pada obyek paru-paru dari *x-ray thorax* untuk dianalisis, sehingga informasi yang terkandung di dalamnya dapat diperoleh dengan lebih detail.

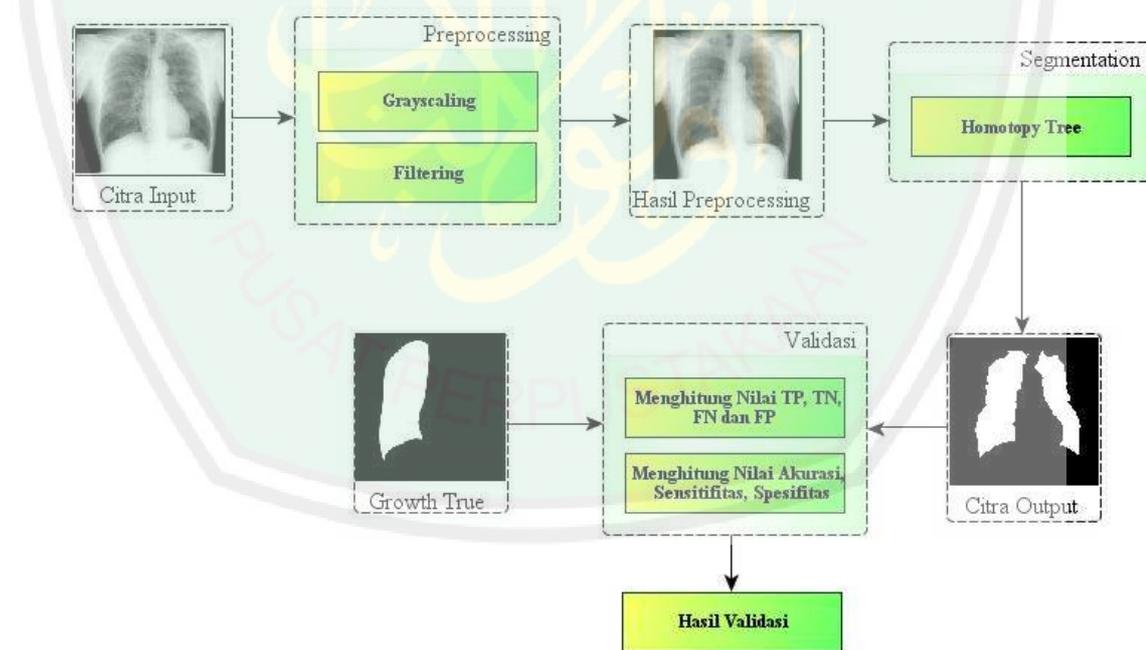
Sistem dibuat dengan model berbasis *desktop*. Tujuannya adalah komputerisasi proses segmentasi dan pengukuran citra *x-ray thorax* agar lebih efisien dibandingkan dengan pencarian manual. Sistem ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman Matlab.

#### 3.2 Desain Sistem

Deskripsi sistem yang dikerjakan pada skripsi ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode *Homotopy Tree* dalam segmentasi organ paru-paru pada hasil citra *x-ray thorax* dengan benar dan detail. Pada awalnya pengguna memasukkan input data berupa citra digital dari data public <http://www.isi.uu.nl/Research/Databases/SCR/>, kemudian pengguna diminta untuk melakukan *preprocessing* yaitu proses awal agar citra tersebut dapat diproses selanjutnya. Jika semua operasi pada *preprocessing* telah dikerjakan,

maka sistem siap melakukan proses segmentasi oergan paru-paru sebagai proses akhir.

Implementasi aplikasi segmentasi *thorax* ini terdiri dari proses awal yakni proses *preprocessing*. Pada tahap awal ini, citra masukan dilakukan proses penghilangan *noise*, peningkatan kontras, penajaman citra dan pemfilteran. Sedangkan untuk proses selanjutnya yakni pada tahap kedua citra hasil *preprocessing* akan dilakukan pemisahan/pembagian menjadi perkarakter, yakni dengan proses segmentasi pada bagian citra yang diinginkan sesuai dengan penelitian ini. Proses terakhir yakni hasil dari segmentasi *x-ray thorax* yang berupa organ paru-paru.



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Dijelaskan pada gambar 3.1, setelah pengguna memasukkan citra *x-ray thorax* kemudian dilanjutkan dengan proses *preprocessing*, dengan hasil

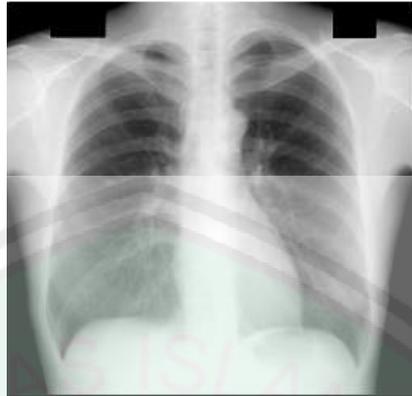
*preprocessing* ini maka citra masukan akan bisa disegmentasi sesuai dengan objek yang diinginkan yakni segmentasi organ paru-paru. Hasil citra dari proses tersebut, selanjutnya dicocokkan dengan proses segmentasi dengan menggunakan metode *Homotopy Tree*. Pencocokan yang dilakukan yakni dengan pengklasifikasian nilai piksel citra yang kemudian menghasilkan objek paru-paru, sehingga menghasilkan dan menampilkan citra yang diinginkan yaitu segmentasi organ paru-paru. Dari hasil segmentasi dilakukan proses validasi yaitu perhitungan *true positif* (TP), *true negatif* (TN), *false positif* (FP), dan *false negatif* (FN) antara hasil segmentasi uji coba dengan hasil segmentasi manual. Perhitungan validasi tersebut akan mendapatkan nilai presentase akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas.

### 3.3 Perancangan Sistem

Perancangan sistem ini meliputi desain data dan desain proses. Desain data berisi penjelasan data yang diperlukan untuk dapat menerapkan metode *Homotopy Tree* ini. Desain data meliputi data masukan, data pemrosesan, dan data keluaran.

#### 3.3.1 Desain data

Data yang digunakan untuk implementasi perangkat lunak ini dibagi menjadi 3 bagian, yaitu data masukan, data pemrosesan, dan data keluaran. Data tersebut adalah citra *x-ray thorax* beresolusi 256x256 piksel yang menjadi unsur utama untuk proses metode *Homotopy Tree* ini.



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

#### 3.3.1.1 Data Masukan

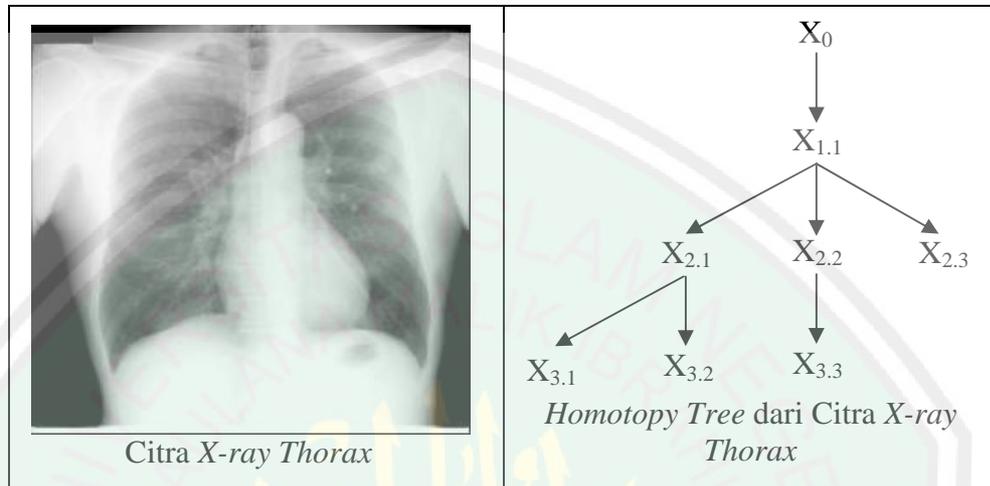
Data masukan adalah file citra *x-ray thorax* normal yang berukuran 256x256 piksel. Data masukan merupakan data citra dari *x-ray thorax* yang akan diproses pada *preprocessing*. Pada proses ini citra yang dimasukkan berupa arsip citra digital.

#### 3.3.1.2 Data Pemrosesan

Data pemrosesan merupakan data citra masukan yang akan diproses terlebih dahulu yaitu dengan melakukan *preprocessing*. Sebelum data masukan digunakan untuk proses segmentasi menggunakan metode *Homotopy Tree*.

Data citra *x-ray thorax* terlebih dahulu dirubah menjadi citra *grayscale* melalui proses *grayscale*. Dengan ini maka data masukan citra *x-ray thorax* akan lebih mudah digunakan oleh sistem untuk proses segmentasi menggunakan metode *Homotopy tree*.

Proses metode *Homotopy Tree* dari data citra bisa dilihat pada gambar 3.3 sebagai berikut.



Gambar 3.3 Gambar *Homotopy Tree* Dari Citra *X-ray Thorax*

Dijelaskan dari gambar 3.3 dapat diketahui hasil *tree* dari citra *x-ray thorax*, dengan keterangan  $X_0$  sebagai *background* yang merupakan *root* dari topologi *Homotopy Tree*. Sedangkan untuk node atau cabangnya yakni  $X_{1,1}$  sebagai tubuh,  $X_{2,1}$  sebagai tulang,  $X_{2,2}$  sebagai jantung,  $X_{2,3}$  sebagai paru-paru,  $X_{3,1}$  sebagai tulang rusuk,  $X_{3,2}$  sebagai tulang selangka dan  $X_{3,3}$  sebagai batang paru-paru.

### 3.3.1.3 Data Keluaran

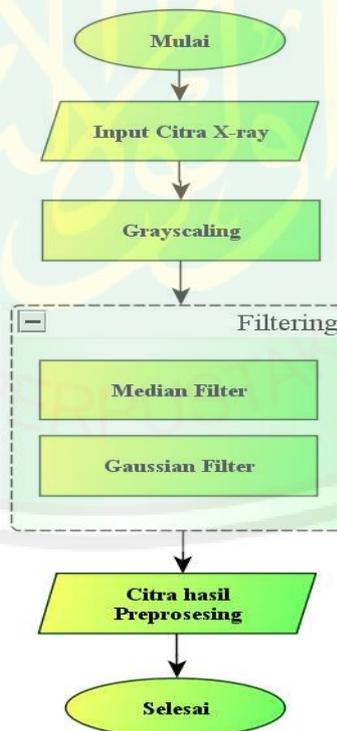
Data keluaran yang dihasilkan oleh sistem adalah berupa citra hasil segmentasi dari *x-ray thorax*, yaitu berupa objek paru-paru.

