

**SEGMENTASI TULANG PADA CITRA X-RAY KARPAL  
MENGUNAKAN *WATERSHED TRANSFORM*  
UNTUK MENUNJANG APLIKASI DETEKSI  
*RHEMATOID ARTHRITIS***

**SKRIPSI**

Oleh:

**YUSUF DARMA PUTRA**

**NIM. 08650054**



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2014**

**SEGMENTASI TULANG PADA CITRA X-RAY KARPAL  
MENGUNAKAN *WATERSHED TRANSFORM*  
UNTUK MENUNJANG APLIKASI DETEKSI  
*RHEMATOID ARTHRITIS***

**SKRIPSI**

Diajukan Kepada:  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Oleh:  
**YUSUF DARMA PUTRA**  
**NIM. 08650054**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2014**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SEGMENTASI TULANG PADA CITRA X-RAY KARPAL  
MENGUNAKAN *WATERSHED TRANSFORM*  
UNTUK MENUNJANG APLIKASI DETEKSI  
*RHEMATOID ARTHRITIS***

**SKRIPSI**

**Oleh :**

Nama : Yusuf Darma Putra  
NIM : 08650054  
Jurusan : Teknik Informatika  
Fakultas : Sains dan Teknologi

**Telah Disetujui, 27 Oktober 2014**

Pembimbing I,

Pembimbing II,

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

**Dr. Cahyo Crysdiان**  
**NIP. 197404242009011008**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SEGMENTASI TULANG PADA CITRA X-RAY KARPAL  
MENGUNAKAN *WATERSHED TRANSFORM*  
UNTUK MENUNJANG APLIKASI DETEKSI  
*RHEMATOID ARTHRITIS***

**SKRIPSI**

**Oleh:  
Yusuf Darma Putra  
NIM. 08650054**

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperolah Gelar Sarjana Teknik Informatika (S.Kom)

**Tanggal, 20 Nopember 2014**

<b>Susunan Dewan Penguji :</b>		<b>Tanda Tangan</b>
<b>1. Penguji Utama</b>	<b>: Irwan Budi Santoso, M.Kom NIP. 197701032011011004</b>	( )
<b>2. Ketua Penguji</b>	<b>: A'la Syauqi, M.Kom NIP. 197712012008011007</b>	( )
<b>3. Sekretaris Penguji</b>	<b>: Dr. M. Amin Hariyadi, M.T NIP. 196701182005011001</b>	( )
<b>4. Anggota Penguji</b>	<b>: Dr. Cahyo Crysdiان NIP. 197404242009011008</b>	( )

Mengetahui dan Mengesahkan  
Ketua Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

**Dr. Cahyo Crysdiان  
NIP. 197404242009011008**

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yusuf Darma Putra

NIM : 08650054

Jurusan : Teknik Informatika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : SEGMENTASI TULANG PADA CITRA X-RAY  
KARPAL MENGGUNAKAN *WATERSHED*  
*TRANSFORM* UNTUK MENUNJANG APLIKASI  
DETEKSI *RHEMATOID ARTHRITIS*

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 23 Oktober 2014

Yusuf Darma Putra  
NIM. 08650054

## MOTTO

*Pengalaman adalah guru terbaik,*

*Belajar dari kesalahan,*

*Dan terus berusaha menjadi lebih baik.*



## PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Dengan mengucap Alhamdulillah rabbi 'alamin, kupersembahkan karya kecilku  
untuk orang-orang yang kusayang dan berjasa dalam hidupku :*

*Ibu dan Bapak yang selalu ada untuk memberi dukungan,  
motivasi, dan tak pernah berhenti percaya.*

## KATA PENGANTAR

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Alhamdulillah* rabbil 'alamin, segala puja dan puji syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Segmentasi Tulang Pada Citra X-ray Karpal Menggunakan Watershed Transform Untuk Menunjang Aplikasi Deteksi Rheumatoid Arthritis”** sebagai salah satu syarat dalam meraih gelar Sarjana di Fakultas Sains dan Teknologi Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Untuk itu, iringan doa dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Dr. M. Amin Hariyadi, M.T selaku dosen pembimbing I dan dosen wali, yang telah membimbing, memotivasi dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Dr. Cahyo Crysdiان selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing, mengarahkan dalam penyusunan skripsi.
3. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Hj. Bayyinatul M., drh., M.Si., selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Ibu dan Bapak yang selalu memberikan motivasi, dukungan, dan kepercayaan.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk penyempurnaan karya-karya yang akan datang. Harapan dari penulis, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang menggunakannya.

Malang, 23 Oktober 2014

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>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	4
1.4.1 Tujuan Penelitian.....	4
1.4.2 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Metodologi Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penyusunan.....	8
<b>BAB 11 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>10</b>
2.1 Rheumatoid Arthritis (RA).....	10
2.2 Tulang Karpal.....	13
2.3 Teori Dasar Pengolahan Citra Digital.....	14
2.3.1 Digitalisasi Citra.....	20
2.3.2 Citra Medis.....	24

2.4 Segmentasi Citra.....	25
2.5 Penelitian Terkait.....	26
2.6 Pentingnya Mendeteksi Penyakit dalam Islam.....	28
2.6.1 Pandangan Islam Terhadap Penyakit.....	28
2.6.2 Pengobatan Penyakit di dalam Islam.....	30
2.6.3 Kesehatan dalam Islam.....	31

**BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM..... 33**

3.1 Analisis Masalah.....	33
3.2 Perancangan Sistem.....	34
3.2.1 Objek Citra yang Diteliti.....	35
3.2.2 <i>Pre-processing</i> (Tahapan Awal).....	37
3.2.2.1 <i>Tresholding</i> .....	37
3.2.2.2 Filter Median.....	39
3.2.3 <i>Pre-segmentation</i> .....	40
3.2.4 Segmentasi X-ray Karpal.....	42
3.2.5 Validasi <i>Receiver Operating Characteristic</i> .....	49
3.3 Perancangan Antarmuka.....	51
3.3.1 Antarmuka Aplikasi Segmentasi.....	52
3.3.2 Antarmuka Validasi ROC.....	54
3.4 Implementasi Aplikasi.....	55
3.4.1 Implementasi Aplikasi Segmentasi.....	55
3.4.1.1 Implementasi Input Citra.....	55
3.4.1.2 Implementasi <i>Pre-processing</i> .....	57
3.4.1.3 Implementasi Pre-segmentasi.....	58
3.4.1.4 Implementasi Segmentasi.....	59
3.4.1.5 Implementasi Tampil Hasil.....	60
3.4.1.6 Proses <i>Sorting</i> .....	61
3.4.1.7 Proses <i>View Segment</i> .....	62
3.4.1.8 Simpan Hasil Segmentasi.....	64
3.4.2 Implementasi Validasi ROC.....	65

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>67</b>
4.1 Langkah-Langkah Uji Coba.....	67
4.1.1 Langkah-Langkah Uji Coba Aplikasi Segmentasi.....	67
4.1.2 Langkah-Langkah Uji Coba Aplikasi Validasi ROC.....	68
4.2 Hasil Uji Coba .....	68
4.3 Pembahasan .....	76
4.4 Integrasi Metode Segmentasi <i>Watershed Transform</i> dengan Al-Qur'an.....	77
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>78</b>
5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran.....	79
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>80</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Tanda dan Gejala RA .....	12
Gambar 2.2 Tulang karpal.....	13
Gambar 2.3 Citra X-ray Tulang Karpal .....	14
Gambar 2.4 Citra Biner .....	18
Gambar 2.5 Citra Grayscale .....	19
Gambar 2.6 Citra Berwarna .....	20
Gambar 2.7 Proses Digitalisasi Citra Analog ke Digital .....	21
Gambar 3.1 Diagram Alir Sistem Secara Umum.....	34
Gambar 3.2 Citra X-ray Tulang Karpal .....	36
Gambar 3.3 Citra x-ray Hasil Proses <i>Cropping</i> .....	36
Gambar 3.4 Diagram Blok <i>Preprocessing</i> .....	36
Gambar 3.5 Konsep Filter Median.....	39
Gambar 3.6 Konsep <i>Morphological Gradient</i> .....	40
Gambar 3.7 Konsep Dasar <i>Watershed</i> .....	42
Gambar 3.8 Pembuatan Dam.....	44
Gambar 3.9 Pseudo-code Watershed Transform Algorithm.....	48
Gambar 3.10 Diagram Proses Segmentasi / Watershed.....	49
Gambar 3.11 Perbedaan Antara Hasil Segmentasi Manual ( <i>Ideal Image</i> ) dengan Hasil Segmentasi Sistem.....	50
Gambar 3.12 Formulasi Matriks dari TP, FP, TN, FN.....	51
Gambar 3.13 Desain antarmuka aplikasi segmentasi.....	52
Gambar 3.14 Antarmuka validasi ROC.....	54
Gambar 3.15 Halaman Utama Program .....	55
Gambar 3.16 Tampilan Proses Open File .....	56
Gambar 3.17 Tampilan Input Citra .....	56
Gambar 3.18 Source Code Untuk Mengambil Citra.....	57
Gambar 3.19 Tampilan Hasil Implementasi <i>Adaptive Threshold</i> .....	57
Gambar 3.20 Tampilan Hasil Implementasi Filter Median.....	58
Gambar 3.21 <i>Source Code</i> Preprocessing.....	58

Gambar 3.22 Tampilan Hasil <i>Pre-segmentation</i> .....	59
Gambar 3.23 <i>Source Code</i> Pre-segmentasi.....	59
Gambar 3.24 Tampilan Hasil Segmentasi.....	60
Gambar 3.25 <i>Source Code</i> Segmentasi <i>Watershed Transform</i> .....	60
Gambar 3.26 Tampilan Hasil .....	61
Gambar 3.27 <i>Source Code</i> Menu Sorting.....	62
Gambar 3.28 Tampilan Hasil <i>View Segment</i> .....	62
Gambar 3.29 <i>Source Code</i> View Segment.....	64
Gambar 3.30 Tampilan <i>Save Image</i> .....	64
Gambar 3.31 <i>Source Code</i> <i>Save Image</i> .....	65
Gambar 3.32 Menu Validasi.....	65
Gambar 3.33 Hasil Validasi.....	66
Gambar 3.34 <i>Source Code</i> Program untuk Validasi.....	66
Gambar 4.1 Hasil Segmentasi <i>Watershed Transform</i> .....	69

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kuantisasi Citra dengan Skala Keabuan yang Berbeda .....	22
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan perbandingan segmentasi tulang citra karpal “Carpal01.jpg” tanpa <i>pre-processing</i> dan <i>pre-segmentation</i> .....	72
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Perbandingan Segmentasi Tulang Citra Karpal Carpal02.jpg tanpa <i>pre-processing</i> dan <i>pre-segmentation</i> .....	72
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Perbandingan Segmentasi Tulang Citra Karpal Carpal03.jpg tanpa <i>pre-processing</i> dan <i>pre-segmentation</i> .....	73
Tabel 4.4 Hasil ujicoba segmentasi tulang karpal menggunakan <i>watershed</i> <i>transform</i> .....	71
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan perbandingan segmentasi tulang citra karpal “Carpal01.jpg”.....	72
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Perbandingan Segmentasi Tulang Citra Karpal Carpal02.jpg.....	72
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Perbandingan Segmentasi Tulang Citra Karpal Carpal03.jpg.....	73

## ABSTRAK

Darma Putra, Yusuf 2014. *Segmentasi Tulang Pada Citra X-ray Karpal Menggunakan Watershed Transform Untuk Menunjang Aplikasi Deteksi Rheumatoid Arthritis*. Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Pembimbing: (I) Dr. M. Amin Hariyadi, M.T (II) Dr. Cahyo Crysdiyan.

---

**Kata kunci :** *segmentasi, tulang karpal, watershed transform, rheumatoid arthritis*

Salah satu penyakit yang menyerang persendian tulang adalah *Rheumatoid Arthritis* (RA). Gejala yang dapat ditemui oleh orang yang terkena penyakit ini adalah rasa nyeri dan kaku pada banyak sendi. Hal ini terjadi karena adanya inflamasi pada membran sinovial yang membungkus sendi.

Penelitian dilakukan untuk membuat suatu aplikasi yang dapat mensegmentasi tulang pada citra x-ray karpal *Rheumatoid Arthritis*. Penelitian ini menggunakan metode *Watershed Transform* dengan dalam proses segmentasi, *Adaptive Treshold* dan *Median Filter* sebagai metode *preprocessing*, dan *Morphological Gradient* sebagai metode *presegmentation*. Kombinasi metode tersebut digunakan untuk mengoptimalkan segmentasi dan mengurangi terjadinya *oversegmentation*.

Hasil pengujian aplikasi terhadap 84 citra digital tulang karpal RA dengan metode *Receiver Operatic Characteristic* (ROC) menunjukkan prosentase rata-rata akurasi 93,58917%, sensitifitas 64,14227%, dan spesifitas 94,753%.

## ABSTRACT

Darma Putra, Yusuf. 2014. *Bone Segmentation of Carpal X-ray Image using Watershed Transform to Support Application Rheumatoid Arthritis Detection*. Thesis. Informatics Department Faculty of Science and Technology State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim. Adviser : (I) Dr. M. Amin Hariyadi, M.T (II) Dr. Cahyo Crys dian.

---

**Keywords :** *image segmentation, watershed transform, rheumatoid arthritis*

Rheumatoid Arthritis (RA) is a disease that attacks the joints of bones. Symptoms of this disease are pain and stiffness in many joints. This occurs due to inflammation of the synovial membrane that encloses the joint.

This research was carried out to create an application that can segment the bone on the x-ray image of the carpal rheumatoid arthritis. This research uses Watershed Transform in the segmentation process, Adaptive Threshold and median filter as preprocessing methods, and morphological gradient as presegmentation method. The combination of these methods is used to optimize segmentation and reduce oversegmentation.

Experimental results prove that the proposed approach successfully segment the bone on the x-ray image of the carpal and eliminate oversegmentation. The results of calculations using Operatic Receiver Characteristic (ROC) shows the average percentage 93.58917% accuracy, sensitivity 64.14227%, and a specificity of 94.753%.



## الملخص

درما فوترا, يوسف. 2014. الإنقسام العظام في صورة الأشعة السينية *X-ray* من الرسغي عن طريق تحويل مستجمعات المياه لدعم الكشف تطبيق التهاب ارطرتيس الروماتويدي *Rhematoid Arthritis*. أطروحة. قسم المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا . الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرف، الدكتور محمد أمين هاري الماجستير، و الدكتور جهبوا خريسديان.

الكلمات البحث: تجزئة، وعظام الرسغ، فاصلا تحويلا، و ارطرتيس الروماتويدي

واحدة من الأمراض التي تهاجم مفاصل العظام هو التهاب المفاصل الروماتيزمي (RA). الأعراض التي يمكن أن يواجهها الأشخاص المتضررين من هذا المرض هي ألم وتصلب في العديد من المفاصل . يحدث هذا بسبب التهاب الغشاء الزليلي الذي يحيط المفصل. وقد أجريت الدراسة لإنشاء التطبيق التي يمكن أن شريحة العظام على الصورة الأشعة السينية من التهاب المفاصل الروماتويدي الرسغي . تستخدم هذه الدراسة مستجمعات المياه التحويل *Watershed Transform* في عملية تجزئة، والتكيف عتبة *Adaptive Threshold* وفلتر متوسط *Median Filter* وسائل تجهيزها، والتدرج الصرفي *Morphological Gradient* كوسيلة قبل تجزئة . يتم استخدام مزيج من هذه الطرق لتحسين تجزئة والحد من الإفراط في تجزئة. نتائج الاختبار للتطبيق 84 من الصورة الرقمية الرسغي العظام RA مع طريقة استقبال بالأوبرا المميزة *Receiver Operatic Characteristic (ROC)* معارض متوسط نسبة دقة 93.58917٪، حساسية 64.14227٪، وخصوصية 94.753٪.

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Tulang dan sendi merupakan unsur terpenting dalam tubuh manusia sebagai bahan pembentukan dan penguat tubuh. Tulang dan sendi berperan utama dalam segala aktivitas manusia. Walaupun terdapat sedikit gangguan pada sendi dan tulang, hal itu dapat mengganggu kegiatan yang kita lakukan. Gangguan pada persendian tulang dapat menghambat aktivitas manusia. Dalam Al-Qur'an surat Ath- Thariq, Allah SWT berfirman:

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

Artinya: “ Maka hendaklah manusia memperhatikan dari Apakah Dia diciptakan? Dia diciptakan dari air yang dipancarkan, yang keluar dari antara tulang sulbi laki-laki dan tulang dada perempuan.” (QS Ath-Thariq 5-7)

Dalam ayat tersebut Allah SWT telah menceritakan tentang proses penciptaan manusia. Dari hal tersebut dapat kita ketahui bahwa tulang adalah salah satu pembentuk manusia.

Salah satu penyakit yang menyerang persendian tulang adalah *Rheumatoid Arthritis* (RA). Rheumatoid arthritis adalah suatu penyakit autoimun yang ditandai dengan inflamasi yang bersifat kronis dimana membrane sinovial yang biasanya pertama kali diserang dan sendi sebagai target utamanya. Penderita RA pada umumnya datang dengan keluhan nyeri dan kaku pada banyak sendi, walaupun ada

1/3 penderita mengalami gejala awal pada satu atau beberapa sendi saja. Walaupun tanda kardinal inflamasi (nyeri, bengkak, kemerahan dan teraba hangat) mungkin ditemukan pada awal penyakit atau selama selama kekambuhan (*flare*), namun kemerahan dan perabaan hangat mungkin tidak dijumpai pada RA yang kronik. Penyebab arthritis pada RA adalah sinovitis, yaitu adanya inflamasi pada membran sinovial yang membungkus sendi. Pada umumnya sendi yang terkena adalah persendian tangan, kaki dan vertebra servikal, tetapi persendian besar seperti bahu dan lutut juga bisa terkena. Salah satu persendian yang terkena RA adalah sendi-sendi tulang karpal. Tulang karpal terdiri dari 8 tulang pendek yang berartikulasi dengan ujung distal ulna dan radius, dan dengan ujung proksimal dari tulang metakarpal. Antara tulang-tulang karpal tersebut terdapat sendi geser. Ke-delapan tulang tersebut adalah scaphoid, lunate, triquetrum, piriformis, trapezium, trapezoid, capitate, dan hamate (Corwin Elizabeth, 2009: 347).

Dalam sebuah hadist, Rasulullah bersabda:

فِي الْإِنْسَانِ ثَلَاثُ مِائَةٍ وَسِتُّونَ مَفْصِلًا فَعَلَيْهِ أَنْ يَتَصَدَّقَ عَنْ كُلِّ مَفْصِلٍ مِنْهُ بِصَدَقَةٍ قَالُوا وَمَنْ يُطِيقُ ذَلِكَ يَا نَبِيَّ اللَّهِ قَالَ النَّخَاعَةُ فِي الْمَسْجِدِ تَدْفِنُهَا وَالشَّيْءُ تَنْجِيهِهِ عَنِ الطَّرِيقِ فَإِنْ لَمْ تَجِدْ فَرَكْعَتَا الصُّحَى مُجْرِنُكَ

Artinya: "Dalam diri manusia ada 360 persendian, lalu diwajibkan sedekah dari setiap sendinya," mereka bertanya, "Siapa yang mampu demikian, wahai Nabi Allah?" Beliau menjawab, "Memendam riak yang ada di masjid dan menghilangkan sesuatu (gangguan) dari jalanan. Apabila tidak mendapatkannya, maka dua raka'at shalat Dhuha mencukupkanmu."

Dari hadist diatas disebutkan bahwa di dalam tubuh manusia terdapat 360 persendian, dan umat manusia diwajibkan untuk bersedekah atas semua sendi mereka. Apabila tidak melaksanakannya dapat diganti dengan menjalankan sholat

dhuha. Ini adalah salah satu manfaat dari sholat dhuha, yaitu dapat menggantikan sedekah terhadap sendi-sendi tubuh manusia, dan juga sebagai penghindar dari penyakit persendian.

