

**IMAGE ENHANCEMENT DENGAN KOMBINASI METODE  
EDGE DETECTION, FILTERING, DAN MORPHOLOGICAL  
GRADIENT UNTUK SEGMENTASI OBJEK VEGETASI  
PADA CITRA SATELIT MENGGUNAKAN  
WATERSHED TRANSFORM**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**VINNA SYARIFATUL AROFA**

**NIM. 08650025**



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2015**

**IMAGE ENHANCEMENT DENGAN KOMBINASI METODE  
EDGE DETECTION, FILTERING, DAN MORPHOLOGICAL  
GRADIENT UNTUK SEGMENTASI OBJEK VEGETASI  
PADA CITRA SATELIT MENGGUNAKAN  
WATERSHED TRANSFORM**

**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:  
**VINNA SYARIFATUL AROFA**  
**NIM. 08650025**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2015**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**IMAGE ENHANCEMENT DENGAN KOMBINASI METODE  
EDGE DETECTION, FILTERING, DAN MORPHOLOGICAL  
GRADIENT UNTUK SEGMENTASI OBJEK VEGETASI  
PADA CITRA SATELIT MENGGUNAKAN  
WATERSHED TRANSFORM**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

Nama : Vinna Syarifatul Arofa

NIM : 08650025

Jurusan : Teknik Informatika

Fakultas : Sains dan Teknologi

**Telah Disetujui, 23 JUNI 2015**

Pembimbing I,

Pembimbing II,

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

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

**HALAMAN PENGESAHAN**

**IMAGE ENHANCEMENT DENGAN KOMBINASI METODE  
EDGE DETECTION, FILTERING, DAN MORPHOLOGICAL  
GRADIENT UNTUK SEGMENTASI OBJEK VEGETASI  
PADA CITRA SATELIT MENGGUNAKAN  
WATERSHED TRANSFORM**

**SKRIPSI**

Oleh:  
**Vinna Syarifatul Arofa**  
**NIM. 08650025**

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

**Tanggal, 30 Juni 2015**

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

NIM : 08650025

Jurusan : Teknik Informatika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : IMAGE ENHANCEMENT DENGAN KOMBINASI  
METODE EDGE DETECTION, FILTERING, DAN  
MORPHOLOGICAL GRADIENT UNTUK  
SEGMENTASI OBJEK VEGETASI PADA CITRA  
SATELIT MENGGUNAKAN WATERSHED  
TRANSFORM

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 Juni 2015

Vinna Syarifatul Arofa  
NIM. 08650025

## MOTTO

خَيْرُ النَّاسِ أَنْفَعُهُمْ لِلنَّاسِ

“Sebaik-baik manusia adalah yang bermanfaat bagi orang lain”

فَمَنْ يَعْمَلْ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ خَيْرًا يَرَهُ

“Barangsiapa yang mengerjakan kebaikan seberat dzarrahpun, niscaya dia akan melihat (balasan)nya”

## PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Kupersembahkan karya kecilku  
untuk orang-orang yang kusayang dan berjasa dalam hidupku:

### MY GREAT PARENT

Ibu dan Abah tersayang, yang selalu ada untuk memberi harapan,  
dukungan, motivasi, dan kepercayaan.  
Semoga Allah membalas semua yang telah kalian berikan.

### MY LOVELY FAMILY

My sisters yang cantik-cantik, yang selalu menghibur,  
membela, dan menyemangati.  
Semoga sukses untuk kita semua.

## KATA PENGANTAR

### بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Tiada ucapan yang lebih utama selain syukur Alhamdulillah penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Sempurna, Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat, rahmat, karunia serta hidayah-Nya dari segala arah, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus penulisan skripsi ini dengan baik.

Selanjutnya penulis haturkan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah meringankan, menuntun, memapah langkah penulis. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Hj. Bayyinatul M., drh., M.Si. selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Cahyo Crys dian selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan dosen pembimbing I, yang telah membimbing, memotivasi dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi.
4. Dr. M. Amin Hariyadi, M.T selaku dosen pembimbing II, yang telah membimbing, mengarahkan dalam penyusunan skripsi.
5. Ririen Kusumawati, M.Kom sebagai dosen wali selama studi. Atas saran dan bimbingannya penulis sampaikan terima kasih.
6. Ibu dan Abah yang selalu memberikan motivasi, dukungan, dan kepercayaan.

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

Malang, 23 Juni 2015  
Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGANTAR .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....</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>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Manfaat penelitian .....	7
1.5 Batasan Masalah .....	7
1.6 Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Image Enhancement .....	9
2.2 Deteksi Tepi .....	13
2.2.1 Edge Line , dan Point Detection .....	13
2.2.2 Deteksi Tepi berdasarkan Turunan Pertama .....	15
2.2.3 Deteksi Tepi berdasarkan Turunan Kedua .....	18
2.2.4 Deteksi Garis .....	19
2.3 Morphological Gradient .....	19

2.4 Filtering Image .....	22
2.5 Watershed Transform .....	24
2.6 Penelitian Terkait.....	26
2.7 Tumbuhan dalam Perspektif Islam .....	29

### **BAB III PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM**

3.1 Analisi Masalah .....	37
3.2 Perancangan Sistem .....	38
3.2.1 Objek yang diteliti .....	39
3.2.2 Pre-processing.....	40
3.2.3 Segmentasi Citra.....	45
3.2.4 Validasi <i>ROC</i> .....	48
3.3 Perancangan Antar Muka .....	51
3.4 Implementasi Aplikasi .....	53
3.4.1 Implementasi input Citra.....	54
3.4.2 Implementasi Pre-processing .....	56
3.4.3 Implementasi Segmentasi.....	61
3.4.4 Implementasi Tampil Hasil .....	61
3.4.5 Proses Sorting.....	62
3.4.6 Proses Segment .....	63
3.4.7 Implementasi Aplikasi Validasi <i>ROC</i> .....	64

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

4.1 Langkah Langkah Uji Coba.....	65
4.2 Hasil Uji Coba .....	66
4.3 Pembahasan .....	70
4.4 Integrasi Sistem dengan Al Quran.....	72

### **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	76
5.2 Saran .....	76

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>77</b>
-----------------------------	-----------



Gambar 3.24 Tampilan hasil .....	62
Gambar 3.25 Source code proses sorting .....	62
Gambar 3.26 Hasil view segment .....	63
Gambar 3.27 Source code view segment .....	63
Gambar 3.28 Implementasi penghitungan validasi .....	64
Gambar 3.29 Source code untuk validasi .....	64
Gambar 4.1 Perbedaan hasil segmentasi berdasarkan ukuran .....	66



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Kontingensi <i>ROC</i> .....	50
Tabel 4.1 Hasil Uji Coba Segmentasi Citra Satelit menggunakan <i>Watershed Transform</i> .....	67
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Segmentasi Citra Satelit.....	70



## ABSTRACT

Syarifatul Arofa, Vinna 2015. **Image Enhancement dengan Kombinasi Metode Edge Detection, Filtering, dan Morphological Gradient untuk Segmentasi Objek Vegetasi pada Citra Satelit Menggunakan Watershed Transform.** Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Pembimbing: (I) Dr. Cahyo Crysdiyan. (II)Dr. M. Amin Hariyadi, M.T

---

**Keyword** : *image enhancement, image segmentation, watershed transform, vegetation*

Research about image segmentation has been widely applied, especially in satellite imagery. This segmentation process is done to make detection of the objects contained in the image. In this study, implemented a method of image segmentation using watershed transform techniques to detect objects of vegetation on the satellite image. The first, carried out against the green color filter is assumed as the object of vegetation, and then the image is converted into a grayscale image format and processed with image enhancement with a combination of several methods such as filtering, sharpening, edge detection and morphological gradient. The image is then processed by methods watershed transform to obtain segmentation results.

The tests performed on 10 datas satellite image taken at random. The test results using the *ROC (receiver operatic charasteristic)* showed that the proposed method successfully perform image segmentation with an average accuracy results 74.41788% 65.52647% sensitivity and specificity of 74.99533%.

## ABSTRAK

Syarifatul Arofa, Vinna 2015. **Image Enhancement dengan Kombinasi Metode Edge Detection, Filtering, dan Morphological Gradient untuk Segmentasi Objek Vegetasi pada Citra Satelit Menggunakan Watershed Transform.** Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Pembimbing: (I) Dr. Cahyo Crys dian. (II)Dr. M. Amin Hariyadi, M.T

---

**Kata kunci :** *image enhancement, segmentasi, watershed transform, vegetasi*

Penelitian di bidang segmentasi citra telah banyak dilakukan, terutama di bidang citra satelit. Proses segmentasi ini dilakukan untuk melakukan deteksi terhadap objek-objek yang terdapat di dalam citra. Pada penelitian ini, diimplementasikan sebuah metode segmentasi citra dengan menggunakan teknik watershed transform untuk mendeteksi objek vegetasi pada citra satelit. Pertama, dilakukan filter terhadap warna hijau yang di asumsikan sebagai objek vegetasi, kemudian citra diubah ke dalam format citra grayscale dan di olah dengan *image enhancement* dengan kombinasi beberapa metode seperti filtering, sharpening, deteksi tepi, dan morphological gradient. Citra kemudian diproses dengan metode watershed transform untuk memperoleh hasil segmentasi.

. Uji coba dilakukan terhadap 10 datas citra satelit yang diambil secara acak. Hasil pengujian dengan menggunakan *ROC (receiver operatic characteristic)* menunjukkan bahwa metode yang diusulkan berhasil melakukan segmentasi citra dengan hasil akurasi rata-rata 74,41788%, sensitivitas 65,52647%, dan spesifitas 74,99533%.

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Mata adalah indra terbaik yang dimiliki manusia sehingga citra (gambar) memegang peranan penting dalam perspektif manusia. Namun mata manusia memiliki keterbatasan dalam menangkap sinyal elektromagnetik. Komputer atau mesin pengolahan citra lainnya dapat menangkap hampir keseluruhan sinyal elektromagnetik mulai dari gamma hingga gelombang radio. Mesin pencitraan dapat bekerja dengan citra dari sumber yang tidak sesuai, tidak cocok, atau tidak dapat di tangkap oleh penglihatan manusia, hal ini lah yang menyebabkan pengolahan citra digital memiliki kegunaan dan spektrum aplikasi yang sangat luas. Informasi penting dari sumber-sumber alam seperti pertanian, perairan, kelautan, hutan, dan geologi dapat diperoleh dengan melakukan analisis terhadap citra satelitnya dengan berbagai proses pengolahan citra.

Perbaikan kualitas citra merupakan tahapan yang harus dilakukan, dengan perbaikan ini, citra yang akan di proses diolah terlebih dahulu agar sesuai dengan kebutuhan pemrosesan gambar.

Vegetasi adalah berbagai macam jenis tumbuhan atau tanaman yang menempati suatu ekosistem. Dalam kamus besar bahasa Indonesia, vegetasi di definisikan sebagai suatu bentuk kehidupan yang berhubungan dengan tumbuh-tumbuhan atau tanam-tanaman. Istilah vegetasi dalam ekologi adalah

istilah yang digunakan untuk menyebut komunitas tumbuh-tumbuhan yang hidup di dalam suatu ekosistem.

Allah berfirman dalam Al-quran

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَوَسَّلَ لَكُم فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً

فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّن نَّبَاتٍ شَتَّى ﴿٥٣﴾

Artinya: (Tuhan) Yang Telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang Telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam. (Thaahaa: 53)

Dijelaskan dalam tafsir terbitan departemen agama RI, untuk memperkuat bahwa Allah tidak akan salah dan lupa, dan untuk menolak kemungkinan timbulnya sangkaan bahwa catatan yang ada di “*lauh mahfuz*” itu bisa salah dan ada yang tidak tercatat karena lupa, maka ayat dalam ayat ini ditegaskan bahwa tuhan menguasai pencatatan itu, ialah Tuhan yang menjadikan bumi ini sebagai hamparan bagi manusia yang terbentang luas untuk dipergunakan sebagai tempat tinggal, berdiri, tidur, dan bepergian dengan bebas kemana-mana. Tuhan lah yang menurunkan air hujan dari langit yang menyebabkan tumbuhnya tanam-tanaman dan buah-buahan yang bermacam-macam cita rasanya, ada yang masam, manis, maupun pahit dan dari semuanya itu terdapat manfaatnya. Ada yang layak untuk manusia, ada yang baik untuk binatang. Kesemuanya itu menunjukkan besarnya karunia dan banyaknya nikmat yang dilimpahkan Allah kepada semua hamba-Nya agar manusia dapat melihat betapa kekuasaan Allah itu tiada batas. Agar manusia

dapat bersyukur dengan apa-apa yang sudah di ciptakan dan mengambil manfaat dan mempergunakannya semaksimal mungkin baik untuk manfaat secara langsung kepada diri, atau manfaat kepada ilmu pengetahuan. Dengan pemaparan ayat di atas, maka peneliti mencoba untuk membuat sesuatu dengan objek tumbuhan atau bisa di sebut vegetasi. Objek vegetasi yang dimaksudkan dalam penelitian ini berupa pohon atau jenis tumbuhan lainnya yang ada dalam gambar yang diambil dari *google earth*.

Segmentasi citra secara luas dikembangkan dan diterapkan dalam berbagai bidang. Contoh penerapan segmentasi citra yang cukup penting seperti untuk rekayasa gambar, memudahkan dalam pengenalan benda, pemetaan geografis, penggunaan pada sistem sensor benda-benda bergerak untuk sistem keamanan, dan lain-lain.

Allah berfirman:

بِهِ الْوَأْنَاهَا،  
 بَيْضٌ الْوَأْنَاهَا غَرَائِبُ ( )  
 يَخْشَى الْوَأْنَاهُ  
 عَزِيزٌ ( )

*Artinya: Tidaklah kamu melihat bahwasannya Allah menurunkan hujan dari langit lalu kami hasilkan dengan hujan itu buah-buahan yang beraneka ragam jenisnya. Dan diantara gunung-gunung itu ada garis-garis putih dan merah yang beraneka macam warnanya dan ada (pula) yang hitam pekat. Dan demikian (pula) diantara manusia, binatang-binatang melata dan binatang-binatang ternak ada yang bermacam-macam warnanya (dan jenisnya). Sesungguhnya yang takut kepada Allah Maha Perkasa lagi Maha Pengampun. (Al-Fathir, 35:27-28)*

Dalam tafsir yang disusun departemen agama RI menjelaskan, Allah Subhaanahu wa Ta'aala menyebutkan ciptaan-Nya yang beraneka macam di mana asalnya adalah satu dan materinya juga satu, namun terjadi perbedaan yang mencolok sebagaimana yang kita saksikan, untuk menunjukkan kepada hamba-hamba-Nya betapa sempurnanya kekuasaan-Nya dan betapa indah kebijaksanaan-Nya. Contoh dalam hal ini adalah, Allah Subhaanahu wa Ta'aala menurunkan air dari langit, lalu Dia mengeluarkan daripadanya tumbuh-tumbuhan dan buah-buahan yang beraneka macam sebagaimana yang kita saksikan, padahal airnya satu macam dan tanahnya juga satu macam. Termasuk pula gunung-gunung yang Allah jadikan sebagai pasak di bumi, kita dapat melihat gunung-gunung yang berbeda-beda, bahkan satu gunung saja ada beberapa warna pada jalannya; ada jalan yang berwarna putih, ada yang berwarna kuning dan merah, bahkan ada yang berwarna hitam pekat. Termasuk pula manusia, hewan melata dan hewan ternak sebagaimana diterangkan dalam ayat selanjutnya, yakni pada mereka juga terdapat keanekaragaman warna, sifat, suara, dan rupa sebagaimana yang kita lihat, padahal semuanya dari asal dan materi yang satu. Perbedaan itu merupakan dalil 'aqli (akal) yang menunjukkan kepada kehendak Allah Subhaanahu wa Ta'aala yang mengkhususkan masing-masingnya dengan warna tertentu dan sifat tertentu. Demikian pula menunjukkan qudrat (kekuasaan) Allah Subhaanahu wa Ta'aala yang mengadakan hal itu, dan menunjukkan hikmah dan rahmat-Nya, di mana adanya perbedaan itu terdapat berbagai maslahat dan manfaat, dapat mengenal jalan dan mengenal antara yang satu dengan yang

lain, berbeda jika sama tentu sulit dikenali. Yang demikian juga menunjukkan luasnya ilmu Allah Subhaanahu wa Ta'aala, dan bahwa Dia akan membangkitkan manusia yang berada dalam kubur, akan tetapi orang yang lalai melihat hal itu dengan pandangan yang lalai, tidak membuatnya sadar. Oleh karena itulah hanya orang-orang yang takut kepada Allah-lah yang dapat mengambil manfaat darinya, dan dengan pikirannya yang lurus dapat membuatnya mengetahui hikmahnya. Orang yang lebih mengenal Allah, maka akan bertambah rasa takutnya, di mana hal itu akan membuatnya menahan diri dari maksiat dan mempersiapkan diri untuk bertemu dengan Zat yang dia takuti. Ayat ini menunjukkan keutamaan ilmu, karena ilmu menambah seseorang takut kepada Allah, dan orang-orang yang takut kepada Allah itulah orang-orang yang mendapatkan keistimewaan dari-Nya.