### 3.3.2 Desain Proses

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai desain proses yang digunakan untuk mengetahui proses apa saja yang berlangsung pada sistem. Diagram alir menunjukkan hubungan antar proses, data masukan, data selama

proses dan data keluaran yang terlibat dalam sistem. Secara garis besar, jalannya sistem ini adalah pengguna memasukkan citra dengan format jpeg, kemudian sistem akan memproses citra tersebut dalam beberapa tahapan, yakni yang pertama dengan normalisasi citra, setelah itu dilakukan *preprocessing* untuk mendapatkan hasil yang lebih baik sesuai dengan objek paru-paru, dan pada tahapan yang terakhir dilakukan proses segmentasi citra menggunakan metode *Homotopy Tree*, maka selanjutnya hasil akhir yang didapatkan berupa objek paru-paru dari citra *x-ray thorax*. Jika diilustrasikan pada diagram alir dapat dilihat sebagai berikut :

Diagram alir dari proses *preprocessing* ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3.4 Diagram Alir Proses *Preprocessing*

### 3.3.2.1 *Input Image*

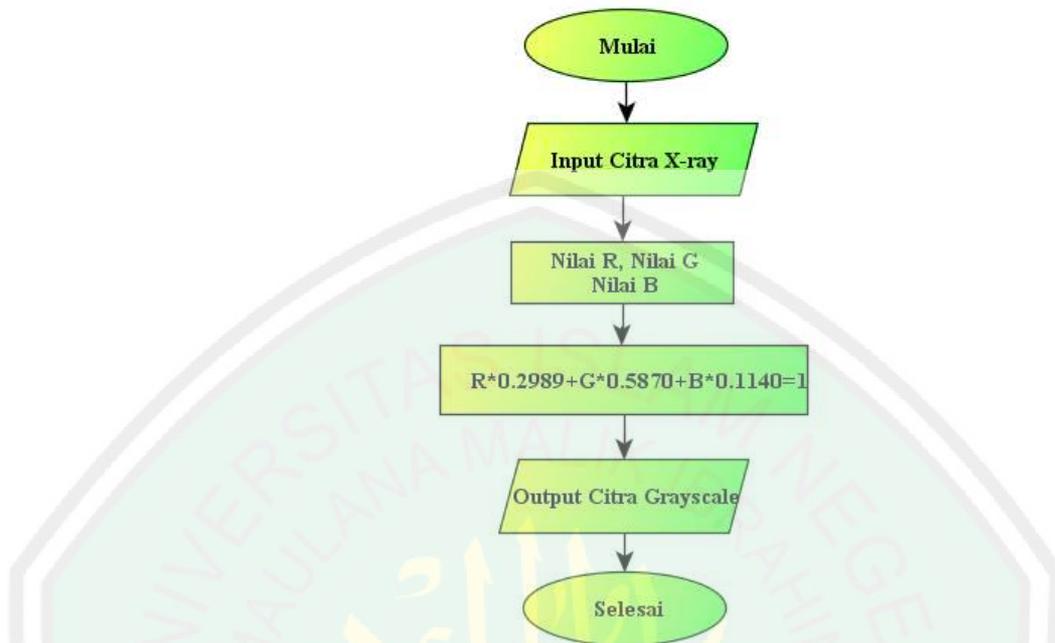
Input *image* merupakan proses yang pertama kali dilakukan untuk mendapatkan data citra yang akan diproses selanjutnya. Dalam tahap ini dilakukan suatu proses pengubahan suatu citra digital. Citra digital adalah citra yang diekspresikan oleh sekumpulan bilangan sehingga dapat diproses oleh komputer.

### 3.3.2.2 *Proses Preprocessing Image*

Preprocessing bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra input sebelum digunakan untuk proses segmentasi citra. Dalam tahap *preprocessing* ini, input berupa citra *grayscale* yang ternormalisasi, kemudian dilakukan proses *filtering*. Dengan menggunakan *preprocessing* maka data masukan citra *x-ray thorax* akan lebih mudah digunakan oleh sistem untuk proses segmentasi citra dengan metode *Homotopy Tree*. *Preprocessing* yang digunakan adalah sebagai berikut:

#### 1) *Grayscale Image*

Tahap normalisasi awal adalah merubah citra input menjadi citra *grayscale* atau citra 8 bit. Dengan merubah citra menjadi mode *grayscale*, maka pengolahan komponen piksel menjadi lebih mudah karena rentang warna pada komponen RGB menjadi sama yaitu 0 – 255.



Gambar 3.5 Diagram Alir Proses *Grayscale*

## 2) *Filtering*

Tahap *filtering* ini menggunakan dua macam *filtering*, yakni menggunakan *Median Filter* dan *Gaussian Filter*. *Gaussian Filter* merupakan salah satu filter linear dengan nilai pembobotan untuk setiap anggotanya dipilih berdasarkan bentuk fungsi *gaussian*. Filter ini sangat baik untuk menghilangkan *noise* yang bersifat sebaran normal.

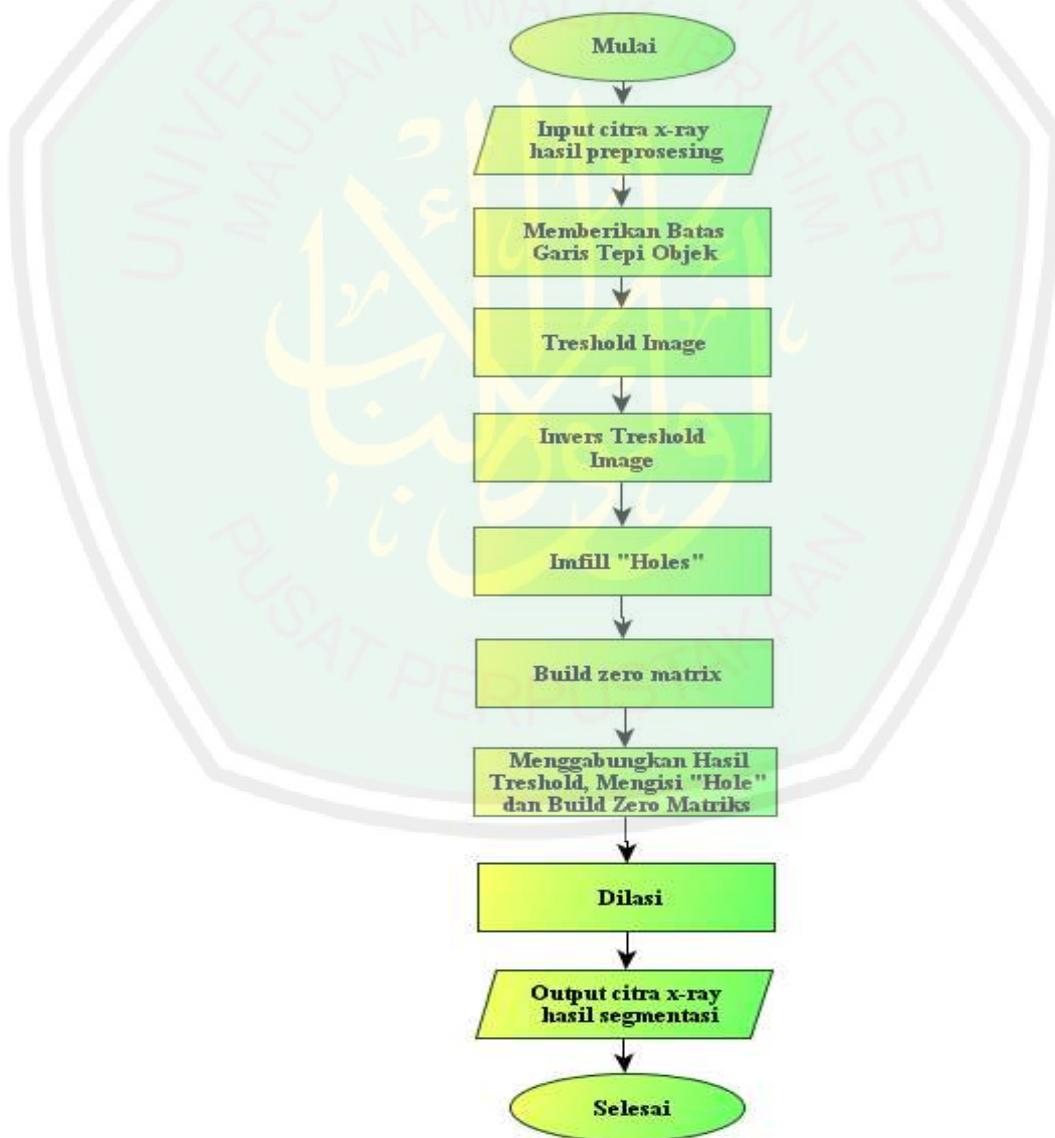
Konsep dasar pada *median filter* adalah dengan menemukan nilai *pixel* yang memiliki nilai intensitas dari suatu *pixel* yang berbeda dengan nilai *pixel* yang ada di daerah sekitarnya, dan menggantinya dengan nilai yang lebih cocok.

Berbeda dengan *Gaussian filter* yang menghaluskan keseluruhan gambar, pada *median filter* proses penghalusannya terjadi pada daerah tepi

gambar. Sehingga meski terjadi penghalusan gambar, *median filter* lebih kearah melembutkan gambar yang ada.

### 3.3.2.3 Proses Segmentasi

Desain implementasi pada proses segmentasi menggunakan metode *homotopy tree* yang akan digunakan dalam proses segmentasi citra adalah sebagai berikut :



Gambar 3.6 Diagram Alir Proses Segmentasi *Homotopy Tree*

Proses segmentasi ini diawali dengan menentukan batas garis tepi pada *citrax-ray thorax*. Selanjutnya dilakukan proses level *threshol* yang diperoleh dengan nilai maksimal 160 untuk *range* nilai paru-paru, hasil dari level *threshol* 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 di isi dari batas tepi gambar. Kemudian untuk memperoleh semua *background* berwarna hitam maka semua piksel di beri nilai 0 dengan memanfaatkan "*zeroes*". Selanjutnya untuk menampilkan objek yang telah diperoleh sebelumnya dalam *background*, maka di cari dari proses *imfill* dan diambil *range* maksimal nilai 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.

### 3.4 Desain *Interface*

Antarmuka merupakan bentuk visual aplikasi yang dimaksudkan sebagai perantara antara pengguna dengan program aplikasi. Aplikasi ini dibangun dengan desain antarmuka yang terdiri dari 5 tampilan, yaitu antarmuka menu *main menu*, *image process*, *help*, *about* dan menu validasi.

### 3.4.1 Desain *Interface Main Menu*

Gambar 3.7 adalah desain *interface main menu* yang berfungsi sebagai layar utama. Ketika user menjalankan aplikasi, tampilan yang pertama muncul adalah *main menu*.



Gambar 3.7 Desain *Interface Main Menu*

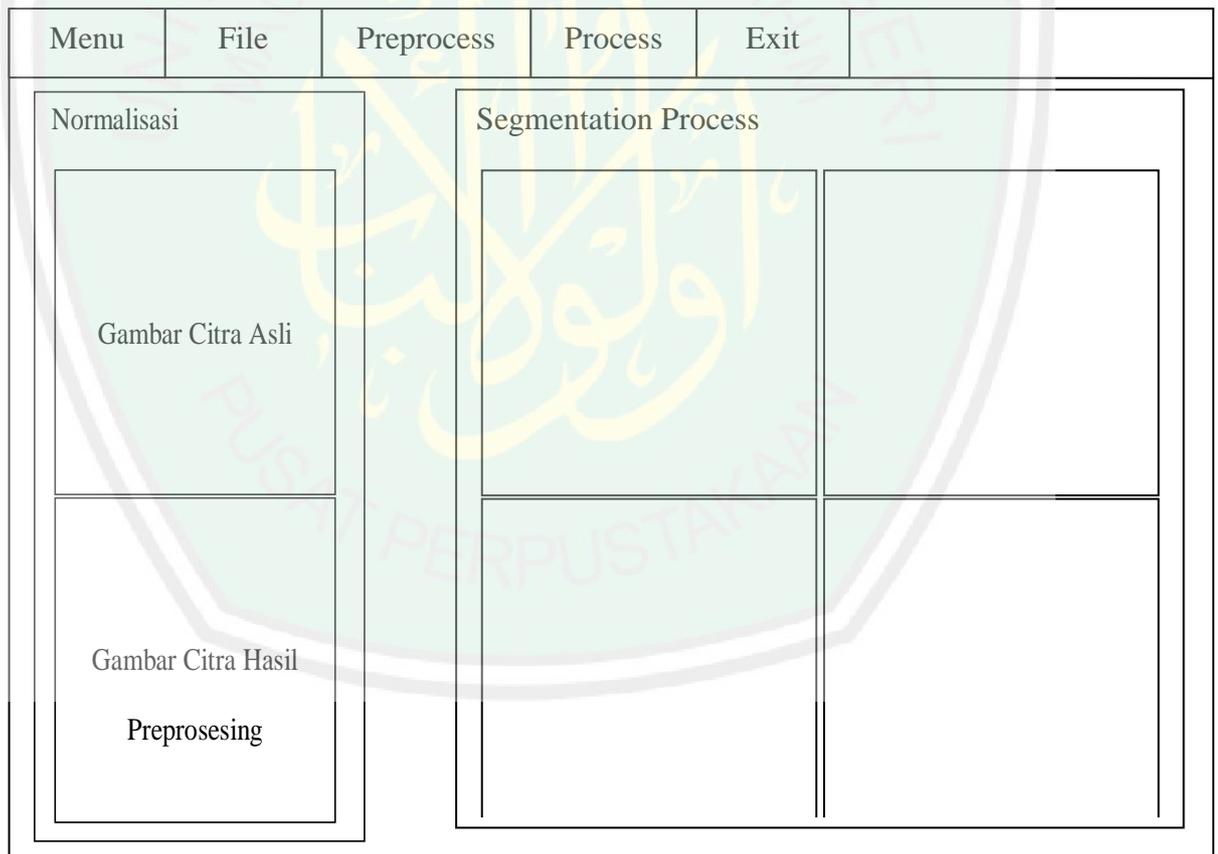
Pada desain *interface main menu* ini terdapat 4 menu, yaitu:

- 1) *Main Menu* : Berisi submenu “*Image Process*” untuk membuka menu proses segmentasi dan “*Validasi*” untuk membuka menu proses validasi.
- 2) *About* : Berisi menu “*About*” untuk mngetahui dari pembuat aplikasi
- 3) *Help* : Berisi menu “*Help*” untuk membuka menu bantuan dari aplikasi.