Pendeteksian *Rhematoid Arthritis* (RA) sejak dini dapat membantu dalam pengobatan dan mencegah terjadinya peradangan kronis pada persendian. Pendeteksian RA dilakukan dengan melakukan foto x-ray pada tulang yang kemudian hasilnya dibaca dan dideteksi oleh radiolog (dokter spesialis radiologi). Tingkat efektivitas dan akurasi dalam membaca citra hasil x-ray sangat berperan penting dalam penanganan RA. Dengan berkembangnya teknologi informasi, pembacaan citra x-ray dapat dilakukan secara otomatis dengan memanfaatkan teknologi *image processing* (pengolahan citra).

Dalam hal pengukuran dan pendeteksian segala sesuatu yang ada di bumi dan langit, Allah SWT berfirman:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾

Artinya: “*Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran.*” (QS. Al-Qamar:49)

Dalam ayat tersebut melukiskan keteraturan penciptaan segala sesuatu yaitu ketentuan yang berupa ukuran. Dalam pendeteksian *Rhematoid Arthritis* (RA) dapat diketahui dari ciri-ciri RA dan seberapa luas ukuran tersebarnya RA. Dengan menggunakan teknologi *image processing* hal tersebut dapat dilakukan secara otomatis.

Berdasarkan penjelasan tersebut, akan dilakukan penelitian penggunaan metode *Watershed Transform* dalam melakukan segmentasi tulang pada citra x-ray karpal *Rheumatoid Arthritis* (RA).

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah metode *watershed transform* dapat digunakan untuk segmentasi tulang karpal ?
2. Seberapa akurat hasil segmentasi tulang menggunakan metode *watershed transform* ?

## 1.3 Batasan Masalah

1. Data yang digunakan dalam penelitian adalah citra x-ray karpal *rheumatoid arthritis* (RA) dengan format *Joint Photoographic Experts Group* (\*.jpeg).

## 1.4 Tujuan Dan Manfaat Penelitian

### 1.4.1 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini antara lain :

1. Membuktikan bahwa metode *watershed transform* dapat digunakan untuk segmentasi tulang karpal.
2. Mengukur akurasi hasil segmentasi tulang menggunakan metode *watershed transform*.

### 1.4.2 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain :

1. Akademis

Secara akademik penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi

bagi pengembangan studi Teknik Informatika khususnya masalah segmentasi tulang karpal menggunakan citra x-ray dengan *watershed transform*.

## 2. Praktis

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

## 3. Penulis

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

### **1.5 Metodologi Penelitian**

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

#### 1. Fase Analisis

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

##### a. Identifikasi Masalah

Mengenali setiap kelebihan dan kekurangan yang ada pada sistem.

##### b. Analisis Masalah

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

c. Analisis Kebutuhan

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

d. Analisis Literatur

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

Segmentasi, Tulang selangka, Citra *X-Ray carpal*, dan *Watershed Transform*.

2. Fase Desain

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

a. Arsitektur Sistem

Konsep arsitektur sistem yang berjalan dijabarkan disini.

b. Desain Output

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

c. Desain Input

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

d. Desain Proses

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

e. Desain *Interface*

Rencana tampilan sistem digambarkan disini.

3. Fase Implementasi

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

a. Penyiapan Gambar Citra X-ray *carpal*

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

b. Perancangan dan Pembuatan program

Merancang sistem dengan *watershed transform*, kemudian membuat program aplikasinya.

c. Pelatihan Sistem

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

d. Fase Uji coba

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



e. Pembuatan Laporan

Membuat laporan tertulis mengenai Tugas Akhir ini.

## 1.6 Sistematika Penyusunan

### **BAB I : PENDAHULUAN**

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

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

Dalam bab ini dijelaskan dasar-dasar teori yang menjadi acuan dalam penelitian ini yang berjudul Segmentasi Tulang Pada Citra X-Ray Karpal Menggunakan *Watershed Transform*.

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

Pada bab ini dijelaskan bagaimana analisis dan perancangan sistem Segmentasi Tulang karpal Dari Citra *X-ray Carpal* Dengan Menggunakan *Watershed Transform*.

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

Implementasi dan pengujian aplikasi Segmentasi Tulang Karpal Dari Citra *X-ray Carpal* Dengan Menggunakan *Watershed Transform* secara keseluruhan, apakah aplikasi ini dapat menyelesaikan masalah sesuai dengan yang diharapkan.

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

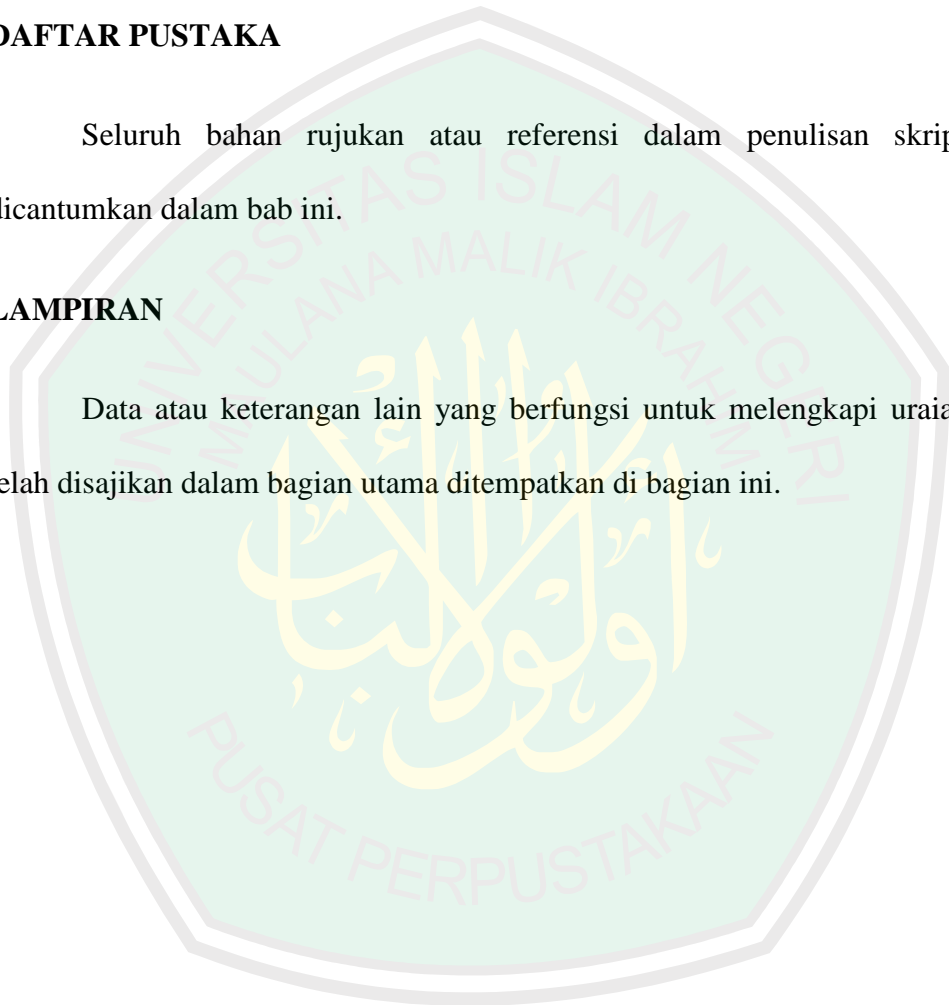
Kesimpulan dari awal mula penelitian hingga diperoleh hasil beserta saran dari evaluasi yang telah dilakukan dalam bab ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

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

## **LAMPIRAN**

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



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 *Rhematoid Arthritis (RA)***

*Rhematoid arthritis (RA)* adalah penyakit autoimun yang ditandai oleh inflamasi sistemik kronik dan progresif, dimana sendi merupakan target utama.

Rheumatoid arthritis adalah suatu penyakit autoimun yang ditandai dengan inflamasi yang bersifat kronis dimana membrane sinovial yang biasanya pertama kali diserang dan sendi sebagai target utamanya.

Penyebab dari RA tidak diketahui secara pasti, namun berikut ini diduga yang menyebabkan penyakit RA:

1. Faktor genetik

Faktor genetik berperan penting terhadap kejadian RA, dengan angka kepekaan dan ekspresi penyakit sebesar 60%.

2. Hormon sex

Prevalensi AR lebih besar pada perempuan dibandingkan dengan laki-laki, sehingga diduga hormon sex berperan dalam perkembangan penyakit ini.

3. Faktor infeksi

Beberapa bakteri dan virus diduga sebagai agen penyebab penyakit AR. Organisme ini diduga menginfeksi sel induk semang (host) dan merubah reaktivitas atau respon sel T sehingga mencetuskan timbulnya penyakit.

Walaupun belum ditemukan agen infeksi yang secara nyata terbukti sebagai penyebab penyakit.

#### 4. Protein heat shock (HSP)

HSP adalah keluarga protein yang diproduksi oleh sel pada semua spesies sebagai respon terhadap stres. Protein ini mengandung untaian (sequence) asam amino homolog.

#### 5. Faktor Risiko

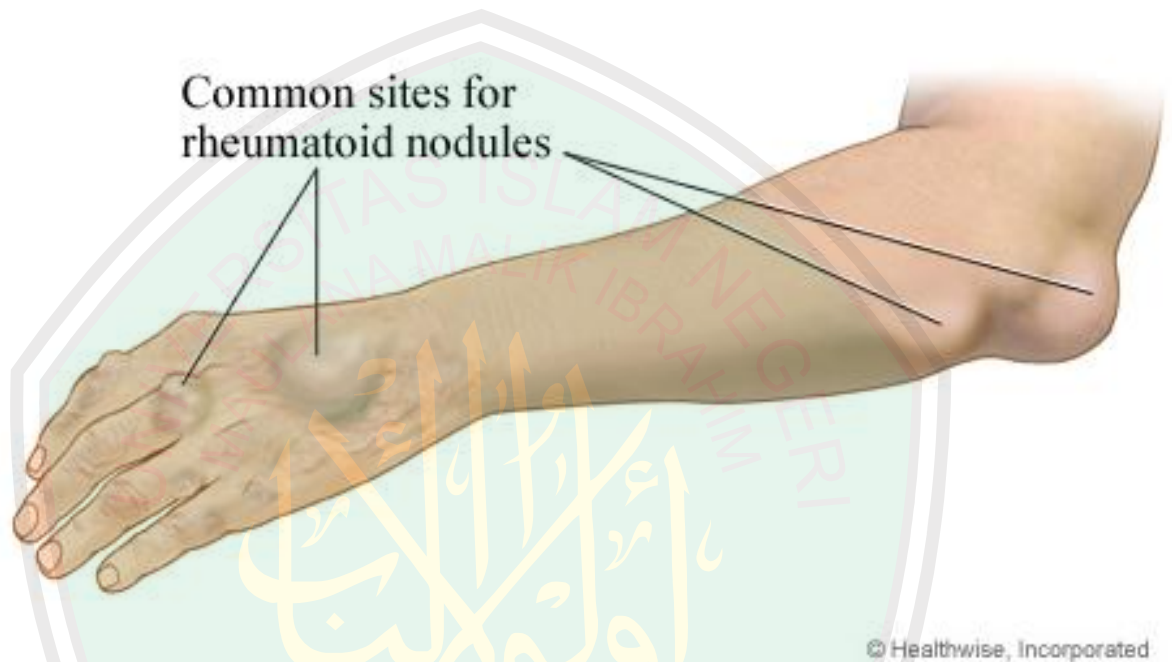
Faktor risiko yang berhubungan dengan peningkatan terjadinya AR antara lain jenis kelamin perempuan, ada riwayat keluarga yang menderita AR, umur lebih tua, paparan salisilat dan merokok. Konsumsi kopi lebih dari tiga cangkir sehari, khususnya kopi *decaffeinated* mungkin juga berisiko.

Kerusakan sendi pada RA dimulai dari proliferasi makrofag dan fibroblast sinovial setelah adanya faktor pencetus, berupa autoimun atau infeksi. Limfosit menginfiltrasi daerah perivaskuler dan terjadi proliferasi sel-sel endotel, yang selanjutnya terjadi neovaskularisasi.

Pembuluh darah pada sendi yang terlibat mengalami oklusi oleh bekuan-bekuan kecil atau sel-sel inflamasi. Terjadi pertumbuhan yang ireguler pada jaringan sinovial yang mengalami inflamasi sehingga membentuk jaringan pannus. Pannus menginvasi dan merusak rawan sendi dan tulang. Berbagai macam sitokin, interleukin, proteinasi dan faktor pertumbuhan dilepaskan, sehingga mengakibatkan distruksi sendi dan komplikasi sistemik

Akibatnya adalah hilangnya permukaan sendi yang akan mengganggu gerak sendi. Otot akan turut terkena karena serabut otot akan

mengalami perubahan degeneratif dengan hilangnya elastisitas otot dan kekuatan kontraksi otot.



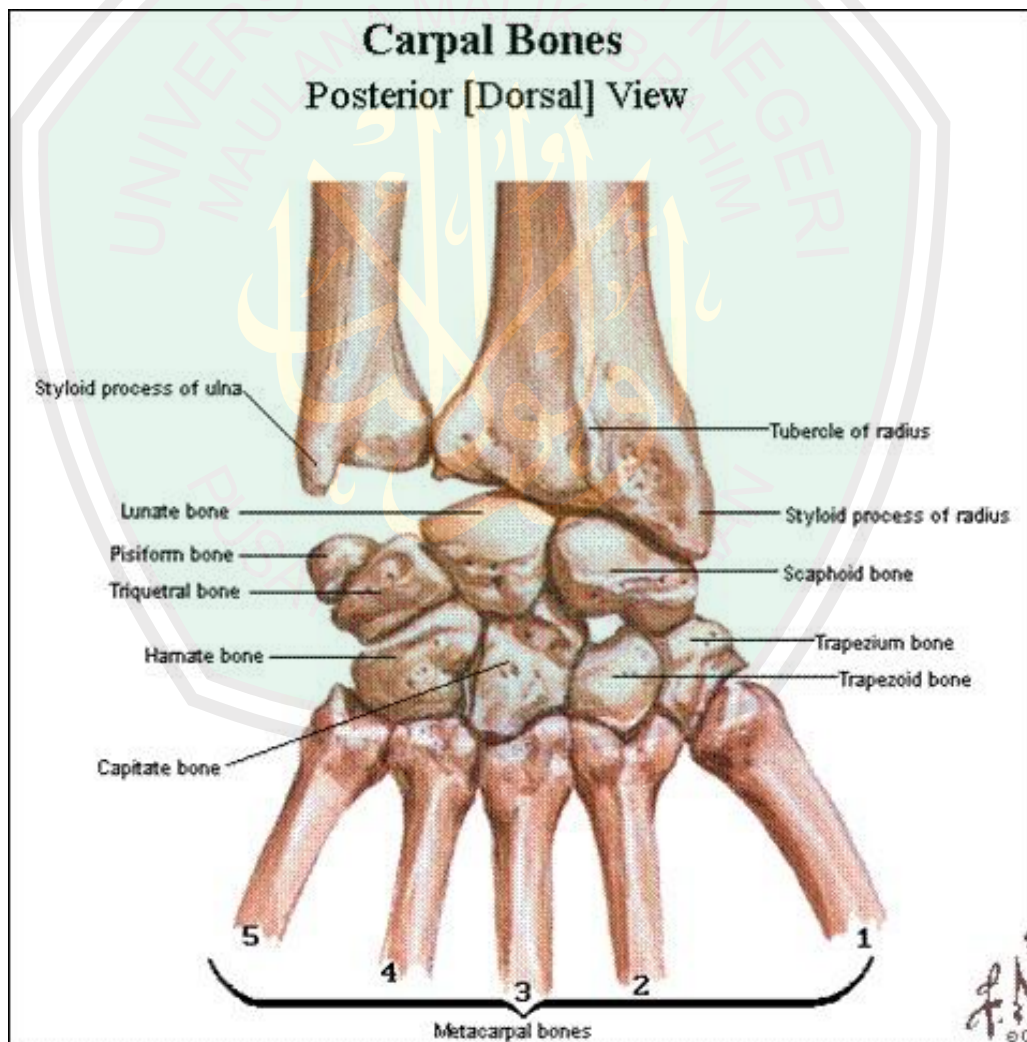
**Gambar 2.1** : Ilustrasi tanda dan gejala RA  
(Sumber : <http://www.webmd.com>)

Komplikasi yang sering terjadi pada rheumatoid arthritis:

- 1) nodulus rheumatoid ekstrasinovial dapat terbentuk pada katup jantung atau pada paru, mata atau limfa. Fungsi pernapasan dan jantung dapat terganggu,. Glaukoma dapat terjadi apabila nodulus yang menyumbat aliran keluar cairan okular terbentuk pada mata.
- 2) Vaskulitis (inflamasi sistem vaskular) dapat menyebabkan thrombosis dan infark.
- 3) Penurunan kemampuan untuk melakukan aktivitas hidup sehari-hari, depresi, dan stres keluarga dapat menyertai eksaserbasi penyakit.

## 2.2 Tulang Karpal

Tulang karpal terdiri dari 8 tulang pendek yang berartikulasi dengan ujung distal ulna dan radius, dan dengan ujung proksimal dari tulang metakarpal. Antara tulang-tulang karpal tersebut terdapat sendi geser. Ke-delapan tulang tersebut adalah scaphoid, lunate, triquetrum, piriformis, trapezium, trapezoid, capitate, dan hamate.



**Gambar 2.2 :** Tulang karpal  
(Sumber: [bone.co.id/2011/05/06/fraktur-tulang-karpal](http://bone.co.id/2011/05/06/fraktur-tulang-karpal))



**Gambar 2.3** : Citra x-ray tulang karpal  
(Sumber : RS. Saiful Anwar)

### 2.3 Teori Dasar Pengolahan Citra Digital

Sebuah gambar dapat didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi,  $f(x,y)$ , di mana  $x$  dan  $y$  adalah koordinat ruang dan amplitudo dari  $f$  dapat disebut intensitas atau *gray-level* dari sebuah gambar pada titik yang terletak pada koordinat  $x$  dan  $y$ . Jika  $x$ ,  $y$ , dan nilai amplitudo dari  $f$  adalah terbatas dan dapat ditentukan nilainya maka gambar tersebut adalah gambar digital. Gambar digital dibentuk dari beberapa elemen, yang tiap-tiap elemennya memiliki posisi dan nilai tertentu. Salah satu elemen yang paling sering digunakan adalah *pixel*. *Pixel* adalah titik yang berisi nilai tertentu yang membentuk sebuah gambar yang lokasinya ditentukan oleh kombinasi  $x$  dan  $y$ .

Dalam komputer, ada 2 macam cara penyimpanan gambar dalam memori yaitu *vector graphics*, *raster graphics* dan kombinasi antara keduanya. Pada *vector graphics*, penyimpanan gambar 2 dimensi pada komputer dilakukan secara



vektor yaitu penyimpanan posisi titik-titik yang jika dihubungkan membentuk garis dan garis-garis tersebut kemudian membentuk gambar. Pada *raster graphics*, penyimpanan gambar 2 dimensi pada komputer dilakukan secara apa adanya dalam bentuk *array* atau matriks yang berisi *pixel-pixel*, seringkali disebut sebagai *bitmap*.

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

1. Citra Kontinu

Citra kontinu dihasilkan dari sistem optik yang menerima sinyal analog.

Contohnya: mata manusia dengan kamera analog.

2. Citra Diskrit/ Citra Digital

Citra diskrit dihasilkan melalui proses digitalisasi terhadap citra kontinu.

Contohnya kamera digital dan *scanner*.

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



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

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

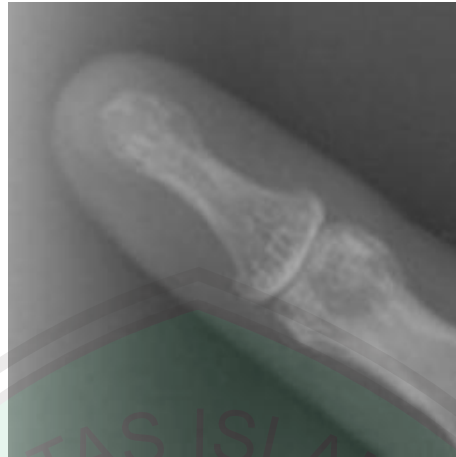
Ada empat klasifikasi dasar dalam *image processing* yaitu *point*, *area*, *geometric* dan *frame*.