Segmentasi citra sebenarnya merupakan salah satu metoda pengolahan citra digital yang bertujuan untuk mempartisi atau membagi citra menjadi bagian-bagian citra yang lebih kecil dengan mengkonversikan kedalam bentuk matrix. Bagian-bagian tersebut tidak selalu terdiri dari intensitas warna dan tekstur yang persis sama, sebab dalam kenyataan sehari-hari banyak atau hampir selalu ditemui suatu citra yang merupakan perpaduan dari berbagai intensitas warna dan tekstur yang kompleks. Segmentasi di sini akan sangat berperan, yang memudahkan pengamat citra untuk dapat membedakan bagian-bagian tertentu dari suatu citra yang mempunyai kesamaan atau kemiripan (homogen) berdasarkan metoda tertentu dengan peninjauan dari segi tertentu pula, seperti dari segi persamaan intensitas warna, threshold, tekstur dan lain-

lain. Masing-masing bagian tersebut nantinya diharapkan dapat digunakan untuk diolah dan dianalisa lebih lanjut secara terpisah.

Hasil segmentasi citra yang didapat bergantung pada metoda dan parameter acuan yang digunakan yang merupakan sasaran disain, analisis, dan evaluasi suatu algoritma segmentasi, yang membutuhkan pertimbangan sasaran, ketelitian dan efisiensi.

Pada kesempatan kali ini, akan dibahas mengenai segmentasi citra digital yang gambarnya diperoleh dari *google earth* untuk kemudian diperjelas bagian-bagiannya agar lebih mudah dalam meletakkan gambar *3D* sebagai identifikasi vegetasi dan pemetaan.

### **1.2 Rumusan Masalah**

1. Apakah image enhancement dengan kombinasi metode edge detection, filtering, dan morphological gradient dapat digunakan untuk segmentasi objek vegetasi pada citra satelit menggunakan watershed transform dengan baik?
2. Seberapa baik tingkat akurasi hasil segmentasi objek vegetasi pada citra satelit menggunakan watershed transform dengan image enhancement kombinasi metode edge detection, filtering, dan morphological gradient?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. membuktikan metode edge detection, filtering, dan morphological gradient dapat digunakan dalam segmentasi objek vegetasi pada citra satelit menggunakan watershed transform.

2. Mengukur akurasi hasil segmentasi objek vegetasi pada citra satelit menggunakan watershed transform dengan kombinasi metode edge detection, filtering, dan morphological gradient pada image enhancement.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

1. Membantu dalam pengklasifikasian objek dalam pemetaan citra satelit.
2. Memahami penerapan metode edge detection, filtering, dan morphological image serta watershed transform.

#### 1.5 Batasan Masalah

1. Gambar/ data yang digunakan dalam penelitian adalah citra satelit dengan format *Joint Photographic Experts Group* (\*.jpeg).

#### 1.6 Sistematika Penulisan

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

##### BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

##### BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai metode, konsep, dan teori yang mendukung penulisan skripsi ini seperti penelitian terkait, citra digital, *Image Enhancement*, Pengertian Objek Vegetasi, *Edge Detection*, *Metode Morphological Gradient*, *Filtering Image*,

### BAB III : DESAIN SISTEM

Pada bab ini akan dibahas tentang langkah dan pembuatan perangkat lunak serta rancangan program untuk mengidentifikasi objek vegetasi dalam satu citra satelit.

### BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Meliputi hasil yang dicapai dari perancangan sistem dan implementasi program. Sehingga dapat ditarik kesimpulan dari pengujian sistem yang telah dibuat dan dapat disampaikan dalam sebuah pembahasan.

### BAB V : PENUTUP

Berisi saran dan kesimpulan berdasarkan hasil yang telah dicapai sehingga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi pihak-pihak yang berkepentingan serta kemungkinan pengembangannya.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Image Enhancement*

Image Enhancement disebut juga perbaikan citra. Perbaikan citra bertujuan untuk meningkatkan kualitas tampilan citra untuk pandangan manusia atau untuk mengkonversi suatu citra agar memiliki format yang lebih baik sehingga citra tersebut menjadi lebih mudah untuk diolah dengan mesin (komputer).

Yang dimaksud dengan perbaikan kualitas citra adalah proses memperjelas dan mempertajam ciri/fitur tertentu dari citra agar citra lebih mudah dipersepsi maupundianalisis secara lebih teliti. Secara matematis, *image enhancement* dapat diartikan sebagai proses mengubah citra  $f(x, y)$  menjadi  $f'(x,y)$ , sehingga ciri-ciri yang dilihat pada  $f(x, y)$  lebih ditonjolkan. *Image enhancement* tidak meningkatkan kandungan informasi, melainkan jangkauan dinamis dari ciri agar bisa dideteksi lebih mudah dan tepat (Munir, 2004: 103).

Proses-proses yang termasuk ke dalam perbaikan kualitas citra :

1. Pengubahan kecerahan gambar (*image brightness*)
2. Peregangan kontras (*contrast stretching*)
3. Pengubahan histogram citra.
4. Pelembutan citra (*image smoothing*)
5. Penajaman (*sharpening*) tepi (*edge*)
6. Penawaran semu (*pseudocoloring*)

## 7. Pengubahan geometrik

Beberapa operasi image enhancement dapat dipandang sebagai operasi penipisan untuk memperoleh citra yang lebih baik. Operasi penipisan adalah operasi konvolusi citra  $f(x, y)$  dengan penapis  $h(x, y)$ :

$$f'(x, y) = h(x, y) * f(x, y)$$

atau dalam ranah frekuensi

$$F'(u, v) = H(u, v)F(u, v)$$

Pada umumnya,  $f(x, y)$  sudah diketahui sehingga persoalannya adalah memilih  $h(x, y)$  sedemikian rupa sehingga  $f'(x, y)$  merupakan citra yang menonjolkan ciri tertentu dari  $f(x, y)$ .

### 1. Pengubahan Kecerahan Gambar (Image Brightness)

Untuk membuat citra lebih terang atau lebih gelap, kita melakukan perubahan kecerahan gambar. Kecerahan gambar dapat diperbaiki dengan menambahkan (atau mengurangi) sebuah konstanta kepada (atau dari) setiap pixel di dalam citra. Akibat dari operasi ini, histogram citra mengalami pergeseran. Secara matematis operasi ini ditulis

$$f(x, y)' = f(x, y) + b$$

Jika  $b$  positif, kecerahan gambar bertambah, sebaliknya jika  $b$  negatif kecerahan gambar berkurang.

### 2. Peregangan Kontras

Kontras menyatakan sebaran terang (lightness) dan gelap (darkness) di dalam sebuah gambar. Citra dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori kontras : citra kontras-rendah (low contrast), citra kontras-bagus

(good contrast atau normal contrast), dan citra kontras-tinggi (high contrast). Ketiga kategori ini umumnya dibedakan secara intuitif.

Citra kontras-rendah dicirikan dengan sebagian besar komposisi citranya adalah terang atau sebagian besar gelap. Dari histogramnya terlihat sebagian besar derajat keabuannya terkelompok (clustered) bersama atau hanya menempati sebagian kecil dari rentang nilai-nilai keabuan.

Citra kontras-bagus memperlihatkan jangkauan nilai keabuan yang lebar yanpa ada suatu nilai yang mendominasi. Histogram citranya memperlihatkan sebaran nilai keabuan yang relatif seragam.

Citra kontras-tinggi, memiliki jangkauan nilai keabuan yang lebar tetapi terdapat area yang lebar yang didominasi warna gelap dan area lebar yang didominasi oleh warna terang.

### 3. Pengubahan Histogram Citra

Untuk memperoleh histogram citra sesuai dengan keinginan, maka penyebaran nilai - nilai intensitas pada citra harus dirubah. Terdapat dua metode pengubahan citra berdasarkan histogram :

#### a. Perataan histogram (histogram equalization)

Nilai-nilai intensitas di dalam citra harus diubah sehingga penyebarannya seragam (uniform)

#### b. Spesifikasi histogram (histogram specification)

Nilai-nilai intensitas dalam citra diubah agar diperoleh histogram dengan bentuk yang dispesifikasikan oleh pengguna.

#### 4. Pelembutan Citra (Image Smoothing)

Pelembutan citra bertujuan untuk menekan gangguan (noise) pada citra. Gangguan tersebut biasanya muncul sebagai akibat dari hasil penerokan yang tidak bagus (sensor noise, photographic grain noise) atau akibat saluran transmisi (pada pengiriman data). Gangguan pada citra umumnya berupa variasi suatu pixel yang tidak berkorelasi dengan pixel-pixel tetangganya. Secara visual, gangguan mudah dilihat oleh mata karena tampak berbeda dengan pixel tetangganya.

#### 5. Penajaman Citra (Image Sharpening)

Bertujuan untuk memperjelas tepi pada objek di dalam citra. Penajaman citra merupakan kebalikan dari operasi pelembutan citra karena operasi ini menghilangkan bagian citra yang lembut. Operasi penajaman dilakukan dengan melewati citra pada penapis lolos-tinggi (high-pass filter). Penapis lolos-tinggi akan meloloskan (atau memperkuat) komponen yang berfrekuensi tinggi dan akan menurunkan komponen berfrekuensi rendah.

#### 6. Pewarnaan Semu

Pewarnaan semu adalah proses memberi warna tertentu pada nilai-nilai pixel suatu citra skala abu-abu pada suatu citra berdasarkan kriteria tertentu, misalnya suatu warna tertentu untuk suatu interval derajat keabuan tertentu. Hal ini dilakukan karena manusia mudah membedakan banyak jenis warna.

## 7. Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik dilakukan pada citra yang memiliki gangguan yang terjadi pada waktu proses perekaman citra, misalnya pergeseran koordinat citra (translasi), perubahan ukuran citra, dan perubahan orientasi koordinat citra (skew). Proses koreksi geometri untuk meningkatkan kualitas citra tersebut disebut juga koreksi geometri. Koreksi geometri yang sederhana adalah dengan operasi geometri sederhana seperti rotasi, translasi, dan, penskalaan citra.

### 2.2 Deteksi Tepi

Penentuan tepian suatu objek dalam citra merupakan salah satu wilayah pengolahan citra digital yang paling awal dan paling banyak diteliti. Proses ini seringkali ditempatkan sebagai langkah pertama dalam aplikasi segmentasi citra, yang bertujuan untuk mengenali objek-objek yang terdapat dalam citra ataupun konteks citra secara keseluruhan.

Deteksi tepi berfungsi untuk mengidentifikasi garis batas (boundary) dari suatu objek yang terdapat pada citra. Tepian dapat dipandang sebagai lokasi piksel dimana terdapat nilai perbedaan intensitas citra secara ekstrem. Sebuah edge detector bekerja dengan cara mengidentifikasi dan menonjolkan lokasi-lokasi piksel yang memiliki karakteristik tersebut.

#### 2.2.1 Edge, Line, dan Point Detection

Arah dari tepian citra bermacam-macam, ada yang lurus dan ada yang seperti kurva. Terdapat berbagai metode deteksi tepi yang dapat digunakan untuk mendeteksi berbagai macam jenis tepian, setiap teknik

memiliki keunggulan masing-masing. Satu teknik deteksi tepi mungkin dapat bekerja sangat baik dalam suatu aplikasi tertentu, namun sebaliknya belum tentu dapat bekerja secara maksimal dalam aplikasi lainnya.

Tujuan citra dapat dilihat melalui perubahan intensitas piksel pada suatu area. Berdasarkan perbedaan perubahan intensitas tersebut, tepian di bagi menjadi 4 jenis yaitu:

a. Step

Tepian jenis step merupakan tepian citra yang terbentuk dari perubahan intensitas citra secara signifikan dari tinggi ke rendah ataupun sebaliknya.



Gambar 2.1 : Gambar *step*

b. Ramp

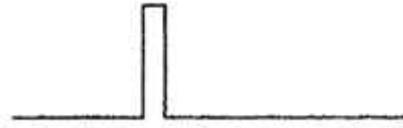
Tepian jenis ini terbentuk dari perubahan intensitas cahaya secara perlahan. Perubahan secara perlahan dapat dilihat pada bentuk kurva yang semakin tinggi dengan perubahan kontinu..



Gambar 2.2 : Gambar *ramp*

c. Line

Tepian jenis ini ditandai dengan perubahan intensitas secara drastis dari intensitas rendah-tinggi-rendah atau sebaliknya.



Gambar 2.3 : Gambar line

## d. Step-line

Tepian step-line merupakan gabungan dari tepian jenis step dan line. Tepian jenis ini ditandai dengan peningkatan intensitas yang tajam dalam interval tertentu dan kemudian ditandai dengan penurunan tidak signifikan, sehingga perubahan intensitas selanjutnya berlangsung stabil.



Gambar 2.4 : Gambar step-line

### 2.2.2 Deteksi Tepi Berdasarkan Turunan Pertama

Terdapat berbagai operator deteksi tepi yang telah dikembangkan berdasarkan turunan pertama (*first order derivative*), diantaranya operator Robert, operator Sobel, operator Prewitt, operator Krish, dan operator Canny. Konsep dasar dari perhitungan deteksi tepi menggunakan turunan pertama adalah dengan memanfaatkan perbedaan nilai suatu piksel dengan piksel tetangganya.

#### Operator Robert

Metode Robert adalah nama lain dari teknik differensial pada arah horisontal dan differensial pada arah vertikal, dengan ditambahkan proses konversi biner setelah dilakukan differensial. Teknik konversi biner yang disarankan adalah konversi biner dengan meratakan

distribusi warna hitam dan putih.. Metode Robert ini juga disamakan dengan teknik DPCM (*Differential Pulse Code Modulation*).

Operator Robert menggunakan operator gradient berukuran 2x2 :

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$$

Gradient magnitude dari operator Robert adalah sebagai berikut :

$$G[f(i,j)] = [f(i,j) - f(i+1,j+1)] + [f(i+1,j) - f(i,j+1)]$$

Karena operator Robert hanya menggunakan convolution mask berukuran 2 x 2, maka operator Robert sangat sensitive terhadap noise.

### **Operator Sobel**

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

Operator Sobel menggunakan kernel operator gradient 3 x 3 :

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad G_y = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

### **Operator Prewitt**

Operatot prewitt merupakan kebalikan dari operator sobel. Operator ini lebih sensitif terhadap tepian horizontal dan vertikal dari pada diagonal. Operator ini terbentuk dari matriks berukuran 3x3.

$$Gx = \begin{matrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix} \quad Gy = \begin{matrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{matrix}$$

### Operator Krisch

Operator ini mirip dengan operator prewitt. Tapis krisch dapat dipetakan ke delapan arah mata angin sehingga operator ini dapat menentukan gradien dari kedelapan arah tersebut. Operator krisch terbentuk dari matriks 3 x 3.

$$Gx = \begin{matrix} 0 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & -1 & 0 \end{matrix} \quad Gy = \begin{matrix} -1 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{matrix}$$

### Operator Tepi Isotropik

Deteksi isotropik dibentuk dari matriks 3 x 3 pada bagian horizontal maupun vertikal. Matriks tersebut di jabarkan seperti berikut.

$$Gx = \begin{matrix} -1 & 0 & 1 \\ -\sqrt{2} & 0 & \sqrt{2} \\ -1 & 0 & 1 \end{matrix} \quad Gy = \begin{matrix} -1 & -\sqrt{2} & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & \sqrt{2} & 1 \end{matrix}$$

### Operator Canny

Salah satu algoritma deteksi tepi modern adalah deteksi tepi dengan menggunakan metode Canny. Deteksi tepi Canny ditemukan oleh Marr dan Hildreth yang meneliti pemodelan persepsi visual manusia. Ada beberapa kriteria pendeteksi tepian paling optimum yang dapat dipenuhi oleh algoritma Canny:

a. Mendeteksi dengan baik (kriteria deteksi)

Kemampuan untuk meletakkan dan menandai semua tepi yang ada sesuai dengan pemilihan parameter-parameter konvolusi yang

dilakukan. Sekaligus juga memberikan fleksibilitas yang sangat tinggi dalam hal menentukan tingkat deteksi ketebalan tepi sesuai yang diinginkan.

b. Melokalisasi dengan baik (kriteria lokalisasi)

Dengan Canny dimungkinkan dihasilkan jarak yang minimum antara tepi yang dideteksi dengan tepi yang asli.

c. Respon yang jelas (kriteria respon)

Hanya ada satu respon untuk tiap tepi. Sehingga mudah dideteksi dan tidak menimbulkan kerancuan pada pengolahan citra selanjutnya. Pemilihan parameter deteksi tepi Canny sangat mempengaruhi hasil dari tepian yang dihasilkan. Beberapa parameter tersebut antara lain :

1. Nilai Standart Deviasi Gaussian
2. Nilai Ambang

### 2.2.3 Deteksi Tepi Berdasarkan Turunan Kedua

Operator turunan kedua, disebut juga operator Laplace. Operator Laplace mendeteksi lokasi tepi khususnya pada citra tepi yang curam. Pada tepi yang curam, turunan keduanya mempunyai persilangan nol, yaitu titik di mana terdapat

Pergantian tanda nilai turunan kedua, sedangkan pada tepi yang landai tidak terdapat persilangan nol. Contohnya adalah operator Laplacian Gaussian, operator Gaussian.

Laplacian of Gaussian adalah salah satu operator deteksi tepi yang dikembangkan dari turunan kedua. Operator laplacian of gaussian sangat berbeda dengan operator yang lain karena operator laplacian berbentuk omny directional (tidak horizontal tidak vertikal). Operator ini akan menangkap tepian dari semua arah dan menghasilkan tepian yang lebih tajam dari operator lainnya. laplacian of Gaussian terbentuk dari proses Gaussian yang diikuti operasi laplace. Hasilnya tidak terlalu terpengaruh oleh derau karena fungsi Gaussian adalah mengurangi derau. Laplacian mask meminimalisasi kemungkinan kesalahan deteksi tepi.