4) *Exit* : Merupakan tombol untuk keluar dari aplikasi.

### 3.4.2 Desain *Interface Image Process*

Gambar 3.8 adalah desain *interface image process* yang merupakan proses segmentasi pencarian bentuk objek paru-paru pada *x-ray thorax*. Dimulai dari pengambilan file *thorax* yang kemudian di *grayscale* dan dilakukan proses *preprocessing*, dilanjutkan dengan proses segmentasi menggunakan metode *Homotopy Tree* sampai menemukan objek paru-paru.



Gambar 3.8 Desain *Interface Image Process*

Pada desain *interface image process* ini terdapat 4 menu, yaitu:

- 1) *Menu* : Berisi submenu “*Main Menu*” untuk kembali pada menu utama dan “*Validasi*” untuk membuka menu validasi gambar citra.
- 2) *File* : Berisi tombol “*Open*” untuk mengambil gambar yang akan diproses dengan segmentasi, kemudian ada tombol “*Save*” untuk menyimpan gambar hasil segmentasi dan “*Reset*” untuk menormalkan kembali sistem setelah dilakukan proses segmentasi.
- 3) *Preprocess* : Berisi tombol “*Grayscale*” untuk menjadikan gambar *grayscale*, kemudian ada tombol “*Median Filter* dan *Gaussian Filter*” untuk melakukan proses preprosesing pada gambar sebelum melakukan proses segmentasi.
- 4) *Process* : Berisi tombol “*Segmentasi*” untuk melakukan proses segmentasi setelah gambar diproses melalui preprosesing.

### 3.4.3 Desain *Interface About*

Gambar 3.9 adalah desain *interface about* yang berisi informasi pembuat program.



Gambar 3.9 Desain *Interface About*

#### 3.4.4 Desain *Interface Help*

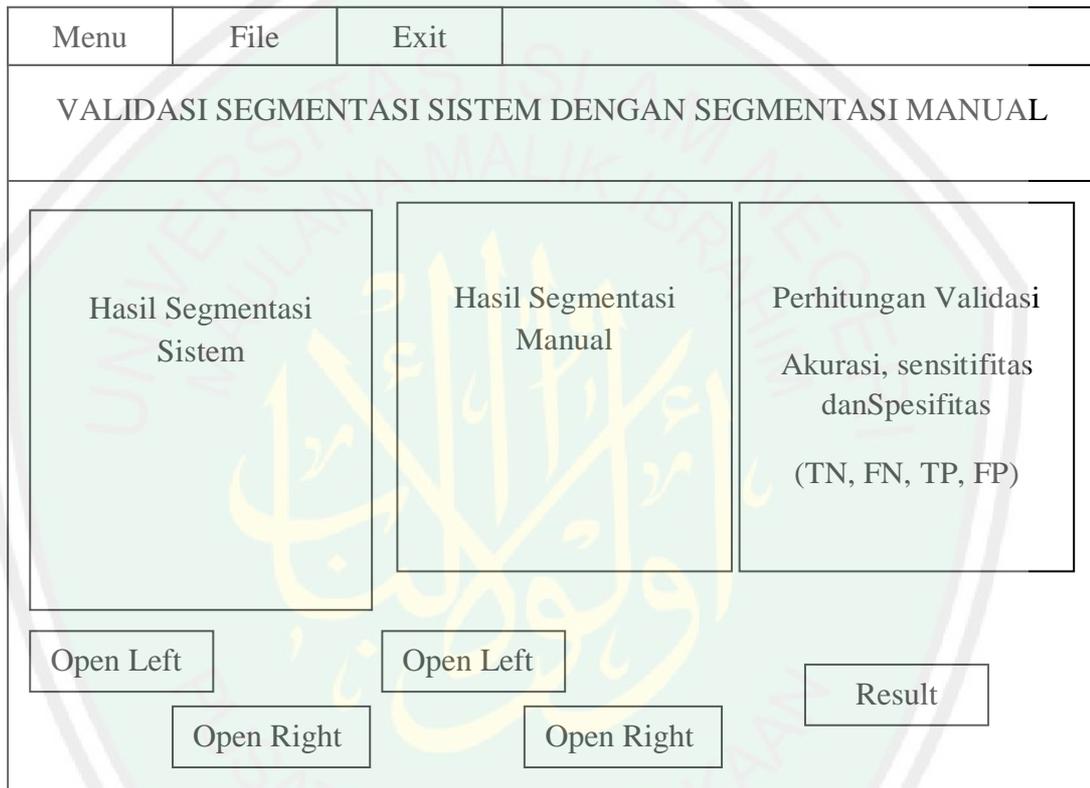
Gambar 3.10 adalah desain *interface help* yang berfungsi sebagai menu informasi yang ditampilkan pada sistem, sehingga user dapat mengetahui fungsi untuk tiap-tiap menu.



Gambar 3.10 Desain *Interface Help*

### 3.4.5 Desain *Interface* Validasi

Gambar 3.11 adalah desain *interface* validasi yang berfungsi sebagai menu validasi dari hasil perhitungan nilai dari citra manual dan citra hasil segmentasi.



Gambar 3.11 Desain *Interface* Validasi

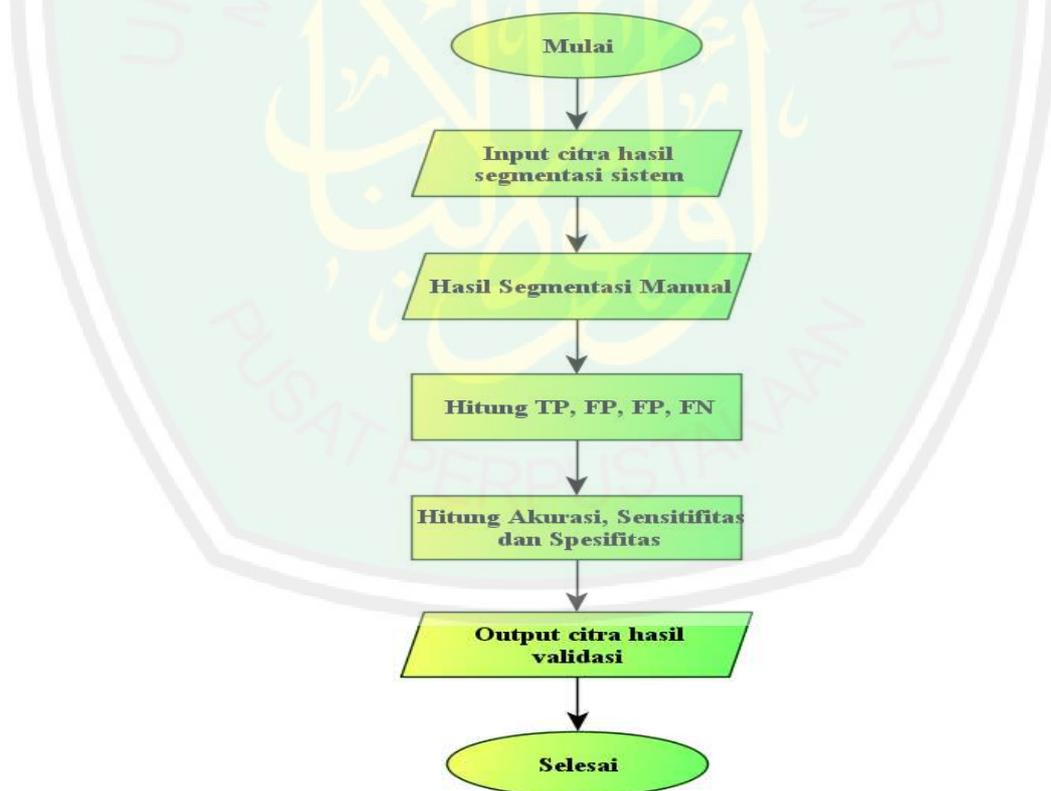
Pada *form interface* Validasi ini terdapat 3 menu, yaitu:

- 1) *Menu* : Berisi submenu “*Main Menu*” untuk kembali pada menu utama dan “*Image Process*” untuk membuka menu proses segmentasi.
- 2) *File* : Berisi tombol “*Reset*” untuk menormalkan kembali sistem setelah dilakukan proses validasi.

### 3.5 Perhitungan Validasi

Hasil segmentasi dapat diukur dengan menggunakan berbagai macam cara, pada penelitian ini cara pengukuran atau validasi hasil segmentasi yang menyatakan probabilitas terjadinya kesalahan ataupun kebenaran pencocokan pada sistem. Gambar 3.12 menunjukkan diagram alir dari proses pengukuran validasi, pada langkah awal hasil segmentasi dicari nilai TP, TN, FP, dan FN yaitu membandingkan hasil segmentasi otomatis yang dilakukan peneliti dengan hasil segmentasi secara manual dari database publik

<http://www.isi.uu.nl/Research/Databases/SCR/>.



Gambar 3.12 Diagram Alir Perhitungan Validasi Hasil Segmentasi

Nilai validasi berupa akurasi, sensitifitas, dan spesifisitas ini yang nantinya akan menjadi parameter keberhasilan segmentasi menggunakan *Homotopy Tree*.



## BAB IV

### IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

Allah telah mengaruniakan kenikmatan kepada manusia yang bersifat saling melengkapi yaitu anugerah agama dan sains dan teknologi. Kemajuan sains dan teknologi telah memberikan kemudahan-kemudahan dan kesejahteraan bagi kehidupan manusia sekaligus merupakan sarana bagi kesempurnaan manusia sebagai hamba Allah dan sebagai khalifah-Nya. Allah berfirman dalam surat Al-Baqoroh ayat 185.


 يُرِيدُ اللَّهُ بِكُمُ الْيُسْرَ وَلَا يُرِيدُ بِكُمُ الْعُسْرَ

Artinya : “Allah menghendaki kemudahan bagi mu, dan tidak menghendaki kesukaran pada mu” (QS. Al-Baqoroh 185)

Berdasarkan ayat diatas dapat kita ketahui bahwa Allah SWT tidak menghendaki hamba-Nya kesusahan, Allah menghalalkan cara-cara yang mudah selama tidak melanggar syariat. Oleh sebab itu sudah seharusnya teknologi yang berkembang saat ini bisa dimanfaatkan dengan memanfaatkan teknologi untuk memudahkan berbagai hal terutama dalam bidang kesehatan medis. (Abdul Ghoffar, 2007)

Dalam bab ini dibahas mengenai hasil uji coba program yang telah dirancang dan dibuat, serta kontribusi program. Untuk pengujian aplikasi ini akan dilakukan terhadap data hasil uji coba dengan hasil segmentasi manual dengan menggunakan validasi perhitungan sehingga dapat mengetahui ukuran presentase akurasi, sensitifitas dan spesifitas dari aplikasi yang dibuat. Uji coba dilakukan

untuk mengetahui apakah program dapat berjalan sebagaimana mestinya dengan lingkungan uji coba yang telah ditentukan.

Ada beberapa hasil uji coba yang telah dilakukan terhadap data yang telah dipilih, antara lain untuk mengetahui hasil dari keakuratan citra sesuai dengan metode yang digunakan. Sebelumnya perlu diketahui lingkungan uji coba yang digunakan dalam melakukan uji coba dalam tugas akhir ini.

#### 4.1 Lingkungan Uji Coba

Subbab 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 disajikan dalam tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Spesifikasi Lingkungan Uji Coba

Perangkat Keras	Processor: Intel Core 2 Duo.20GHz RAM: 3GB 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 *Interface* Aplikasi

Implementasi sistem merupakan proses pembangunan rancangan atau desain yang telah dirancang sebelumnya sekaligus melakukan uji coba keberhasilan sistem yang dibangun. Dalam implementasi sitem ini terdapat implementasi proses preprosesing, proses segmentasi dan proses validasi.