- a. *Point* memproses nilai *pixel* suatu citra berdasarkan nilai atau posisi dari *pixel* tersebut. Contoh dari proses *point* adalah *adding*, *substracting*, *contrast stretching* dan lainnya.

- b. *Area* memproses nilai *pixel* suatu gambar berdasarkan nilai *pixel* tersebut beserta nilai *pixel* sekelilingnya. Contoh dari proses area adalah *convolution*, *blurring*, *sharpening*, dan *filtering*.
- c. *Geometric* digunakan untuk mengubah posisi dari *pixel*. Contoh dari proses *geometric* adalah *scalling*, *rotation*, dan *mirroring*.
- d. *Frame* memproses nilai *pixel* suatu gambar berdasarkan operasi dari 2 buah citra atau lebih. Contoh dari proses *frame* adalah *addition*, *subtraction*, dan *and/or*.

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

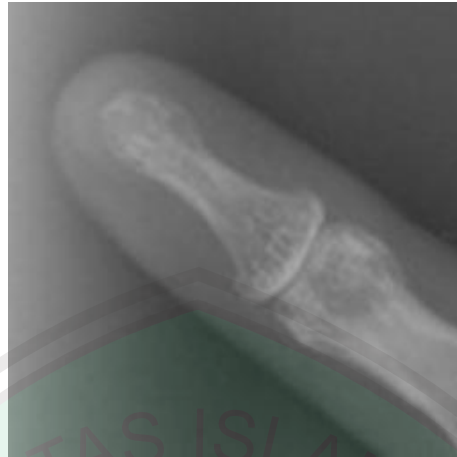
1. Citra biner: citra *digital* yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai *pixel* yaitu hitam dan putih. Citra biner juga disebut sebagai citra B&W (*black and white*) atau citra monokrom. Hanya dibutuhkan 1 bit untuk mewakili nilai setiap *pixel* dari citra biner (Darma, 2010: 40). Dan proses perubahan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



**Gambar 2.4** : Citra biner

(Sumber: pengolahan citra digital menggunakan matlab)

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



**Gambar 2.5** : Citra Grayscale

(Sumber: Pengolahan Citra Digital menggunakan Matlab)

3. Citra berwarna: citra *digital* yang nilai *pixel*-nya merepresentasikan warna tertentu. Banyaknya warna yang mungkin digunakan bergantung kepada kedalaman pixel citra yang bersangkutan. Citra berwarna direpresentasikan dalam beberapa kanal yang menyatakan komponen-komponen penyusunnya. Intensitas suatu titik pada citra berwarna merupakan kombinasi dari tiga intensitas: merah (red/ R), hijau (green/ G), dan biru (blue/ B). Visual citra berwarna umumnya lebih kaya dibandingkan dengan citra *grayscale* dan citra biner. Citra warna terbagi menjadi dua bagian yaitu (Darma, 2010: 42-44),
  - a. Citra warna 16 bit biasanya disebut sebagai citra *highcolor* dengan setiap *pixel*-nya diwakili dengan 2 *byte memory* (16 bit). Warna 16 bit memiliki 65.536 warna. Dalam formasi bitnya, nilai merah dan biru mengambil tempat di 5 bit di kanan dan kiri. Komponen hijau memiliki 5 bit ditambah 1 bit ekstra. Pemilihan komponen hijau dengan deret 6 bit dikarenakan penglihatan manusia lebih sensitif terhadap warna hijau.

- b. Citra warna 24 bit diwakili dengan 24 bit sehingga total 16.777.216 variasi warna. Variasi ini sudah lebih dari cukup untuk memvisualisasikan seluruh warna yang dapat dilihat penglihatan manusia. Setiap poin informasi *pixel* (RGB) disimpan ke dalam 1 *byte* data. 8 bit pertama menyimpan nilai biru, diikuti dengan nilai hijau pada 8 bit kedua dan pada 8 bit terakhir merupakan warna merah.



**Gambar 2.6** : Citra berwarna

(Sumber: Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur)

### 2.3.1 Digitalisasi Citra

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

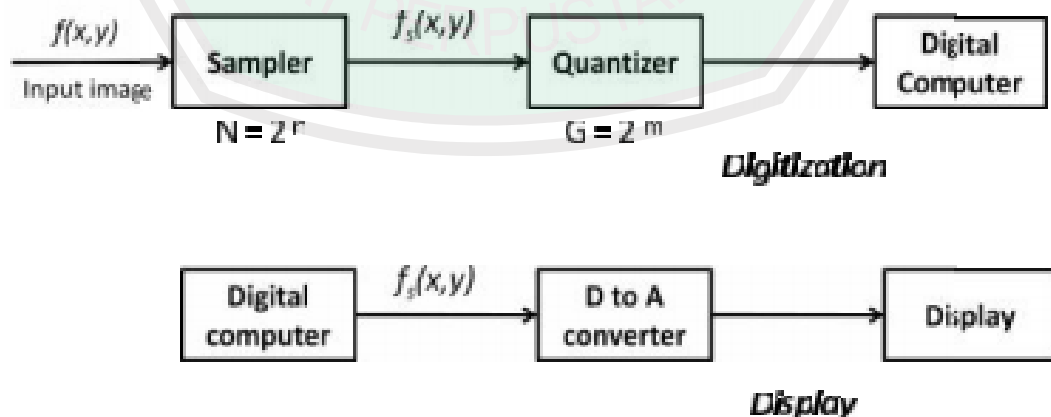
$N \times M$  yang dinyatakan dengan matriks yang berukuran  $N$  baris dan  $M$  kolom.

Jadi, citra yang berukuran  $N \times M$  mempunyai  $NM$  buah piksel.

$$F = f(i, f) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0, N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1, N-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1, N-1) \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

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

$$\begin{bmatrix} 0 & 125 & 135 & \dots & 232 \\ 0 & 130 & 231 & \dots & 189 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 122 & 210 & 213 & \dots & 154 \end{bmatrix} \quad (2.2)$$



**Gambar 2.7** : Proses digitalisasi citra analog ke digital  
(Sumber : Rinaldi Munir, 2004)

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

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

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

$$N=2^n \quad (2.3)$$

Dimana,

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

$n$ = bilangan bulat positif

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

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

Setelah proses *sampling* pada citra maka proses selanjutnya adalah kuantisasi. Kuantisasi menyatakan besarnya nilai tingkat kecerahan yang dinyatakan dalam nilai tingkat keabuan (*grayscale*) sesuai dengan jumlah bit bineryang digunakan, dengan kata lain kuantisasi pada citra menyatakan jumlah warna yang ada pada citra. Proses kuantisasi membagi

skala keabuan (0, L) menjadi G buah level yang dinyatakan dengan suatu harga bilangan bulat (integer), biasanya G diambil perpangkatan dari 2.

$$G = 2^m$$

Dimana,

G = derajat keabuan

m = bilangan bulat positif

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

**Tabel 2.1** : Kuantisasi citra dengan skala keabuan yang berbeda

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

Jumlah bit yang dibutuhkan untuk mempresentasikan nilai keabuan piksel disebut kedalaman piksel (pixel depth). Citra sering diasosiasikan dengan kedalaman pikselnya. Jadi, citra dengankedalaman 8 bit disebut juga citra 8-bit (atau citra 256,  $G = 256 = 2^8$ ). Semakin banyak jumlah derajat keabuan (berarti jumlah bit kuantisasinya makin banyak), semakin bagus gambar yang diperoleh. Dan format citra yang banyak dipakai adalah citra biner, skala keabuan, warna dan warna berindeks (Balza, 2005:8).



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

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

### 2.3.2 Citra Medis

Khusus pada pengolahan citra pada bidang kedokteran, dikenal dengan istilah *biomedic image processing*. Citra medis adalah citra yang diciptakan dalam untuk mendiagnosis atau mendeteksi suatu penyakit dan untuk ilmu pengetahuan media (mencakup studi anatomi dan fungsinya). Dalam model matematis, citra medis menjadi dasar dari komputasi biomedis. Berdasarkan pada model-model data yang diambil dari gambar terus menjadi teknik dasar untuk mencapai kemajuan ilmiah dalam penelitian eksperimental, klinik, biomedis, dan perilaku (Angenent, Pichon, & Tannenbaum, 2000). Masalah yang sering timbul pada pengolahan citra medis:

1. Resolusi yang rendah (pada domain spasial dan *spectral*).

2. Tingginya level *noise*.
3. Kontras yang rendah.
4. Deformasi secara geometris.
5. Ketepatan pencitraan (misal) organ.

## 2.4 Segmentasi Citra

Segmentasi citra adalah proses untuk memisahkan obyek dari *background*, sehingga obyek tersebut dapat digunakan untuk keperluan yang lain. Seiring dengan berkembangnya teknologi pada aplikasi yang memproses sebuah obyek seperti rekonstruksi obyek tiga dimensi, pengenalan benda, pengenalan tulisan, deteksi wajah, pengkodean objek dan lain-lain maka proses segmentasi menjadi semakin diperlukan. Hasil dari segmentasi juga harus semakin akurat karena ketidakakuratan hasil segmentasi akan mempengaruhi hasil proses selanjutnya. Salah satu metode dalam segmentasi citra yang banyak digunakan adalah dengan memanfaatkan *edge detection*, mendeteksi garis tepi suatu bagian dalam citra, karena umumnya garis tepi dari suatu bagian memiliki intensitas pixel disekitarnya.

Ada 3 tipe dari segmentasi yaitu:

1. *Classification-based* : segmentasi berdasarkan kesamaan suatu ukuran dari nilai *pixel*. Salah satu cara paling mudah adalah *thresholding*. *Thresholding* ada 2 macam yaitu global dan lokal. Pada *thresholding* global, segmentasi berdasarkan pada sejenis histogram. Pada *thresholding* lokal, segmentasi

dilakukan berdasarkan posisi pada gambar, gambar dibagi menjadi bagian-bagian yang saling melengkapi, jadi sifatnya dinamis.

2. *Edge-based* : proses segmentasi untuk mendapatkan garis yang ada pada citra dengan anggapan bahwa garis tersebut merupakan tepi dari obyek yang memisahkan obyek yang satu dengan obyek yang lain atau antara obyek dengan *background*.
3. *Region-based* : segmentasi dilakukan berdasarkan kumpulan *pixel* yang memiliki kesamaan (tekstur, warna atau tingkat warna abu-abu) dimulai dari suatu titik ke titik-titik lain yang ada disekitarnya.

## 2.5 Penelitian Terkait

Penelitian tentang segmentasi citra telah banyak dilakukan, hal ini membuat teknik segmentasi citra menjadi semakin beragam dan berkembang. Cahyo Crysdiyan tahun 2011 melakukan penelitian tentang segmentasi citra medis menggunakan *multi operator gradients* untuk meningkatkan kinerja metode segmentasi *watershed transform*. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan segmentasi yang maksimal dengan metode *watershed transform* dan mengatasi masalah *over-segmentation* yang biasa terjadi. Penelitian ini menggunakan kombinasi beberapa *gradient operator* dalam proses pre-segmentasi. Setelah semua tahapan dikerjakan, akan didapatkan output image hasil segmentasi, kemudian dilanjutkan dengan menganalisis *oversegmentation*, dan menganalisis tingkat akurasi penggunaan metode ini. Hasil segmentasi membuktikan keefektifan metode yang digunakan.

Ainatul Mardiyah dan Agus Harjoko 2011 melakukan penelitian tentang segmentasi citra x-ray *thorax*, penelitian ini menggunakan metode *Gaussian Lowpass Filter*. Selanjutnya citra hasil *preprocessing* dikelompokkan menggunakan metode *K-Means Clustering* dimana pengelompokan tersebut dilakukan berdasarkan perbedaan nilai piksel pada citra. Hasil dari pengelompokan tersebut membentuk objek paru-paru. Selanjutnya dilakukan segmentasi dengan menggunakan metode *Geometric Active Contour*. Hasil segmentasi membuktikan keefektifan metode yang digunakan.

Alvia Ferry Mandalasari 2013 melakukan penelitian tentang segmentasi citra medis menggunakan metode *otsu* dan iterasi. Pada penelitian ini terdapat 3 proses utama, antara lain : *pre-processing*, *processing*, dan analisis. Penelitian ini menggunakan 10 sampel citra dari berbagai jenis citra medis. Percobaan dilakukan dengan citra yang melalui *pre-processing* dan tanpa *pre-processing*. Hasil percobaan pada citra dengan *pre-processing* yaitu 3 citra cocok menggunakan *otsu* dan 7 citra cocok dengan iterasi. Hasil citra tanpa *preprocessing* yaitu 6 citra cocok menggunakan *otsu* dan 4 citra cocok dengan iterasi. Dari hasil tersebut, dilihat dari perbandingan nilai ketiga parameter, menghasilkan metode segmentasi yang bagus menggunakan *pre-processing* adalah metode iterasi, sedangkan metode yang bagus tanpa *pre-processing* adalah metode *otsu*.

Hadi Santoso dan Agus Harjoko 2013, melakukan penelitian tentang segmentasi citra wajah menggunakan metode *level set*. *Level set* adalah metode untuk mendeteksi pergerakan kurva yang dapat digunakan untuk melakukan

segmentasi citra. Pendekatan yang dilakukan dalam proses segmentasi ada 2 metode, yaitu metode berdasarkan tepi dan metode berdasarkan wilayah. Agar hasil dari kedua metode tersebut dapat maksimal, digunakan model *active contour*. *Active contour* merupakan proses pengubahan fungsi level set kedalam bentuk biner, kemudian untuk meregularisasinya digunakan *filter gaussian*. Pada makalah ini digunakan algoritma segmentasi selektif lokal atau global untuk proses *binarization* dan dijelaskan mengenai segmentasi menggunakan metode level set berbasis citra wajah manusia. Uji coba dilakukan pada citra wajah berwarna kemudian diubah kedalam citra wajah *grayscale*. Dari pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil 18 citra wajah dapat dideteksi dengan baik dari 20 citra wajah atau unjuk kerja sistem sebesar 90%.

## **2.6 Pentingnya Mendeteksi Penyakit dalam Islam**

### **2.6.1 Pandangan Islam terhadap Penyakit**

Di dalam pandangan agama Islam, sehat dan sakit adalah anugerah dan takdir Allah. Pada sisi lain, sakit juga pada hakikatnya merupakan ujian dari-Nya. Setiap orang yang diuji misalnya dengan sakit atau musibah harus mampu bersabar dan tawakal. Ujian itu jika dihayati secara mendalam, sesungguhnya karena Allah mencintai hambanya yang diujinya itu. Thurmudzi dan Ibn Majah meriwayatkan sebuah hadist.

*“Sesungguhnya jika Allah Ta’ala mencintai suatu kaum, diujinya dengan berbagai macam cobaan. Maka barang siapa dengan ridha menerima ujian itu,*

*niscaya ia akan mendapatkan keridhaan Allah. Dan siapa yang berkeluh kesah dalam menerima ujian itu, dia akan memperoleh kemurkaan Allah”*

Karena itu setiap orang yang mendapat cobaan baik berupa sakit atau musibah sepatutnya ia tawakal, dan tidak berputus asa. Ditekankan juga peringatan bahwa perut merupakan sumber utama penyakit: *Al-ma'idat baid adda'* dan oleh karena itu ditemukan banyak sekali tuntutan baik dalam Al-Qur'an maupun hadist Nabi Saw yang berkaitan dengan makanan, jenis maupun kadarnya. (Rummi, 2010)

Para ahli dibidang kedokteran mengakui bahwa perut itu merupakan sumber dari segala penyakit *“Perut adalah sumber penyakit, dan pemeliharaannya merupakan obat yang paling utama.”* Di kalangan medis terkenal istilah *“Mencegah lebih baik dari pada mengobati.”* Umar Ibn Khattab pernah berkata : *“Kuasailah nafsu lambungmu, sebab dialah yang merusak jasadmu, yang mendatangkan penyakit dan menyia-nyiakan shalat”.*

Rasulullah juga memberikan peringatan kepada ummatnya: *“Ilmu dan akal tidak mungkin ada bersama lambung yang penuh dengan makanan”.* Keadaan yang terlalu kenyang bisa menimbulkan macam-macam penyakit yang dapat mengganggu fungsi organ-organ tubuh. Dan dikatakan dalam sebuah hadits:

*Larilah dari penderita lepra sebagaimana kamu lari dari harimau. (HR.Bukhari).*

Apabila seorang hamba sakit sedang dia biasa melakukan sesuatu kebaikan maka Allah berfirman kepada malaikat: *Catatlah bagi hambaku pahala seperti yang biasa dia lakukan ketika sehat.* Adapun orang-orang dzalim yang tidak membenarkan dan tidak mengamalkannya maka ayat-ayat tersebut tidaklah

menambah baginya kecuali kerugian. Karena hujjah telah ditegakkan kepadanya dengan ayat-ayat itu.

### 2.6.2 Pengobatan Penyakit di dalam Islam

Di dalam Islam tidak hanya dibahas mengenai pandangan tentang penyakit dan pengertian-pengertiannya, namun juga dibahas mengenai pengobatan dan cara penanganannya supaya dijadikan manfaat oleh umat islam. Al Qur'an sebagai penawar atau obat suatu penyakit dijelaskan dalam ayat berikut:

وَنُنزِّلُ مِنَ الْقُرْآنِ مَا هُوَ شِفَاءٌ وَرَحْمَةٌ لِّلْمُؤْمِنِينَ وَلَا يَزِيدُ الظَّالِمِينَ إِلَّا خَسَارًا ﴿٨٢﴾

Artinya: “Dan kami turunkan dari Al Quran suatu yang menjadi penawar dan rahmat bagi orang-orang yang beriman dan Al Quran itu tidaklah menambah kepada orang-orang yang zalim selain kerugian.” (QS. Al-Isra’:82)

Indikasi secara implisit yang terdapat dalam ayat di atas menyebutkan bahwa Al-Qur'an dapat dipergunakan sebagai petunjuk untuk penyembuhan atau penawar atau obat dan rahmat.

Ayat suci Al-Qur'an, dalam surat Al-Isra' di atas dapat ditafsirkan dengan beberapa ayat dalam surat lain, dan diluar itu kemudian dijelaskan oleh Rasulullah SAW. Al-Qur'an sebagai penyembuh penyakit rohani, yakni jika isinya diaplikasikan dalam kehidupan. Al-Qur'an memberikan petunjuk dengan metode yang rasional bagaimana menyembuhkan penyakit yang terdapat dalam kalbu, yakni harus mempercayai Al-Qur'an, mengambil manfaat, membaca dan menerimanya.



### 2.6.3 Kesehatan dalam Islam

Islam menetapkan tujuan pokok untuk memelihara kesehatan, dan tidak heran bahwa Islam amat kaya dengan tuntunan kesehatan. Kesehatan dalam pandangan Islam yaitu: sehat yang diartikan sebagai keadaan baik segenap badan serta bagian-bagiannya (bebas dari sakit).

Telah di singgung bahwa dalam tinjauan ilmu kesehatan dikenal berbagai jenis kesehatan dan penyakit, yang diakui pula oleh pakar Islam. Oleh karena itu dalam konteks kesehatan ditemukan sekian banyak petunjuk kitab suci dan sunnah Nabi Saw, dan pada dasarnya mengarah pada pencegahannya. Salah satu sifat manusia yang secara tegas dicintai Allah adalah orang yang menjaga kebersihan.

Firman Allah SAW dalam surat (Al-Muddatstsir 74:4-5):

وَتِيَابَكَ فَطَهِّرْ ﴿٤﴾ وَالرُّجْزَ فَهَاجِرْ ﴿٥﴾

Artinya : *Dan pakaianmu bersihkanlah. Dan perbuatan dosa tinggalkanlah.*

Oleh karena itu kesehatan identik dengan kebersihan dan suci dimana dalam Agama Islam manusia diajarkan untuk membersihkan diri, dan juga dalam ilmu kesehatan manusia diharuskan untuk membersihkan diri agar dijauhkan dari segala penyakit. Dan Al-Qur'an juga mengagungkan thaharah dengan segala dimensi yang berbeda-beda diantaranya dalam firman Allah:

فِيهِ رِجَالٌ يُحِبُّونَ أَنْ يَتَّطَهَّرُوا ۚ وَاللَّهُ يُحِبُّ الْمُطَهَّرِينَ ﴿١٠٨﴾

Artinya: *“Di dalamnya ada orang-orang yang ingin membersihkan diri. Dan Sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang bersih”*. (QS. At- Taubat:108)



Dalam ayat Al-Qur'an di atas menjelaskan wudhu atau bersuci dengan segala macam tata cara ketentuan-ketentuan islamiyah merupakan sarana untuk kesucian badan dan pakaian. Dan Rasulullah juga memerintahkan untuk selalu menjaga kebersihan. Karena telah terbukti melalui percobaan bahwa wudhu atau bersuci mempunyai pengaruh yang kuat untuk membersihkan tubuh manusia dari berbagai aspek kebersihan, yang apabila tubuh manusia kotor maka akan mudah diserang penyakit, dan jika tubuh manusia bersih maka akan sehat.