#### 2.2.4 Deteksi Garis

Untuk mendeteksi garis (*line detection*) dapat digunakan 4 mask pendeteksi garis pada arah  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ , dan  $135^\circ$ . Citra ditapis dengan setiap kernel, kemudian citra hasil diperoleh dengan melakukan operasi maksimisasi terhadap keempat citra yang di hasilkan dari empat kernel tersebut.

### 2.3 Morphological Gradient

Morphologi adalah teknik pengolahan citra digital dengan menggunakan bentuk (shape) sebagai pedoman dalam pengolahan. Nilai dari setiap pixel dalam citra digital hasil diperoleh melalui proses perbandingan antara pixel yang bersesuaian pada citra digital masukan dengan pixel tetangganya. Operasi morfologi bergantung pada urutan kemunculan dari pixel, tidak memperhatikan nilai numeric dari pixel sehingga teknik morfologi sesuai

apabila digunakan untuk melakukan pengolahan binary image dan grayscale image.

Dengan mengatur atau memilih ukuran dan bentuk dari matrik kernel (structuring element) yang digunakan maka kita dapat mengatur sensitivitas operasi morfologi terhadap bentuk tertentu (spesifik) pada citra digital masukan. Operasi morfologi standar yang dilakukan adalah proses erosi dan dilatasi. Dilatasi adalah proses penambahan pixel pada batas dari suatu objek pada citra digital masukan, sedangkan erosi adalah proses pemindahan/pengurangan pixel pada batas dari suatu objek. Jumlah pixel yang ditambahkan atau yang dihilangkan dari batas objek pada citra digital masukan tergantung pada ukuran dan bentuk dari structuring element yang digunakan. Beberapa operasi pada Morfologi:

#### 1. Dilasi

Dilasi adalah operasi morfologi yang akan menambahkan pixel pada batas antar objek dalam suatu citra digital. Atau secara rinci Dilasi merupakan suatu proses menambahkan piksel pada batasan dari objek dalam suatu image sehingga nantinya apabila dilakukan operasi ini maka image hasilnya lebih besar ukurannya dibandingkan dengan image aslinya.

#### 2. Erosi

Erosi merupakan kebalikkan dari Dilasi. Proses ini akan membuat ukuran sebuah citra menjadi lebih kecil. Berbeda dengan dilatasi, apabila erosi dilakukan maka yang dikerjakan adalah memindahkan piksel pada batasan-batasan objek yang akan di erosi. Jumlah dari piksel yang ditambah

atau dihilangkan bergantung pada ukuran dan bentuk dari structuring element yang digunakan untuk memproses image tersebut.

### 3. Opening

Opening merupakan kombinasi proses dimana suatu citra digital dikenai operasi erosi dilanjutkan dengan dilasi. Operasi opening pada citra mempunyai efek memperhalus batas-batas objek, memisahkan objek-objek yang sebelumnya bergandengan, dan menghilangkan objek-objek yang lebih kecil daripada ukuran structuring.

### 4. Closing

Closing merupakan kombinasi dimana suatu citra dikenai operasi dilasi dilanjutkan dengan erosi. Operasi closing juga cenderung akan memperhalus objek pada citra, namun dengan cara menyambung pecahan-pecahan (fuses narrow breaks and thin gulf) dan menghilangkan lubang-lubang kecil pada objek.

### 5. Thinning

Thinning merupakan suatu proses penting sebelum melakukan proses-proses atau operasi-operasi pengolahan citra, seperti dalam proses pengenalan karakter optic, pengenalan sidik jari, pemrosesan teks, dan lain sebagainya. Tujuannya adalah mengurangi bagian yang tidak perlu (redundant) sehingga dihasilkan informasi yang esensial saja.

### 6. Shrinking

Shrinking merupakan erosi yang dimodifikasi sehingga piksel single tidak boleh dihapus. Hal ini berguna jika jumlah objek tidak boleh berubah

## 7. Pruning

Pruning adalah transformasi yang menghilangkan endpoint dari citra yang telah mengalami proses skeletoning dan memproses sampai stabilitas tercapai. Proses Pruning merupakan proses pemangkasan cabang (branches) yang tidak diperlukan. Cabang yang tidak diperlukan biasanya muncul sebagai hasil dari Morphological Skeleton.

## 8. Skeletonizing

Skeleton adalah kerangka (atau sumbu medial) yang merepresentasikan sebuah bentuk atau citra biner, dihitung dengan menggunakan operator morfologi. Proses skeletoning dapat didefinisikan sebagai gabungan dari erosi dan opening.

## 9. Thickening

Thickening digunakan untuk memperluas daerah dari suatu objek, terkadang seperti operasi dilai dan closing. Mirip seperti thinning, operasi thickening dapat dilakukan dengan memanfaatkan operasi hit and miss. Operasi ini dilakukan untuk menambahkan beberapa wilayah objek dalam citra biner. Seperti operasi morfologi lainnya, hasil thickening sangat ditentukan oleh kernel yang digunakan.

## 2.4 Filtering Image

Tujuan filtering ini adalah untuk menghilangkan pengaruh noise akibat ketidakseimbangan detector, seperti yang sering dijumpai pada citra Landsat TM dan MSS. Secara garis besar tujuan penapisan tersebut dapat dilakukan untuk ekstraksi informasi yang dibentuk oleh radiasi frekwensi rendah (low-

pass filter), yang akan berakibat terbentuknya citra baru yang lebih halus, dan ekstraksi informasi yang dibentuk oleh radiasi frekwensi tinggi (high-pass filter) yang menghasilkan citra yang lebih tajam.

Pertama tama yang dilakukan adalah peningkatan Contras. Mengubah kontras suatu citra merupakan proses pengaturan nilai range interval pada setiap nilai derajat keabuan dan di definisikan dengan:

$$x_k = kx$$

dimana :

x adalah nilai derajat keabuan

k adalah nilai kontras

xk adalah nilai setelah pengaturan kontras.

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 penghilanganderau atau noise menggunakan teknik median filtering ini menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$y[m,n] = \text{median} \{ x [i, j] [i, j] \quad w \}$$

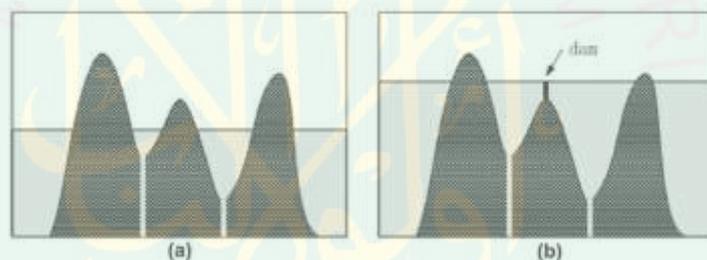
dimana w merupakan lingkungan yang berpusat di sekitar lokasi m, n dalam gambar.

## 2.5 Watershed Transform

Konsep watershed sebagai sebuah metode untuk melakukan segmentasi terhadap citra diperkenalkan oleh C.Lantuejoul dan Sergei Beucher (1979) dan dikembangkan oleh Jean Serra (1982). Transformasi watershed memandang citra sebagai sebuah relief topografi dimana intensitas setiap pixel mempresentasikan ketinggian topografinya. Dalam sebuah permukaan topografi, apabila air hujan jatuh di atasnya, sesuai dengan hukum gravitasi maka air tersebut akan mengalir melewati jalur yang lebih rendah sampai ia mencapai ketinggian yang paling rendah atau minima dimana ia tidak dapat mengalir kemana-mana lagi. Himpunan titik-titik pada permukaan topografi citra dimana aliran air yang melewatinya menuju ke minima tertentu yang sama, menjadi sebuah catchment basin (cekungan yang terisi air) yang berasosiasi dengan minima tersebut dan membentuk sebuah region citra.

Watershed terbentuk dilokasi dimana air dari kedua catchment basin yang berdekatan bertemu dan merupakan batas dari dua buah catchment basin tersebut. Keseluruhan watershed yang terbentuk menghasilkan seluruh kontur tertutup yang ada pada citra dan mempresentasikan obyek-obyek dalam citra yang telah tersegmentas. Gambar 2.5 menunjukkan ilustrasi algoritma watershed dalam satu dimensi. permukaan air pada Gambar (a) akan terus bertambah. Untuk memisahkan dua catchment basins yang berbeda setelah permukaan air terus bertambah, dibentuk dam antara dua garis sebagaimana Gambar (b).

Tujuan utama dari algoritma segmentasi berdasarkan konsep ini adalah mencari garis watershed (Beusher S). Ide dasarnya sangat sederhana: andaikan sebuah lubang dilubangi di setiap bagian minimumnya dan seluruh topografi memenuhi dari bawah dengan membiarkan air sampai ke lubang pada tingkat yang seragam. Ketika air yang naik di kolam penangkapan maka air akan bergabung, oleh karena itu sebuah bendungan (dam) dibangun untuk mencegah penggabungan. Banjir akhirnya mencapai tahap di mana hanya bagian atas bendungan yang bisa dilihat di atas garis air. Batas bendungan ini berhubungan dengan pembagian garis dalam watershed.



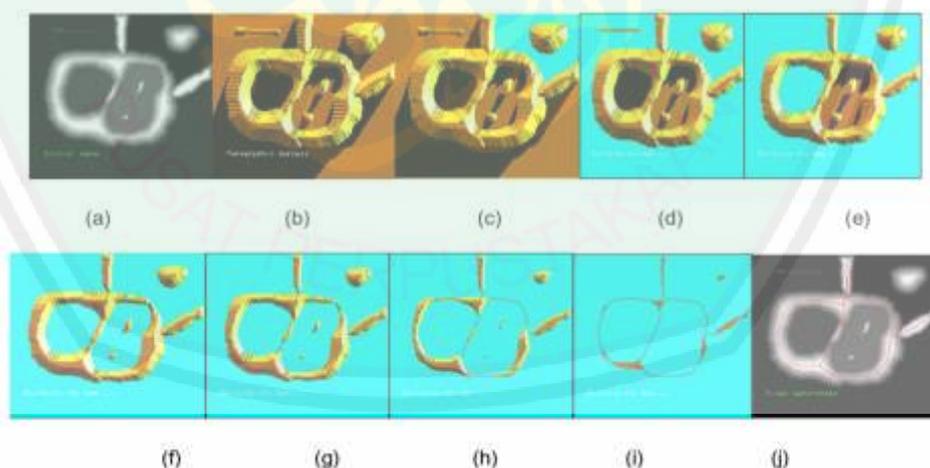
Gambar 2.5 Watershed pada satu dimensi. (a) Dam belum terbentuk pada waktu  $t$ , (b) Dam terbentuk pada waktu  $t+b$ .

(Sumber : Andi Hendra, 2011)

Salah satu aplikasi dasar dari segmentasi watershed adalah ekstraksi dari seragam objek yang dekat dari background. Bagian citra yang mempunyai sifat variasi kecil di tingkat keabuan mempunyai nilai gradien yang kecil. Akan tetapi, pada kenyataannya kita sering melihat segmentasi watershed diaplikasikan ke gradien dari sebuah citra dari pada citra itu sendiri. Pada perumusan ini, regional minima dari kolam penangkapan berhubungan dengan nilai kecil dari gradien yang berhubungan ke objek yang diamati.

Contoh dapat dilihat pada Gambar 2.6 pada bagian (a) adalah citra asli. Pada bagian (b) adalah citra topografi. Citra topografi adalah bentuk citra 3 dimensi jika dilihat dari atas. Pada bagian(c)-(g) adalah tahap flooding. Pada bagian (h) dan (i) tampak dibangun dam agar dua buah catchment basin tidak bergabung. Bagian (j) adalah hasil akhir garis watershed .

Ada dua metode utama yang terdapat dalam transformasi watershed terhadap citra yang merupakan representasi ulang dari simulasi watershed dalam konsep topografi. Kedua metode tersebut mengacu pada konsep flooding dalam yang menggambarkan perilaku air dalam suatu relief topografi. Metode pertama disebut sebagai watershed dengan simulasi perendaman (immersion simulation), dan metode kedua adalah dengan simulasi air hujan (rainfall simulation).



Gambar 2.6 Pembentukan watershed (a) Citra asli. (b) Pemandangan topografik. (c)-(g) Lima tahap flooding (h) Awal penggabungan dua kolam.(i) Pembentukan dam. (j) Garis watershed pada citra

(Sumber : Andi Hendra, 2011)

## 2.6 Penelitian Terkait

Perbaikan kualitas citra (image enhancement) merupakan salah satu proses awal dalam pengolahan citra (image preprocessing). Perbaikan kualitas

diperlukan karena seringkali citra yang dijadikan objek pembahasan mempunyai kualitas yang buruk, misalnya citra mengalami derau ( noise) pada saat pengiriman melalui saluran transmisi, citra terlalu terang/gelap, citra kurang tajam, kabur, dan sebagainya. Melalui operasi pemrosesan awal inilah kualitas citra diperbaiki sehingga citra dapat digunakan untuk aplikasi lebih lanjut, misalnya untuk aplikasi pengenalan (recognition) objek di dalam citra.

Penelitian tentang segmentasi citra telah banyak dilakukan, hal ini membuat teknik segmentasi citra menjadi semakin beragam dan berkembang. 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%.

Rudy Adipranata pada tahun 2005 melakukan penelitian tentang kombinasi metode morphological gradient dan tranformasi watershed pada proses segmentasi citra digital, hasilnya adalah bahwa dengan menggunakan transformasi watershed, di dapat hasil segmentasi berupa daerah obyek yang di kehendaki. Hasil dari transformasi watershed mempunyai kecenderungan menghasilkan segmentasi yang berlebihan, sehingga di lakukan preproceasing yang dapat mengurangi hasil segmentasi yang berlebihan, yaitu morphological gradient.

Pada tahun 2005, Rudy Adipranata, Andreas Handojo , Ivan Prayogo, dan Oviliani Yenty Yuliana juga melakukan penelitian tentan perancangan dan pembuatan aplikasi segmentasi gambar dengan menggunakan metode morphological watershed. Dalam penelitian ini dihasilkan kesimpulan bahwasannya bila gambar yang di gunakan memiliki warna yang dominan cenderung mengakibatkan bertambahnya waktu proses. Setiap gambar meskipun beresolusi sama belum tentu waktu proesnya sama. Juga disimpulkan bahwa semakin besar resolusi yang digunakan, semakin bear waktu yang di butuhkan untuk proses, dan semakin banyak over egmentation yang timbul.

Afif Supianto, dan Imam Cholissodin 2014 di dalam abstraknya mereka mengatakan bahwa Penelitian di bidang segmentasi citra telah banyak dilakukan, terutama di bidang citra satelit. Proses segmentasi ini dilakukan untuk melakukan deteksi terhadap objek-objek yang terdapat di dalam citra. Pada penelitian ini, diimplementasikan sebuah metode segmentasi citra

dengan menggunakan teknik watershed dan morfologi. Pertama, citra diubah ke dalam format citra grayscale. Kemudian, citra *grayscale* tersebut diolah dengan metode *watershed* untuk mendapatkan segmentasi awal. Selanjutnya, citra segmentasi tersebut diperbaiki menggunakan metode *morfologi* untuk mengurangi segmentasi berlebih yang dihasilkan oleh proses sebelumnya. Uji coba dilakukan terhadap 5 data set citra satelit area Universitas Brawijaya dengan tingkat skala yang berbeda-beda. Skala yang digunakan dalam penelitian ini meliputi 20m, 50m, 100m, 200m, dan 500m. Uji coba menunjukkan bahwa metode yang diusulkan berhasil melakukan segmentasi citra dengan skala kurang dari 100 meter. Semakin rendah nilai skala yang digunakan sebagai uji coba, segmentasi yang dihasilkan semakin baik.

## 2.7 Tumbuhan dalam Perspektif Islam

Tumbuhan merupakan salah satu makhluk hidup ciptaan Allah yang memiliki banyak sekali manfaat. Tumbuh-tumbuhan dapat memunculkan beberapa zat untuk dimanfaatkan oleh makhluk hidup lainnya, misalnya mulai beberapa vitamin-vitamin, minyak dan masih banyak lainnya. Dalam firman-Nya Allah menjelaskan.

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتٍ كَثِيرًا فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُفُوحًا مِمَّا حَبَا مَتَرًا كَيْتًا وَمِنَ النَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّنَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿١١﴾

Artinya: Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami

*keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman. (QS Al-An'am: 99)*

Dijelaskan dalam tafsir Jalalain, (Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan) dalam ayat ini terkandung iltifat dari orang yang ketiga menjadi pembicara (dengan air itu) yakni dengan air hujan itu (segala macam tumbuh-tumbuhan) yang dapat tumbuh (maka Kami keluarkan darinya) dari tumbuh-tumbuhan itu sesuatu (tanaman yang hijau) yang menghijau (Kami keluarkan darinya) dari tanaman yang menghijau itu (butir yang banyak) yang satu sama lainnya bersusun seperti bulir-bulir gandum dan sejenisnya (dan dari pohon kurma) menjadi khabar dan dijadikan sebagai mubdal minhu (yaitu dari mayangnya) yaitu dari pucuk pohonnya; dan mubtadanya ialah (keluar tangkai-tangkainya) tunas-tunas buahnya (yang mengurai) saling berdekatan antara yang satu dengan yang lainnya (dan) Kami tumbuhkan berkat air hujan itu (kebun-kebun) tanaman-tanaman (anggur, zaitun dan delima yang serupa) dedaunannya; menjadi hal (dan yang tidak serupa) buahnya (perhatikanlah) hai orang-orang yang diajak bicara dengan perhatian yang disertai pemikiran dan pertimbangan (buahnya) dengan dibaca fathah huruf tsa dan huruf mimnya, atau dibaca dhammah keduanya sebagai kata jamak dari tsamrah; perihalnya sama dengan kata syajaratun jamaknya syajaron, dan khasyabatun jamaknya khasyabun (di waktu pohonnya berbuah)

pada awal munculnya buah; bagaimana keadaannya? (dan) kepada (kematangannya) artinya kemasakannya, yaitu apabila telah masak; bagaimana keadaannya. (Sesungguhnya yang demikian itu ada tanda-tanda) yang menunjukkan kepada kekuasaan Allah swt. dalam menghidupkan kembali yang telah mati dan lain sebagainya (bagi orang-orang yang beriman) mereka disebut secara khusus sebab hanya merekalah yang dapat memanfaatkan hal ini untuk keimanan mereka, berbeda dengan orang-orang kafir.