Implementasi proses preprocessing digunakan untuk memperbaiki gambar masukan dari *noise* dan untuk mempertajam gambar dengan menggunakan *filter histogram equalitation* dan untuk menghaluskan tepi gambar menggunakan *median filter* dan *Gaussian filter*. Kemudian implementasi proses segmentasi digunakan untuk memisahkan objek dengan latar belakangnya dan untuk mencari batas tepi objek yang diinginkan dengan menggunakan metode *Homotopy Tree*.

#### 4.2.1 Implementasi Form Interface Main Menu

*Interface* menu utama merupakan form *main menu* “Aplikasi Segmentasi Paru-Paru Pada Hasil Citra X-ray Thorax Menggunakan Metode *Homotopy Tree*” yang pertama kali muncul saat pengguna menggunakan aplikasi ini. Pada aplikasi ini terdapat kumpulan menu *help* dan *about* serta menu untuk proses *image process* dan untuk proses validasi.

Implementasi *form interface main menu* sebagai berikut :



Gambar 4.1 *Interface* untuk *Form Main Menu*

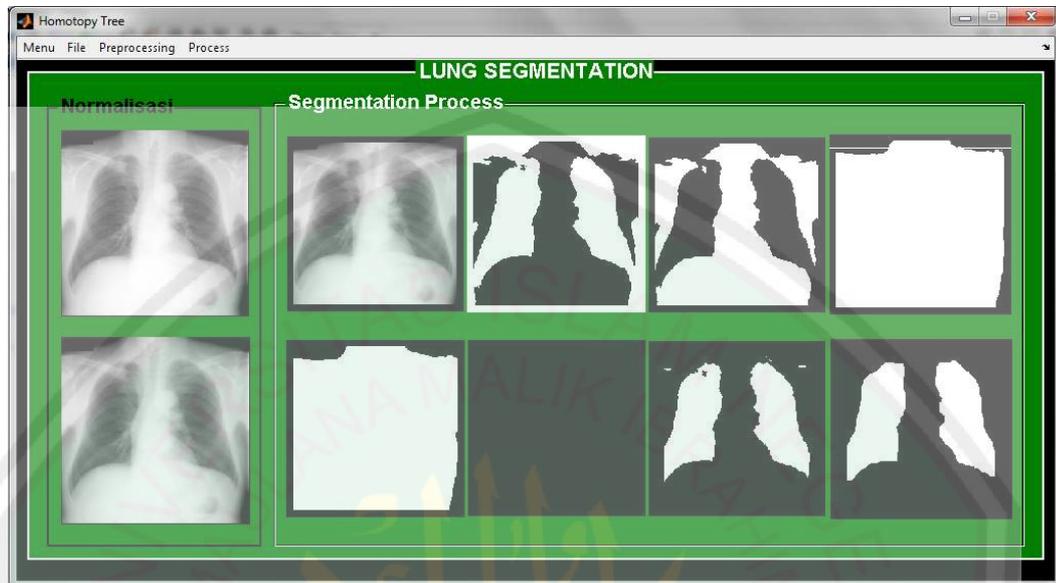
Pada *form interface main menu* ini menghubungkan dengan menu-menu lain yang ada di dalam aplikasi. Pada tampilan antarmuka terdapat 4 (empat) menu yaitu :

- 1) *Main Menu* : Berisi submenu “*Image Process*” untuk membuka menu proses segmentasi dan “*Validasi*” untuk membuka menu proses validasi.
- 2) *Help* : Berisi menu “*help contents*” untuk membuka menu bantuan dari aplikasi.
- 3) *About* : Berisi menu “*About me*” untuk mengetahui dari pembuat aplikasi
- 4) *Help* : Berisi menu “*help contents*” untuk membuka menu bantuan dari aplikasi.
- 5) *Exit* : Merupakan tombol untuk keluar dari sistem.

#### 4.2.2 Implementasi *Form Interface Image Process*

*Interface image process* merupakan *form* untuk proses segmentasi citra menggunakan *metode Homotopy Tree*. Pada *form* ini terdapat kumpulan menu *main menu*, *validasi*, *file* dan *preprocessing* serta menu *process segmentasi*.

Implementasi *form interface image process* sebagai berikut :



Gambar 4.2 *Interface* untuk *Form Image Process*

Pada *form interface image process* ini terdapat 4 menu, yaitu:

- 1) *Menu* : Berisi submenu “*Main Menu*” untuk kembali pada menu utama dan “*Validasi*” untuk membuka menu validasi hasil citra segmentasi.
- 2) *File* : Berisi tombol “*Open*” untuk mengambil gambar yang akan diproses dengan segmentasi, kemudian ada tombol “*Save*” untuk menyimpan gambar hasil segmentasi dan “*Reset*” untuk menormalkan kembali sistem setelah dilakukan proses segmentasi.
- 3) *Preprocess* : Berisi tombol “*Grayscale*” untuk menjadikan gambar *grayscale*, kemudian ada tombol “*Median Filter* dan *Gaussian Filter*” untuk melakukan proses preprosesing pada gambar sebelum melakukan proses segmentasi.

- 4) *Process* : Berisi tombol “*Segmentasi*” untuk melakukan proses segmentasi setelah gambar dip roses melalui preprosesing.

Berikut *method* untuk memanggil tombol *Open* :

```
function Open_Callback(hObject, eventdata, handles)

proyek=guidata(gcbo);
[namafile,direktori]=uigetfile({'*.jpg'; '*.bmp'; '*.png'; '*.tif'; '*..*'}, 'Buka Citra'); //untuk membuka jenis file
if isequal(namafile,0)
return;
end
eval(['cd '' direktori '';']); //tempat file berada
A=imread(strcat(direktori,namafile));
set(proyek.HomtopTree, 'CurrentAxes', proyek.axes1);
set(imshow(A)); //menampilkan hasil gambar
set(proyek.axes1, 'Userdata', A);
set(proyek.HomtopTree, 'Userdata', A);
```

Gambar 4.3 *Source code* Program untuk Memanggil Tombol *Open*

Berikut *method* untuk memanggil tombol *Save* :

```
function Save_Callback(hObject, eventdata, handles)

I = getframe(handles.axes6); //memperoleh data dari axes
image(I.cdata);
imwrite(I.cdata, 'Hasil.jpg'); //menyimpan gambar
```

Gambar 4.4 *Source code* Program untuk Memanggil Tombol *Save*

#### 4.2.2.1 Implementasi Proses *Preprocessing*

Preprosesing citra dilakukan untuk normalisasi dan pengolahan awal citra untuk mendapatkan citra yang bisa mempermudah proses penggunaan metode *Homotopy Tree*. Proses preprosesing dilakukan pada citra input awal untuk mempermudah proses segmentasi. Dalam penelitian ini proses preprosesing menggunakan proses *filtering* citra.

#### 4.2.2.2 Implementasi Proses *Grayscale* Citra

Proses *grayscale* merupakan proses merubah warna citra menjadi *grayscale*, dengan memperoleh informasi intensitas dari citra tersebut, maka citra dapat disortir secara eksklusif mulai dari hitam untuk intensitas yang paling lemah sampai dengan putih untuk intensitas yang paling kuat. Skala keabu-abuan ini merupakan langkah yang perlu dilalui citra sebelum diolah ke proses selanjutnya, yakni *filtering* citra.

Berikut *method* untuk memanggil tombol *Grayscale* :

```
function Grayscale_Callback(hObject, eventdata, handles)
proyek=guidata(gcbo);
A=get(proyek.axes1,'Userdata'); //menempatkan gambar pada
axes1
F=rgb2gray(A); //merubah gambar menjadi grayscale
set(imshow(A));
set(proyek.axes1,'Userdata',A);
set(proyek.HomtopTree,'CurrentAxes',proyek.axes2);
set(imshow(F));
set(proyek.axes2,'Userdata',F); //menampilkan hasil gambar
impixelregion;
```

Gambar 4.5 Source code Program untuk Memanggil Tombol *Grayscale*

#### 4.2.2.3 Implementasi Proses *Filtering*

Dalam proses *filtering* citra ini dilakukan untuk proses penghalusan citra sebelum dilakukan proses segmentasi. *Filtering* pada proses preprosesing ini terdapat 2 *filtering*, yaitu *median filter* dan *Gaussian filter*. Proses *median filter* digunakan untuk menghaluskan tepi gambar untuk mencari objek yang diinginkan, sedangkan *Gaussian filter* digunakan untuk menghaluskan keseluruhan gambar dari citra.

Berikut *method* untuk memanggil tombol *Median Filter* :

```
function MedianFilter_Callback(hObject,eventdata,handles)
proyek=guidata(gcbo);
A=get(proyek.axes2,'Userdata');
B=medfilt2(A,[3,3]); //proses median filter
set(proyek.HomtopTree,'CurrentAxes',proyek.axes2);
set(imshow(B)); //menampilkan hasil gambar
set(proyek.axes2,'Userdata',B);
```

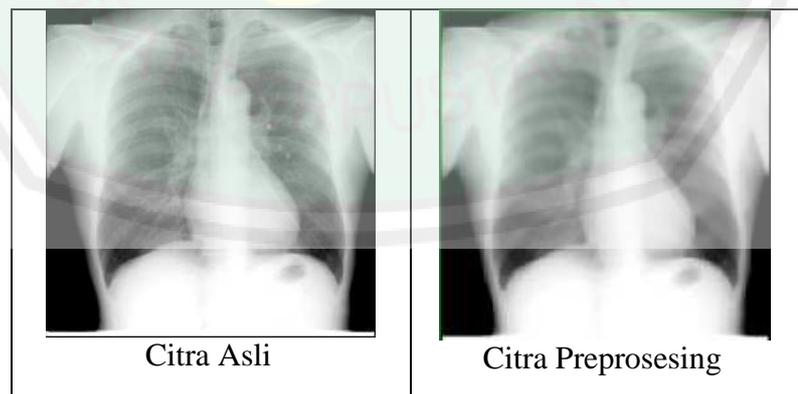
Gambar 4.6 Source code Program untuk Memanggil Tombol *Median Filter*

Berikut *method* untuk memanggil tombol *Gaussian Filter* :

```
function GaussianFilter_Callback(hObject,eventdata,handles)
proyek=guidata(gcbo);
A=get(proyek.axes2,'Userdata');
B=fspecial('gaussian'); //proses filter gaussian
C=imfilter(A,B,'replicate');
set(proyek.HomtopTree,'CurrentAxes',proyek.axes2);
set(imshow(C)); //menampilkan hasil gambar
set(proyek.axes2,'Userdata',C);
```

Gambar 4.7 Source code Program untuk Memanggil Tombol *Gaussian Filter*

Hasil dari *preprocessing* menggunakan *filtering* dari *median filter* dan *gaussian filter* dapat ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Gambar Hasil Preprosesing

#### 4.2.2.4 Implementasi Proses Segmentasi

Setelah melalui proses *preprocessing*, citra *x-ray thorax* disegmentasi dengan metode *homotopy tree* untuk mendapatkan objek paru-paru. Segmentasi berfungsi untuk memisahkan antara objek dengan *background*.