## BAB III

### ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

#### 3.1 Analisis Masalah

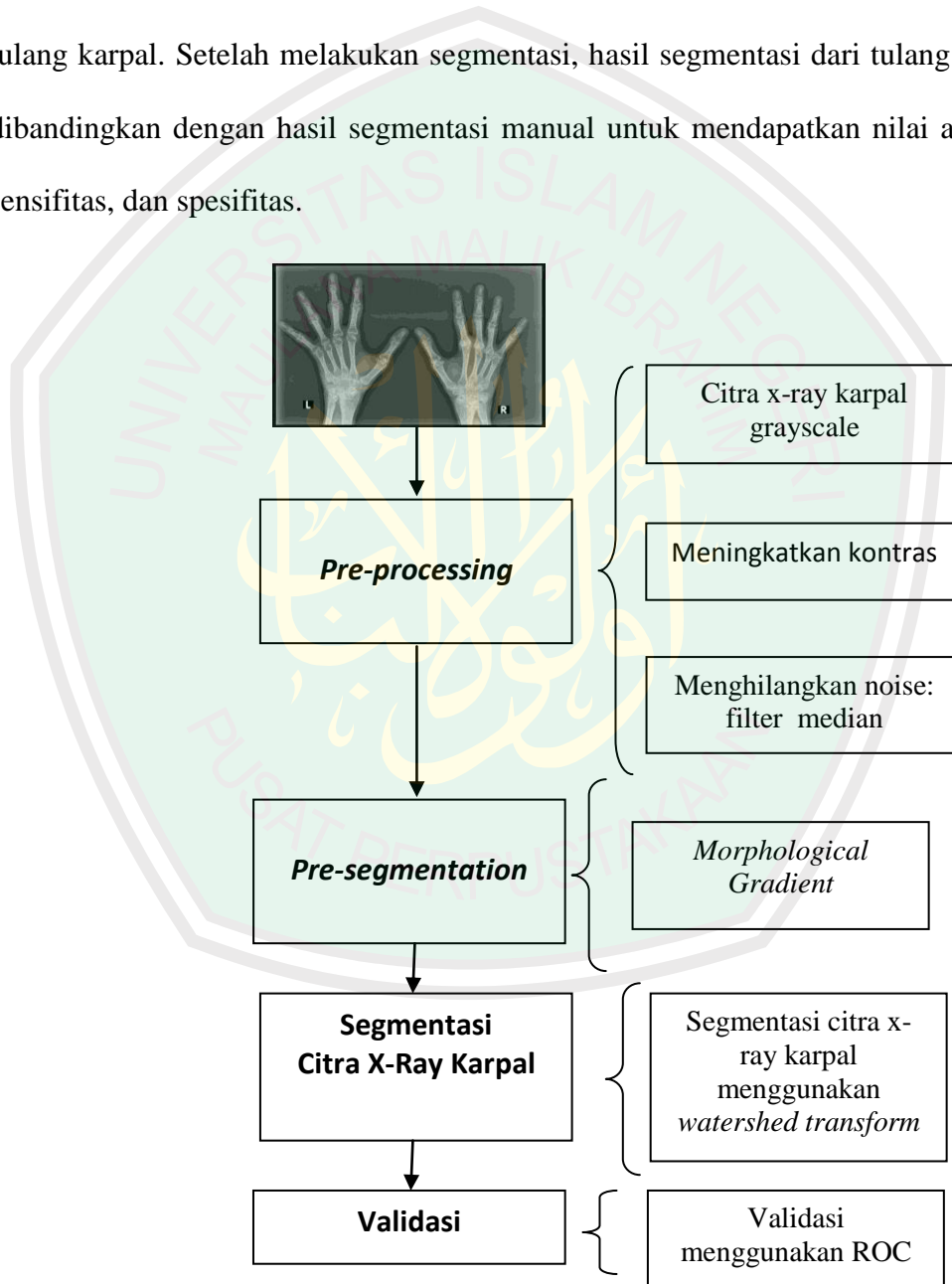
Segmentasi adalah salah satu metode yang digunakan untuk memisahkan antara satu objek dengan objek lain atau antara objek dengan background yang terdapat pada sebuah citra. Dalam dunia medis, segmentasi berguna untuk membantu dokter atau ahli radiologi dalam membaca citra hasil *x-ray*, khususnya citra *x-ray* karpal *rhemathoid arthritis*.

Citra *x-ray* karpal dapat digunakan untuk mengetahui ketidaknormalan pada bagian-bagian tulang karpal. Peneliti dalam penelitian ini menggunakan objek citra *x-ray* karpal *rhemathoid arthritis*. Tetapi, untuk mengolah satu objek yang diinginkan, maka harus dilakukan *preprocessing* dan *presegmentation* sebelum melakukan segmentasi. Hal tersebut dilakukan agar hasil segmentasi yang didapat maksimal.

Peneliti membuat aplikasi '*Segmentasi Tulang Pada Citra X-Ray Karpal Menggunakan Watershed Transform Untuk Menunjang Aplikasi Deteksi Rhematoid Arthritis*' ini untuk mengetahui bagaimana cara mensegmentasi objek tulang dari citra *x-ray carpal rhemathoid arthritis*, dan diharapkan dapat membantu peneliti lain yang akan mengembangkan aplikasi ini. yang digunakan untuk melihat struktur dan mensegmentasi tulang dari citra *x-ray carpal rhemathoid arthritis* dengan menggunakan *watershed transform*.

### 3.2 Perancangan Sistem

Berdasar hasil analisis sistem, maka dibuatlah suatu rancangan sistem dimulai dengan proses menginput data, sebelum memasuki tahap segmentasi dengan menggunakan metode *watershed transform*, yang dapat mensegmentasi tulang karpal. Setelah melakukan segmentasi, hasil segmentasi dari tulang karpal dibandingkan dengan hasil segmentasi manual untuk mendapatkan nilai akurasi, sensitifitas, dan spesifitas.



**Gambar 3.1** : Diagram alir sistem secara umum

Gambar di atas merupakan alur segmentasi citra *x-ray carpal* secara garis besar dalam penelitian ini.

Keterangan:

- (i) Input gambar adalah citra *x-ray carpal rheumatoid arthritis*.
- (ii) Preprocessing merupakan proses penyiapan gambar sebelum masuk pada tahapan pre-segmentasi yang mempunyai beberapa tahapan yang akan dijelaskan pada pembahasan selanjutnya.
- (iii) Pada tahap pre-segmentasi, citra *x-ray carpal rheumatoid arthritis* yang sudah diproses dalam preprocessing selanjutnya akan dilakukan pendeteksian tepi menggunakan gradient operator.
- (iv) Segmentasi *x-ray carpal rheumatoid arthritis* menggunakan metode *watershed transform*.
- (v) Validasi hasil segmentasi menggunakan ROC (*Receiver Operating Characteristic*) untuk menghitung akurasi, sensitifitas, dan spesifitas.

### 3.2.1 Objek Citra yang Diteliti

Penelitian ini membutuhkan bahan berupa data citra. Objek citra yang akan diteliti pada proses segmentasi citra dengan menggunakan metode *watershed transform* adalah file citra *x-ray carpal* yang berformat JPG/JPEG (*Joint Photographic Experts Group*). Salah satu contoh citra yang akan diteliti dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 3.2** : Citra x-ray tulang karpal

(Sumber: RS. Saiful Anwar)

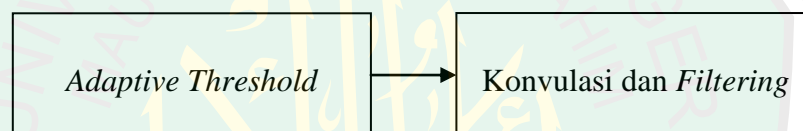
Gambar 3.2 tersebut dilakukan proses pemotongan (*cropping*) secara manual menggunakan aplikasi *image editing* untuk diambil potongan tiap sendi. Tiap potongan gambar berdimensi 256x256 piksel.



**Gambar 3.3** : Citra x-ray hasil proses *cropping*

### 3.2.2 *Pre-processing* (Tahapan Awal)

Sebelum citra mengalami pemrosesan lebih lanjut, perlu dilakukan proses awal (*pre-processing*) terlebih dahulu, yaitu pengolahan citra (*image*) dengan tujuan mendapatkan gambar dengan pola yang dapat dikodekan. *Pre-processing* merupakan kumpulan dari proses yang digunakan untuk dapat menghasilkan ekstraksi yang terbaik. Proses *pre-processing* sangat menentukan hasil dari tahapan selanjutnya. Preprocessing yang digunakan adalah *adaptive treshold*, *konvolusi* dan *filtering*.



**Gambar 3.4** : Diagram blok *pre-processing*

Citra x-ray karpal yang diterima sudah dalam bentuk citra *grayscale*, sehingga tidak memerlukan proses konversi. *Grayscale* merupakan suatu istilah untuk menyebutkan satu citra yang memiliki warna putih, abu abu dan hitam, dengan warna hitam sebagai warna minimal dan putih sebagai warna maksimal. Nilai dari setiap titik citra yang akan dikoversi akan disamakan nilai Merah, hijau dan biru nya sehingga tiap titik hanya memiliki satu nilai saja yang disebut nilai *Gray level*.

#### 3.2.2.1 *Thresholding*

Selanjutnya adalah tahapan *thresholding*. *Thresholding* adalah metode paling sederhana dari segmentasi citra. Dari citra *grayscale*, *thresholding* dapat

digunakan untuk membentuk citra biner. Sebuah citra biner adalah sebuah citra digital yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai untuk tiap pixel. Kedua warna tersebut adalah hitam dan putih. Warna yang digunakan untuk objek dalam citra adalah warna *foreground* sedangkan sisa dari citra adalah warna *background*.

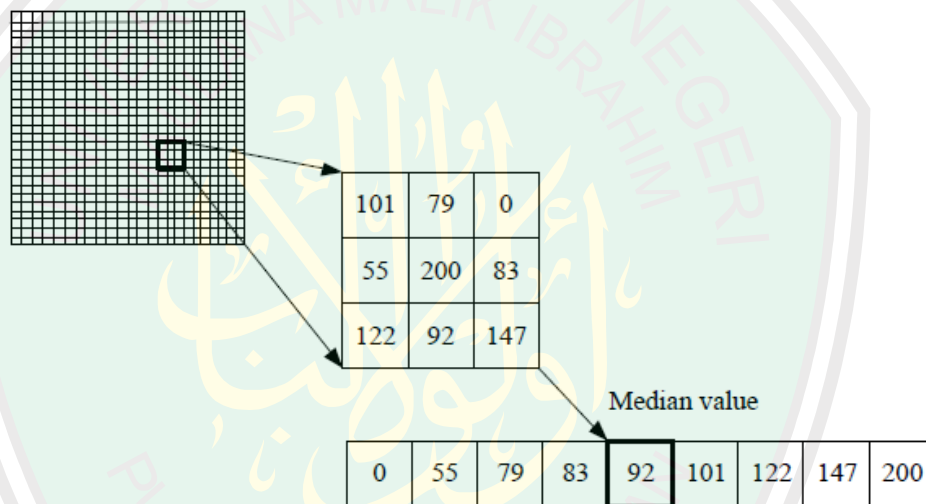
Selama proses *thresholding*, masing-masing pixel dalam sebuah citra ditandai sebagai pixel objek jika nilai mereka lebih besar dari sebuah nilai *threshold* dikenal sebagai *threshold above*. Variasi mencakup juga *threshold below* dimana kebalikan dari *threshold above*. *Threshold inside*, dimana sebuah pixel diberi label "object" jika nilainya berada antara dua nilai *threshold* dan *threshold outside* dimana adalah kebalikan dari *threshold inside*. Biasanya pixel object diberi nilai 1 sementara pixel *background* diberi nilai 0. Pada akhirnya sebuah image biner dibentuk dengan memberi warna tiap pixel dengan putih atau hitam tergantung pada label dari pixel.

Parameter kunci dalam proses *thresholding* adalah pemilihan dari nilai *threshold*. Ada beberapa metode yang berbeda dalam memilih sebuah nilai *threshold*. *User* dapat memilih nilai *threshold* secara manual, atau sebuah algoritma *thresholding* dapat menghitung sebuah nilai secara otomatis, yang dikenal sebagai *thresholding* otomatis. Sebuah metode sederhana akan memilih nilai rata-rata atau nilai tengah, dengan pemikiran jika pixel object lebih terang daripada background, pixel tersebut juga lebih terang dari rata-rata background tersebut.

*Thresholding* dapat disebut sebagai *adaptive thresholding* ketika *threshold* yang berbeda digunakan untuk daerah yang berbeda dalam citra. Dikenal juga sebagai *thresholding local* atau dinamis.

Penelitian ini menggunakan *daptive thresholding* pada tahapan *preprocessing*. Berikut ini adalah *source code adaptive thresholding* pada aplikasi:

### 3.2.2.2 Filter Median



**Gambar 3.5** : Konsep filter median  
(Sumber : Sameer Ruparelia, 2011)

Selanjutnya yaitu penghilangan derau/noise dilakukan dengan penapisan menggunakan filter median. Filter median dipilih karena filter ini paling cocok untuk menghilangkan derau/noise yang bersifat ekstrim seperti derau ‘salt and pepper’. Selain itu filter median bermanfaat untuk menghaluskan citra. Teknik ini bekerja dengan cara mengisi nilai dari setiap piksel dengan nilai median tetangga.



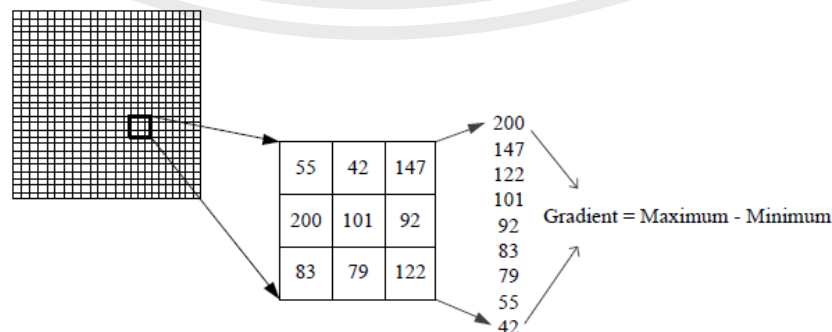
Proses pemilihan median ini dimulai dengan mengurutkan nilai-nilai piksel tetangga baru dipilih nilai tengahnya. Dalam proses penghilangan derau atau noise menggunakan teknik median filtering ini menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$y[m,n] = \text{median} \{x[i,j] \mid [i,j] \in w\} \quad (3.1)$$

Dimana  $w$  merupakan lingkungan yang berpusat di sekitar lokasi  $m, n$  dalam gambar.

### 3.2.3 Pre-segmentation

Hasil pemrosesan dengan transformasi watershed, akan menghasilkan segmentasi yang berlebihan, sehingga obyek yang dikehendaki tidak dapat tersegmentasi dengan baik. Hal ini dikarenakan adanya noise dan ketidakteraturan *gradient* lokal. Agar transformasi watershed dapat menghasilkan hasil segmentasi yang baik, maka diperlukan *preprocessing* sebelum transformasi tersebut dilakukan. Dari hasil percobaan, maka didapat *preprocessing morphological gradient* dapat mengurangi segmentasi yang berlebihan.



**Gambar 3.6** : Konsep *morphological gradient*  
(Sumber : Sameer Ruparelia, 2011)

*Morphological gradient* adalah proses yang menghasilkan output berupa gambar yang didapat dari pengurangan hasil *dilation* gambar asli dengan hasil *erosion* gambar asli, sehingga dapat didefinisikan :

$$g = (f + b) - (f - b) \quad (3.2)$$

*Dilation* adalah suatu proses dimana jika terdapat A dan B yang merupakan himpunan  $Z^2$ , *dilation* A oleh B dilambangkan dengan  $A + B$ , dan diformulasikan sebagai :

$$A + B = \{x | (\hat{B})x \cap A \neq \emptyset\} \quad (3.3)$$

Sedangkan *erosion* adalah suatu proses dimana jika terdapat A dan B yang merupakan himpunan  $Z^2$ , *erosion* A oleh B dilambangkan dengan  $A \ominus B$ , dan diformulasikan sebagai :

$$A \ominus B = \{x | (B)A \}_x \subseteq (7) \quad (3.4)$$

Di samping *morphological gradient*, terdapat *preprocessing* lain yang digunakan sebelum melakukan transformasi yaitu *opening* dan *closing*. *Opening* adalah suatu proses yang melakukan *erosion* dan diikuti dengan *dilation* seperti terlihat pada formula di bawah ini :

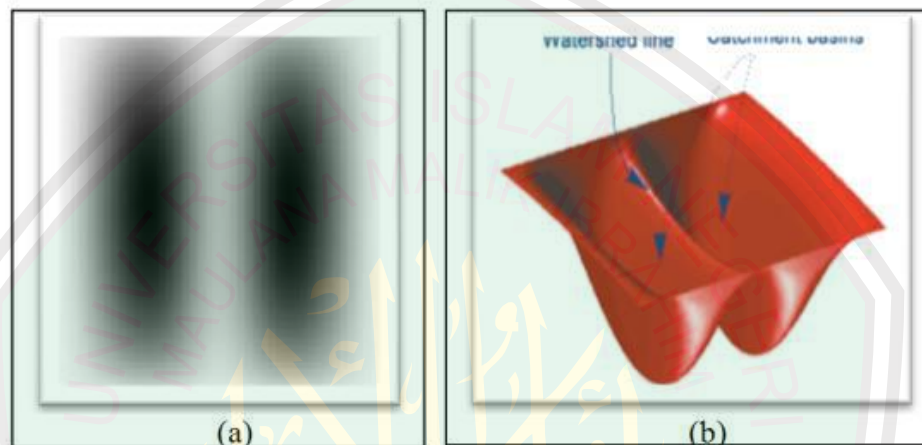
$$A \cdot B = (A - B) + B \quad (3.5)$$

*Closing* adalah suatu proses yang melakukan *dilation* dan diikuti oleh *erosion*.

$$A \cdot B = (A + B) - B \quad (3.6)$$

### 3.2.4 Segmentasi X-ray Karpal

Proses segmentasi citra x-ray karpal menggunakan algoritma *watershed transform*. *Watershed transform* merupakan salah satu teknik segmentasi citra berbasis *region* (daerah).



**Gambar 3.7** : Konsep dasar *watershed*

(Sumber : Adipranata, 2005)

Pada gambar 3.7 (a) ditampilkan gambar dua dimensi dari konsep *watershed transform* dimana dua bagian yang berwarna gelap adalah dua buah *catchment basin* dan bagian di tengah kedua *catchment basin* merupakan daerah dimana garis *watershed* akan berada, sedangkan pada gambar 3.7 (b) ditampilkan gambar tiga dimensi dari konsep *watershed transform*.