Tumbuhan mengalami proses pertumbuhan yang sangat rumit. Mulai dari berkecambah dengan melakukan penyerapan air dari dalam tanah tumbuhan pun memulai perkembangannya. Biji yang tadinya tumbuh menjadi kecambah kulitnya pun mulai robek karena perkembangannya. Selanjutnya tumbuhan mulai mengeluarkan akar dan menembus kedalam tanah untuk mencari makanan dan masih panjang lagi perjalanan tumbuhan menjalani proses pertumbuhannya. Semua proses pertumbuhan, mulai dari permukaan yang mendapatkan siraman air, pergerakan, perkembangan dan pertumbuhan yang dialami oleh tanaman mulai sejak awal sampai dengan proses selanjutnya sebenarnya telah terangkum dalam kata didalam al-quran, seperti dalam kalimat ihtazzat yang berarti “bergerak”, wa robot yang memiliki arti “bertambah atau berkembang”, serta wa anbatat yang artinya “menumbuhkan”. Kata-kata yang telah disebutkan dalam al-quran ini sangatlah sesuai dengan apa yang telah dikemukakan dalam penelitian-penelitian ilmu pengetahuan modern.

Allah berfirman:

هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً ط لَكُمْ مِدَّ شَابٍ وَوَمِمَّا شَجَرٌ فِيهِ  
 نَسِيمٌ ﴿١٠﴾ يُثْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ الزَّيْتُونَ النَّخِيلَ الْأَعْنَابَ مِنْ  
 كُلِّ الثَّمَرَاتِ ذَا فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿١١﴾

*Dia-lah, Yang telah menurunkan air hujan dari langit untuk kamu, sebahagiannya menjadi minuman dan sebahagiannya (menyuburkan) tumbuh tumbuhan, yang pada (tempat tumbuhnya) kamu menggembalakan ternakmu. Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan(11).(QS An-Nahl: 10-11)*

Tafsir Jalalain menjelaskan, (Dialah Yang telah menurunkan air hujan itu dari langit untuk kalian, sebagiannya menjadi minuman) untuk kalian minum (dan sebagiannya menjadi tumbuh-tumbuhan) maksudnya oleh sebab air itu menjadi suburlah tumbuh-tumbuhan (yang pada tempat tumbuhnya kalian menggembalakan ternak kalian) kalian jadikan sebagai tempat menggembalakan ternak. (Dia menumbuhkan bagi kalian dengan air itu tanam-tanaman, zaitun, kurma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu) hal yang telah disebutkan itu (benar-benar ada tanda) yang menunjukkan akan keesaan Allah swt. (bagi kaum yang memikirkan) mengenai ciptaan-Nya sehingga mereka mau beriman karenanya.

Disetiap tempat kita dapat menemui berbagai jenis tumbuhan. Entah itu di taman, ladang, pedesan, perkotaan atau dimanapun itu. Sebagian tumbuh-tumbuhan dapat hidup dimanapun tempatnya. Akan tetapi ada juga beberapa jenis tumbuhan yang hanya dapat tumbuh ditempat tertentu saja. Ada

tumbuhan yang hanya bisa tumbuh di daerah tropis, ada pula yang hanya cocok tumbuh didaerah subtropis.

Tumbuhan memiliki banyak spesies serta jenis yang beragam. Dan sama pula dengan makhluk hidup lainnya. Di seluruh penjuru dunia ini terdapat banyak sekali jenis tumbuh-tumbuhan, mulai dari yang terkecil sampai yang terbesar. Dalam sebuah penelitian telah terdapat 350.000 tumbuh-tumbuhan yang telah terdaftar dari seluruh permukaan bumi. Menurut Abduh, diperlukan pengamatan terhadap jenis tumbuh-tumbuhan dan binatang yang memiliki kekuatan memenuhi kebutuhan-kebutuhan, untuk memelihara wujud hidupnya dengan mempergunakan alat-alat dan anggota-anggotanya yang terletak dibadannya.

Tumbuhan dibumi ini diciptakan oleh Allah berpasangan, ada yang jantan dan ada pula yang betina.

سُبْحٰنَ اٰلِیْ خَلْقِ الْاَوْجِ كُلِّهَا مِمَّا تُثْبِتُ الْاَرْضُ وَمِمَّا لَا  
يَعْلَمُوْنَ ﴿۳۶﴾

Artinya: *Maha Suci Tuhan yang telah menciptakan pasangan-pasangan semuanya, baik dari apa yang ditumbuhkan oleh bumi dan dari diri mereka maupun dari apa yang tidak mereka ketahui. (QS YASIN: 36).*

Dalam tafsir Al-misbah, Prof. Dr. H. Muhammad Quraish Shihab menjelaskan, mahasuci Allah yang telah menciptakan segala sesuatu secara berpasangan--jantan dan betina--baik dalam dunia tumbuh-tumbuhan, diri mereka sendiri dan hal-hal yang tidak diketahui oleh manusia. Kata "min" dalam ayat ini berfungsi sebagai penjelas. Yakni, bahwa Allah telah menciptakan pejantan dan betina pada semua makhluk ciptaan-Nya, baik

berupa tumbuh-tumbuhan, hewan, manusia dan makhluk hidup lainnya yang tak kasat mata dan belum diketahui manusia.

Buah-buahan hasil dari tumbuhan yang kita makan sebenarnya merupakan hasil reproduksi antara bunga jantan dan bunga betina. yang dalam ilmu biologi sering disebut putik dan serbuk sari. Selesaiya reproduksi terjadi dengan proses tumbuhnya biji, setelah terbukanya tutup luar (yang mungkin juga terpadat dalam biji). Terbukanya tutup luar itu memungkinkan keluarnya akar yang akan menyerap makanan dari tanah. Makanan itu perlu untuk tumbuh-tumbuhan yang lambat pertumbuhannya, yaitu untuk berkembang dan menghasilkan individu baru. Suatu ayat memberi isyarat kepada pembenihan ini dalam Al-Qur'an surat Al-An'aam ayat 95 yang artinya :

، اللَّهُ فَالِقُ الْحَبِّ الثَّوَى

*"Sesungguhnya Allah membelah butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan."*

Tafsir Al-misbah juga menjelaskan bahwa bukti kekuasaan Allah tentang hari kiamat, keberhakan-Nya untuk disembah dan kebangkitan kembali manusia dari dalam kuburnya, sungguh bermacam-macam. Allah, misalnya, membelah berbagai biji sumber bibit untuk mengeluarkan tumbuh-tumbuhan baru. Dia juga membelah tunas untuk menumbuhkan pohon- pohon baru. Dia mengeluarkan benda hidup dari benda mati--seperti manusia dari tanah--dan mengeluarkan benda mati dari benda hidup--seperti susu yang keluar dari tubuh hewan. Zat yang Mahakuasa dan Mahaagung itu adalah Tuhan yang

sebenarnya. Tak ada yang menolehkan kalian dari penyembahan-Nya, selain Dia. Ayat ini menunjukkan salah satu bukti kekuasaan Allah swt., yaitu penciptaan biji dan embrio tanaman di setiap tempat yang sempit. Sedangkan bagian lain biji itu, terdiri atas zat-zat tidak hidup terakumulasi. Ketika embrio itu mulai bernyawa dan tumbuh, zat-zat yang terakumulasi itu berubah menjadi zat yang dapat memberi makan embrio. Ketika mulai pertumbuhan, dan sel-sel hidup mulai terbentuk, biji kedua berubah pula dari fase biji/bibit ke fase tunas. Saat itu tumbuhan mulai dapat memenuhi kebutuhan makanannya sendiri, dari zat garam yang larut dalam air di dalam tanah dan diserap oleh akar serabut, dan terbentuknya zat hijau daun dari karbohidrat, seperti gula dengan bantuan cahaya matahari. Ketika siklus itu sampai pada titik akhirnya, buah-buahan kembali mengandung biji-bijian yang merupakan bahan kehidupan baru lagi. Dan begitu seterusnya.

Semua sel pada tumbuhan dibatasi oleh dinding-dinding sel yang terbuat dari selulosa. Selulosa yang masih muda dinding selnya sangatlah tipis sedangkan semakin tua selulosanya maka sel dinding sel semakin tebal. Itulah penyebab mengapa tumbuhan yang masih muda memiliki sifat yang lunak, lain halnya dengan tumbuhan yang tumbuh semakin tua maka semakin keras pula tumbuhannya itu.

Dalam setiap sel tumbuhan hijau daun mengandung klorofil untuk menyerap energi matahari. Klorofil menyerap energi matahari dan digunakan sebagai makanan. Energi yang telah terserap oleh klorofil akan tersimpan dalam

tumbuhan tersebut. Yang sangat menabjubkan bahwa tumbuhan hijau dapat menyimpan energi hingga jutaan tahun dalam bentuk fosil.



## BAB III

### PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

#### 3.1 Analisis Masalah

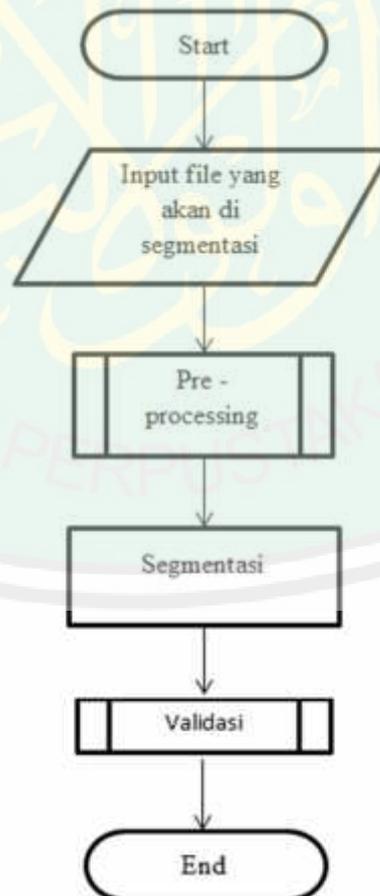
Proses Segmentasi citra dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain dengan metode konvensional secara statistik maupun dengan beberapa algoritma-algoritma baru, antara lain *K-means Clustering*, dsb. Permasalahannya adalah apakah metode-metode tersebut mampu melakukan segmentasi citra secara akurat atau tidak. Hal ini dapat terjadi karena dalam proses segmentasi citra, input-input data dari citra tersebut sering bersifat tidak pasti atau tidak lengkap, hal tersebut akan sangat menyulitkan untuk menentukan batas-batas yang jelas untuk men-segmentasi citra tersebut. Ketidakpastian suatu inputan data dalam proses segmentasi dapat berakibat fatal terhadap hasil output yang dihasilkan, hasil output yang tidak akurat akan menyebabkan terjadinya kesalahan pengambilan keputusan.

Dalam bidang citra satelit, segmentasi berguna untuk membantu pihak terkait dalam membaca dan menentukan kondisi atau keadaan suatu daerah. Peneliti dalam penelitian ini menggunakan objek vegetasi dari citra satelit. Untuk mengolah satu objek yang diinginkan, maka dilakukan *image enhancement* dalam proses pre-processing sebelum melakukan segmentasi. Hal tersebut dilakukan agar hasil segmentasi yang didapat maksimal.

Pembuatan aplikasi Segmentasi citra satelit objek vegetasi menggunakan *Watershed Transform* ini dilakukan untuk mengetahui cara mensegmentasikan objek vegetasi dari citra satelit yang dalam hal ini diidentifikasi berdasarkan warnanya yang hijau. Diharapkan aplikasi ini dapat menunjang dan membantu untuk pemetaan dan peletakan objek 3D, dan dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mendapatkan manfaat yang lebih.

### 3.2 Perancangan Sistem

Berdasar hasil analisis sistem, maka dibuatlah suatu rancangan sistem seperti berikut.



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

Gambar di atas merupakan alur segmentasi citra *satelit* secara garis besar dalam penelitian ini. Keterangan:

- (i) Input file yang akan disegmentasi adalah citra *satelit* berformat .jpg.
- (ii) Preprocessing merupakan proses penyiapan gambar sebelum masuk pada tahapan pre-segmentasi yang mempunyai beberapa tahapan yang akan dijelaskan pada pembahasan selanjutnya.
- (iii) Segmentasi *citra satelit* menggunakan metode *watershed transform*.
- (iv) Validasi hasil segmentasi menggunakan ROC (*Receiver Operating Characteristic*) untuk menghitung akurasi, sensitifitas, dan spesifitas.

### 3.2.1 Objek yang di teliti

Penelitian ini membutuhkan bahan berupa data citra. Objek citra yang akan diteliti pada proses segmentasi citra dengan menggunakan metode *watershed transform* adalah file citra *satelit* yang berformat JPG/JPEG (*Joint Photographic Experts Group*). Salah satu contoh citra yang akan diteliti dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Citra satelit objek vegetasi

(Sumber: google.com)

Dari gambar 3.2 dapat dilihat bagaimana satelit menangkap gambar yang dalam hal ini di teliti yaitu objek vegetasi. Gambar objek vegetasi/ tumbuhan ini akan di proses lebih lanjut sehingga mendapatkan hasil yang diinginkan.

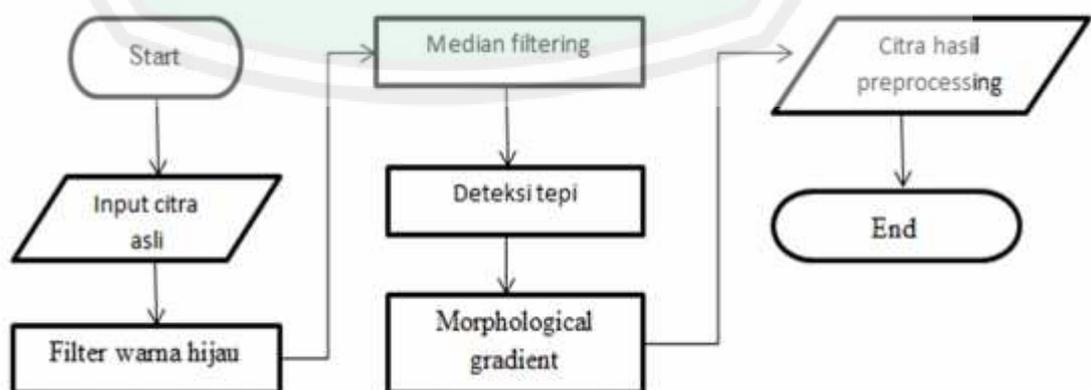
### 3.2.2 Pre-Processing

Sebelum citra diproses, terlebih dahulu kita melakukan beberapa hal yang di sebut dengan pre-processing. Tahap pre-processing ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra agar dapat meningkatkan kemungkinan dalam keberhasilan pada tahap pengolahan citra digital berikutnya.

Hal-hal penting yang dilakukan pada tahap ini diantaranya adalah :

- a) Peningkatan Kualitas (Kontras, brightness, dan lain-lain)
- b) Menghilangkan noise
- c) Perbaiki citra
- d) Transformasi
- e) Menentukan bagian Citra yang akan diobservasi

Diagram alur untuk tahap Pre-processing dapat dilihat pada gambar 3.3



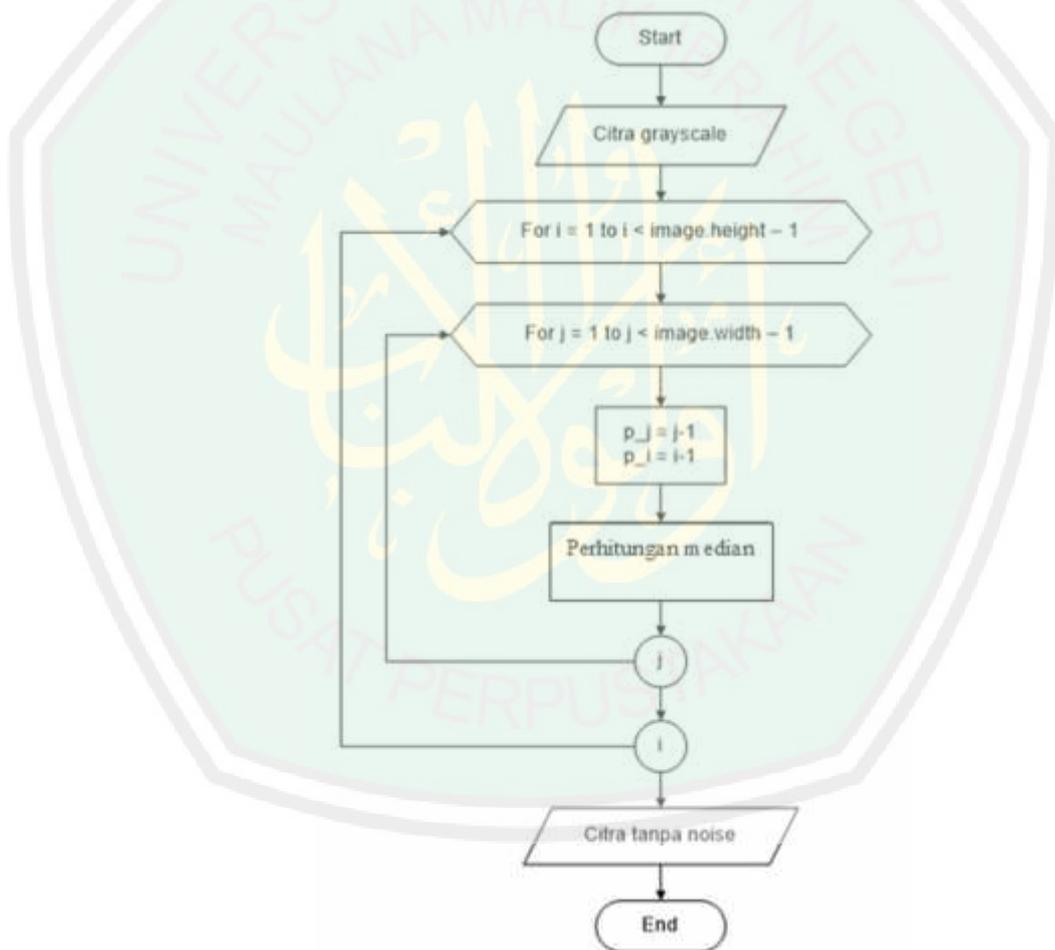
Gambar 3.3 Diagram alir pre-processing

Pada penelitian ini tahap pre-processing diawali dengan mencari warna yang diinginkan untuk disegmentasi. Untuk objek vegetasi, warna yang dicari adalah warna hijau, gambar dipisahkan antara warna hijau dan non-hijau. Pada proses ini citra dibagi dalam 5 area warna. Dengan menghitung Euclidean distance, warna yang memiliki jarak terdekat dari area warna yang telah ditentukan, akan dianggap sebagai warna tersebut. Segmentasi ini menghasilkan citra vegetasi yang telah terpisah berdasarkan warnanya.