Berikut *method* untuk memanggil tombol *Segmentation* :

```
function Segmentasi_Callback(hObject, eventdata, handles)
    proyek=guidata(gcbo);
    b=get(proyek.axes2, 'Userdata');

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

    //untuk memperoleh threshold citra
    tg=find(b>0);
    [tg]
    th=graythresh(b(tg));
    Ta=th*255;
    [Ta]
    A=b<Ta;
    set(proyek.HomtopTree, 'CurrentAxes', proyek.axes5);
    set(imshow(A));
    set(proyek.axes5, 'Userdata', A);

    //invers dari hasil threshold citra
    g=~A;

    //mengisi area objek yg tidak bisa diisi dari batas tepi
gambar
    g(20,:)=1;
    ga=imfill(g, 'holes');
    set(proyek.HomtopTree, 'CurrentAxes', proyek.axes6);
    set(imshow(ga));
    set(proyek.axes6, 'Userdata', ga);

    //menghaluskan gambar
    seD=strel('diamond', 2);
    gb=imerode(ga, seD);
```

```

gb=imerode(gb,seD);

//dilasi gambar
se90=strel('line',7,90);
se0=strel('line',7,0);
gc=imdilate(gb,[se90 se0]);
set(proyek.HomtopTree,'CurrentAxes',proyek.axes7);
set(imshow(gc));
set(proyek.axes7,'Userdata',gc);

//menjadikan matrik 0
B=zeros(m,n);
set(proyek.HomtopTree,'CurrentAxes',proyek.axes8);
set(imshow(B));
set(proyek.axes8,'Userdata',B);
//menampilkan hasil segmentasi pada background
HT=find(gc==1);
B(HT)=A(HT);
set(proyek.HomtopTree,'CurrentAxes',proyek.axes9);
set(imshow(B));
set(proyek.axes9,'Userdata',B);

//dilasi gambar
se90=strel('line',5,90);
se0=strel('line',5,0);
C=imdilate(B,[se90 se0]);

//menghaluskan gambar
D=imfill(C,'holes');

seD=strel('diamond',3);
E=imerode(D,seD);
E=imerode(E,seD);

//dilasi gambar
se90=strel('line',7,90);
se0=strel('line',7,0);
F=imdilate(E,[se90 se0]); //menampilkan hasil proses
segmentasi

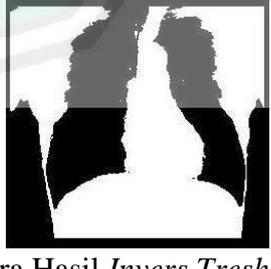
set(proyek.HomtopTree,'CurrentAxes',proyek.axes10);
set(imshow(F));
set(proyek.axes10,'Userdata',F);
imwrite(F,'Hasil.jpg');

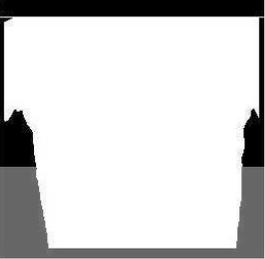
```

Gambar 4.9 Source code Program untuk Memanggil Tombol  
Segmentation

Hasil dari segmentasi menggunakan metode *Homotopy Tree* dapat ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Proses Segmentasi

No	Proses Segmentasi	Hasil proses Segmentasi
1	<pre>A=get(proyek.axes1, 'Userdata'); b=rgb2gray(A);</pre>	 <p>Citra Hasil <i>Grayscale</i></p>
2	<pre>[m,n]=size(b); for i=1:m     for j=1:n         if(b(i,j)==20)    (i&lt;5    j&lt;10)    (i&gt;m-10    j&gt;m-10)             b(i,j)=0;         end     end end</pre>	 <p>Citra Hasil Pemberian Garis Tepi</p>
3	<pre>tg=find(b&gt;0); th=graythresh(b(tg)); Ta=th*255; A=b&lt;Ta;</pre>	 <p>Citra Hasil <i>Treshold</i></p>
4	<pre>g=~A;</pre>	 <p>Citra Hasil <i>Invers Treshold</i></p>

5	<pre>g(20,:)=1; ga=imfill(g,'holes'); se90=strel('line',7,90); se0=strel('line',7,0); gc=imdilate(ga,[se90 se0]);</pre>	 <p>Citra Hasil “<i>imfill</i>” Pemberian Garis Putih Pada Tepi Objek</p>
6	<pre>B=zeros(m,n);</pre>	 <p>Citra Hasil “zero” Matriks</p>
7	<pre>HT=find(gc==1); B(HT)=A(HT);</pre>	 <p>Citra Hasil 1 Objek dari <i>Background</i></p>
8	<pre>se90=strel('line',7,90); se0=strel('line',7,0); F=imdilate(B,[se90 se0]);</pre>	 <p>Citra Hasil Proses Segmentasi</p>

Proses segmentasi ini diawali dengan menentukan batas garis tepi pada citra *x-ray thorax*. Selanjutnya dilakukan proses level *threshold* yang diperoleh dengan nilai maksimal 160 untuk *range* nilai paru-paru, 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 di isi dari batas tepi gambar. Kemudian untuk memperoleh semua *background* berwarna hitam maka semua piksel di beri nilai 0 dengan memanfaatkan "zeroes". Selanjutnya untuk menampilkan objek yang telah diperoleh sebelumnya dalam *background*, maka di cari dari proses *imfill* dan diambil range maksimal nilai 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.

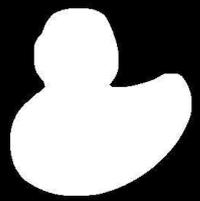
#### 4.2.2.5 Inputan Citra Berupa File *Non-Thorax*

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai proses ujicoba segmentasi citra dengan metode *homotopy tree* menggunakan objek sederhana dan pengujian dari aplikasi yang telah dibuat. Pengujian segmentasi menggunakan metode *homotopy tree* terhadap objek sederhana dilakukan untuk mengetahui ke akurasian dari metode segmentasi yang digunakan terhadap objek-objek sederhana.

Dalam pengujian segmentasi citra terdapat beberapa *standart* pengukuran kesalahan atau *error* (galat). Parameter yang paling umum dan sering digunakan adalah *Mean Square Error* (MSE) dan *Peak Signal to Noise Ratio* (PNSR). *Mean Square Error* (MSE) Adalah nilai rata-rata kuadrat *error*

antara citra asli dengan citra hasil segmentasi, dimana citra tersebut memiliki ukuran yang sama untuk menentukan tingkat kesalahan pada hasil segmentasi citra menggunakan metode *homotopy tree*. Sedangkan *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) adalah nilai perbandingan antar nilai maksimal hasil segmentasi dengan nilai MSE yang menyatakan tingkat *noise* atas hasil segmentasi dengan mencari selisih distorsi antar gambar.

Tabel 4.3 Tabel Segmentasi Pada Citra Non-Thorax

Nama Citra	Citra Input	Hasil segmentasi	<i>Mean Square Error</i>
Strobery.jpg			20.8633
Android.jpg			26.8005
Segitiga.jpg			21.8879
Bebek.jpg			20.1084

Berikut *method* untuk menghitung *mean square error* (MSE) :

```

manual_Image = imread('C:\Users\UMA_CHAN\My
Documents\MATLAB\Strobery.jpg');//menentukan citra asli
Seg_Image = imread('C:\Users\UMA_CHAN\My
Documents\MATLAB\1.jpg');//menentukan citra hasil
segmentasi

[M N] = size(manual_Image);
error = manual_Image - Seg_Image; //menghitung tingkat
kesalahan
Mean_Square_Error = sum(sum(error .* error)) / (M * N)
//Hasil dari menghitung tingkat kesalahan

```

Gambar 4.10 Source code Program untuk Menghitung Mean Square Error (MSE)

#### 4.2.3 Implementasi *Form Interface* Proses Validasi

*Interface* validasi merupakan *form* untuk proses penghitungan validasi untuk membandingkan antara hasil segmentasi manual dengan hasil segmentasi sistem dan untuk mengetahui nilai akurasi, sensitifitas dan spesifisitas.

Implementasi *form interface* validasi sebagai berikut :



Gambar 4.11 *Interface* untuk *Form* Validasi

Pada *form interface* validasi ini terdapat 2 menu dan 5 tombol, yaitu:

- 1) *Menu* : Berisi submenu “*Main Menu*” untuk kembali pada menu utama dan “*Image Process*” untuk membuka menu proses segmentasi.
- 2) *File* : Berisi tombol “*Reset*” untuk menormalkan kembali sistem setelah dilakukan proses validasi.
- 3) *Open Left* : Tombol yang digunakan untuk memanggil hasil citra segmentasi sistem pada paru-paru bagian kiri.
- 4) *Open Right* : Tombol yang digunakan untuk memanggil hasil citra segmentasi sistem pada paru-paru bagian kanan.
- 5) *Open Left* : Tombol yang digunakan untuk memanggil hasil citra segmentasi manual pada paru-paru bagian kiri.
- 6) *Open Right* : Tombol yang digunakan untuk memanggil hasil citra segmentasi manual pada paru-paru bagian kanan.
- 7) *Result* : Tombol yang digunakan untuk menghitung validasi dari hasil akurasi, sensitifitas dan spesifisitas juga nilai dari TN, FN, TP dan FP.

Berikut *method* untuk memanggil tombol *Open Left* segmentasi sistem :

```
function Open1_Callback(hObject, eventdata, handles)

global hasil1
[namafile,direktori]=uigetfile( ...
{'*.bmp;*.jpg;*.png;*.tif'}, 'buka gambar');
if ~isequal(namafile,0) //untuk membuka jenis file
roc1=imread(fullfile(direktori,namafile));
axes(handles.axes1);
level = graythresh(roc1); //mengambil hasil validasi
bw = im2bw(roc1, level);
hasil1=bw;
hasil1(:,1:137)=0;
```

```

imshow(hasil1); //menampilkan gambar
guidata(hObject,handles);
else
    return;
end

```

Gambar 4.12 Source code Program untuk Memanggil Tombol *Open Left* Segmentasi Sistem

Berikut *method* untuk memanggil tombol *Open Right* segmentasi sistem

```

function Open2_Callback(hObject, eventdata, handles)

global hasil1
[namafile,direktori]=uigetfile( ...
{'*.bmp;*.jpg;*.png;*.tif'},'buka gambar');
if ~isequal(namafile,0) //untuk membuka jenis file
    roc1=imread(fullfile(direktori,namafile));
    axes(handles.axes1);
    level = graythresh(roc1); //mengambil hasil validasi
    bw = im2bw(roc1, level);
    hasil1=bw;
    hasil1(:,130:256)=0;
    imshow(hasil1); //menampilkan gambar
    guidata(hObject,handles);
else
    return;
end

```

Gambar 4.13 Source code Program untuk Memanggil Tombol *Open Right* Segmentasi Sistem

Berikut *method* untuk memanggil tombol *Open Left* segmentasi manual

```

function Open3_Callback(hObject, eventdata, handles)

global hasil2
[namafile,direktori]=uigetfile( ...
{'*.bmp;*.jpg;*.png;*.tif'},'buka gambar');
if ~isequal(namafile,0) //untuk membuka jenis file
    roc2=imread(fullfile(direktori,namafile));
    axes(handles.axes2);
    level = graythresh(roc2); //mengambil hasil validasi
    bw = im2bw(roc2,level);
    hasil2=bw;
    hasil2(:,1:128)=0;
    imshow(hasil2); //menampilkan gambar
    guidata(hObject,handles);
else
    return;
end

```

Gambar 4.14 Source code Program untuk Memanggil Tombol *Open Left* Segmentasi Manual

Berikut *method* untuk memanggil tombol *Open Right* segmentasi

manual :

```
function Open4_Callback(hObject, eventdata, handles)

global hasil2
[namafile,direktori]=uigetfile( ...
{'*.bmp;*.jpg;*.png;*.tif'}, 'buka gambar');
if ~isequal(namafile,0) //untuk membuka jenis file
roc2=imread(fullfile(direktori,namafile));
axes(handles.axes2);
level = graythresh(roc2); //mengambil hasil validasi
bw = im2bw(roc2,level);
hasil2=bw;
hasil2(:,128:256)=0;
imshow(hasil2); //menampilkan gambar
guidata(hObject,handles);
else
return;
end
```

Gambar 4.15 Source code Program untuk Memanggil Tombol *Open Right* Segmentasi Manual

Berikut *method* untuk memanggil tombol *Result* validasi :

```
function Hasil_Callback(hObject, eventdata, handles)

global hasil2 hasil1
roc=hasil2+hasil1; //menambahkan hasil validasi 2 gambar
TN=0;TP=0;FN=0;FP=0;
//cara perhitungan validasi
for i=1:size(roc,1)
for j=1:size(roc,2)
if roc(i,j)==2
TP=TP+1;
elseif roc(i,j)==1
FN=FN+1;
end
end
end

a=sum(sum(hasil2==1));
FP=a-TP;
TN=(256*256)-(TP+FN+FP);
//menampilkan hasil perhitungan validasi
[TN FN TP FP]
akurasi_r=100*(TP+TN)/(TP+FN+FP+TN)
sensitifitas_r=100*(TP/(TP+FN))
spesifitas_r=100*(TN/(FP+TN))
set(handles.Akurasi, 'String', akurasi_r);
set(handles.Sensitifitas, 'String', sensitifitas_r);
set(handles.Spesifitas, 'String', spesifitas_r);
set(handles.TN, 'String', TN);
set(handles.FN, 'String', FN);
```