*Watershed transform* merupakan turunan dari konsep morfologi. Konsep *Watershed transform* adalah dengan menganggap sebuah citra merupakan bentuk tiga dimensi yaitu posisi x dan y dengan masing-masing tingkatan warna yang dimilikinya. Posisi x dan y merupakan bidang dasar dan tingkat warna pixel, yang dalam hal ini adalah citra abu (*graylevel*) merupakan ketinggian (n) dengan

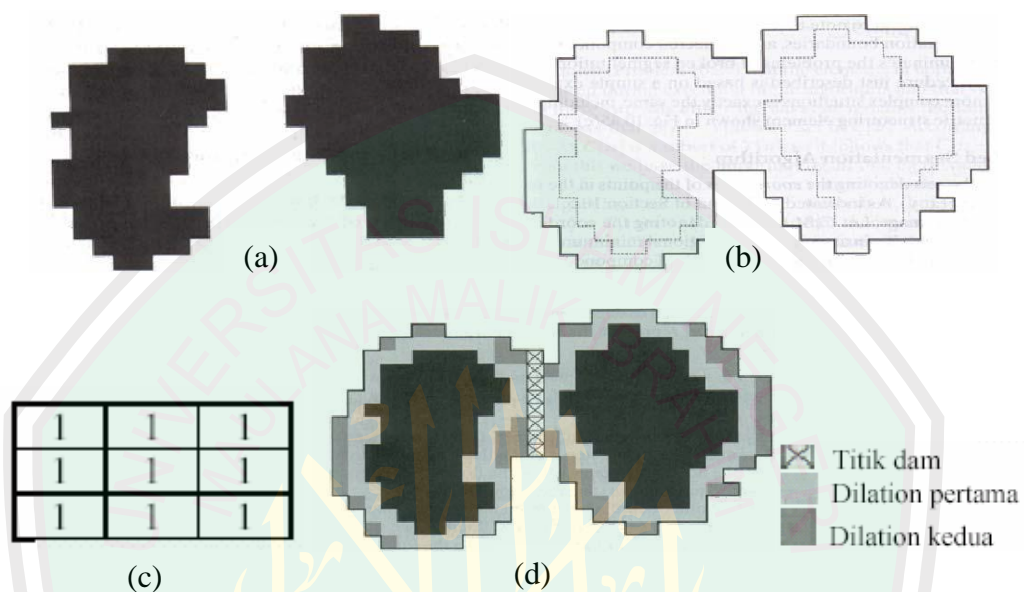
anggapan bahwa nilai yang makin mendekati warna putih mempunyai ketinggian yang semakin tinggi. Dirumuskan  $\max = n+1$ , dimana  $n$  adalah maksimum ketinggian *graylevel*. Dengan anggapan bentuk topografi tersebut, maka terdapat tiga macam titik yaitu:

1. Titik yang merupakan *minimum regional*.
2. Titik yang merupakan tempat setetes air dijatuhkan yang disebut *catchment basin*.
3. Titik yang merupakan dimana jika air dijatuhkan, maka air tersebut mempunyai kemungkinan untuk jatuh ke satu posisi minimum (tidak pasti jatuh ke sebuah titik minimum, tetapi dapat jatuh ke titik minimum tertentu atau titik minimum yang lain) disebut *watershed line* atau *dam*.

Inti dari metode watershed yaitu bagaimana menentukan garis *watershed*, dimana garis watershed merupakan garis pembatas antar obyek dengan *background*. Pembentukan garis *watershed* atau *dam* didasarkan pada citra biner, yang merupakan anggota dari ruang integer dua dimensi  $Z^2$ .

Pembentukan dam atau garis watershed adalah hal yang paling penting dalam proses transformasi watershed. Pembuatan dam didasarkan pada gambar biner, yang merupakan anggota dari ruang integer dua dimensi  $Z^2$ . Cara termudah untuk membuat dam adalah dengan menggunakan *morphological dilation*. Dasar pembentukan dam digambarkan pada gambar 3.8. Gambar 3.8a menunjukkan dua bagian *catchment basin* pada langkah aliran air  $n-1$ , sedangkan gambar 3.8b menunjukkan hasil aliran air pada langkah  $n$ . Air telah bergabung dari satu kolam

(basin) ke kolam yang lain, sehingga perlu dibangun sebuah dam untuk mencegah bergabungnya air tersebut.



**Gambar 3.8 : Pembuatan dam**

(Sumber : Adipranata, 2005)

Terdapat  $M_1, M_2, M_3, \dots, M_R$  adalah kumpulan koordinat titik dalam regional minima sebuah gambar  $g(x,y)$ . Terdapat  $C(M_i)$  yang merupakan kumpulan koordinat pada *catchment basin* dan berhubungan dengan daerah minimum  $M_i$ . Notasi min dan max digunakan untuk menandai nilai minimum dan nilai maksimum dari  $g(x,y)$ . Kemudian dianggap  $T[n]$  adalah kumpulan koordinat  $(s,t)$  di mana  $g(s,t) < n$ , sehingga dapat didefinisikan :

$$T[n] = \{(s,t) \mid g(x,y) < n\} \quad (3.7)$$

Secara geometri,  $T[n]$  adalah kumpulan koordinat dari titik yang berada pada  $g(x,y)$  dan terletak di bawah bidang  $g(x,y) = n$ .

Untuk membedakan titik yang rumit ini, setiap titik akan dibandingkan dengan delapan titik tetangga terdekatnya. Jika semua tetangga lebih besar daripada titik di tengah, maka titik diidentifikasi sebagai intensitas minimum. Sebaliknya, jika delapan tetangganya memiliki intensitas yang lebih kecil dari titik tengah, maka titik tersebut memiliki intensitas maksimum.

Topografi akan dialiri dengan penambahan integer mulai dari  $n = \min + 1$  hingga  $n = \max + 1$ . Pada setiap penambahan  $n$ , algoritma perlu mengetahui jumlah titik yang berada di bawah kedalaman aliran. Pada umumnya, daerah yang berada di bawah  $g(x,y) = n$  diberi warna hitam atau nilai 0 dan yang berada di atasnya diberi warna putih atau nilai 1.

Kemudian diasumsikan  $C_n(M_i)$  merupakan kumpulan koordinat titik didalam *catchment basin* yang berhubungan dengan minimum  $M_i$  yang dialiri pada tahap  $n$ .  $C_n(M_i)$  dapat dilihat sebagai gambar biner dengan menggunakan persamaan :

$$C_n(M_i) = C(M_i) \cap T[n] \quad (3.8)$$

Dengan kata lain  $C_n(M_i) = 1$  terletak pada lokasi  $(x,y)$  jika  $(x,y) \in C(M_i)$  dan  $(x,y) \in T[n]$ , selain itu maka nilai  $C_n(M_i) = 0$ . Berikutnya, diasumsikan  $C[n]$  merupakan gabungan dari aliran di *catchment basin* pada tahap  $n$  :

$$C[n] = \bigcup_{i=1}^R C_n(M_i) \quad (3.9)$$

dan  $C[\max + 1]$  adalah gabungan dari semua *catchment basin* :

$$C[\max + 1] = \bigcup_{i=1}^R C(M_i) \quad (3.10)$$

$C[n-1]$  adalah subset dari  $C[n]$  dan  $C[n]$  adalah subset dari  $T[n]$  maka  $C[n-1]$  adalah subset dari  $T[n]$ . Dari sini didapatkan bahwa tiap komponen terkoneksi dari  $C[n-1]$  terdapat pada persis satu komponen terkoneksi dari  $T[n]$ . Algoritma untuk mencari garis watershed pertama kali diinisialisasi dengan  $C[\min+1] = T[\min+1]$ . Algoritma tersebut akan diproses secara rekursif dengan asumsi pada tahap  $n$  maka  $C[n-1]$  telah terbentuk. Prosedur untuk mendapatkan  $C[n]$  dari  $C[n-1]$  adalah sebagai berikut. Diasumsikan  $Q$  merupakan kumpulan komponen terkoneksi dalam  $T[n]$ . Maka untuk tiap komponen terkoneksi  $q \in Q[n]$ , terdapat tiga kemungkinan :

- a.  $q \cap C[n-1]$  adalah kosong
- b.  $q \cap C[n-1]$  mempunyai 1 komponen terkoneksi dari  $C[n-1]$
- c.  $q \cap C[n-1]$  mempunyai lebih dari 1 komponen terkoneksi dari  $C[n-1]$

Jika kondisi c terjadi maka pengisian lebih lanjut akan menyebabkan air di *catchment basin* yang berbeda menjadi bergabung, sehingga perlu dibangun dam di dalam  $q$  untuk mencegah mengalirnya air di antara *catchment basin* yang berbeda. Dam dengan tebal satu pixel dapat dibangun dengan melakukan *dilation*  $q \cap C[n-1]$ .

Identifikasi untuk perbedaan yang tinggi akan disimpan dalam *output pixel* yang berhubungan dengan titik mulainya. Saat semua *pixel* dalam citra telah dihimpun dengan masing-masing nilai minimum, *output* citra akan mengandung wilayah *watershed* dari citra. Batas dari wilayah *watershed* berhubungan dengan daerah intensitas tertinggi dari citra.

*Pseudo – code* algoritma *watershed transform* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

```

1: Input : f , Output : l
2: v[p] 0, l[p] 0, New label 0, Scan Step2 1, Scan Step3 1 // Initial-
  ization
3: Scan from top left to bottom right : step1(p)
4: while Scan Step2 = 1 do
5: Scan image from top left to bottom right : step2(p)
6: if v[p] is not changed then
7: Scan Step2 0
8: else
9: Scan image from bottom right to top left : step2(p)
10: if v[p] is not changed then
11: Scan Step2 0
12: end if
13: end if
14: end while
15: while Scan Step3 = 1 do
16: Scan image from top left to bottom right : step3(p)
17: if l[p] is not changed then
18: Scan Step3 0
19: else
20: Scan image from bottom right to top left : step3(p)
21: if l[p] is not changed then
22: Scan Step3 0
23: end if
24: end if
25: end while
26: function step1(p)
27: if v[p]  $\neq$  1 then
28: for each n of p // n is neighbour pixel of p
29: if f[n] < f(p) then v[p] 1
30: end if
31: end if
32: end function
33: function step2(p)
34: if v[p]  $\neq$  1 then

```



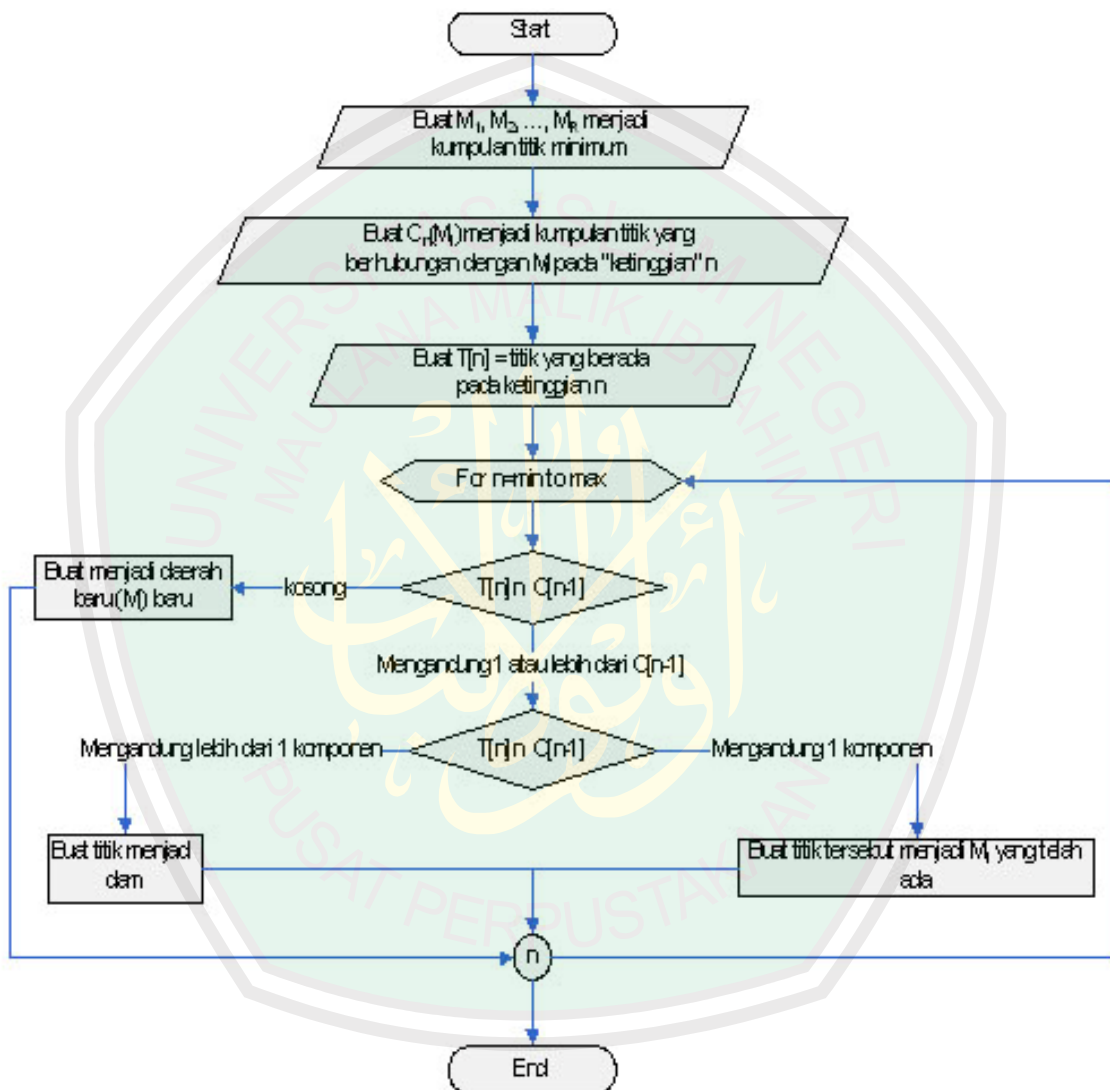
```

35: min = VMAX, for each n of p // n is neighbour pixel of p
36: if f(n) = f(p) and v[n] > 0 and v[n] < min then min = v[n]
37: end if
38: if min  $\neq$  VMAX and v[p]  $\neq$  (min+1) then v[p] = min+1
39: end if
40: end if
41: end function
42: function step3(p)
43: lmin = LMAX, fmin = f(p)
44: if v[p] = 0 then
45: for each n of p
46: if f(n) = f(p) and l[n] > 0 and l[n] < lmin then lmin = l[n]
47: end if
48: if lmin = LMAX and l[p] = 0 then lmin = New label + 1
49: end if
50: else if v[p] = 1 then
51: for each n of p
52: if f(n) < fmin then fmin = f[n]
53: end if
54: for each n of p
55: if f(n) = fmin and l[n] > 0 and l[n] < lmin then lmin = l[n]
56: end if
57: else
58: for each n of p
59: if f(n) = f(p) and v[n] = v[p] - 1 and l[n] > 0 and l[n] < lmin then
60: lmin = l[n]
61: end if
62: end if
63: if lmin  $\neq$  LMAX and l(n)  $\neq$  lmin then l[p] = lmin
64: end if
65: end function

```

**Gambar 3.9 :** Pseudo-code watershed transform algorithm

Diagram proses algoritma *watershed transform* dapat dilihat pada diagram di bawah ini.

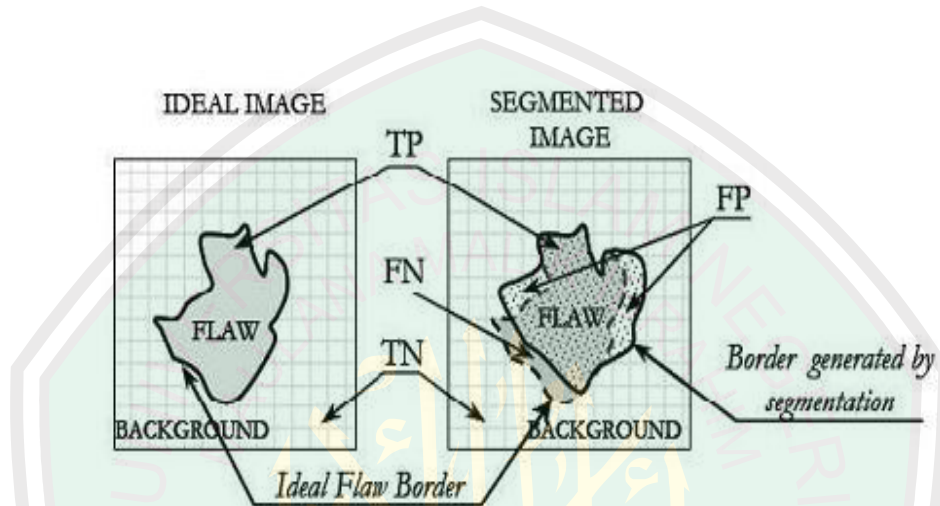


**Gambar 3.10** : Diagram proses segmentasi / *watershed*

### 3.2.5 Validasi Receiver Operating Characteristic (ROC)

Hasil segmentasi dapat diukur dengan menggunakan berbagai macam cara, pada penelitian ini cara pengukuran atau validasi hasil segmentasi dilakukan

dengan menggunakan ROC (*Receiver Operating Characteristic*). ROC menyatakan probabilitas terjadinya kesalahan ataupun kebenaran pencocokan pada sistem. Dalam penelitian ini, peneliti membandingkan antara hasil segmentasi sistem dengan hasil segmentasi manual.



**Gambar 3.11** : Perbedaan antara hasil segmentasi manual (*ideal image*) dengan hasil segmentasi sistem

(Sumber : Indrawati, Poltek Lhokseumawe)

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

Keempat nilai tersebut dihitung berdasar jumlah *pixel* yang dilingkupi dan diformulasikan dengan menggunakan matriks 2x2 seperti pada gambar 2.12.

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

**Gambar 3.12** : Formulasi matriks dari TP, FP, TN, FN  
(Sumber : Indrawati, Poltek Lhokseumawe)

Pengukuran dilakukan dengan menghitung jumlah nilai *True Positive* (TP), *False Positive* (FP), *False Negative* (FN), dan *True Negative* (TN) dari objek yang diukur dengan objek referensi. Pengukuran akurasi, sensitifitas, dan spesifitas dijelaskan dalam persamaan berikut.

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+TN+P+FN} \quad (3.11)$$

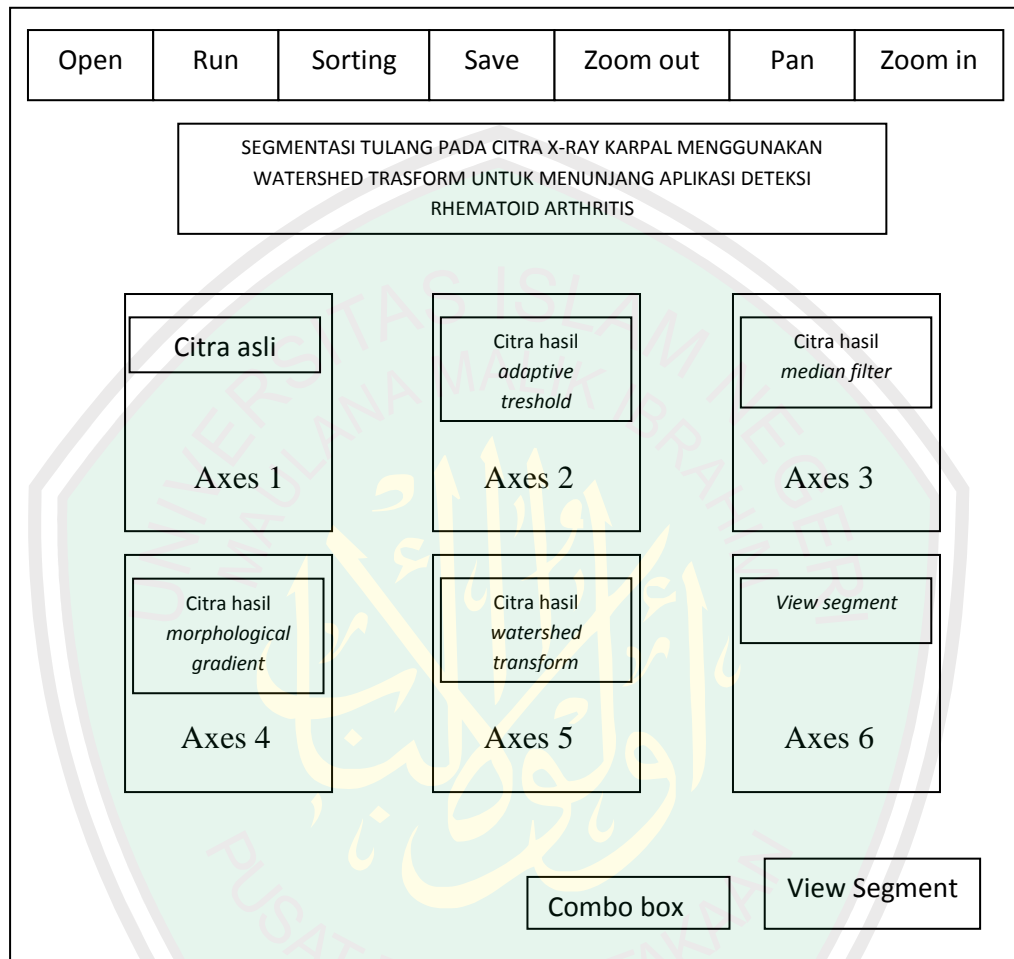
$$\text{Sensitifitas} = \frac{TP}{TP+FN} \quad (3.12)$$

$$\text{Spesifitas} = \frac{TN}{TN+FP} \quad (3.13)$$

### 3.3 Perancangan Antarmuka

Antarmuka merupakan bentuk visual aplikasi yang dimaksudkan sebagai perantara antara pengguna dengan program aplikasi. Berikut ini dijelaskan rancangan antarmuka aplikasi segmentasi tulang citra x-ray karpal RA dan aplikasi validasi ROC.