Selanjutnya gambar diubah kedalam bentuk grayscale. 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*. Dengan format ini citra yang mendekati warna putih akan dihitamkan. Kemudian citra yang keabu-abuan akan dikonversi ke warna putih.

Dari proses sebelumnya noise-noise yang masih muncul dihilangkan menggunakan metode median filtering. Proses penghilangan noise dilakukan agar gambar yang di hasilkan lebih halus sehingga mempermudah proses selanjutnya. Filter spasial non-linier atau disebut juga dengan filter statistik berdasar urutan (order-statistic filter) merupakan filter yang responnya didasarkan pada urutan atau rangking piksel yang ada dalam citra yangdicakup oleh area filter dan menggantikan nilai dari piksel yang berada di tengah digantikan dengan nilai hasil pengurutan atau perangkingan

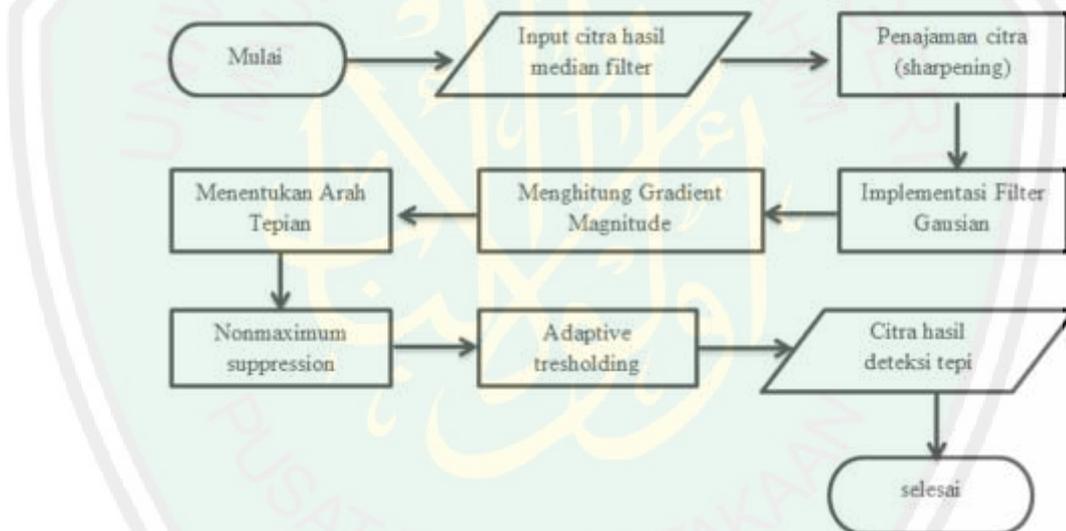
tersebut. Filter yang paling dikenal dari jenis ini adalah filter median. Filter ini bekerja dengan menggantikan nilai tengah dari piksel yang dicakup oleh area filter dengan sebuah nilai tengah (median) setelah diurutkan terlebih dahulu dari yang terkecil ke yang terbesar. Biasanya ukuran filter adalah ganjil karena akan memberikan poros tengah, sehingga akan lebih mudah dalam mengolah citra.



Gambar 3.4 Diagram alir proses median filter

Gambar yang telah di filter kemudian dilakukan proses sharpening atau penajaman citra. Operasi penajaman citra/ sharpening bertujuan memperjelas tepi pada objek di dalam citra. Penajaman citra merupakan

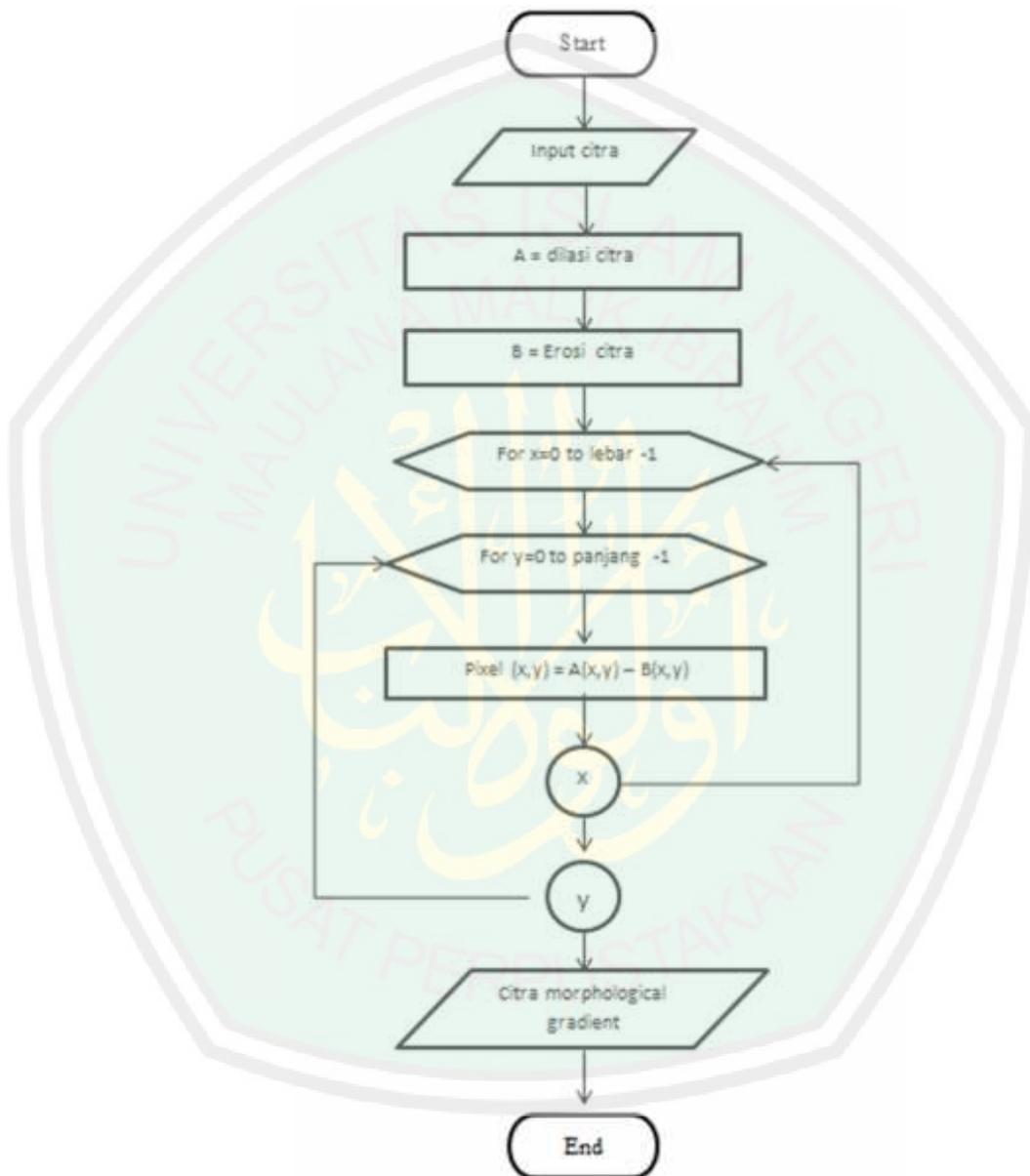
kebalikan dan operasi pelembutan citra, karena operasi ini menghilangkan bagian citra yang lembut. Operasi penajaman dilakukan dengan melewati citra pada penapis lolos-tinggi (high-pass filter). Penapis lolos-tinggi akan meloloskan (atau memperkuat) komponen yang berfrekuensi tinggi (misalnya tepi atau pinggiran objek) dan akan menurunkan komponen berfrekuensi rendah. Akibatnya, pinggiran objek terlihat lebih tajam dibandingkan sekitarnya.



Gambar 3.5 Diagram deteksi tepi operator *canny*

Deteksi tepi dilakukan pada citra yang telah ditingkatkan mutunya. Tujuan dari deteksi tepi pada pengolahan citra ini adalah untuk mempertegas batas antara objek yang dideteksi dengan latar belakangnya. Operator yang digunakan adalah laplacian gauss dan operator canny. Proses deteksi tepi dengan operator canny memerlukan waktu yang relatif lebih lama dibanding

operator lain, namun mampu melakukan deteksi untuk tepi yang lemah dan kuat sekaligus.



Gambar 3.6 Diagram alur proses morphological gradient

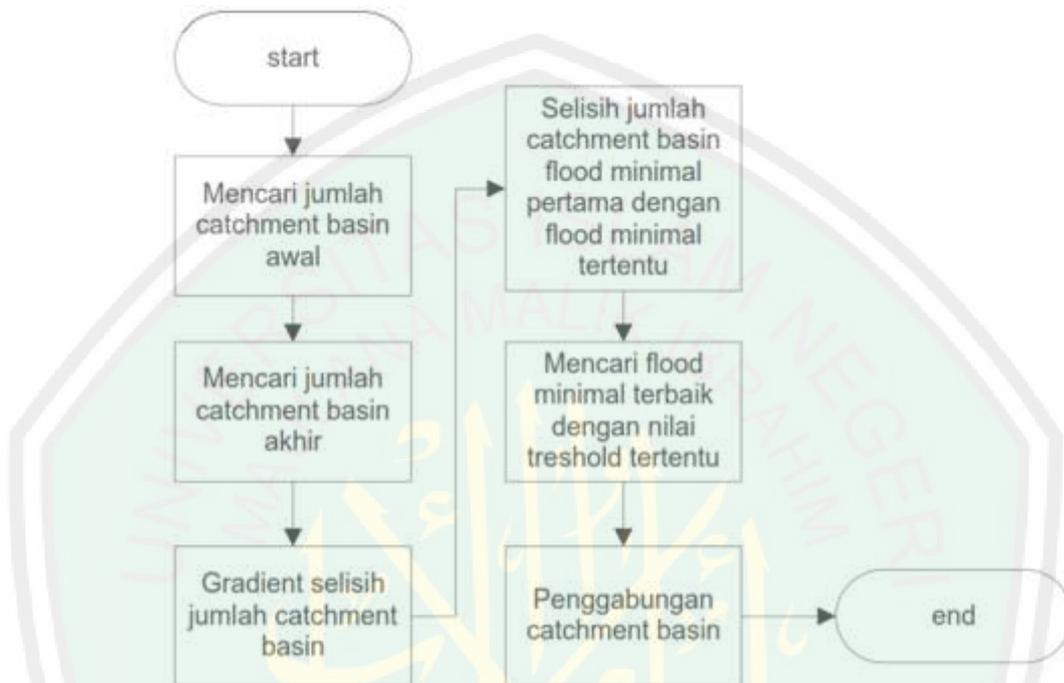
Proses morphological gradient adalah proses di mana gambar baru yang dihasilkan merupakan hasil selisih dari proses dilasi dari gambar asli dengan proses erosi dari gambar asli. Proses erosi dan dilasi adalah proses

morphological yang digunakan untuk menghaluskan gambar sehingga lebih mudah untuk disegmentasi. Dilasi merupakan suatu proses menambahkan piksel pada batasan dari objek dalam suatu image sehingga nantinya apabila dilakukan operasi ini maka image hasilnya lebih besar ukurannya dibandingkan dengan image aslinya. Erosi merupakan kebalikkan dari Dilasi. Proses ini akan membuat ukuran sebuah citra menjadi lebih kecil. Berbeda dengan dilatasi, apabila erosi dilakukan maka yang dikerjakan adalah memindahkan piksel pada batasan-batasan objek yang akan di erosi. Jumlah dari piksel yang ditambah atau dihilangkan bergantung pada ukuran dan bentuk dari structuring element yang digunakan untuk memproses image tersebut.

### 3.2.3 Segmentasi Citra

Setelah citra hasil preprocessing diperoleh, dilakukan proses untuk mencari garis watershed yg merepresentasikan objek yang akan di segmentasi. Proses mencari garis watershed sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.7. Proses diawali dengan mencari banyaknya jumlah catchment basin pada setiap flood minimal. Pada proses ini, juga dicari gradient perbedaan jumlah catchment basin pada setiap flood minimal untuk mencari watershed dengan gradient jumlah catchment basin terbesar. Selanjutnya dicari selisih jumlah catchment basin pada setiap flood minimal pertama dengan flood minimal tertentu. Dari hasil pencarian selisih ini, dapat dicari flood minimal yang baru, dengan nilai threshold tertentu. Hasil pencarian flood minimal yang baru inilah yang dijadikan masukan (input) untuk

melakukan penggabungan catchment basin untuk mendapatkan citra watershed dengan garis watershed terbaik.



Gambar 3.7 Proses *Watershed*

Pada proses ini, dicari banyaknya jumlah catchment basin pada setiap flood minimal. Pertama- tama adalah dihitung banyaknya jumlah catchment basin awal pada setiap flood minimal. Proses ini diawali dengan mencari gradient magnitude dari image. Jumlah catchment basin awal dihitung dari maksimal jumlah kolom yang diperoleh dari hasil watershed dengan citra masukan berupa gradient magnitude . jumlah catchment basin pada tahap ini akan sangat banyak dikarenakan ukuran dari catchment basin yang sangat kecil. Citra watershed yang diperoleh sampai pada tahap ini belum dapat merepresentasikan objek yang dimaksud. Olehnya itu diperlukan proses yang lebih lanjut. Setiap catchment basin yang telah diperoleh, diberikan

label. Dengan proses pelabelan ini maka tetangga dari setiap catchment basin (label) dapat diketahui

Untuk mendapatkan informasi bahwa suatu catchment basin bertetangga dengan catchmentbasin yang lain, digunakan 8 connected component. Matriks dari 8 connected component dijalankan mulai dari ujung kiri atas hingga ujung kanan bawah image. Selanjutnya dicari label dari catchment basin yang merepresentasikan garis watershed dari image. Empat kemungkinan yang digunakan untuk mengecek apakah dua catchment basin adalah tetangga atau bukan adalah dengan membandingkan antara tetangga sebelah atas dengan bawah, atas kanan dengan bawah kiri, sebelah kanan dengan kiri, dan sebelah kanan bawah dengan atas kiri. Dari empat kemungkinan ini, di lakukan pengecekan pada masing-masing label catchment basin untuk memastikan ketetangaan dari catchment basin. Jika tidak memenuhi salah satu dari keempat kemungkinan yang ada, berarti terdapat hanya satu catchment basin dan tidak dapat digabungkan. Kedua label tersebut selanjutnya disimpan dalam graph G dimana baris matriks dengan label pertama dan kolom matriks dengan label kedua ditambahkan satu. Selanjutnya adalah mencari gradient terendah (bobot) pada titik common boundary dua catchment basin yang saling bertetangga.

Setelah didapatkan informasi banyaknya catchment basin pada setiap flood minimal, dilakukan analisis untuk melihat perubahan jumlah catchment basin pada setiap flood minimalnya. Persamaan ini dapat dihitung dengan mencari selisih antara jumlah catchment basin akhir pada

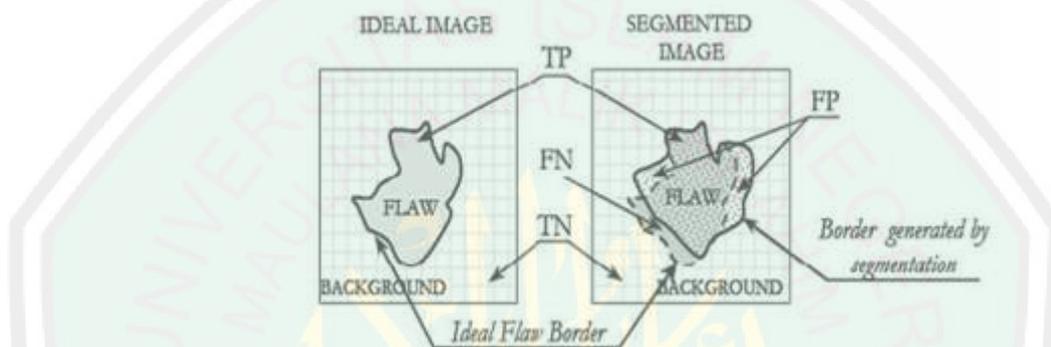
flood minimal tertentu dengan jumlah catchment basin akhir pada flood minimal sebelumnya. Sehingga akan nampak perbedaan jumlah catchment basin pada kondisi tertentu dengan kondisi sebelum atau sesudahnya. Flood minimal yang akan digunakan adalah flood minimal dari nilai gradient yang terpilih ditambahkan satu.

Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan selisih antara jumlah catchment basin pada setiap flood minimal dengan jumlah catchment basin sebelum dilakukan penggabungan. Hal ini dimaksudkan untuk melihat pola dari grafik perubahan jumlah catchment basin. Hasil dari perhitungan ini akan memberi gambaran dan informasi yang akan digunakan untuk menentukan batas threshold untuk menentukan flood minimal terbaik yang akan digunakan pada proses selanjutnya.

Hasil perhitungan selisih jumlah catchment basin akan memberikan informasi sehingga nilai batas threshold flood minimal terbaik dapat ditentukan. Nilai batas threshold yang dimaksudkan disini adalah persentasi dari keseluruhan nilai selisih jumlah catchment basin tertinggi. Nilai flood minimal terbaik dengan batas threshold yang telah ditentukan inilah yang akan diproses pada algoritma penggabungan watershed. Hasil penggabungan catchment basin dengan flood minimal terbaik akan memberikan citra watershed dengan garis watershed yang dapat merepresentasikan objek yang dimaksud.

#### **3.2.4 Validasi ROC**

*Receiver Operating Characteristic* (ROC) adalah hasil pengukuran klasifikasi dalam bentuk 2-dimensi. ROC menyatakan probabilitas terjadinya kesalahan ataupun kebenaran pencocokan pada sistem. Dalam penelitian ini, peneliti membandingkan antara hasil segmentasi sistem dengan hasil segmentasi manual.



Gambar 3.8 Perbedaan antara hasil segmentasi manual (*ideal image*) dengan hasil segmentasi  
(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.

Berikut ada empat peluang yang dapat diformulasikan dalam tabel kontingensi 2 x 2 untuk menganalisis ROC.

Tabel 3.1 Tabel Kontingensi ROC

		Kelas sebenarnya	
		Benar	Salah
Kelas prediksi	Positif	Benar positif	Salah positif
	Negatif	Benar negatif	Salah negatif

Adapun kriteria ROC adalah sebagai berikut:

- True Positive Rate disebut juga Sensitivity (TPR)= $TP/(TP+FN)$
- True Negative Rate disebut juga Specificity (TNR)=  $TN/(TN+FP)$
- Accuracy =  $(TP+TN)/(TP+FP+TN+FN)$ .

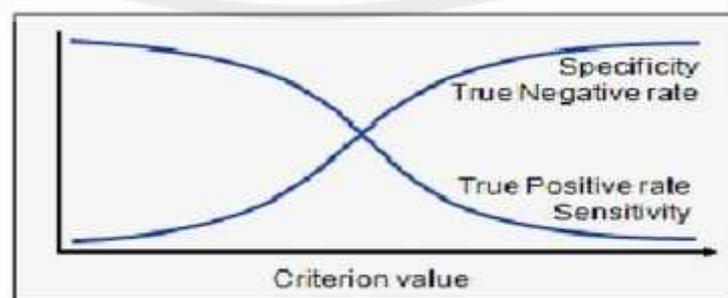
Dimana:

TP = True Positive yaitu klasifikasi yang dari kelas yang positif

FN = False Negative yaitu kesalahan Type II

FP = False Positive atau kesalahan Type I

Jika nilai kriteria yang dipilih lebih tinggi, maka bagian FP akan menurun dan specificity akan meningkat, namun TP dan sensitivity akan menurun. Sebaliknya jika nilai criteria yang dipilih lebih rendah, maka bagian TP akan meningkat, namun bagian TN dan specificity akan menurun.



Gambar 3.9 Kriteria ROC

Sumber: (MedCalc Software bvba, 2010)

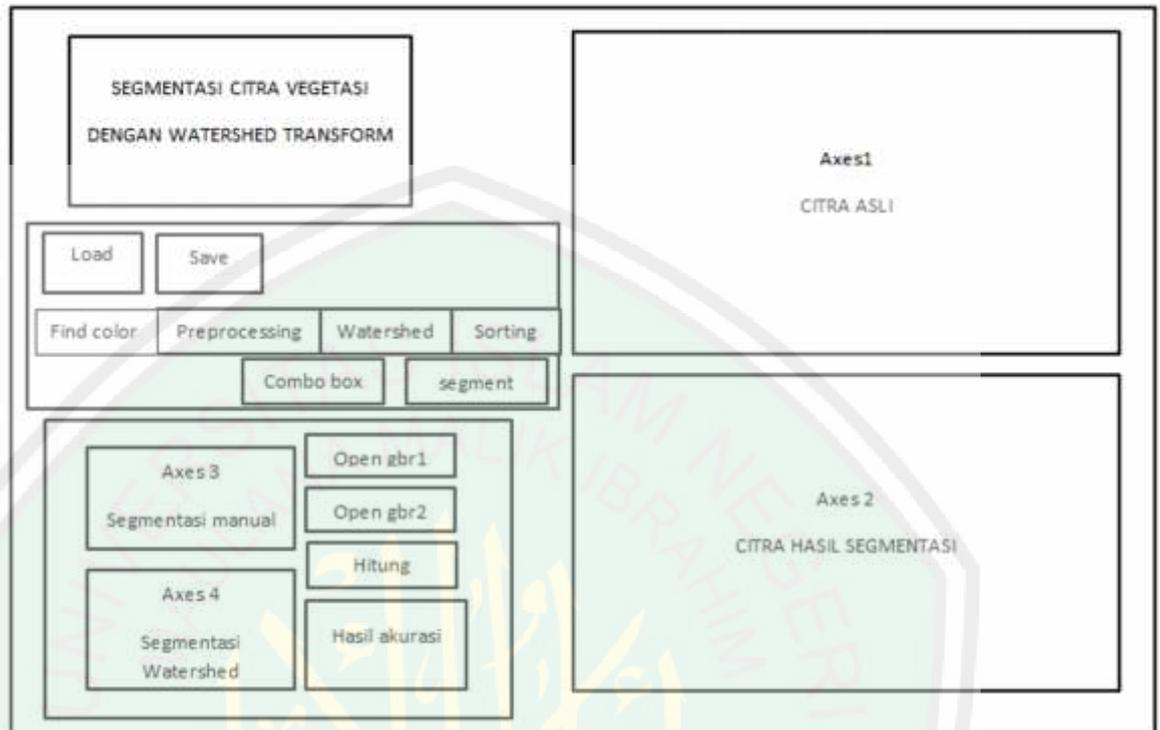
AUC (Area Under Curva) adalah luas daerah di bawah kurva ROC. Bila nilainya mendekati satu, maka model yang didapat lebih akurat. Berdasarkan gambar 3.8 maka dapat dilihat karakteristik dari AUC adalah sebagai berikut:

- Area maksimum adalah 1
- Jika ROC = 0,5 maka model yang dihasilkan belum terlihat optimal
- Sedangkan jika ROC > 0,5 maka model yang dihasilkan akan lebih baik

### **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.

#### **Antarmuka Aplikasi**



Gambar 3.10 Desain antarmuka aplikasi

Gambar 3.10 adalah tampilan halaman utama dari aplikasi segmentasi objek vegetasi menggunakan *watershed*. Berikut adalah tampilan rancangan proses segmentasi:

1. Axes1 : menampilkan objek citra yang akan disegmentasi.
2. Axes2 : menampilkan objek citra hasil segmentasi
3. Axes3 : menampilkan objek citra hasil segmentasi manual
4. Axes4 : menampilkan objek citra hasil segmentasi program

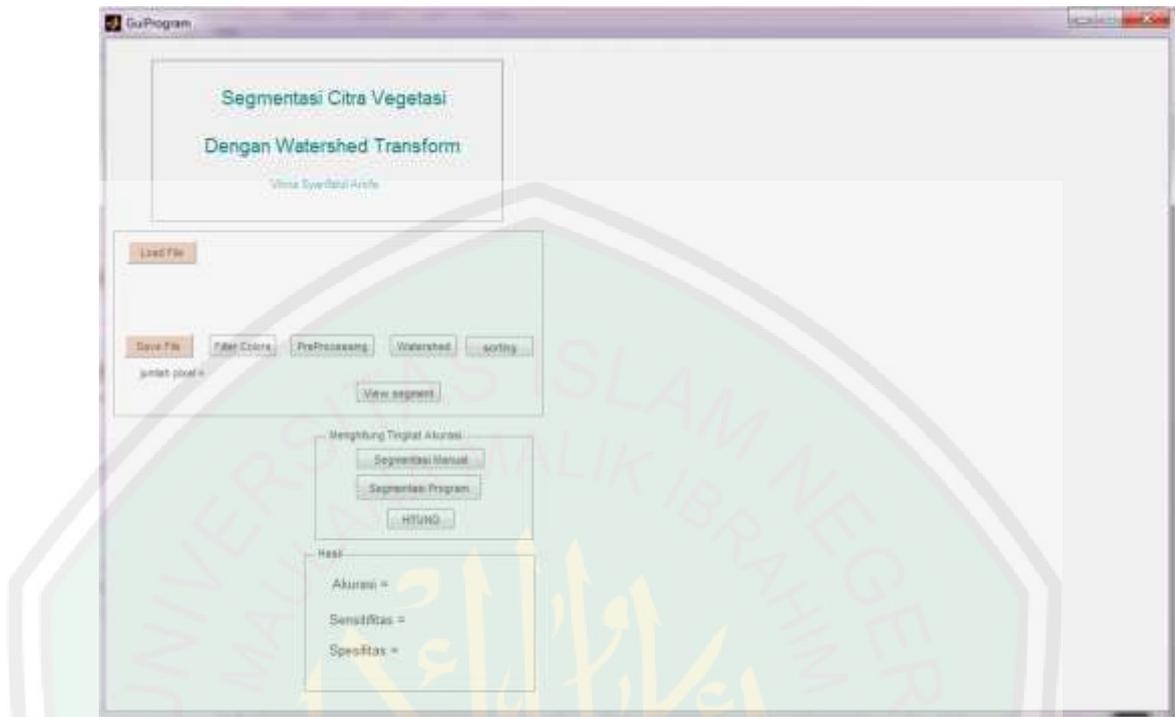
Berikut adalah beberapa menu dan tombol yang ada pada antarmuka untuk menjalankan proses segmentasi:

1. Menu “Load” berfungsi untuk mengambil *image* yang terdapat pada *drive* computer (mengambil gambar yang akan diidentifikasi).

2. Menu “Filter Color” berfungsi untuk memfilter warna yang diinginkan untuk disegmentasi, pada pembahasan kali ini yang di cari adalah warna hijau untuk objek vegetasi.
3. Menu “PreProcessing” berfungsi melakukan proses preprocessing.
4. Menu “Watershed” berfungsi menampilkan citra hasil watershed.
5. Menu “Sorting” berfungsi untuk mengurutkan tampilan hasil segmentasi dari piksel yang terbesar ke yang terkecil.
6. Menu “Save” berfungsi untuk menyimpan *image* hasil dari proses segmentasi.
7. Combo box berfungsi untuk memilih nomor objek yang ada.
8. Tombol “Segment” berfungsi untuk menampilkan objek yang dipilih oleh combo box.
9. Tombol “Open gbr 1” digunakan untuk mengambil objek citra hasil segmentasi manual yang akan diuji.
10. Tombol “Open gbr 2” digunakan untuk mengambil objek citra hasil segmentasi program yang akan diuji.
11. Tombol “Hitung” digunakan untuk menjalankan proses validasi ROC.

### 3.4 Implementasi Aplikasi

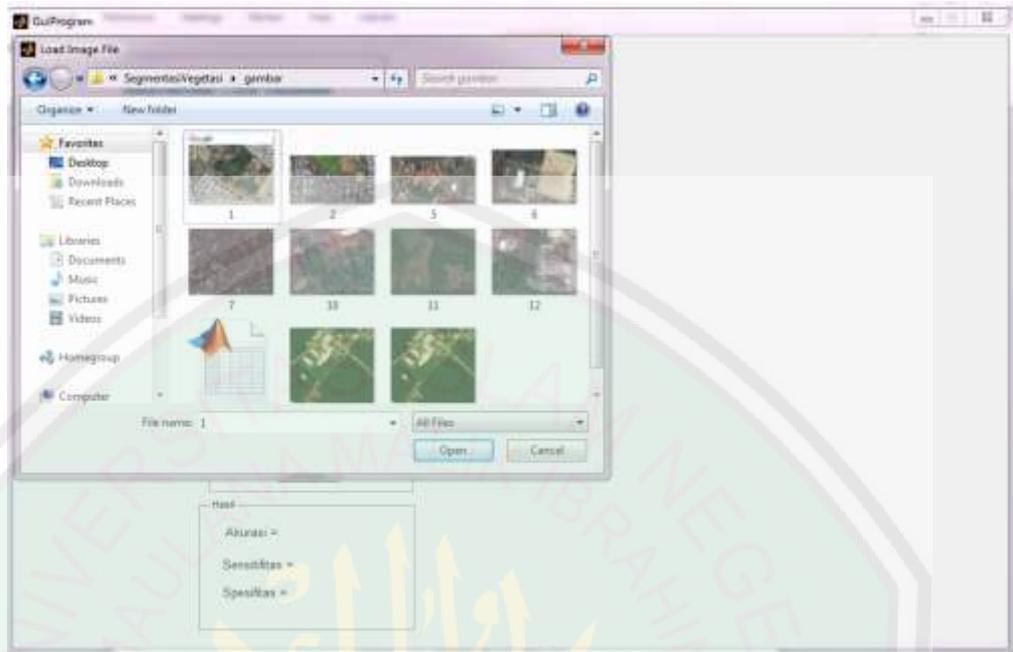
Dengan menerapkan rancangan yang dibuat sebelumnya, maka dapat dilihat pada gambar 3.11 berikut implementasi dari desain antarmuka.



Gambar 3.11 Halaman utama program

### 3.4.1 Implementasi Input Citra

Sebelum proses segmentasi dilakukan, hal yang dilakukan terlebih dahulu adalah akuisisi citra, yaitu proses pengambilan file citra satelit dari drive komputer yang akan disegmentasi. Citra yang diinputkan akan dimasukkan ke *axes* yang pertama yang selanjutnya akan diproses pada langkah berikutnya. Pada proses ini juga di tampilkan path atau letak file di dalam disk drive dan juga ukuran dari gambar yang diinputkan. Tampilan form input image dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3.12 Tampilan proses open file



Gambar 3.13 Tampilan input citra

```

global RGB
[FileName,PathName] = uigetfile({'*.*'},'Load Image File');

if (FileName==0) % cancel pressed
    return;
end

fullPath = [PathName FileName];
[a, b, Ext] = fileparts(FileName);
availableExt = {'.bmp','.jpg','.jpeg','.tiff','.png','.gif'};
FOUND = 0;
for (i=1:length(availableExt))
    if (strcmpi(Ext, availableExt{i}))
        FOUND=1;
        break;
    end
end

if (FOUND==0)
    h = msgbox('File type not supported!','Error','error');
    return;
end

set(handles.editPath, 'Visible', 'on');
set(handles.editSize, 'Visible', 'on');
info = imfinfo(fullPath);
if (~isempty(info.Comment))
    handles.currentImageComment = info.Comment{1};
else
    handles.currentImageComment = '';
end

set(handles.editSize, 'String', sprintf('SIZE (W x H) : %d x %d', info.Width, info.Height));
set(handles.editPath, 'String', fullPath);

RGB = imread(fullPath);

set(handles.axes1, 'Visible', 'off');
set(handles.axes2, 'Visible', 'off');

axes(handles.axes1); cla; imshow(RGB);
axes(handles.axes2); cla;
guidata(hObject, handles);
save datainput RGB

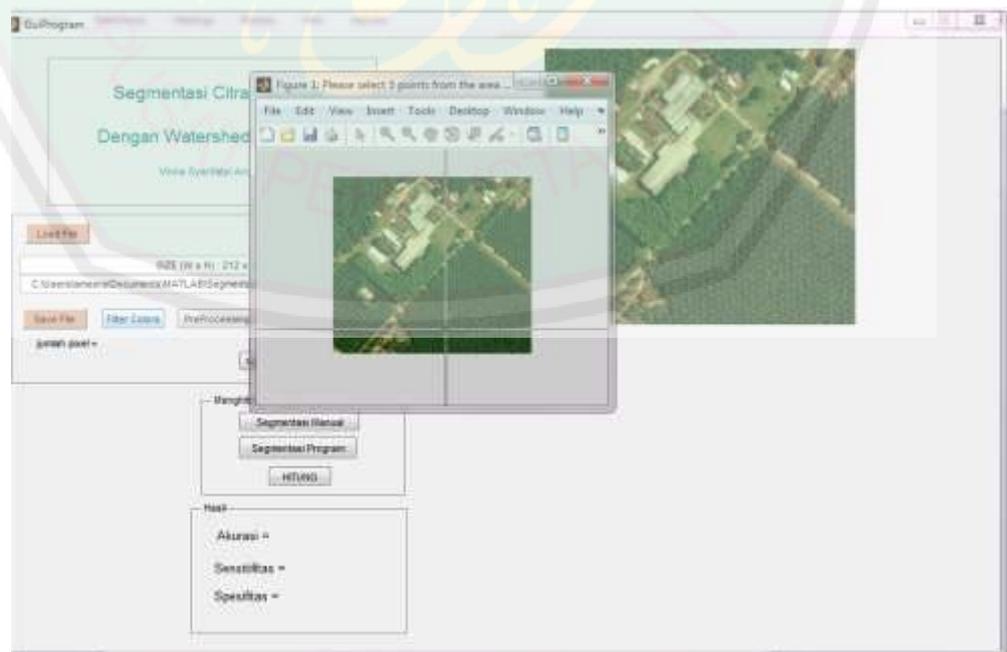
```