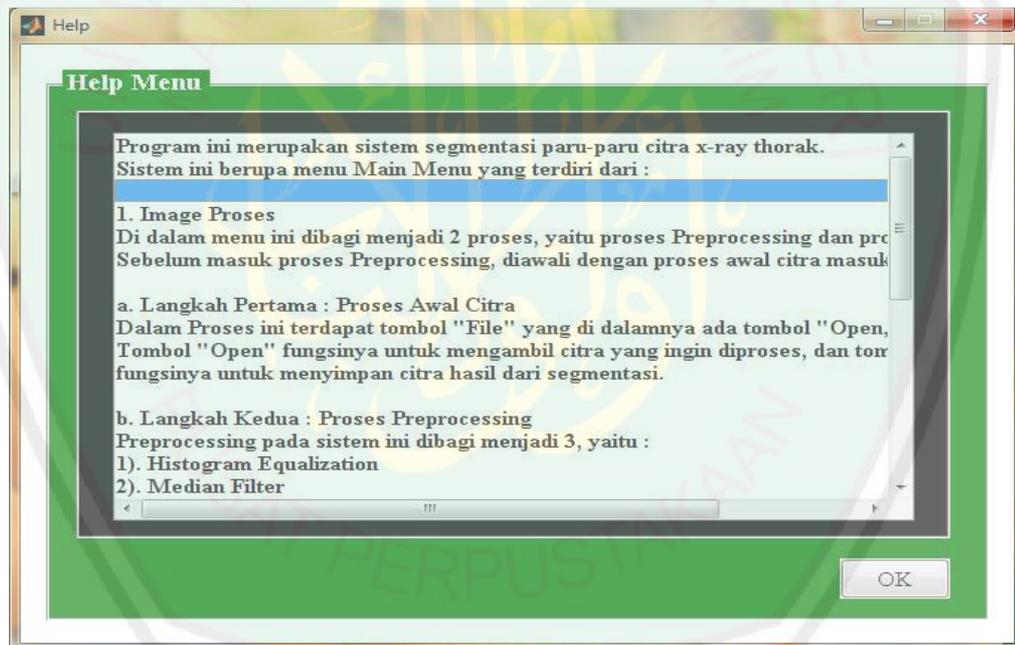
```
set(handles.TP, 'String', TP);
set(handles.FP, 'String', FP);
```

Gambar 4.16 *Source code* Program untuk Memanggil Tombol *Result Validasi*

#### 4.2.4 Implementasi *Form Interface Help*

Merupakan tampilan menu bantuan. Pada tampilan menu *help* terdapat 1 (satu) tombol “OK” yaitu, tombol kembali yang digunakan untuk kembali ke menu *main menu*.

Implementasi *form interface help* sebagai berikut :

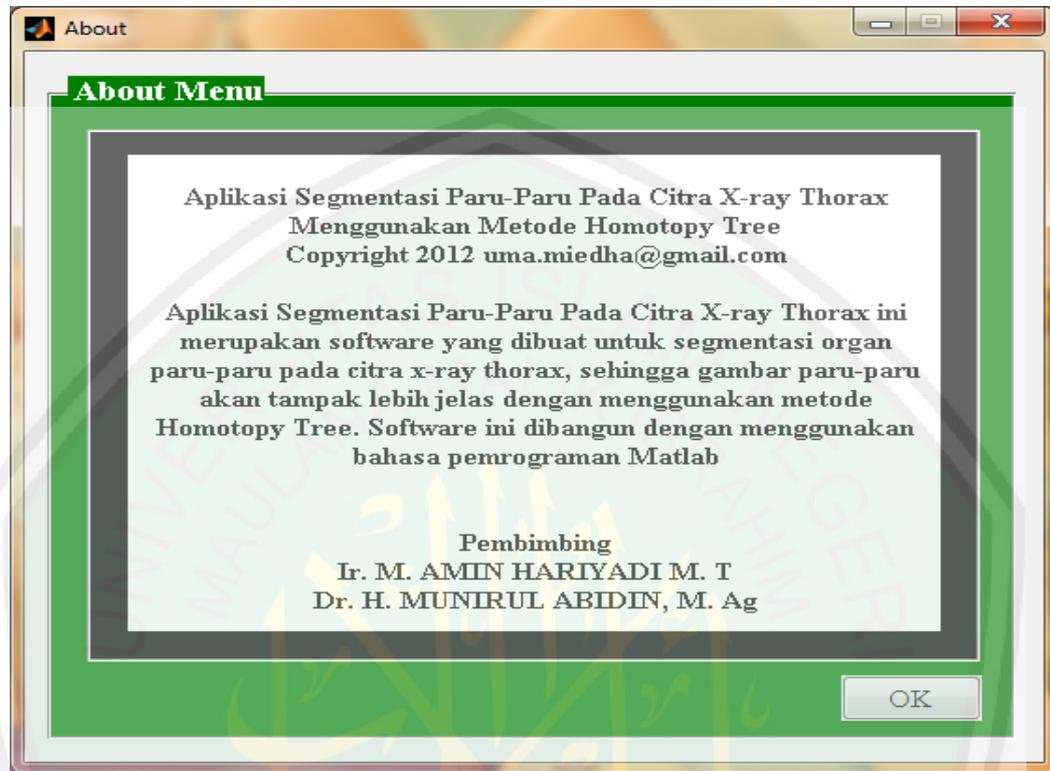


Gambar 4.17 *Interface* untuk *Form Help Content*

#### 4.2.5 *Form Interface About*

Merupakan tampilan menu pembuat. Pada tampilan menu *about* terdapat 1 (satu) tombol “OK” yaitu, tombol kembali yang digunakan untuk kembali ke menu *main menu*.

Implementasi *form interface about* sebagai berikut :



Gambar 4.18 *Interface* untuk *Form About*

#### 4.3 Hasil Uji Coba Segmentasi Paru-Paru Menggunakan Metode *Homotopy Tree*

Pengujian sistem dilakukan terhadap data hasil uji coba dengan hasil segmentasi manual dengan proses validasi sehingga dapat mengukur prosentase akurasi, sensitifitas, dan spesifisitas sistem.

Pengujian pada segmentasi paru-paru dengan metode *Homotopy Tree* menggunakan data masukan sebanyak 30 citra percobaan dengan masing-masing paru-paru kanan dan kiri. Masing-masing citra hasil segmentasi paru-paru akan

dihitung nilai ketepatan dan ketidaktepatan dibandingkan dengan hasil segmentasi manual.

#### **4.3.1 Hasil Uji Coba Validasi Segmentasi Paru-Paru**

Validasi hasil segmentasi paru-paru menggunakan metode *Homotopy Tree* dengan segmentasi manual dilakukan pada 30 citra percobaan. Hasil uji coba validasi dapat dilihat pada tabel 4.4 untuk paru-paru kanan, dan tabel 4.5 untuk paru-paru kiri.



Tabel 4.4 Hasil Uji Coba Validasi Segmentasi Paru-Paru Kanan

No	Citra Percobaan	Akurasi	Sensitifitas	Spesifisitas
1	JPCLN001	94.1940	78.0952	98.1731
2	JPCLN006	97.3038	87.5284	99.0904
3	JPCLN007	95.5765	81.7542	98.7890
4	JPCLN008	97.1710	88.7383	99.4348
5	JPCLN011	96.9894	86.3009	99.0618
6	JPCLN012	94.7754	70.5965	99.8394
7	JPCLN013	97.0947	82.4073	99.7247
8	JPCLN014	97.6074	84.9684	99.9134
9	JPCLN016	96.7148	85.5805	98.8040
10	JPCLN019	96.9482	83.6868	99.8567
11	JPCLN020	96.5775	82.9973	99.4545
12	JPCLN021	97.0734	86.8160	99.4476
13	JPCLN022	96.8781	81.8070	99.7906
14	JPCLN025	96.7560	82.1382	99.5848
15	JPCLN026	96.6858	84.5766	99.6486
16	JPCLN027	96.2921	82.6150	99.7270
17	JPCLN028	97.1405	90.2265	99.1637
18	JPCLN033	98.1491	90.9532	99.6196
19	JPCLN035	97.0749	88.0537	99.2839
20	JPCLN038	97.3511	83.1899	99.5900
21	JPCLN040	95.9991	82.3503	99.5444
22	JPCLN045	96.0083	83.2588	99.6431
23	JPCLN046	96.8231	85.8686	99.0593
24	JPCLN047	96.9757	85.7914	99.8352
25	JPCLN049	97.3022	87.0318	99.7989
26	JPCLN057	96.0968	80.3389	99.0644
27	JPCLN062	97.2519	85.7106	99.7787
28	JPCLN063	96.8292	84.1417	99.7874
29	JPCLN073	96.1243	80.6124	99.3672
30	JPCLN083	95.6375	81.1098	99.5204
<b>Rata-Rata</b>		<b>96.64673</b>	<b>83.97481</b>	<b>99.44655</b>

**Tabel 4.5 Hasil Uji Coba Validasi Segmentasi Paru-Paru Kiri**

No	Citra Percobaan	Akurasi	Sensitifitas	Spesifisitas
1	JPCLN001	94.0979	69.6036	98.4902
2	JPCLN006	93.5699	75.7046	96.9244
3	JPCLN007	94.2230	69.4304	98.7184
4	JPCLN008	94.6594	80.8936	97.8933
5	JPCLN011	95.5551	80.6777	98.2353
6	JPCLN012	96.1807	81.9247	98.5908
7	JPCLN013	94.9554	74.5701	98.0850
8	JPCLN014	96.1716	77.3761	99.2884
9	JPCLN016	88.5849	60.3087	93.8589
10	JPCLN019	95.6619	76.7086	98.8910
11	JPCLN020	92.9245	64.2579	98.0979
12	JPCLN021	95.2789	77.8259	98.3128
13	JPCLN022	94.9371	73.4388	98.7462
14	JPCLN025	95.6665	65.6927	99.0260
15	JPCLN026	95.0989	75.1210	98.5741
16	JPCLN027	94.2947	73.6137	98.3518
17	JPCLN028	93.8828	78.9478	97.2543
18	JPCLN033	95.4422	77.6544	98.2443
19	JPCLN035	95.2530	80.2633	98.4079
20	JPCLN038	96.5744	83.5393	98.5375
21	JPCLN040	92.7612	69.8317	97.6849
22	JPCLN045	95.3979	74.3678	99.1339
23	JPCLN046	94.4077	76.9526	97.7133
24	JPCLN047	93.5623	75.8763	97.3704
25	JPCLN049	95.7016	77.3958	98.8875
26	JPCLN057	94.5999	73.9077	98.1864
27	JPCLN062	94.9814	70.3609	98.6953
28	JPCLN063	94.2856	77.4926	98.0943
29	JPCLN073	95.3064	76.7099	98.7829
30	JPCLN083	93.1259	65.5092	98.8025
<b>Rata-Rata</b>		<b>94.57142</b>	<b>74.53191</b>	<b>98.19599</b>

Dari tabel 4.4 dapat diketahui hasil validasi segmentasi paru-paru bagian kanan menggunakan *Homotopy Tree* dengan hasil segmentasi manual menghasilkan rata-rata akurasi 96.64673%, sensitifitas

83.97481%, dan spesifitas 99.44655% dari 30 citra percobaan yang dilakukan uji coba. Sedangkan untuk hasil validasi paru-paru bagian kiri dalam tabel 4.5 diketahui rata-rata akurasi 94.57142%, sensifitas 74.53191%, dan spesifitas 98.19599% dari 30 citra percobaan yang dilakukan uji coba.

#### 4.4 Segmentasi Citra X-Ray Thorax Dalam Perspektif 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.

Luasnya kandungan Alquran juga mencakup penelitian segmentasi ini. Alquran menjelaskan alasan mengapa firman-firman Allah tidak diturunkan secara langsung, melainkan secara berkelompok, terpisah dan berangsur-angsur. Firman Allah dalam surat Al-Furqan ayat 32:

وَقَالَ الَّذِينَ كَفَرُوا لَوْلَا نُزِّلَ عَلَيْهِ الْقُرْآنُ جُمْلَةً وَاحِدَةً ۚ كَذَلِكَ لِنُثَبِّتَ بِهِ  
فُؤَادَكَ ۖ وَرَتَّلْنَاهُ تَرْتِيلًا ۝

Artinya : “Berkatalah orang-orang yang kafir: "Mengapa Alquran itu tidak diturunkan kepadanya sekali turun saja?" Demikianlah supaya Kami perkuat hatimu dengannya dan Kami membacanya secara tartil (teratur dan benar).”