### 3.3.1 Antarmuka Aplikasi Segmentasi



**Gambar 3.13** : Desain antarmuka aplikasi segmentasi

Gambar 3.13 diatas adalah tampilan halaman utama dari aplikasi segmentasi tulang citra *x-ray carpal* menggunakan *watershed transform* untuk menunjang aplikasi deteksi *rheumatoid arthritis*. Berikut adalah tampilan rancangan proses segmentasi:

1. Axis1 : menampilkan objek citra yang akan disegmentasi.
2. Axis2 : menampilkan objek citra hasil proses *adaptive treshold*.

3. Axes3 : menampilkan objek citra hasil proses *konvolusi* dan *filtering*.
4. Axes4 : menampilkan objek citra hasil proses *morphology gradient*.
5. Axes5 : menampilkan objek citra hasil proses segmentasi *watershed transform*.
6. Axes6 : menampilkan objek citra hasil proses segmentasi *watershed transform* dengan tampilan *per-segment* yang dipilih sesuai urutan nomor di *combo box*.

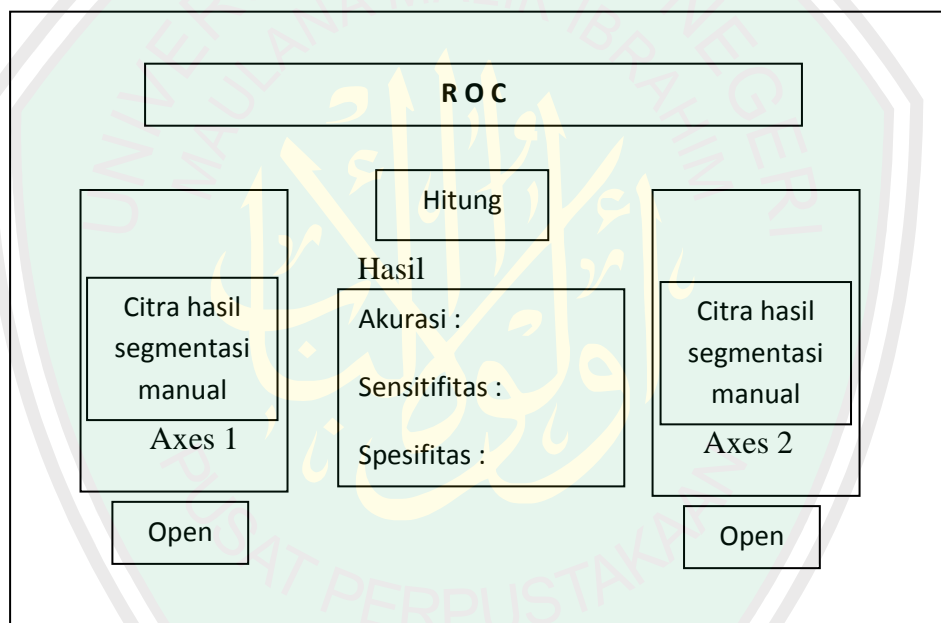
Berikut adalah beberapa menu dan tombol yang ada pada antarmuka untuk menjalankan proses segmentasi:

1. Menu 'Open File' berfungsi untuk mengambil *image* yang terdapat pada *drive* computer (mengambil gambar yang akan diidentifikasi).
2. Menu 'Run' berfungsi untuk menjalankan proses sistem, mulai dari proses *preprocessing*, *presegmentation*, hingga segmentasi citra.
3. Menu 'Sorting' berfungsi untuk mengurutkan tampilan hasil segmentasi dari piksel yang terbesar ke yang terkecil.
4. Menu 'Save Figure' berfungsi untuk menyimpan *image* hasil dari proses segmentasi.
5. Menu 'Zoom Out' berfungsi untuk merubah tampilan citra menjadi lebih kecil.
6. Menu 'Pan' berfungsi untuk menggeser tampilan citra.
7. Menu 'Zoom In' berfungsi untuk merubah tampilan citra menjadi lebih besar.
8. Combo box berfungsi untuk memilih nomor objek yang ada.

9. Tombol ‘View Segment’ berfungsi untuk menampilkan objek yang dipilih oleh combo box.

### 3.3.2 Antarmuka Aplikasi Validasi ROC

Hasil dari proses segmentasi diuji dengan validasi ROC untuk mengukur tingkat akurasi, sensitifitas dan spesifitasnya. Berikut adalah tampilan antarmuka validasi ROC:



**Gambar 3.14** : Antarmuka validasi ROC

Berikut adalah menu dan tampilan yang ada pada antarmuka validasi ROC:

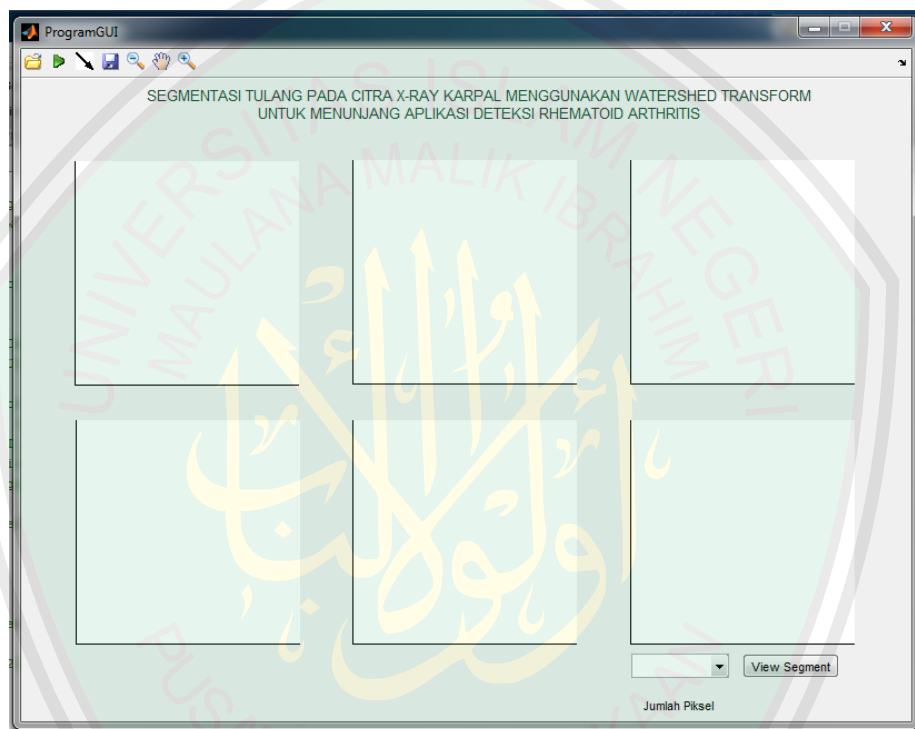
1. Axes 1 : menampilkan objek citra hasil segmentasi manual.
2. Axes 2 : menampilkan objek citra hasil segmentasi dengan aplikasi dengan metode *watershed transform*.
3. Tombol “Open” digunakan untuk mengambil objek citra yang akan diuji.

4. Tombol “Hitung” digunakan untuk menjalankan proses validasi ROC.

### 3.4 Implementasi Aplikasi

#### 3.4.1 Implementasi Aplikasi Segmentasi

Gambar berikut adalah hasil implementasi desain antarmuka.



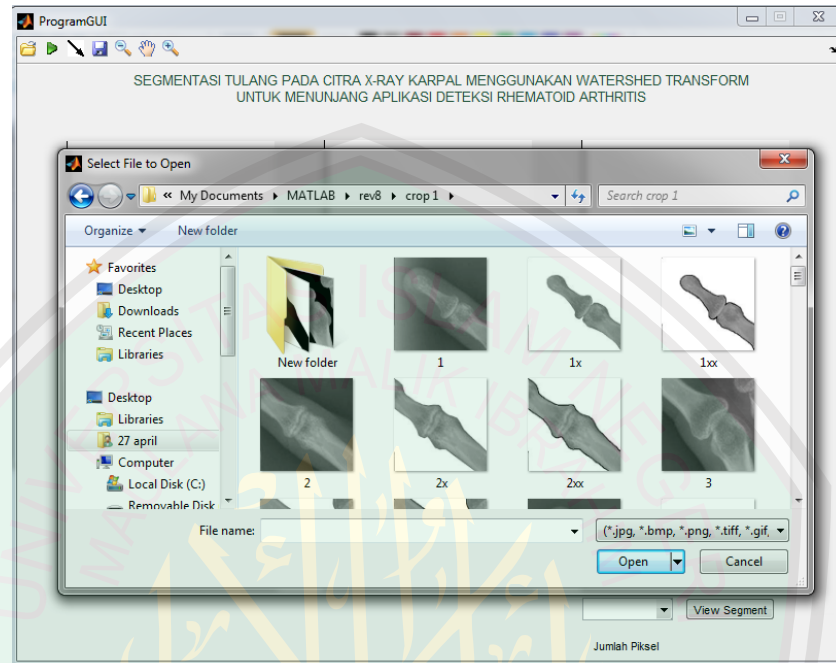
**Gambar 3.15** : Halaman Utama Program

##### 3.4.1.1 Implementasi Input Citra

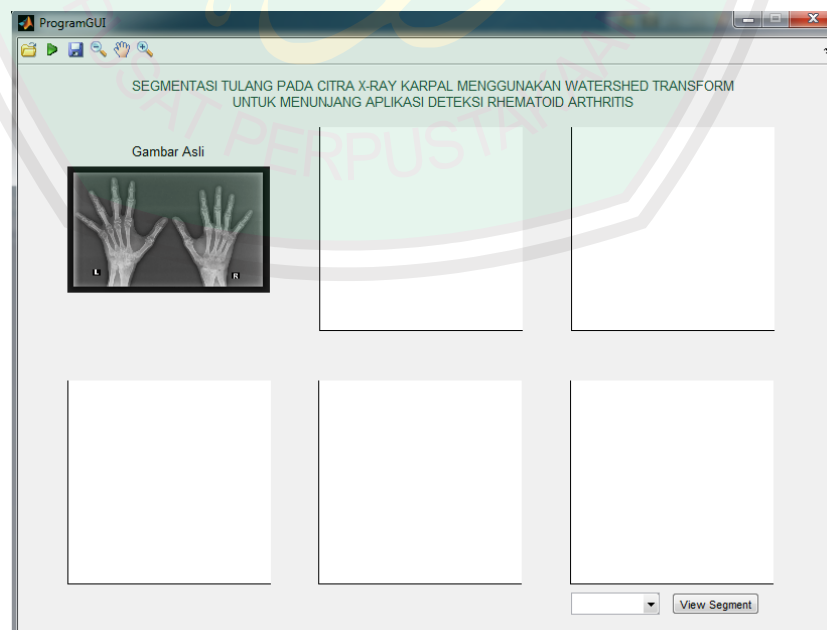
Sebelum melakukan proses segmentasi dilakukan, hal yang dilakukan terlebih dahulu adalah akuisisi citra, yaitu proses pengambilan file citra digital *x-ray carpal* dari drive komputer yang akan disegmentasi. Citra yang diinputkan akan dimasukkan ke *axes* yang pertama atau sebelah kiri yang selanjutnya akan di



proses pada langkah berikutnya. Tampilan form input image dapat dilihat pada gambar berikut ini.



**Gambar 3.16** : Tampilan proses open file



**Gambar 3.17** : Tampilan input citra

```

% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

global data
[nama_file,direktori]=uigetfile({'*.jpg;*.bmp;*.png;*.tiff;*.gif;*.pgm'})
if ~isequal(nama_file,0);
    data=imread(fullfile(direktori,nama_file));
    axes(handles.axes1);
    imshow(data);
    title('Gambar Asli');|
    guidata(hObject,handles);
else
    return;
end

```

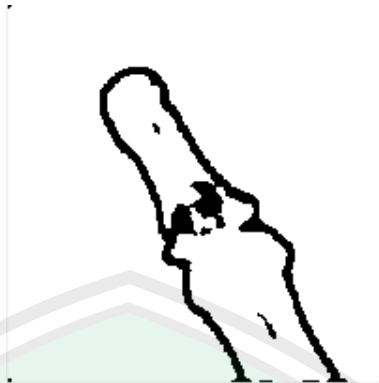
**Gambar 3.18** : Source code untuk mengambil citra

#### 3.4.1.2 Implementasi *Pre-processing*

Implementasi *pre-processing* bertujuan untuk memperbaiki citra agar siap digunakan dalam proses selanjutnya. Proses *pre-processing* meliputi proses *adaptive treshold* dan filter median. Hasil implementasi *adaptive treshold* (Gambar 3.19) pada aplikasi ditampilkan pada “axes 2”, dan hasil implementasi filter median (Gambar 3.20) pada aplikasi ditampilkan pada “axes 3”.



**Gambar 3.19** : Tampilan hasil implementasi *adaptive treshold*



**Gambar 3.20** : Tampilan hasil implementasi filter median

```

function proses(hObject, eventdata, handles)
set(handles.text2,'String', 'Proses berlangsung');
global data hasil jumsegment piksel gbrsimpan;
gbrasli=data;

axes(handles.axes3);
level = 0.49;
gbrthresh1 = im2bw(gbrasli,level);
[m,n] = size(gbrthresh1);
gbrbw = zeros(m,n);
[bar,col]=find(gbrthresh1>0);
for i=1:size(bar)
    gbrbw(bar(i),col(i)) = gbrasli(bar(i),col(i));
end;
gbrbw = uint8(gbrbw);

axes(handles.axes3);
gbrbw2=adaptivethreshold(gbrbw,11,0.02,0);
imshow(gbrbw2);
title('Gambar Adaptive Threshold');

gbrfilter = medfilt2(gbrbw2,[8 8]); %filter noise
axes(handles.axes4);
%gbrsimpan = gbrfilter;
imshow(gbrfilter);
title('Gambar Filter');

```

**Gambar 3.21** : Source code pre-processing

### 3.4.1.3 Implementasi Pre-segmentasi

Implementasi proses *presegmentation* digunakan untuk mengatasi masalah *oversegmentation* dengan menerapkan *morphological gradient*. Hasil

implementasi pre-segmentasi ditampilkan pada aplikasi di dalam “axes 4”.

Berikut ini adalah salah satu gambar hasil pre-segmentasi.



**Gambar 3.22** : Tampilan hasil *pre-segmentation*

```
axes(handles.axes5);  
se = strel(ones(3,3));  
gbrmorphologygradient = imdilate(gbrfilter, se) - imerode(gbrfilter, se);  
imshow(gbrmorphologygradient);  
title('Gambar Morphology Gradient');
```

**Gambar 3.23** : *Source code* pre-segmentasi

#### 3.4.1.4 Implementasi Segmentasi

Implementasi proses segmentasi digunakan untuk memisahkan objek dengan latar belakangnya dengan mencari batas tepi objek menggunakan *watershed transform*. Hasil implementasi proses segmentasi ditampilkan pada aplikasi di dalam “axes 5”. Berikut ini adalah salah satu gambar hasil segmentasi.



**Gambar 3.24** : Tampilan hasil segmentasi

```

axes(handles.axes6);
L = watershed(gbrmorphologygradient);
hasil = L;
gbrwatershed = L == 0;
gbrwatershed=imcomplement(gbrwatershed);
imshow(gbrwatershed);

title('Gambar Watershed');
kolomMax = max(L);
objekMax = max(kolomMax);
piksel= 0:1:objekMax;

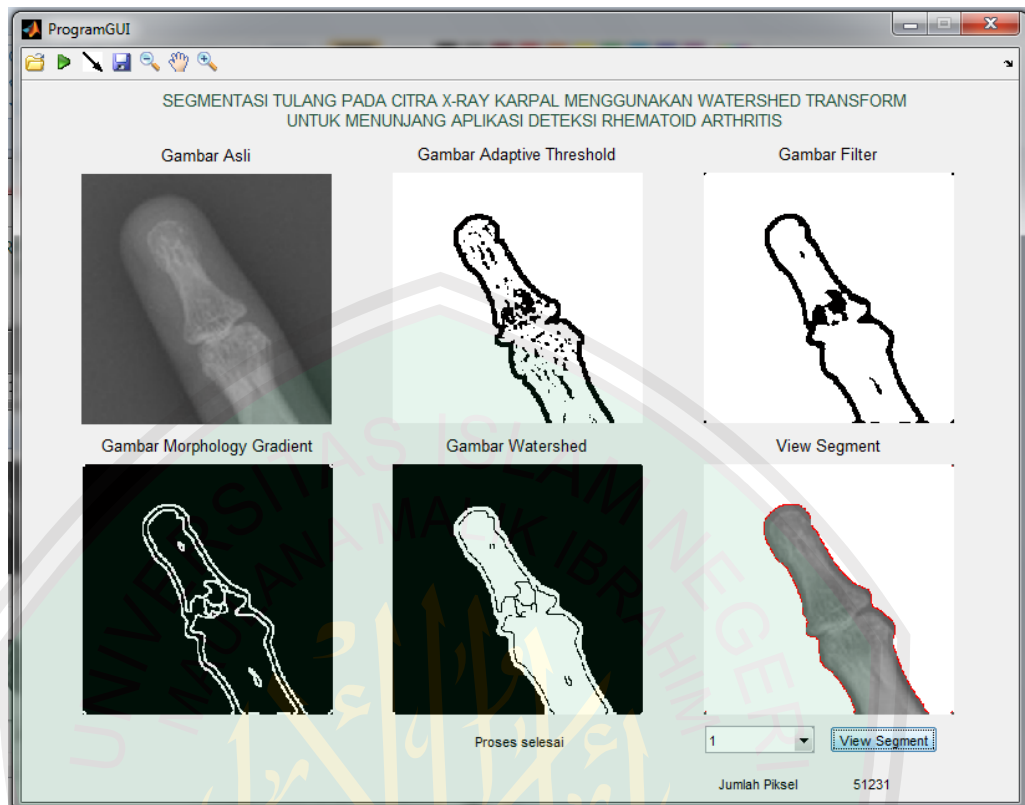
set(handles.NilaiPixel,'String', piksel(1,:));

```

**Gambar 3.25** : *Source code* segmentasi watershed transform

#### 3.4.1.5 Implementasi Tampil Hasil

Berikut adalah tampilan dari hasil proses segmentasi secara umum:



**Gambar 3.26 : Tampilan Hasil**

#### 3.4.1.6 Proses Sorting

Menu *sorting* digunakan untuk mengurutkan hasil segmentasi dari ukuran piksel yang terbesar ke yang terkecil. Berikut adalah *source code* dari proses *sorting*.

```

function uipushtool6_ClickedCallback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to uipushtool6 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
%sorting urutan besar => kecil
global jumsegment hasil piksel;

    set(handles.text2,'String', 'Proses Sorting dimulai');
    for i = 1:jumsegment-1
        for j=i+1:jumsegment
            boundary1 = sum(sum(hasil == piksel(i)));
            boundary2 = sum(sum(hasil == piksel(j)));
            if boundary1 < boundary2
                temp = piksel(i);
                piksel(i) = piksel(j);
                piksel(j) = temp;
            end
        end
        persen = num2str((i/jumsegment) * 100);
        persen = strcat('Proses sorting ', ' = ', persen, ' %');
        set(handles.text2,'String', persen);
    end
    persen = 100;
    persen = strcat('Proses sorting ', ' = ', persen, ' %');
    % set(handles.NilaiPixel,'String', piksel(1,:));
    set(handles.text2,'String', 'Proses sorting selesai');
    msgbox('Proses sorting selesai','Informasi')

```

**Gambar 3.27** : Source code menu sorting

#### 3.4.1.7 Proses View Segment

Hasil dari proses *view segment* ditampilkan pada “axes 6”.