Gambar 3.14 Source code untuk mengambil citra

### 3.4.2 implementasi *Pre-Processing*

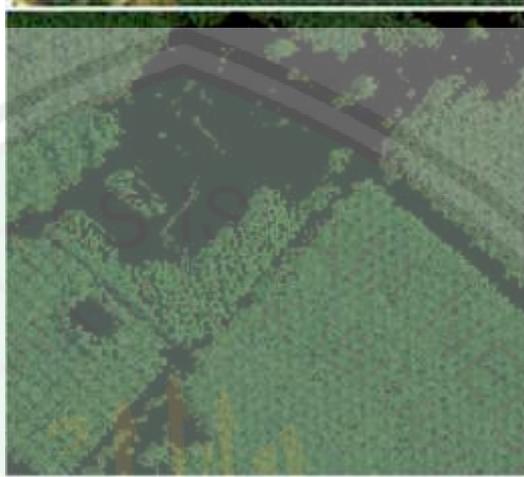
Implementasi Pre-processing bertujuan untuk memperbaiki citra agar siap diolah dalam proses selanjutnya. Hal pertama yang dilakukan

adalah melakukan filter warna. Filter warna yang dilakukan untuk mencari warna hijau yang dianggap sebagai objek vegetasi. Filter Warna menciptakan versi abu-abu - skala dari gambar asli dengan daerah berwarna . Ketika tombol ditekan , user / pengguna diminta untuk memberikan 3 ambang ( dalam kisaran [ 0 - 255 ] ) untuk masing-masing dari koefisien R , G dan B. Semakin besar batasnya, maka semakin kalah warna yang di thresholding (secara umum, lebih besar ambang batas menyebabkan daerah yang lebih berwarna dalam gambar). Kemudian, pengguna dihadapkan dengan salinan gambar asli dan diminta untuk memilih dan menunjuk 5 titik pada gambar menggunakan mouse. Warna rata-rata dari 5 titik ini akan dihitung dengan langkah thresholding sederhana (menggunakan ambang batas yang tersedia pada awal prosedur) yang diterapkan pada gambar .



Gambar 3.15 Tampilan filter warna

Setelah user meng-klik 5 titik hijau maka akan di tampilkan gambar dimana hanya ada warna hijau dan non-hijau (dihitamkan).



Gambar 3.16 Gambar hasil filter warna

Gambar 3.14 di dapat dengan source code berikut.

```
prompt = {'Enter threshold for RED (0-255):','Enter threshold
         for GREEN (0-255):','Enter threshold for BLUE (0-
         255):'};
dlg_title = 'RGB Thresholds: ';
num_lines = 1;
def = {'30','30','30'};
answer = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def);
if (isempty(answer))
    return;
end
T1 = str2num(answer{1});
T2 = str2num(answer{2});
T3 = str2num(answer{3});

if ((T1>=0) & (T1<=256)) & ((T2>=0) && (T2<=256)) &
    ((T3>=0) && (T3<=256))
    RUN = 0;
end
end

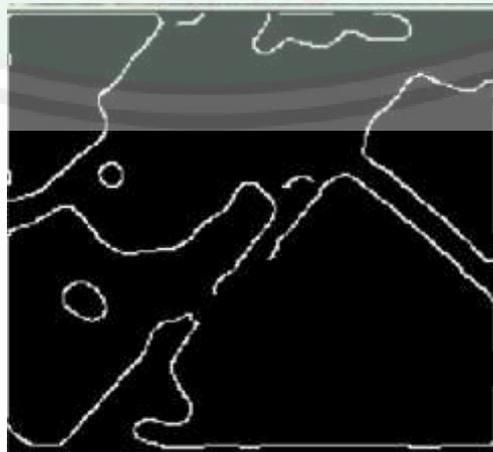
RGB2 = filterColors(RGB, T1, T2, T3, 5);
axes(handles.axes2);
imshow(RGB2);
```

Gambar 3.17 Source code filter warna

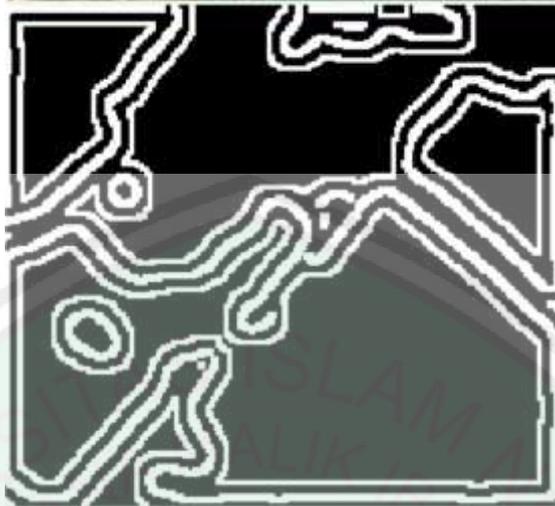
Setelah terpisah antara warna hijau dan non-hijau, maka dilakukan proses graycalling dari citra di atas, sehingga hanya tersisa 2 warna yaitu abu-abu dan hitam. Kemudian dilakukan proses filtering untuk menghilangkan noise-noise yang tidak di perlukan. Setelah itu dilakukan deteksi tepi dengan operator yang laplacian of gaussian (LOG) dan operator canny. Kedua operator ini bertujuan menghasilkan deteksi yang lebih jernih/ bersih. Selanjutnya gambar di treshold dan dilakukan proses morfologi gradient. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.18 Gambar hasil median filter



Gambar 3.19 Gambar hasil deteksi tepi



Gambar 3.20 Gambar hasil *morphological gradient*

Untuk memperoleh hasil di atas dilakukan proses pre processing dengan source code sebagai berikut:

```

load datainput RGB2
handles.RGB2=RGB2;
axes(handles.axes2);

Gray = rgb2gray (RGB2);%menjadikan grayscale

filt = medfilt2(Gray,[8 8]);%menghilangkan noise

G = fspecial('gaussian',[7 7], 3.5); %deteksi tepi
fil = imfilter(filt,G,'same');
tepi = edge(fil,'canny', [0.2, 0.4] , 3.5);

[m,n] = size(tepi); %tresholding
gbrbw = zeros(m,n);
[bar,col]=find(tepi>0);
for i=1:size(bar)
    gbrbw(bar(i),col(i)) = tepi(bar(i),col(i));
end;
gbrbw = uint8(gbrbw);
tres=adaptivethreshold(gbrbw,11,0.02,0);

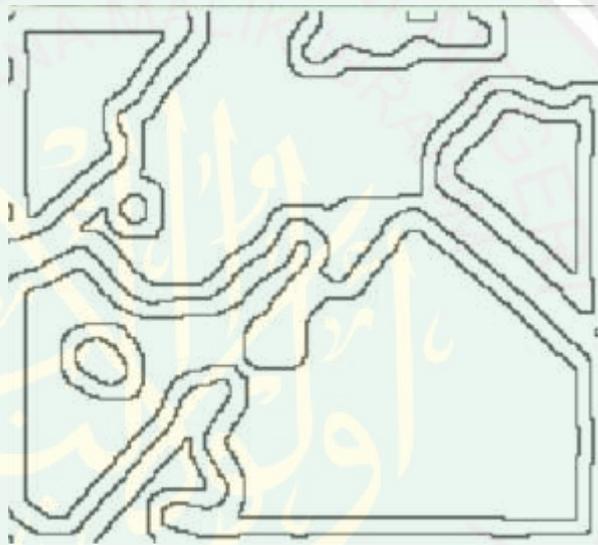
se = strel(ones(3,3));%morphology
morphologygradient = imdilate(tres, se) - imerode(tres, se);
imshow(morphologygradient);
guidata(hObject, handles);
save datainput morphologygradient
end

```

Gambar 3.21 Source code preprocessing

### 3.4.3 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 2”. Berikut ini adalah gambar hasil segmentasi.



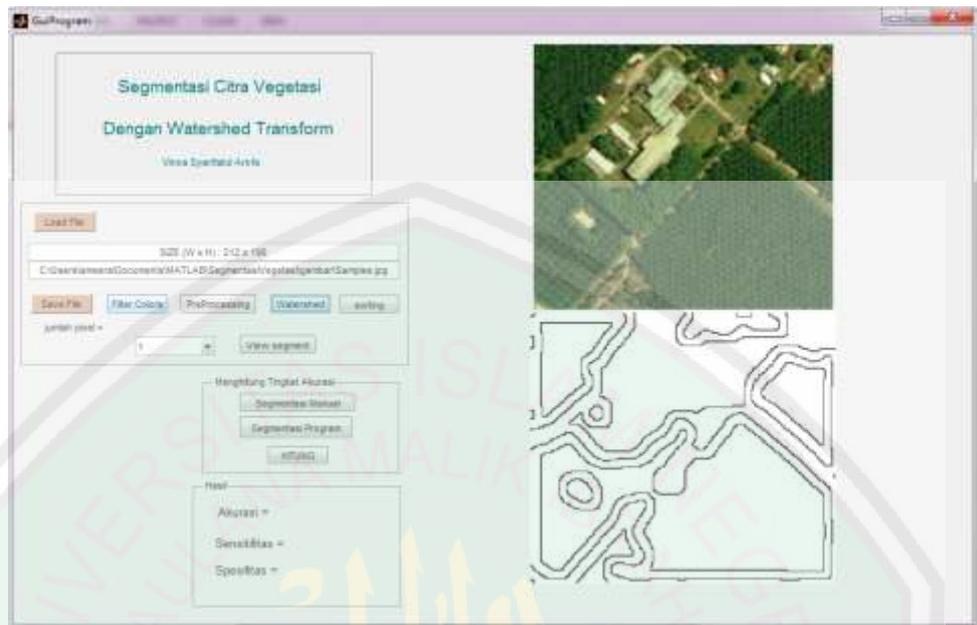
Gambar 3.22 Gambar hasil segmentasi

```
load datainput morphologygradient
L = watershed(morphologygradient);
hasil = L;
hasilwatershed = L == 0;
hasilwatershed=imcomplement(hasilwatershed);
gbrsimpan = hasilwatershed;
imshow(hasilwatershed);
```

Gambar 3.23 Source code proses *watershed transform*

### 3.4.4 Implementasi Tampil Hasil

Berikut ini gambar tampilan hasil secara keseluruhan.



Gambar 3.24 Tampilan hasil

### 3.4.5 Proses Sorting

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

```
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
```

Gambar 3.25 Source code proses sorting

### 3.4.6 Proses Segment

Hasil dari proses view segment, dapat dilihat seperti gambar berikut.



Gambar 3.26 Hasil view segment

```

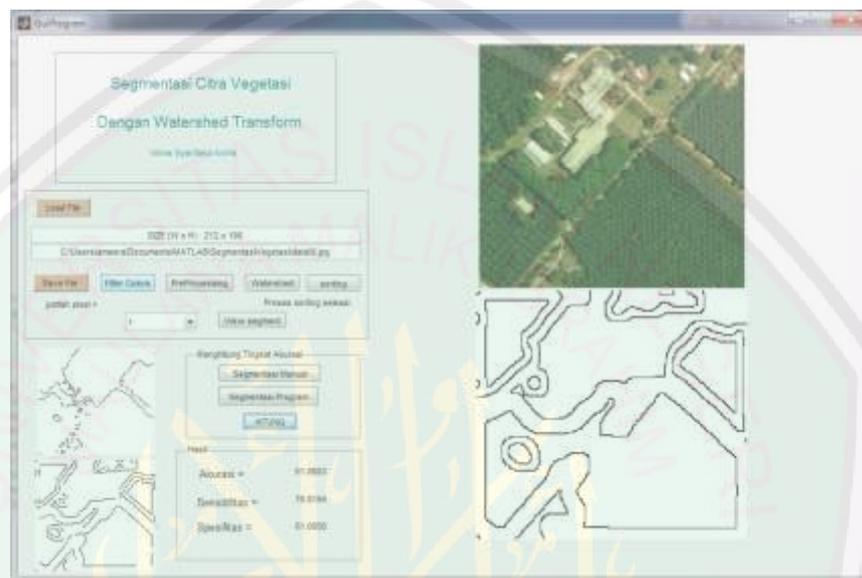
set(handles.text2,'String', 'Proses berlangsung');
gbrasli = hasilwatershed;
imgindex = get(handles.NilaiPixel, 'value');
img = piksel(imgindex);
gbrsegment = hasil == img;
format long;
jumpixel = sum(sum(gbrsegment));
set(handles.jumlahpixel,'String', jumpixel);
gbrwatersehdfull = hasil ==0;
gbrwatersehdfull = imcomplement(gbrwatersehdfull);
gbrsegment = imcomplement(gbrsegment);
axes(handles.axes2);
gbrwatersedlokasi = gbrsegment - imcomplement(gbrwatersehdfull) ;
imshow(gbrwatersedlokasi);

```

Gambar 3.27 Source code view segment

### 3.4.7 Implementasi Aplikasi Validasi ROC

Untuk melakukan validasi atau mengukur ketepatan hasil pada aplikasi ini digunakan metode ROC (*Receiver Operating Characteristic*).



Gambar 3.28 Implementasi penghitungan validasi

```
function hitung_Callback(hObject, eventdata, handles)
global data1 data2
hasil=data1+data2;
TN=0; TP=0; FN=0; FP=0;
for i=1:size(hasil,1)
    for j=1:size(hasil,2)
        if hasil(i,j)==2
            TP=TP+1;
        elseif hasil(i,j)==1
            FN=FN+1;
        end
    end
end
end
a=sum(sum(data1==1));
FP=a-TP;
TN=(256*256)-(TP+FP+FN);
[TN FN TP FP]
akurasi=100*(TP+TN)/(TP+FN+FP+TN);
sensitifitas=100*(TP/(TP+FN));
spesifitas=100*(TN/(FP+TN));
set(handles.akurasi,'String',akurasi);
set(handles.sensitifitas,'String',sensitifitas);
set(handles.spesifitas,'String',spesifitas);
end
```

Gambar 3.29 Source code 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

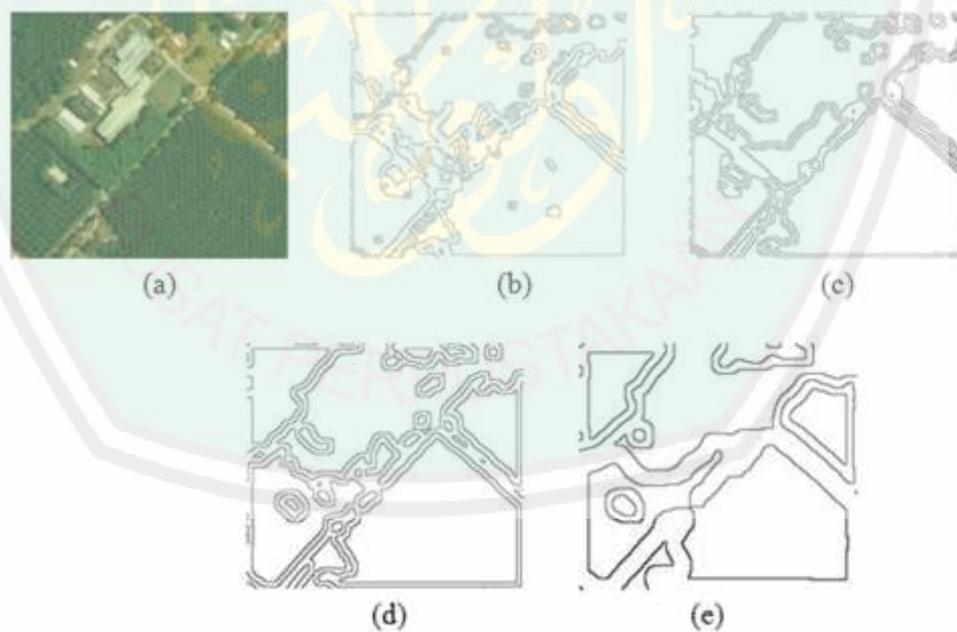
Langkah-langkah uji coba pada penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Resize citra. Pengecilan ukuran piksel dari citra. Citra yang terlalu besar ukurannya akan menghasilkan lebih banyak segment dan memerlukan lebih banyak waktu.
- b. Uji coba aplikasi. Citra yang telah dipotong dimasukkan dalam aplikasi, selanjutnya diproses dengan filter warna, median filtering, deteksi tepi, adaptive threshold, morphological gradient, dan watershed transform. Hasil uji coba ditampilkan dalam “axes2” yang ada pada aplikasi.
- c. Hasil akhir ujicoba aplikasi yang telah ditampilkan dapat dilihat secara detail dengan melihat hasilnya per-segment dengan menekan tombol “segment”. Hasil “segment” dapat diurutkan dari segment dengan jumlah piksel terbesar ke segment dengan jumlah piksel dengan menekan tombol “sorting”

- d. Menghitung akurasi, presisi, dan *recall*. Tahapan ini ditujukan untuk melihat sejauh mana keberhasilan metode yang digunakan untuk proses peningkatan kualitas citra.