Alquran diturunkan secara berangsur-angsur selama 22 tahun, 2 bulan, 22 hari atau 23 tahun. Alasan Allah menurunkan Alquran secara berangsur-angsur adalah agar hati Nabi Muhammad menjadi kuat dan tetap. Di antara ayat ayat ada yang merupakan jawaban daripada pertanyaan atau penolakan suatu pendapat atau perbuatan. Hal ini tidak dapat terlaksana jika Alquran diturunkan sekaligus melainkan dengan berkelompok-kelompok. (Quraish Shihab, 2003).

Manfaat dari pembuatan aplikasi segmentasi paru-paru pada citra *x-ray thorax* dalam perspektif islam sangat banyak dalam kehidupan manusia, karena dengan segmentasi atau pemisahan pada beberapa organ manusia bisa lebih optimal dalam proses untuk menganalisis organ supaya lebih baik lagi dalam menjaga kesehatan. Terutama aplikasi ini sangat bermanfaat untuk pengembangan ilmu pengetahuan dalam dunia medis, karena dengan adanya aplikasi ini akan memudahkan dan mengefisiensikan para kerja ahli radiologi dalam menganalisis hasil *rongten*. Ditegaskan dalam alQur'an surat Ath Thalaq ayat 4 :

وَمَنْ يَتَّقِ اللَّهَ تَجْعَلْ لَهُ مِنْ أَمْرِهِ يُسْرًا ۝

Artinya :“ *Dan barang -siapa yang bertakwa kepada Allah, niscaya Allah menjadikan baginya kemudahan dalam urusannya*”. (QS. Ath Thalaq 65 : 4)

Dari hasil segmentasi pada aplikasi ini, manfaat yang dapat diperoleh adalah ilmu pengetahuan baru dalam bidang medis untuk memberikan keringanan dan kemudahan para dokter radiologis dalam menganalisis masing-masing organ dalam *x-ray thorax* terutama organ paru-paru. Adanya aplikasi segmentasi ini akan saling memberikan manfaat bagi pengguna dan pemakai aplikasi ini.

Sebagaimana ditegaskan dalam hadist Nabi SAW yakni bahwa semua ciptaan Allah merupakan manfaat bagi sesamanya.

عن جابر قال : قال رسول الله صلى الله عليه وسلم « : المؤمن يألف ويؤلف ، ولا خير فيمن لا يألف ، ولا يؤلف ، وخير الناس أنفعهم للناس »

Diriwayatkan dari Jabir berkata, "Rasulullah saw bersabda, 'Orang beriman itu bersikap ramah dan tidak ada kebaikan bagi seorang yang tidak bersikap ramah. Dan sebaik-baik manusia adalah orang yang paling bermanfaat bagi manusia.'" (HR. Thabrani dan Daruquthni)

Ilmu pengetahuan sangat luas bila terus dipelajari dan terus dimanfaatkan dalam kehidupan sekitar. Karena Allah selalu memberi jalan bagi hambanya yang ingin terus berusaha dalam memajukan ilmu pengetahuan. Demikian suatu contoh bagaimana ayat-ayat Al-Qur'an dipahami dalam konteks peristiwa paling mutakhir dalam kemudahan bidang ilmu pengetahuan. (Quraish Shihab, 2007)

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan aplikasi segmentasi paru-paru citra *x-ray thorax* dengan metode *Homotopy Tree* yang telah dibuat beserta uji coba yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Ujicoba sistem dilakukan dari 30 percobaan data citra *x-ray thorax* dengan menggunakan metode *Homotopy Tree*, untuk paru-paru kanan aplikasi ini menghasilkan rata-rata akurasi 96.64673%, sensitifitas 83.97481%, dan spesifitas 99.44655%. Sedangkan untuk paru-paru kiri menghasilkan akurasi 94.57142%, sensitifitas 74.53191%, dan spesifitas 98.19599%.
- 2) Proses segmentasi optimal untuk paru-paru dengan metode *Homotopy Tree* menggunakan batas maksimal nilai piksel 160.
- 3) Metode *Homotopy Tree* ini hanya bisa digunakan untuk memperoleh 1 objek dalam satu *background*.

#### 5.2 SARAN

Pengembangan aplikasi ini masih memiliki banyak kekurangan dan memiliki keterbatasan yang dapat dijadikan acuan dalam pengembangan penelitian di masa yang akan datang, sehingga dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut :

- 1) Tahap *preprocessing* pada sistem ini hanya menggunakan *filtering*, sehingga perlu adanya pengembangan untuk memilih algoritma yang lebih baik.
- 2) Perlu pengembangan segmentasi pada data riil yang memiliki dimensi lebih baik lagi yaitu hasil *rontgen* dari Rumah Sakit tertentu sehingga segmentasi yang dihasilkan bisa lebih optimal.
- 3) Aplikasi ini hanya terbatas memiliki kemampuan untuk segmentasi paru-paru saja sehingga perlu adanya pengembangan aplikasi pada deteksi penyakit atau kelainan pada paru-paru yang memerlukan waktu lama dalam proses segmentasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Ghoffar, E. M. 2007. Tafsir Ibnu Katsir Jilid 2. Jakarta : Pustaka Imam asy-Syafi'i.
- Agung, Tjokorda. 2006. Pemanfaatan Operasi Morphologi Untuk Proses Pendeteksian Sisi Pada Pengolahan Citra Digital. Seminar Nasional Sistem dan Informatika 2006; Bali, November 17, 2006.
- Ahmad Balza & Firdausy Kartika. 2005. Teknik Pengolahan Citra menggunakan Delphi. Yogyakarta: Ardi Publishing.
- Ainatul, M. 2012. Metode Segmentasi Paru-Paru Dan Jantung Pada Citra *X-Ray Thorax*. Tesis. Program Studi Ilmu Komputer Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
- Al-Jazairi, Syaikh Jabir. 2007. Tafsir Al-Qur'an Al-Aisar Jilid 3. Jakarta : Darus Sunnah Press.
- An-Najar Zaghlul. 2006. Pembuktian Sains Dalam Sunnah. Jakarta : Amza.
- Ayu, Wulandari. 2006. Pengolahan Citra untuk Membantu Diagnosis Tumor Tulang. Skripsi. Kelompok Keahlian Teknologi Informasi Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Bryan, Morse. 2003. *Digital Signal and Image Processing*. Computer Science.
- Dewanto, P. B. 2008. Perbedaan *Cardiothoracic Ratio* (CTR) normal antara Proyeksi Standar Foto *Thorax* dengan Proyeksi *Anterio-Posterio* (AP) Supine, Ekspirasi Maksimal. Tesis. Program Studi Ilmu Kedokteran Klinik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Fatchoerochman, Zulqarnain, N., Kuntjoro, E. 2010. Radiasi pada Penderita *Karsinoma* Payudara yang Mendapat Terapi Kemoradiasi di RSSUP Dr. Kariadi. Radiologi FK UNDIP, RSUP Dr. Kariadi Semarang, <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/mmi/article/download/153/87>, diakses 3 Januari 2012.
- Gabriel, J. F. 1996. Fisika Kedokteran. Jakarta : Buku Kedokteran, EGC.
- Gonzalez Rafael C and Richard E. Woods. 2009. *Digital Image Processing Using MATLAB*. Amerika : Gatesmark Publishing.

- Ginneken, V. B., 2001, *Computer-Aided Diagnosis in Chest Radiography: A Survey*, IEEE Transactions on Medical Imaging, Vol.20, No.12, December 2001.
- 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.
- Meilinda, S. 2009. Implementasi Segmentasi Citra Menggunakan Metode Grap yang Efisien. Skripsi. Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Munir, Rinaldi. 2005. Pengolahan Citra Digital Dengan Pendekatan Algoritmik. Bandung : Informatika Bandung.
- Putra, Darma. 2010. Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta : ANDI.
- Rasad, S. 2005. *Radiologi Diagnostik Edisi Kedua*. Balai Penerbit FKUI, Jakarta.
- R. M. Noorullah and A. Damodaram.2009. *Innovative Thinning And Gradient Algorithm For Binary And Grey Tone Images Using First In First Out Linear Data Structure*
- Saimamarta, L. R. 2009. *Segmentasi berbasis Tekstur dan Pengenalan Paru-paru pada citra CT Scan Thorax*. Laboratory of Vision and Image Processing Surabaya : Teknik Informatika FTIF-ITS.
- Shihab, Quraish M. 2001. Wawasan Al-qur'an : Tafsir Maudui Atas Berbagai Persoalan Ummat. Bandung: Mizan.
- Shihab, Quraish M. 2003. Tafsir Al-Mishbah Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an Vol 10. Jakarta : Lentera Hati.
- Shihab, Quraish M. 2007. Wawasan Al-Qur'an: Tafsir Tematik atas Pelbagai Persoalan Umat. Bandung : Mizan.
- Soille, P. 2004. *Morphological Image Analysis : Principle and Application*, Springer-Verlag. Berlin and New York.
- Sulistyo, Wiwin dkk. 2009. Analisis Penerapan Metode *Median Filter* Untuk Mengurangi *Noise* Pada Citra Digital. Jurnal Nasional Sistem dan Informatika. KNS&I09-035. Bali, November 14, 2009.
- Sutoy, T dkk.2010. Teori Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta : ANDI.

Syaikh Muhammad, S, A. 2006. Tafsir Juz 'Amma. Solo : At-Tibyan.

Svensson Stina. 2004. *2D Digital Geometry And Mathematical Morphology*

Usman, Ahmad. 2005. Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Wijaya, Marvin CH dan Prijono, Agus. 2007. Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab. Bandung : Informatika Bandung.

<http://www.anneahira.com/pencegahan-penyakit/paru-paru.htm>, di akses pada tanggal 24 April 2011

<http://pusbankes118-anang.blogspot.com/2010/12/proses-oksigenasi.html>, diakses pada tanggal 24 April 2011

<http://id.wikipedia.org/wiki/Paru-paru>, diakses pada tanggal 24 April 2011



## LAMPIRAN

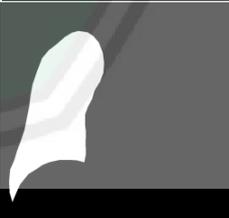
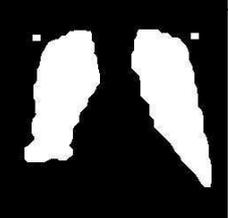
Lampiran 1 Hasil Perhitungan Validasi Dari segmentasi *Homotopy Tree*  
Pada Paru-Paru Kanan

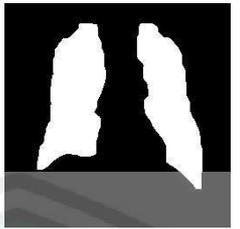
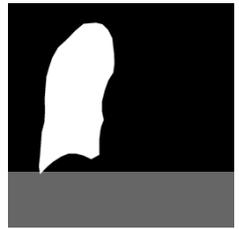
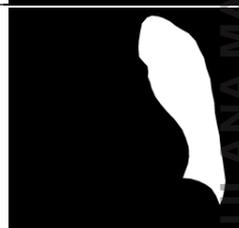
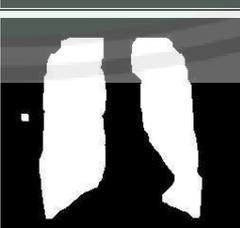
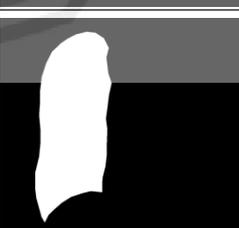
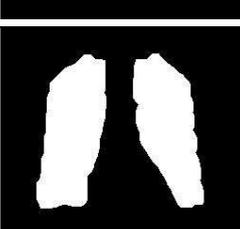
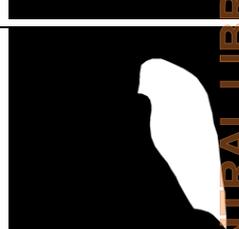
No	Citra Percobaan	ROC				Akurasi	Sensitifitas	Spesifisitas
		TP	FP	TN	FN			
1	JPCLN001	51588	2845	10143	960	94.1940	78.0952	98.1731
2	JPCLN006	54905	1263	8864	504	97.3038	87.5284	99.0904
3	JPCLN007	52533	2255	10104	644	95.5765	81.7542	98.7890
4	JPCLN008	51374	1562	12308	292	97.1710	88.7383	99.4348
5	JPCLN011	54378	1458	9185	515	96.9894	86.3009	99.0618
6	JPCLN012	54100	3337	8012	87	94.7754	70.5965	99.8394
7	JPCLN013	55430	1751	8202	153	97.0947	82.4073	99.7247
8	JPCLN014	55376	1520	8592	48	97.6074	84.9684	99.9134
9	JPCLN016	54522	1493	8861	660	96.7148	85.5805	98.8040
10	JPCLN019	53671	1923	9865	77	96.9482	83.6868	99.8567
11	JPCLN020	53784	1948	9509	295	96.5775	82.9973	99.4545
12	JPCLN021	52924	1624	10694	294	97.0734	86.8160	99.4476
13	JPCLN022	54807	1931	8683	115	96.8781	81.8070	99.7906
14	JPCLN025	54682	1898	8728	228	96.7560	82.1382	99.5848
15	JPCLN026	52468	1987	10896	185	96.6858	84.5766	99.6486
16	JPCLN027	52238	2287	10868	143	96.2921	82.6150	99.7270
17	JPCLN028	50276	1450	13386	424	97.1405	90.2265	99.1637
18	JPCLN033	54209	1006	10114	207	98.1491	90.9532	99.6196
19	JPCLN035	52268	1540	11351	377	97.0749	88.0537	99.2839
20	JPCLN038	56357	1504	7443	232	97.3511	83.1899	99.5900
21	JPCLN040	51786	2385	11128	237	95.9991	82.3503	99.5444
22	JPCLN045	50815	2434	12105	182	96.0083	83.2588	99.6431
23	JPCLN046	53914	1570	9540	512	96.8231	85.8686	99.0593
24	JPCLN047	52106	1896	11448	86	96.9757	85.7914	99.8352
25	JPCLN049	52614	1662	11154	106	97.3022	87.0318	99.7989
26	JPCLN057	54634	2042	8344	516	96.0968	80.3389	99.0644
27	JPCLN062	53646	1682	10089	119	97.2519	85.7106	99.7787
28	JPCLN063	53032	1965	10426	113	96.8292	84.1417	99.7874
29	JPCLN073	53861	2197	9135	343	96.1243	80.6124	99.3672
30	JPCLN083	51466	2611	11211	248	95.6375	81.1098	99.5204
<b>TOTAL</b>						<b>96.64673</b>	<b>83.97481</b>	<b>99.44655</b>

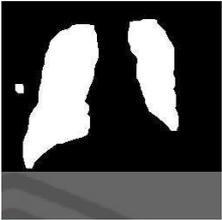
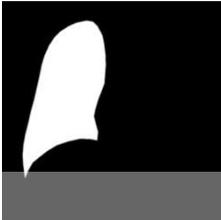
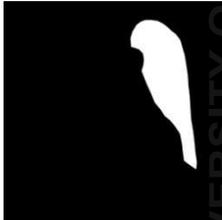
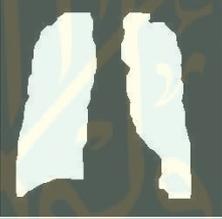
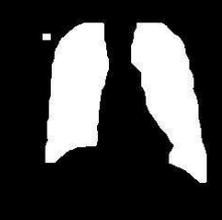
**Lampiran 1I Hasil Perhitungan Validasi Dari segmentasi *Homotopy Tree*  
Pada Paru-Paru Kiri**

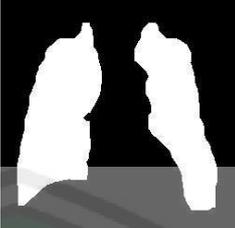
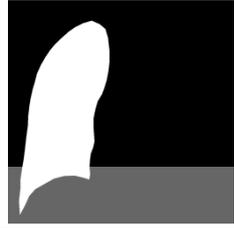
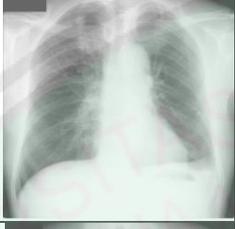
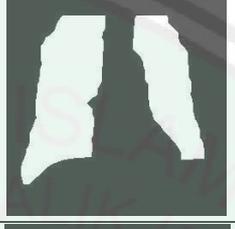
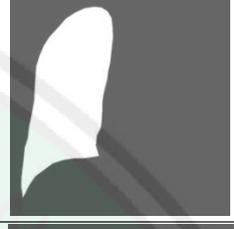
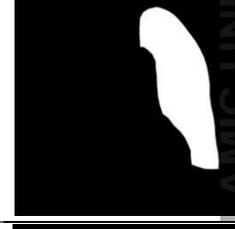
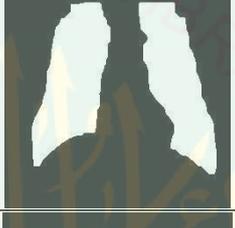
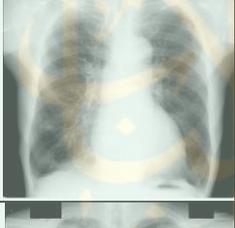
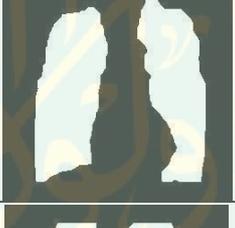
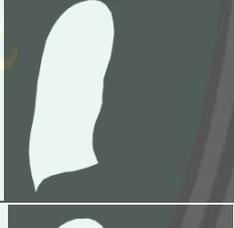
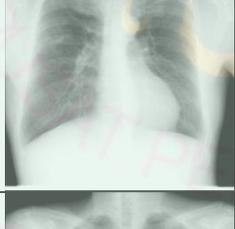
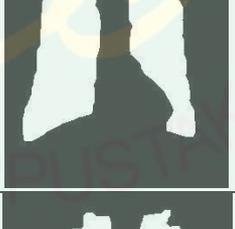
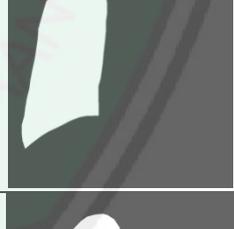
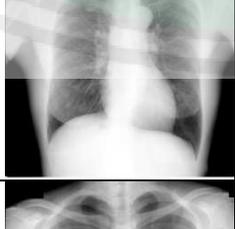
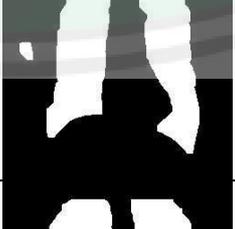
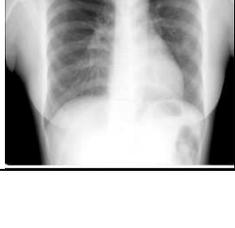
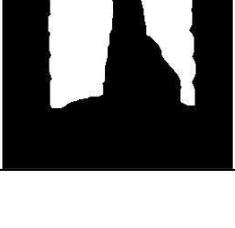
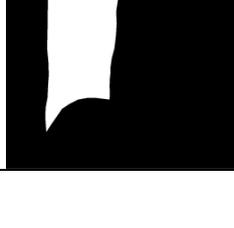
No	Citra Percobaan	ROC				Akurasi	Sensitifitas	Spesifisitas
		TP	FP	TN	FN			
1	JPCLN001	54732	3029	6936	839	94.0979	69.6036	98.4902
2	JPCLN006	53479	2517	7843	1697	93.5699	75.7046	96.9244
3	JPCLN007	54766	3075	6984	711	94.2230	69.4304	98.7184
4	JPCLN008	51951	2382	10085	1118	94.6594	80.8936	97.8933
5	JPCLN011	54552	1933	8071	980	95.5551	80.6777	98.2353
6	JPCLN012	55269	1713	7764	790	96.1807	81.9247	98.5908
7	JPCLN013	55726	2218	6504	1088	94.9554	74.5701	98.0850
8	JPCLN014	55814	2109	7213	400	96.1716	77.3761	99.2884
9	JPCLN016	51842	4089	6213	3392	88.5849	60.3087	93.8589
10	JPCLN019	55375	2222	7318	621	95.6619	76.7086	98.8910
11	JPCLN020	54461	3581	6438	1056	92.9245	64.2579	98.0979
12	JPCLN021	54889	2152	7553	942	95.2789	77.8259	98.3128
13	JPCLN022	54974	2620	7244	698	94.9371	73.4388	98.7462
14	JPCLN025	58357	2266	4339	574	95.6665	65.6927	99.0260
15	JPCLN026	55029	2416	7295	796	95.0989	75.1210	98.5741
16	JPCLN027	53885	2836	7912	903	94.2947	73.6137	98.3518
17	JPCLN028	51998	2541	9529	1468	93.8828	78.9478	97.2543
18	JPCLN033	55623	1993	6926	994	95.4422	77.6544	98.2443
19	JPCLN035	53279	2249	9146	862	95.2530	80.2633	98.4079
20	JPCLN038	56125	1412	7166	833	96.5744	83.5393	98.5375
21	JPCLN040	52702	3495	8090	1249	92.7612	69.8317	97.6849
22	JPCLN045	55168	2534	7352	482	95.3979	74.3678	99.1339
23	JPCLN046	53841	2405	8030	1260	94.4077	76.9526	97.7133
24	JPCLN047	52507	2801	8810	1418	93.5623	75.8763	97.3704
25	JPCLN049	55200	2196	7519	621	95.7016	77.3958	98.8875
26	JPCLN057	54842	2526	7155	1013	94.5999	73.9077	98.1864
27	JPCLN062	56203	2546	6044	743	94.9814	70.3609	98.6953
28	JPCLN063	52402	2727	9389	1018	94.2856	77.4926	98.0943
29	JPCLN073	54542	2404	7918	672	95.3064	76.7099	98.7829
30	JPCLN083	53711	3854	7320	651	93.1259	65.5092	98.8025
<b>TOTAL</b>						<b>94.57142</b>	<b>74.53191</b>	<b>98.19599</b>

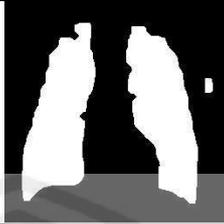
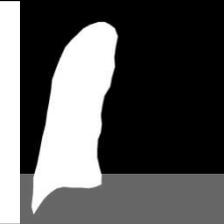
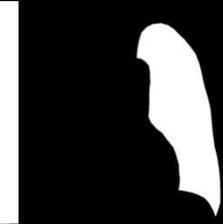
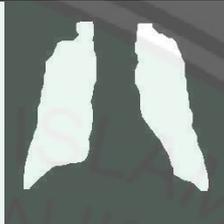
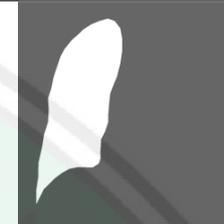
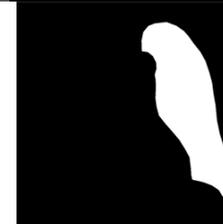
**Lampiran III Hasil Segmentasi Paru-Paru Menggunakan Metode *Homotopy Tree* Pada Paru-Paru Kanan dan Paru-Paru Kiri**

No	Citra Percobaan	Citra Asli	Hasil Segmentasi Paru-Paru	Hasil Segmentasi Manual Paru-Paru Kanan	Hasil Segmentasi Manual Paru-Paru Kiri
1	JPCLN001				
2	JPCLN006				
3	JPCLN007				
4	JPCLN008				
5	JPCLN011				
6	JPCLN012				

7	JPCLN013				
8	JPCLN014				
9	JPCLN016				
10	JPCLN019				
11	JPCLN020				
12	JPCLN021				
13	JPCLN022				

14	JPCLN025				
15	JPCLN026				
16	JPCLN027				
17	JPCLN028				
18	JPCLN033				
19	JPCLN035				
20	JPCLN038				

21	JPCLN040				
22	JPCLN045				
23	JPCLN046				
24	JPCLN047				
25	JPCLN049				
26	JPCLN057				
27	JPCLN062				

28	JPCLN063				
29	JPCLN073				
30	JPCLN083			