**Gambar 3.28** : Tampilan hasil *view segment*

```

% --- Executes on button press in pushbutton5.
function pushbutton5_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton5 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
global hasil hasilsegment data piksel;

set(handles.text2,'String','Proses berlangsung');
gbrasli = data;
imgindex = get(handles.NilaiPixel, 'value');
img = piksel(imgindex);
gbrsegment = hasil == img;
format long;
jumpixel = sum(sum(gbrsegment));
set(handles.text4,'String', jumpixel);
gbrwatersehdfull = hasil ==0;
gbrwatersehdfull = imcomplement(gbrwatersehdfull);

    gbrsegment = imcomplement(gbrsegment);
    axes(handles.axes6);
    gbrwatersedlokasi = gbrsegment - imcomplement(gbrwatersehdfull) ;
    imshow(gbrwatersedlokasi);
    title('Gambar Watershed');

```

```

[m,n] = size(gbrasli);
gbraslisegment = zeros(m,n,3);
gbraslisegment = uint8(gbraslisegment);
for i=1:m
    for j=1:n
        gbraslisegment(i,j,1) = gbrasli(i,j);
        gbraslisegment(i,j,2) = gbrasli(i,j);
        gbraslisegment(i,j,3) = gbrasli(i,j);
    end
end
[baris,kolom]=find(gbrsegment==0);
for i=1:size(baris)
    gbraslisegment(baris(i),kolom(i),1) = 255;
    gbraslisegment(baris(i),kolom(i),2) = 255;
    gbraslisegment(baris(i),kolom(i),3) = 255;

end;
edgesegment = double(edge(gbrsegment,'canny'));
[baris,kolom]=find(edgesegment==1);
for i=1:size(baris)

```



```

        gbraslisegment (baris(i),kolom(i),1) = 255;
        gbraslisegment (baris(i),kolom(i),2) = 0;
        gbraslisegment (baris(i),kolom(i),3) = 0;

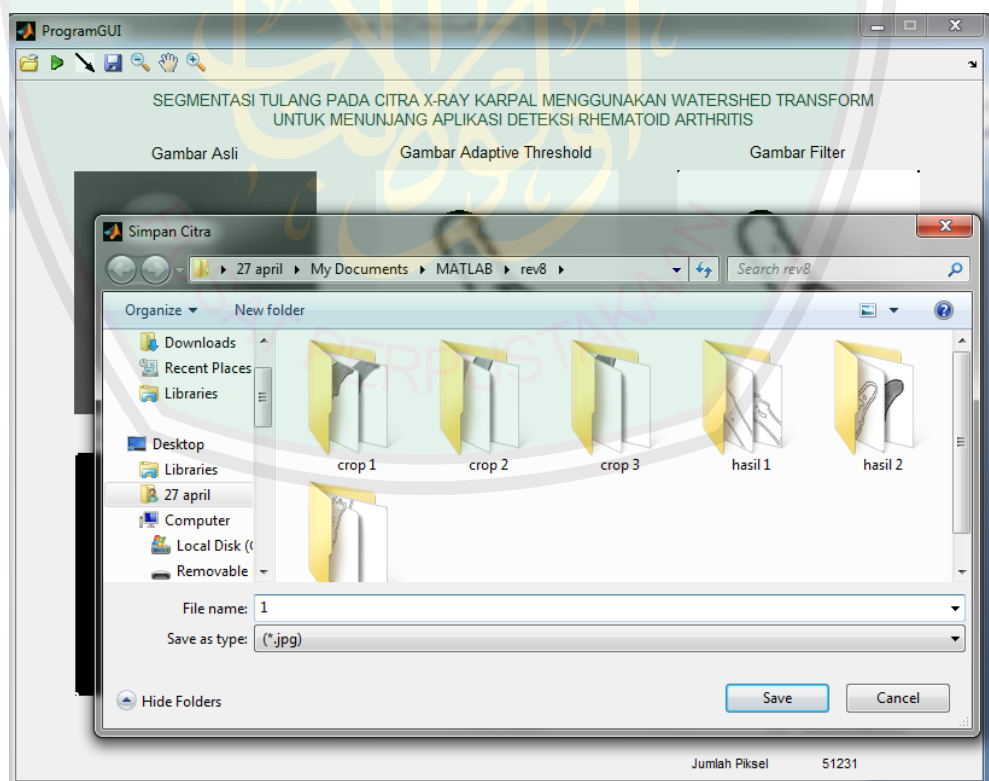
    end

    hasilsegment = gbraslisegment;
    axes(handles.axes7);
    imshow(gbraslisegment);
    title('View Segment');
    set(handles.text2,'String','Proses selesai');

```

**Gambar 3.29** : *Source code view segment*

#### 3.4.1.8 Simpan Hasil Segmentasi



**Gambar 3.30** : *Tampilan save image*

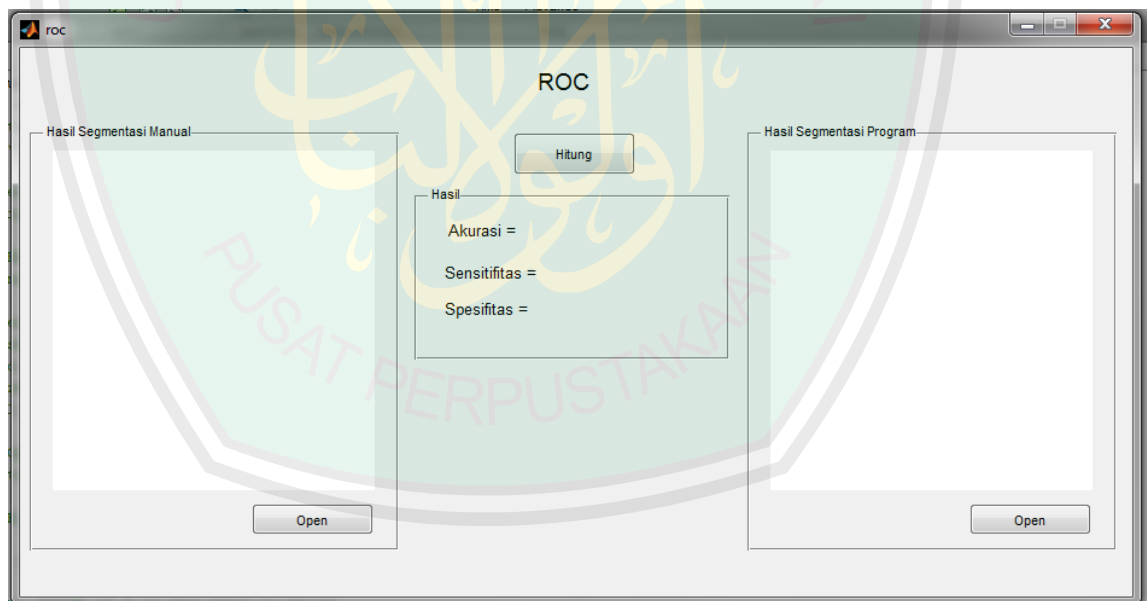
```

% -----
function uipushtool5_ClickedCallback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to uipushtool5 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
global hasilsegment;
I = hasilsegment;
[namafile,direktori]=uiputfile({'*.jpg';'*.*'},'Simpan Citra');
imwrite(I, strcat (direktori,namafile));
if isequal (namafile,0)
    errordlg('Citra belum disimpan. ');
    return;
end

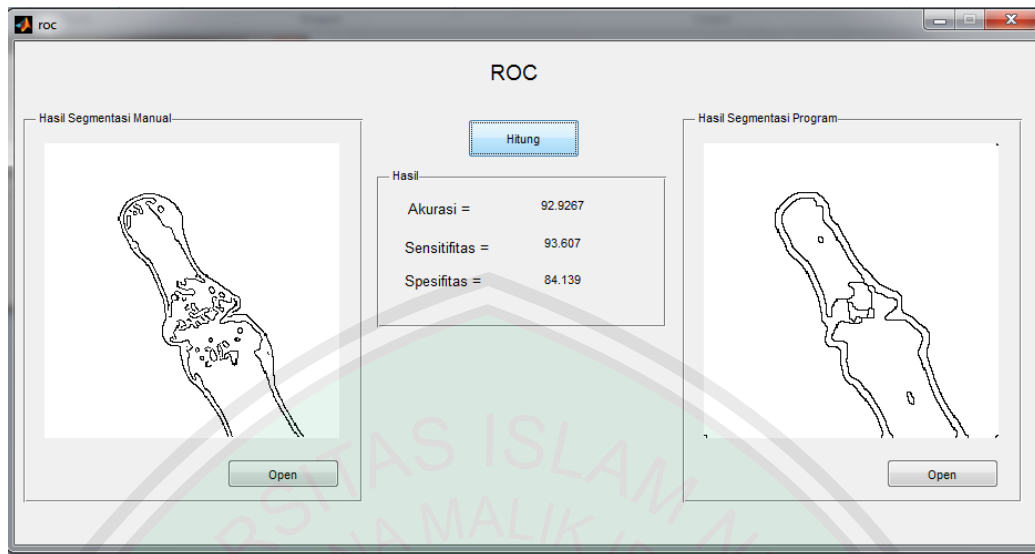
```

**Gambar 3.31** : Source code save image

### 3.4.2 Implementasi Aplikasi Validasi ROC



**Gambar 3.32** : Menu Validasi



**Gambar 3.33** : Hasil Validasi

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

```

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

```

**Gambar 3.34** : Source code program untuk validasi

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV menguraikan mengenai rangkaian uji coba dan pembahasan terhadap penelitian yang telah dilakukan. Uji coba dilakukan untuk melihat sejauh mana keberhasilan metode yang diterapkan, sedangkan pembahasan dilakukan dengan melakukan analisa hasil uji coba agar memperoleh kesimpulan serta saran bagi penelitian selanjutnya.

#### 4.1. Langkah - Langkah Uji Coba

##### 4.1.1 Langkah – Langkah Uji Coba Aplikasi Segmentasi

Langkah-langkah uji coba pada penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. *Cropping* citra. Pemotongan tiga citra x-ray tulang karpal *rheumatoid arthritis* (RA) dengan memperhatikan letak persendiannya menghasilkan 84 citra baru dengan ukuran 256x256 piksel.
- b. Uji coba aplikasi. Citra yang telah dipotong dimasukkan dalam aplikasi, selanjutnya diproses dengan metode *adaptive threshold*, filter median, *morphological gradient*, dan *watershed transform*. Hasil uji coba ditampilkan dalam “axes” yang ada pada aplikasi.
- c. Hasil akhir ujicoba aplikasi yang telah ditampilkan dapat dilihat secara detail dengan melihat hasilnya per-*segment* dengan menekan tombol “*View Segment*”. Hasil “*View Segment*” dapat diurutkan dari *segment*

dengan jumlah piksel terbesar ke *segment* dengan jumlah piksel terkecil dengan menekan tombol “Sorting”.

- d. Hasil ujicoba aplikasi disimpan menjadi citra baru yang selanjutnya akan diuji dengan aplikasi validasi ROC.

#### 4.1.2 Langkah – Langkah Uji Coba Aplikasi Validasi ROC

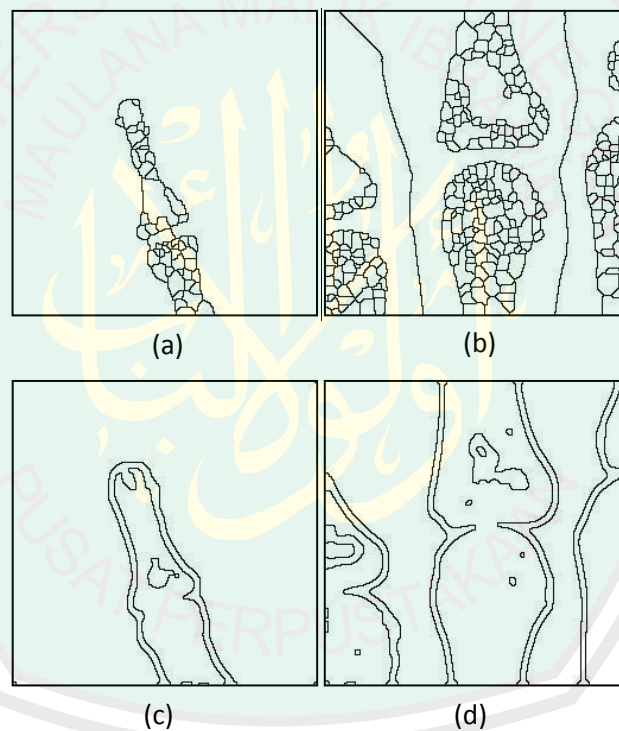
Langkah-langkah uji coba pada aplikasi validasi ROC dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Deteksi tepi citra x-ray tulang karpal *rheumatoid arthritis* (RA) secara manual menggunakan aplikasi *image editing*. Pendeteksian tepi dilakukan dengan memberikan tambahan garis pada tepi tulang.
- b. Uji coba aplikasi. Citra hasil deteksi tepi manual dimasukkan ke dalam aplikasi, kemudian dibandingkan dengan citra hasil segmentasi aplikasi.
- c. Hasil penghitungan akurasi, sensitifitas, dan spesifitas dari tiap citra yang dibandingkan akan dimunculkan pada “*text box*”.

#### 4.2. Hasil Uji Coba

Uji coba segmentasi tulang pada citra x-ray karpal *rheumatoid arthritis* menggunakan *watershed transform* menghasilkan empat keluaran, yaitu citra hasil *pre-processing* dengan *adaptive threshold*, filter median, citra hasil pre-segmentasi dengan *morphological gradient*, dan citra hasil segmentasi dengan *watershed transform*. Uji coba ini menggunakan 84 data sampel citra x-ray tulang karpal *rheumatoid arthritis* (RA).

Hasil segmentasi aplikasi dengan metode *watershed transform* yang didahului dengan *pre-processing* dan *presegmentation* dapat mengurangi oversegmentasi dengan cukup signifikan. Hal ini dapat dibuktikan dengan membandingkan hasil segmentasi *watershed transform* tanpa perlakuan dengan hasil segmentasi *watershed transform* yang didahului dengan *pre-processing* dan *presegmentation*. Berikut ini adalah gambar hasil segmentasi kedua metode tersebut.



**Gambar 4.1 :** Hasil segmentasi *watershed transform*

Gambar (a) dan (b) adalah gambar hasil segmentasi *watershed transform* tanpa *pre-processing* dan *presegmentation*. Terlihat terjadi oversegmentasi pada hasil segmentasi, sehingga hasil segmentasi kurang jelas. Gambar (c) dan (d) adalah gambar hasil segmentasi *watershed transform* dengan *pre-processing* dan *presegmentation*. Oversegmentasi berkurang, sehingga hasil segmentasi dapat

dilihat lebih jelas. Tabel 4.1, 4.2, dan 4.3 menunjukkan rata-rata perhitungan menggunakan ROC, dimana pada perhitungan tersebut citra hasil segmentasi tulang karpal menggunakan metode *watershed transform* tanpa didahului dengan *pre-processing* dan *pre-segmentation* dibandingkan dengan hasil segmentasi tulang karpal manual.

**Tabel 4.1** : Hasil Perhitungan perbandingan segmentasi tulang citra karpal “Carpal01.jpg” tanpa *pre-processing* dan *pre-segmentation*

No.	Nama Citra	Akurasi (%)	Sensitifitas (%)	Spesifisitas (%)
1.	Carpal01_01	5.7315	4.2457	7.1732
2.	Carpal01_02	6.7463	5.9373	7.5420
3.	Carpal01_03	15.4549	6.9813	22.5222
4.	Carpal01_04	4.9756	3.2634	6.6296
5.	Carpal01_05	5.3966	6.5464	4.2173
6.	Carpal01_06	20.4731	9.7352	28.9574
7.	Carpal01_07	4.6509	3.8818	5.4086
8.	Carpal01_08	4.7604	6.6475	2.7948
9.	Carpal01_09	17.6244	9.9717	24.1089
10.	Carpal01_10	4.2825	3.1648	5.3753
11.	Carpal01_11	4.7359	5.1121	4.3564
12.	Carpal01_12	12.0035	8.1563	15.5542
13.	Carpal01_13	7.3558	2.8154	11.4952
14.	Carpal01_14	6.9088	6.8737	6.9439
15.	Carpal01_15	5.2896	2.8139	7.6440
16.	Carpal01_16	6.7067	7.5823	5.8142
17.	Carpal01_17	4.8636	2.2268	7.3635
18.	Carpal01_18	5.7840	6.4965	5.0603
19.	Carpal01_19	5.6692	5.2366	5.4025
20.	Carpal01_20	4.2025	3.3737	5.0181
21.	Carpal01_21	5.9240	7.0352	4.7850
22.	Carpal01_22	12.2353	16.7820	7.1629
23.	Carpal01_23	3.7251	3.3514	4.0962
24.	Carpal01_24	5.6697	5.7366	5.6025
25.	Carpal01_25	12.8710	17.3607	7.8614
26.	Carpal01_26	2.7107	2.9109	2.5097
27.	Carpal01_27	5.6696	5.7367	5.6024
28.	Carpal01_28	8.9480	11.3525	6.4055
<b>Nilai Rata-rata</b>		<b>7.5489</b>	<b>6.476014</b>	<b>8.335971</b>

**Tabel 4.2** : Hasil Perhitungan perbandingan segmentasi tulang citra karpal  
 “Carpal02.jpg” tanpa *pre-processing* dan *pre-segmentation*

No.	Nama Citra	Akurasi (%)	Sensitifitas (%)	Spesifisitas (%)
1.	Carpal02_01	3.3548	2.5597	4.1377
2.	Carpal02_02	4.3441	5.1657	3.5078
3.	Carpal02_03	5.9707	5.4104	6.5250
4.	Carpal02_04	4.4524	3.2517	5.6251
5.	Carpal02_05	5.0725	6.1108	4.0109
6.	Carpal02_06	13.1635	12.2341	14.0753
7.	Carpal02_07	5.3091	3.2536	7.2823
8.	Carpal02_08	5.3201	6.2336	4.3883
9.	Carpal02_09	12.6859	14.2014	11.1117
10.	Carpal02_10	3.9064	2.8547	4.9362
11.	Carpal02_11	4.8902	5.5030	4.2691
12.	Carpal02_12	9.4117	10.6235	8.1642
13.	Carpal02_13	6.2098	5.5591	6.8521
14.	Carpal02_14	8.5108	11.3642	5.4534
15.	Carpal02_15	5.5655	4.3152	6.7850
16.	Carpal02_16	8.4008	11.2926	5.2953
17.	Carpal02_17	4.3111	2.6526	5.9159
18.	Carpal02_18	5.4468	6.1488	4.7338
19.	Carpal02_19	8.9541	10.7229	7.1099
20.	Carpal02_20	4.0409	3.0709	4.9921
21.	Carpal02_21	4.8414	5.9609	3.6946
22.	Carpal02_22	11.4964	12.2668	10.7107
23.	Carpal02_23	3.3281	3.2729	3.3832
24.	Carpal02_24	4.225	6.1537	4.4763
25.	Carpal02_25	4.3226	5.1538	3.4768
26.	Carpal02_26	11.9346	13.7593	10.0250
27.	Carpal02_27	4.1866	4.7838	3.5819
28.	Carpal02_28	5.6036	6.6707	4.5093
<b>Nilai Rata-rata</b>		<b>6.402125</b>	<b>6.805371</b>	<b>6.036746</b>

**Tabel 4.3** : Hasil Perhitungan perbandingan segmentasi tulang citra karpal  
 “Carpal03.jpg” tanpa *pre-processing* dan *pre-segmentation*

No.	Nama Citra	Akurasi (%)	Sensitifitas (%)	Spesifisitas (%)
1.	Carpal03_01	6.7473	0.9733	11.8880
2.	Carpal03_02	10.4087	4.0963	15.9480
3.	Carpal03_03	13.8052	4.0817	21.7534
4.	Carpal03_04	8.2909	0.8126	14.7247
5.	Carpal03_05	11.9319	4.6510	18.1869

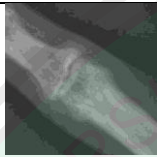


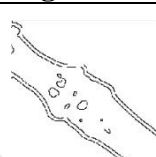
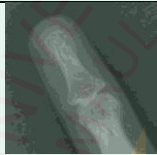

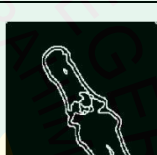







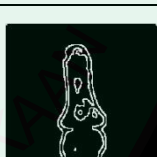
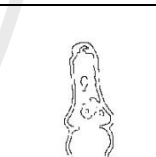


No.	Nama Citra	Akurasi (%)	Sensitifitas (%)	Spesifisitas (%)
6.	Carpal03_06	30.0753	9.6897	43.0393
7.	Carpal03_07	8.6323	0.7917	15.3266
8.	Carpal03_08	12.3930	4.0283	19.4295
9.	Carpal03_09	28.6085	9.1694	41.2355
10.	Carpal03_10	7.1541	0.6524	12.8585
11.	Carpal03_11	12.2905	3.4729	19.6414
12.	Carpal03_12	20.8039	6.1955	31.4926
13.	Carpal03_13	7.4426	2.2325	12.1284
14.	Carpal03_14	9.1884	8.0030	10.3514
15.	Carpal03_15	6.2439	2.1830	9.9821
16.	Carpal03_16	9.4726	10.8702	8.0271
17.	Carpal03_17	5.8956	1.3894	10.0100
18.	Carpal03_18	7.1083	4.9664	9.1650
19.	Carpal03_19	15.0217	11.7746	18.0470
20.	Carpal03_20	6.1308	2.5870	9.4272
21.	Carpal03_21	7.1025	7.6213	6.5758
22.	Carpal03_22	22.2848	17.5188	26.5437
23.	Carpal03_23	5.0156	3.4099	6.5698
24.	Carpal03_24	7.4469	7.3597	7.5342
25.	Carpal03_25	20.8777	18.1017	23.4823
26.	Carpal03_26	4.5438	3.7016	5.3721
27.	Carpal03_27	6.2801	5.8673	6.6897
28.	Carpal03_28	7.8697	7.9628	7.7760
<b>Nilai Rata-rata</b>		<b>11.39524</b>	<b>5.863</b>	<b>15.82879</b>

Tabel 4.5, 4.6, dan 4.7 menunjukkan rata-rata perhitungan menggunakan ROC, dimana pada perhitungan tersebut citra hasil segmentasi tulang karpal menggunakan metode *watershed transform* dibandingkan dengan hasil segmentasi tulang karpal manual. Berdasarkan tabel tersebut menunjukkan bahwa sistem memiliki kemampuan mensegmentasi tulang karpal Carpal01 dengan prosentase akurasi 95,0371%, sensitifitas 63,7048%, dan spesifisitas 96,295%, tulang karpal Carpal02 dengan prosentase akurasi 96,4135%, sensitifitas 56,6012%, spesifisitas 97,8912%, dan tulang karpal Carpal03 dengan prosentase akurasi 89,3169%, sensitifitas 72,1208%, spesifisitas 90,0728%.

Berikut adalah hasil ujicoba segmentasi tulang pada citra x-ray karpal *rheumatoid arthritis* (RA).

**Tabel 4.4** : Hasil ujicoba segmentasi tulang karpal menggunakan *watershed transform*.

No.	Citra Asli	Hasil Preprocessing	Hasil Presegmentation	Hasil Segmentasi
1.				
2.				
3.				
4.				

**Tabel 4.5** : Hasil Perhitungan perbandingan segmentasi tulang citra karpal "Carpal01.jpg"

No.	Nama Citra	Akurasi (%)	Sensitifitas (%)	Spesifisitas (%)
1.	Carpal01_01	95.0302	59.0618	96.7334
2.	Carpal01_02	95.9396	72.1210	96.9154
3.	Carpal01_03	84.8740	79.9036	85.2459
4.	Carpal01_04	96.4981	72.3404	97.4339
5.	Carpal01_05	97.8806	62.0531	99.3612
6.	Carpal01_06	81.7383	78.7471	82.0407
7.	Carpal01_07	97.1649	71.5285	97.9727
8.	Carpal01_08	98.0011	50.5401	100.3217

No.	Nama Citra	Akurasi (%)	Sensitifitas (%)	Spesifisitas (%)
9.	Carpal01_09	84.3918	65.0741	86.8856
10.	Carpal01_10	96.1075	54.7940	97.7126
11.	Carpal01_11	98.0927	67.1648	99.2729
12.	Carpal01_12	91.6306	76.8758	92.7334
13.	Carpal01_13	92.4011	79.5445	92.8837
14.	Carpal01_14	96.3577	66.5271	97.8409
15.	Carpal01_15	95.6787	72.5198	96.5127
16.	Carpal01_16	95.2072	45.7788	97.1863
17.	Carpal01_17	95.9488	76.7922	96.5329
18.	Carpal01_18	96.9788	59.9628	98.2331
19.	Carpal01_19	97.1619	60.0724	98.1245
20.	Carpal01_20	97.3419	65.9275	98.2540
21.	Carpal01_21	97.3328	60.2315	98.4411
22.	Carpal01_22	96.2463	58.6272	98.1623
23.	Carpal01_23	97.6486	59.9045	98.6392
24.	Carpal01_24	96.8491	62.8236	97.9461
25.	Carpal01_25	96.6599	62.1232	98.3468
26.	Carpal01_26	97.9645	43.0759	99.2520
27.	Carpal01_27	97.3175	39.1183	98.9536
28.	Carpal01_28	96.5942	60.5008	98.3227
<b>Nilai Rata-rata</b>		<b>95.0371</b>	<b>63.7048</b>	<b>96.295</b>

**Tabel 4.6** : Hasil Perhitungan Perbandingan Segmentasi Tulang Citra Karpal  
"Carpal02.jpg"

No.	Nama Citra	Akurasi (%)	Sensitifitas (%)	Spesifisitas (%)
1.	Carpal02_01	97.9996	70.0000	98.8265
2.	Carpal02_02	98.5397	66.0506	99.8224
3.	Carpal02_03	96.0938	65.7545	97.3261
4.	Carpal02_04	96.9910	68.6170	97.9155
5.	Carpal02_05	97.1008	48.7728	98.3017
6.	Carpal02_06	93.1046	70.1189	94.9522
7.	Carpal02_07	96.2463	75.4187	96.9729
8.	Carpal02_08	96.8872	49.1662	98.0960
9.	Carpal02_09	94.7098	63.5612	97.1942
10.	Carpal02_10	96.6446	56.2583	97.5919
11.	Carpal02_11	96.7194	43.3557	97.9608
12.	Carpal02_12	95.9030	61.4734	98.2246
13.	Carpal02_13	94.2474	42.1309	96.6360
14.	Carpal02_14	96.2402	48.2940	97.9731

No.	Nama Citra	Akurasi (%)	Sensitifitas (%)	Spesifisitas (%)
15.	Carpal02_15	96.1853	68.2568	97.1750
16.	Carpal02_16	96.2173	47.9941	97.7698
17.	Carpal02_17	96.3898	65.9310	97.2338
18.	Carpal02_18	97.0108	57.2690	98.2141
19.	Carpal02_19	96.4081	61.4031	98.6696
20.	Carpal02_20	96.9925	63.6203	97.8791
21.	Carpal02_21	97.1817	45.4810	98.2872
22.	Carpal02_22	95.1233	68.3838	97.1055
23.	Carpal02_23	97.7295	52.7513	98.6848
24.	Carpal02_24	97.3129	44.8481	98.5536
25.	Carpal02_25	95.4208	64.6966	97.6499
26.	Carpal02_26	96.5759	29.5455	99.0975
27.	Carpal02_27	97.0352	41.0687	98.7652
28.	Carpal02_28	96.5668	44.6129	98.0735
<b>Nilai Rata-rata</b>		<b>96.4135</b>	<b>56.6012</b>	<b>97.8912</b>

**Tabel 4.7** : Hasil perhitungan perbandingan segmentasi tulang citra karpal  
“Carpal03.jpg”

No.	Nama Citra	Akurasi (%)	Sensitifitas (%)	Spesifisitas (%)
1.	Carpal03_01	92.2836	85.2374	92.5200
2.	Carpal03_02	89.7980	82.3450	90.1515
3.	Carpal03_03	84.1888	77.9787	84.4969
4.	Carpal03_04	89.4958	85.2416	89.6231
5.	Carpal03_05	87.3047	77.3916	87.8029
6.	Carpal03_06	69.4183	80.7956	68.2753
7.	Carpal03_07	88.9343	83.7659	89.0941
8.	Carpal03_08	86.7264	79.4301	87.1218
9.	Carpal03_09	70.6985	83.6177	69.4992
10.	Carpal03_10	90.9607	85.6168	91.1081
11.	Carpal03_11	86.0321	74.5639	86.6897
12.	Carpal03_12	77.2018	80.5468	76.9575
13.	Carpal03_13	91.9815	77.6119	92.4832
14.	Carpal03_14	91.9434	50.7124	93.9822
15.	Carpal03_15	93.6890	76.6355	94.2646
16.	Carpal03_16	93.9438	49.5372	95.8526
17.	Carpal03_17	93.5684	80.5907	93.9551

No.	Nama Citra	Akurasi (%)	Sensitifitas (%)	Spesifisitas (%)
18.	Carpal03_18	94.3924	70.0038	95.4189
19.	Carpal03_19	88.9297	67.2053	90.7291
20.	Carpal03_20	94.0704	73.3365	94.7683
21.	Carpal03_21	96.5073	62.0099	98.1824
22.	Carpal03_22	83.4213	68.3739	84.8229
23.	Carpal03_23	96.0831	66.1806	97.0856
24.	Carpal03_24	95.9885	62.1202	97.5917
25.	Carpal03_25	86.0291	66.5828	87.8329
26.	Carpal03_26	96.7255	57.9268	98.1341
27.	Carpal03_27	95.8954	58.7730	97.3340
28.	Carpal03_28	94.6625	55.2508	96.2594
<b>Nilai Rata-rata</b>		<b>89.3169</b>	<b>72.1208</b>	<b>90.0728</b>

Hasil uji coba untuk 84 data sampel yang telah dilakukan, selengkapnya dapat dilihat lampiran.

#### 4.3 Pembahasan

Di dalam lampiran, Pada tabel hasil segmentasi tulang carpal01, carpal02, dan carpal03. Dapat dilihat dengan jelas data citra hasil segmentasi aplikasi. Segmentasi menggunakan *watershed transform* yang telah dikombinasikan dengan metode tersebut diatas, menghasilkan citra dengan objek tepian tulang yang dapat terlihat dengan jelas. Kombinasi beberapa metode tersebut juga mengurangi *over-segmentation* yang biasa terjadi pada segmentasi menggunakan metode *watershed*.

Namun demikian, tidak semua citra input dapat dikenali dengan baik oleh metode segmentasi yang digunakan. Hal ini disebabkan oleh proses *pre-processing* dan *pre-segmenation* yang kurang maksimal. Sehingga perbaikan

kualitas citra kurang maksimal, masih terdapat banyak *noise*, keterbatasan *morphological gradient* dalam mendeteksi tepi dari obyek, dan masih terjadi *over-segmentation* pada hampir semua citra yang telah diuji. Seringkali obyek tidak dapat dibedakan dengan latar belakangnya, terutama bila intensitas piksel yang menyusun obyek hampir sama dengan latar belakang.

Pada hasil segmentasi citra Carpal01\_01, Carpal02\_14, Carpal02\_16, Carpal02\_19, Carpal03\_14, Carpal03\_16, dan Carpal03\_26, selain masih terjadi *over-segmentation* juga terjadi kesalahan pengenalan objek oleh metode segmentasi. Selain disebabkan oleh kualitas citra yang kurang baik, juga disebabkan tidak sempurnanya *morphological gradient* yang digunakan pada proses pre-segmentasi.

Citra hasil x-ray bersifat unik, tidak sama satu dengan yang lain. Sehingga dengan metode segmentasi yang sama, hasilnya belum tentu sama ketika dilakukan pada banyak citra x-ray. Hal itu dapat dilihat pada tabel hasil perhitungan (tabel 4.2, 4.3, dan 4.4), akurasi, sensitifitas, dan sensifitas tiap citra berbeda.

#### **4.4 Integrasi Metode Segmentasi *Watershed Transform* dengan Al-Qur'an**

Penelitian ini menggunakan metode *watershed transform* sebagai metode segmentasi citra x-ray karpal. Dalam proses segmentasi, metode ini menggunakan ukuran dan tingkat warna *pixel* sebagai parameter. Objek citra dikelompokkan sesuai dengan ukuran dan tingkat warnanya, kemudian dipisahkan dengan *background*-nya.

Dalam hal pengukuran dan pendeteksian segala sesuatu yang ada di bumi dan langit, Allah SWT berfirman:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾

Artinya: “*Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran.*” (QS. Al-Qamar:49)

Terdapat hikmah yang dapat diambil dari ayat diatas, Allah SWT menciptakan segala sesuatu menurut ukuran, tidak lebih dan tidak kurang. Ukuran dapat pula dijadikan sebagai parameter untuk membedakan jenis dan pengelompokan.

Objek citra asli memiliki kualitas citra yang kurang baik, sehingga diperlukan metode tambahan agar proses segmentasi menggunakan *watershed transform* bisa lebih maksimal. Hal ini dilakukan dengan menerapkan *preprocessing* dan *presegmentasi*. Metode pendukung yang digunakan mempengaruhi hasil akhir dari proses segmentasi. Metode yang digunakan dipilih oleh *user*, yang dalam hal ini adalah manusia. Oleh karena itu manusia dapat dikatakan sebagai makhluk perubah. Sebagaimana diisyaratkan dalam Al-Qur’an surat Ar-Ra’du ayat 11, Allah SWT. berfirman:

مَا يُغَيِّرُ لَآءِ اللَّهِ إِنَّا اللَّهُ أَمْرٌ مِّن تَحْفَظُونَهُ خَلْفِهِ ۖ وَمِنْ يَدَيْهِ بَيْنَ مَن مَّعْقَبَتٌ لَهُ ۗ  
 ۚ مِّن لَّهُمْ وَمَا لَهُ مَرَدٌّ فَلَا سُوءًا بِقَوْمٍ اللَّهُ أَرَادَ وَإِذَا بِأَنْفُسِهِمْ مَا يُغَيِّرُوا حَتَّىٰ بِقَوْمٍ  
 ﴿١١﴾ وَال مِّن دُونِهِ

Artinya:

“*Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.* (QS. Ar-Ra’du/13:11)



Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah tidak akan mengubah suatu kaum kecuali terdapat perubahan dalam diri mereka, atau orang lain yang mengamati mereka, atau sebagian dari kaum mereka. Sejalan dengan maksud ayat tersebut, hasil segmentasi dengan *watershed transform* berubah sesuai dengan metode pendukung apa yang diterapkan.





## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

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

#### 5.1 Kesimpulan

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

- Metode *watershed transform* dengan *preprocessing* menggunakan *adaptive threshold* dan filter median, serta *presegmentation* menggunakan *morphology gradient* dilakukan pada penelitian ini. Ujicoba sistem dilakukan pada 84 citra *x-ray carpal rheumatoid arthritis*. Hasil ujicoba sistem menunjukkan metode *watershed transform* dapat melakukan segmentasi tulang Carpal01 dengan prosentase akurasi 95,0371%, sensitifitas 63,7048%, dan spesifisitas 96,295%, tulang karpal Carpal02 dengan prosentase akurasi 96,4135%, sensitifitas 56,6012%, spesifisitas 97,8912%, dan tulang karpal Carpal03 dengan prosentase akurasi 89,3169%, sensitifitas 72,1208%, spesifisitas 90,0728%.
- Dari segi over-segmentasi, metode *watershed transform* menghasilkan oversegmentasi yang cukup banyak. Kombinasi *watershed transform* dengan *preprocessing* menggunakan *adaptive threshold* dan filter median, serta *presegmentation* menggunakan *morphology gradient* dapat mengatasi masalah over-segmentasi dengan cukup baik.

## 5.2 Saran

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

- Perlu dilakukan pengembangan dan perbaikan sistem ini dengan menambahkan beberapa metode baru dalam tahapan *preprocessing* dan *presegmentation* agar metode *watershed transform* dapat melakukan segmentasi dengan hasil yang lebih baik.
- Perlu dilakukan segmentasi citra *x-ray carpal rheumatoid arthritis* dengan metode lain untuk mengetahui perbandingan akurasi hasil segmentasi.
- Citra *x-ray carpal rheumatoid arthritis* yang digunakan sebaiknya tidak ada *noise* sehingga segmentasi bisa lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adipranata, Rudi, dkk. 2005. *Perancangan dan Pembuatan Aplikasi Segmentasi Gambar dengan Menggunakan Metode Morphological Watershed*. Teknik Informatika, Fakultas Teknik Industri, Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Ainatul Mardiyah, Agus Harjoko, *Metode Segmentasi Paru-Paru dan Jantung pada Citra X-Ray Thorax*. UIN MMI Malang. FMIPA UGM Yogyakarta.
- Alvia Ferry Mandalasari, *Segmentasi Citra Medis Menggunakan Metode Otsu dan Iterasi*. Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga.
- Basuki, Achmad, Jozua F. Palandi, dan Fatchurrochman. 2005. *Pengolahan Citra Menggunakan Visual Basic*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Cahyo Crysdiand dan Abdul Hanan Abdullah. 2012. *The Application of Multi Gradient Operators to Enhance Watershed Transform for Generical Medical Segmentation*. Teknik Informatika UIN MALIKI Malang, Computer Science and Information System – UTM Johor Malaysia.
- Cahyo Crysdiand dan Sentot Achmadi. 2008. *Pengembangan Sistem Segmentasi Gambar Digital Menggunakan Transformasi Watershed*, Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang.
- Elias Dianta Ginting, *Deteksi Tepi Menggunakan Metode Canny Dengan Matlab Untuk Membedakan Uang Asli dan Uang Palsu*, Teknik Informatika, Fakultas Teknik Industri, Universitas Gunadarma.
- Gunawan, dkk. *Perangkat Lunak Segmentasi Citra Dengan Metode Watershed*, STMIK Mikroskil Medan.
- Indrawati. *Segmentasi Citra X-ray dari Citra CT Menggunakan Active Contour*, Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- J. Corwin, Elizabeth. 2009. *Buku saku: Patofisiologi (Edisi Revisi 3)*. EGC.
- Marvin Ch. Wijaya dan Agus Prijono. 2007. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab*. Bandung: Informatika.
- Mokhammad Amin Hariyadi, *Segmentasi Citra X-ray Thorax Menggunakan Level Set*, Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Mulyono, Agus. 2008. *Analisis Tekstur Citra X-Ray Tulang Tangan, Tulang Lutut, Dan Tulang Rahang Untuk Deteksi Osteoporosis*. Universitas Brawijaya.
- Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Informatika.
- Nanik Inayatul Umah, *Deteksi Osteoporosis Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Memanfaatkan Citra X-Ray Tulang Melalui Filter Gabor dan Angka Euler*. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN MMI Malang.

Ruparelia, Sameer. 2011. *Ipmlmentation of Watershed Based Image Segmentation Algorithm in FPGA*. University of Stuttgart.

Safitri Afriza, Ananda, dan Wawan Yunanto, *Segmentasi Bronchus dan Bronchiolus Pada Citra CTScan Paru-Paru Menggunakan Watershed Filter*, Teknik Informatika, Politeknik Caltex Riau, Pekanbaru.

Sigit, R, Basuki, A, Ramadijanti, dan Pramadihanto, D. 2005. *Step by Step Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi.

<http://doktercare.com/penyakit-rematik-sendi-rheumatoid-arthritis-ra.html>, oleh Dokter Care Team. 2012. Diakses pada jam 10.35 tanggal 1 Juni 2014.

<http://www.webmd.com>, oleh Kathleen Romito, MD, 2012. Diakses pada jam 10.40 tanggal 1 Juni 2014.

[bone.co.id/2011/05/06/fraktur-tulang-karpal](http://bone.co.id/2011/05/06/fraktur-tulang-karpal), oleh Dr. Kevin Yip, 2011. Diakses pada jam 10.45 tanggal 1 Juni 2014.