#### 4.2. Hasil Uji Coba

Tahap uji coba ini akan melakukan pengujian terhadap beberapa gambar satelit. Gambar satelit yang di uji coba terlebih dahulu di kecilkan ukuran pikselnya untuk mempermudah proses. Namun, semakin kecil ukuran gambar, maka semakin sedikit pula segmentasi yang terjadi, sehingga aplikasi tidak terlalu banyak mendeteksi segmen. Perbedaan hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut.



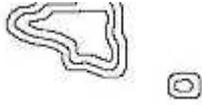
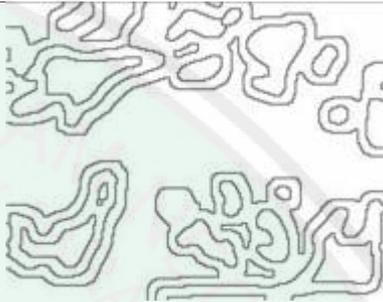
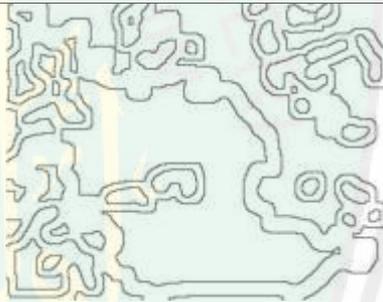
Gambar 4.1 Perbedaan hasil segmentasi berdasarkan ukuran gambar. (a) Citra asli (b) Hasil segmentasi resolusi asli (c) Hasil segmentasi resolusi x 0.75 (d) Hasil segmentasi resolusi x 0.5 (e) Hasil segmentasi resolusi x 0.2

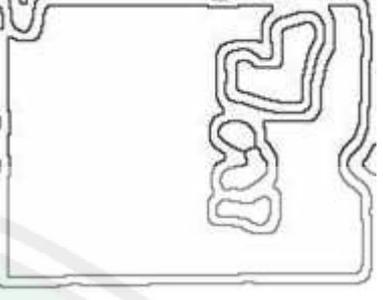
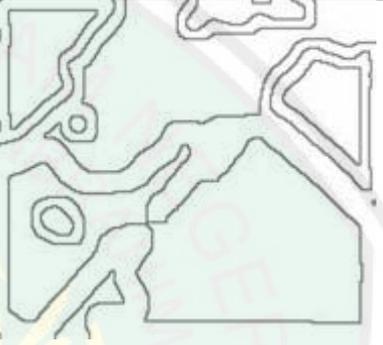
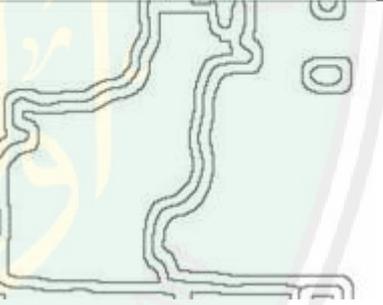
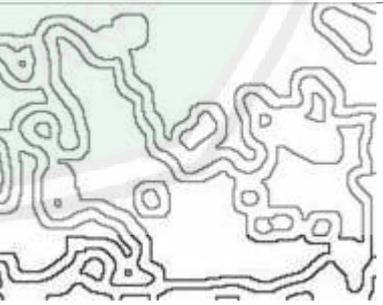
Dapat di lihat dengan jelas perbedaan hasil segmentasi citra dengan ukuran resolusi gambar tinggi dan rendah. Gambar (a) yang merupakan citra asli ketika di segmentasi dengan aplikasi yang di buat maka menghasilkan gambar (b) dengan resolusi yang sama yaitu sekitar 700x600 pixel. Gambar (c) adalah hasil segmentasi ketika citra asli di resize menjadi ukuran 500x400 pixel, sedangkan gambar (d) adalah hasil segmentasi citra dengan ukuran gambar 300x300 pixel. Untuk gambar terakhir (e) merupakan hasil segmentasi dari gambar dengan ukuran 200x100 pixel. Ukuran inilah yang nanti akan digunakan dalam uji coba gambar lainnya.

Untuk mengetahui hasil uji coba aplikasi ini, dilakukan pengujian terhadap 10 gambar berbeda. Gambar yang di uji berasal dari citra satelit dengan objek yang diteliti berupa objek vegetasi. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.1

**Tabel 4.1** Hasil Uji Coba Segmentasi Citra Satelit menggunakan  
*Watershed Transform*

No	Citra asli	Citra hasil segmentasi
1		

2		
3		
4		
5		
6		

7		
8		
9		
10		

Adapun untuk hasil penghitungan tingkat akurasi, sensitifitas dan spesifitas dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Segmentasi Citra Satelit

No Gambar	Akurasi (%)	Sensitivitas (%)	Spesifitas (%)
1	90,95	48,849	92,9373
2	97,0047	66,81	97,5502
3	85,1227	49,6987	88,1305
4	51,1261	63,2981	49,3989
5	72,7829	69,7474	73,033
6	90,2924	39,9302	93,0789
7	48,2559	82,9472	46,8038
8	61,8683	76,8194	61,0656
9	75,1907	65,0316	75,5963
10	71,5851	62,1061	72,3543
Nilai rata-rata	74,41788	65,52647	74,99533

### 4.3 Pembahasan

Dari hasil uji coba, dapat dilihat bagaimana aplikasi ini berjalan. Dengan adanya kombinasi pada image enhancement dapat membantu menghasilkan segmentasi citra menggunakan watershed yang lebih baik. Kombinasi dari metode filtering, edge detection, dan morphological gradient kiranya sudah cukup mampu untuk mengatasi over-segmentation. Over-segmentation yang terjadi dapat menimbulkan keraguan dan kesalahan dalam pemberian atau penerimaan informasi lebih lanjut.

Dari uji coba juga dapat kita lihat bagaimana resolusi atau ukuran citra berpengaruh terhadap hasil segmentasi. Citra yang berukuran besar, maka

semakin banyak pula objek yang bisa di kenali, sebaliknya citra yang berukuran lebih kecil akan lebih mudah untuk dilakukan proses segmentasi dan sorting.

Keberagaman objek dalam citra satelit juga dapat menjadi pengaruh dalam proses segmentasi, namun dalam segmentasi objek vegetasi ini parameter yang dikenali di awal hanya ada dua yaitu warna hijau dan non-hijau sehingga mempermudah dalam prosesnya.

Hasil proses segmentasi antara citra asli dengan citra setelah diberi perlakuan metode mengalami perbedaan yang cukup besar. Hasil segmentasi citra asli mempunyai objek yang sangat banyak, sehingga tidak ada objek berarti yang menunjukkan objek vegetasi. Hal ini berbeda dengan hasil proses segmentasi citra setelah dilakukan proses peningkatan kualitas citra. Citra menghasilkan objek lebih sedikit dan objek utama dapat terlihat.

Untuk pengukuran hasil uji coba dengan metode *ROC* diperoleh hasil akurasi rata-rata sebesar 74,41788%, sensitivitas 65,52647%, dan spesifitas 74,99533%. Akurasi didefinisikan sebagai tingkat kedekatan antara nilai prediksi dengan nilai aktual. Sensitivitas merupakan tingkat keberhasilan sistem dalam menemukan kembali sebuah informasi, sedangkan spesifitas adalah tingkat ketepatan antara informasi yang diminta oleh pengguna dengan jawaban yang diberikan oleh sistem.

Perbedaan nilai akurasi, sensitivitas dan spesifitas dari setiap data yang diuji-cobakan dipengaruhi oleh hasil segmentasi secara manual. Dalam aplikasi ini, segmentasi manual dilakukan dengan menghilangkan objek yang bukan tumbuhan, sedangkan segmentasi program dilakukan dengan

menghilangkan objek yang bukan berwarna hijau. Namun tingkat keakuratan cukup tinggi sehingga aplikasi ini bisa dinyatakan berhasil, perbedaan tinggi rendahnya hasil akurasi tergantung ketepatan dari segmentasi secara manual. Sebagaimana yang kita ketahui bahwa user atau manusia kadang memiliki kelemahan dan kurang teliti, sehingga hasil segmentasi manual kurang maksimal.

#### 4.4 Integrasi Sistem dengan Al Quran

Aplikasi ini pada hakikatnya bertujuan untuk memudahkan dalam pemetaan objek-objek vegetasi, baik untuk pemetaan lokasi secara umum, ataupun untuk membantu dalam penetapan objek untuk bangunan 3D yang sedang dibangun pada *google earth*. Allah berfirman dalam Al Quran:

يُرِيدُ اللَّهُ بِكُمْ الْيُسْرَ وَلَا يُرِيدُ بِكُمْ الْعُسْرَ

*“Allah menghendaki kemudahan bagimu, dan tidak menghendaki kesukaran bagimu.” (Albaqoroh:185)*

Dalam tafsir Ibnu Katsir, Imam Ahmad meriwayatkan, Muhammad bin Ja'far memberitahu kami, dari Syu'bah, dari Abu at-Tayyah, katanya, aku pernah mendengar Anas bin Malik berkata, sesungguhnya Rasulullah telah bersabda: “Permudahlah dan janganlah kalian mempersulit. Tenangkanlah dan janganlah membuat (orang) lari.” (HR. Al-Bukhari dan Muslim)

Diriwayatkan pula dalam kitab Shahih al-Bukhari dan Muslim, bahwa Rasulullah pernah bertutur kepada Mu'adz dan Abu Musa ketika beliau mengutus keduanya ke Yaman: “Sampaikanlah berita gembira dan janganlah

kalian menakut-nakuti, berikanlah kemudahan dan janganlah mempersulit, bersepakatlah dan janganlah kalian berselisih.” (HR. Al-Bukhari dan Muslim)

Selain itu, segmentasi menggunakan ukuran dan tingkat warna pixel sebagai parameter. Kemudian data tersebut dihitung dan diolah untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Sebagaimana Allah telah menciptakan segala sesuatu dengan sebaik-baiknya, baik ukuran maupun jumlahnya. Selain Allah memiliki tujuan didalam segala tindakan-Nya – juga Dia menciptakan segala sesuatu dengan sangat teliti, seimbang, sempurna tanpa cacat serta sarat dengan perhitungan matematis yang sangat canggih.

وَوَخَّاتُ كُلَّ شَيْءٍ مِّمَّا يَخْلُقُ فَعَدَّهُمْ تَقْدِيرًا ﴿٢٠﴾

*“dan Dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya“ (QS Al Furqon:2)*

Pada tafsir ibnu katsir dijelaskan yang kepunyaan-Nyalah kerajaan langit dan bumi, dan Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu baginya dalam kekuasaan-Nya, dan Dia telah menciptakan segala sesuatu) karena hanya Dialah yang mampu menciptakan kesemuanya itu (dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya) secara tepat dan sempurna.

Prof. Dr. M. Quraish Shihab, dalam tafsirnya menjelaskan Dia (Allah) telah menciptakan segala sesuatu dan memberikan ukuran dan aturan yang sangat cermat kepada masing-masing berupa rahasia-rahasia yang dapat menjamin keberlangsungan tugasnya secara teratur (sistematis). Ilmu pengetahuan modern menyatakan bahwa semua makhluk, dari sisi kejadian

dan perkembangan yang berbeda-beda, berjalan sesuai dengan sistem yang sangat teliti dan bersifat konstan. Tidak ada yang mampu melakukan itu kecuali Allah, Zat Yang Maha Pencipta dan Maha kuasa. Dari sisi kejadiannya, sudah jelas bahwa semua makhluk--terlepas dari perbedaan jenis dan bentuknya--terdiri atas kesatuan unsur-unsur yang sangat terbatas jumlahnya, hampir seratus unsur. Dari jumlah itu, baru sembilan puluh unsur di antaranya sudah dikenal saat ini. Sifat-sifat alami, kimiawi dan berat atomnya tumbuh secara berangsur-angsur. Dimulai dengan unsur nomor satu, yaitu hidrogen yang memiliki berat atom 1. Sementara ini yang terakhir ditemukan adalah unsur kesembilanpuluh enam, yaitu unsur uranium yang berat atomnya sampai saat ini belum diketahui. Unsur terakhir yang ditemukan berat atomnya adalah uranium yang memiliki berat atom 238,57. Kesatuan unsur-unsur tadi kemudian membentuk sebuah komposisi sesuai dengan hukum yang telah ditetapkan dan tidak akan pernah melenceng. Demikian pula yang terjadi pada tumbuh-tumbuhan dan hewan. Masing-masing terbagi pada kelompok dan jenis yang berbeda. Sedangkan dalam tahapan perkembangannya, sifat-sifatnya berkembang dari makhluk hidup bersel satu, seperti mikrobat, sampai kepada makhluk hidup yang bersel banyak, seperti manusia yang dapat dikatakan paling sempurna. Setiap jenis memiliki sifat-sifat tertentu yang diwarisi dari generasi ke generasi. Semua itu berjalan menurut hukum dan aturan yang bersifat konstan dan teliti yang menggambarkan secara jelas kebesaran dan kekuasaan Allah Swt. Mahasuci Allah dari apa yang mereka persekutukan.

Oleh karena itu hendaklah kita dapat mengambil hikmah dan manfaat dari semua yang kita kerjakan, karena Allah tidak menciptakan sesuatu secara sia-sia, terdapat manfaat dalam segala hal yang ada di langit dan bumi ini. Semoga kita menjadi manusia yang bersyukur atas kekuasaan Allah dan dapat bermanfaat bagi manusia lainnya.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab terakhir ini dijelaskan mengenai kesimpulan yang dapat diambil dari pengerjaan tugas akhir ini, beserta saran-saran yang perlu diperhatikan untuk pengembangan penelitian di bidang ini selanjutnya:

#### 5.1 Kesimpulan

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

- Image enhancement dengan kombinasi metode edge detection, filtering, dan morphological gradient bisa digunakan dengan baik untuk segmentasi citra menggunakan watershed transform, dan dilihat dari sedikitnya over-segmentation di bandingkan dengan proses segmentasi tanpa pre-processing.
- Untuk pengukuran hasil uji coba program dengan metode *ROC* diperoleh hasil akurasi rata-rata sebesar 74,41788%, sensitivitas 65,52647%, dan spesifitas 74,99533%.

#### 5.2 Saran

Beberapa saran untuk perkembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

- Dapat di coba segmentasi dengan objek lebih dari satu warna, sehingga dapat lebih bermanfaat dalam penelitian selanjutnya.
- Dapat di coba penambahan metode-metode lain untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adipranata, Rudy. 2005. *Kombinasi Metode Morphological Gradient Dan Transformasi Watershed Pada Proses Segmentasi Citra Digital*. Surabaya, Universitas Kristen Petra.
- Adipranata, Rudi, dkk. 2005. *Perancangan dan Pembuatan Aplikasi Segmentasi Gambar dengan Menggunakan Metode Morphological Watershed*. Teknik Informatika, Fakultas Teknik Industri, Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Al Mahali, Imam Jalaluddin dan Imam Jalaluddin As Suyuthi. 2001. *Terjemahan Tafsir Jalalain Berikut Azbabun Nuzul (terj. oleh Bahrn Abu Bakar, Lc)*. Bandung: Sinar Algesindo.
- Alvia Ferry Mandalasari. *Segmentasi Citra Medis Menggunakan Metode Otsu dan Iterasi*. Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga.
- Arif, Isturom., dkk. 2012. *Identifikasi Obyek Pisau Pada Citra X-Ray di Bandara*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Departemen Agama Republik Indonesia. 2005. *Al-Qur'an Terjemahan*. Jakarta: PT. Syamil Cipta Media.
- Erick Paulus, dkk. 2007. *GUI Matlab*. Yogyakarta: Andi publisher.
- Elias Dianta Ginting. *Deteksi Tepi Menggunakan Metode Canny Dengan Matlab Untuk Membedakan Uang Asli dan Uang Palsu*. Teknik Informatika. Fakultas Teknik Industri, Universitas Gunadarma.
- Giannakopoulos, Theodoros. 2011. *An Image Processing Demo*. [www.di.uoa.gr/~tyiannak](http://www.di.uoa.gr/~tyiannak)
- Gunawan, dkk. *Perangkat Lunak Segmentasi Citra Dengan Metode Watershed*. STMIK Mikroskil Medan.
- Gonzalez, R.C., Woods, R.E. 2004. *Digital Image Processing Second Edition*. Prentice Hall, New Jersey.

- Hendra, Adi. 2011. *Segmentasi citra CT Scan Tumor Otak Menggunakan Matematika Morgfologi (Watershed) dengan Flood Minimum Optima*. Jurusan matematika MIPA Univeritas Tadulako
- Ibnu Katsir. 2003. *TAFSIR IBNU KATSIR, Jilid 1-7*. Bogor : Pustaka Imam Syafi'i.
- Indrawati. *Segmentasi Citra X-ray dari Citra CT Menggunakan Active Contour*. Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Marvin Ch. Wijaya dan Agus Prijono. 2007. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab*. Bandung: Informatika.
- Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Informatika.
- Mauridhi Hery Purnomo, Arif Muntasa. 2010. *Konsep Pengolahan Citra Digital Dan Ekstraksi Fitur*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Marvin Ch. Wijaya, Agus Prijono. 2007. *Pengolahan Citra Digital menggunakan Matlab*. Bandung: Informatika.
- Ruparelia, Sameer. 2011. *Implementation 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.
- Shihab, M. Quraish. 2003. *Tafsir al-Mishbah: Pesan, Kesan dan Keserasian al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.
- Sigit, R. Basuki., A. Ramadjanti, dan Pramadihanto, D. 2005. *Step by Step Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi.