

**PENGEMBANGAN IMAGE ENHANCEMENT UNTUK
SEGMENTASI OBJEK JALAN RAYA PADA CITRA
SATELIT DENGAN KOMBINASI METODE EDGE
DETECTION, FILTERING, DAN
MORPHOLOGICAL GRADIENT
BERBASIS WATERSHED
TRANSFORM**

SKRIPSI

Oleh:
NURISUL UBBAT
NIM. 08650070



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

**PENGEMBANGAN IMAGE ENHANCEMENT UNTUK
SEGMENTASI OBJEK JALAN RAYA PADA CITRA
SATELIT DENGAN KOMBINASI METODE EDGE
DETECTION, FILTERING, DAN
MORPHOLOGICAL GRADIENT
BERBASIS WATERSHED
TRANSFORM**

SKRIPSI

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

**Oleh:
NURISUL UBBAT
NIM. 08650070**

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

**PENGEMBANGAN IMAGE ENHANCEMENT UNTUK SEGMENTASI
OBJEK JALAN RAYA PADA CITRA SATELIT DENGAN KOMBINASI
METODE EDGE DETECTION, FILTERING, DAN
MORPHOLOGICAL GRADIENT BERBASIS
WATERSHED TRANSFORM**

SKRIPSI

Oleh:
NURISUL UBBAT
NIM. 08650070

Telah disetujui, 18 Mei 2015

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Cahyo Crysdiان
NIP 1974042420090011008

Irwan Budi Santoso M.Kom
NIP 19770103 201101 1 004

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Dr. Cahyo Crysdiان
NIP 19740424 200901 1 008

**PENGEMBANGAN IMAGE ENHANCEMENT UNTUK SEGMENTASI
OBJEK JALAN RAYA PADA CITRA SATELIT DENGAN KOMBINASI
METODE EDGE DETECTION, FILTERING, DAN
MORPHOLOGICAL GRADIENT BERBASIS
WATERSHED TRANSFORM**

SKRIPSI

Oleh:
NURISUL UBBAT
NIM. 08650070

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

Tanggal, Juni, 2015

Susunan Dewan Penguji		Tanda Tangan
1. Penguji Utama	: Dr. Muhammad Faisal, M.T NIP 1974055102005011007	()
2. Ketua	: Dr. M. Amin Hariyadi, M.T NIP 196701182005011001	()
3. Sekretaris	: Dr. Cahyo Crysdiان NIP 197404242009011008	()
4. Anggota	: Irwan Budi Santoso M.Kom NIP 197701032011011004	()

**Mengetahui dan Mengesahkan
Ketua Jurusan Teknik Informatika**

**Dr. Cahyo Crysdiان
NIP 19740424 200901 1 008**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurisul Ubbat
NIM : 08650070
Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika
Judul Penelitian : Pengembangan Image Enhancement untuk Segmentasi Objek Jalan Raya Pada Citra Satelit dengan Kombinasi Metode Edge Detection, Filtering, dan Morphological gradient berbasis Watershed transform

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.
2. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan, serta menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 18 Mei 2015

Yang membuat pernyataan,

Nurisul Ubbat

NIM. 08650070

MOTTO

Allah lah alasan Kenapa saya Berjuang Karena :

إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ

*Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka
meubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri*

(QS. Ar-Ra'd: 11)



HALAMAN PERSEMBAHAN

الرَّحِيمِ الرَّحْمَنِ اللَّهُ بِسْمِ

Allah maha kuasa maka tak ayal hanyalah kepadaNYA sajalah saya panjatkan syukur atas hal ini semua lebih tepatnya atas rahmat dan hidayahnya yang telah dilimpahkan kehamba. pun demikian kepada nabi Muhammad sosok tauladan bagi kita semua maka sepantasnya saya ucapkan terimakasih pada beliau yang telah memberikan ku kesempatan merasakan indahnya islam.

Kupesembahkan kaya ini untuk orang yang pastinya sangat kusayangi dan menyayangiku

Umi (H. Noer Asiyah) sosok pribadi yang pantang menyerah untuk memperjuangkan keluarganya serta abah ku (alm.H. Sufyan) yang selalu setia mendampingi umi dalam perjuangannya.hal itu yang akan menginspirasi saya untuk berbuat lebih dalam hidup ini dengan berusaha bagaimana caranya saya Nurisul Ubbat akan berusaha berbakti sepenuhnya dan mencoba selalu menjadi anak yang akan selalu mengharap senyuman dari kedua orang tuaku. Ubbat tidak akan pernah melupakan komitmen ini dalam hidup terutama masalah keinginan besar untuk dapat menjadi pribadi solutif yang dapat menjadi salah satu dari yang ikut serta dalam setiap penyelesaian masalah yang ada dalam keluarga kita ini. Semoga Allah meridhoi dan umi serta abah diberikan kesehatan selalu sehingga dapat menyembah Allah sengan begitu tenangnya. Amin

Untuk semua saudaraku, kakanda (Fairus Sholeh) yang telah mendukung baik itu secara moril maupun secara materil serta adinda (M.Hefni) yang dengan ihklasnya merelakan pikiran dan tenaganya untuk menggantikan sementara tugas kakakmu ini untuk merawat ayahanda tercinta. Semoga kita semua dapat diberikaan kesempatan untuk menjadi anak yang berbakti secara maksimal terhadap kedua orang tua kita yang tercinta.

Dan bagi seluruh guruku yang telah ihklasnya mengajarkan ilmunya baik ilmu lahir maupun yang bathin. Terimakasih atas semua hal itu saya akan berusaha untuk bagaimana caranya ilmu yang telah diajarkan bermanfaat. Terutama untuk Bpk Syahid dan Bpk Ainul Yaqin yang sabar dan telaten dalam membimbing saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Nuwun seng kattah ngeh

Rekan-rekanku sekalian seperjuangan baik di organisasi intra (MSAA, LKP2M, HMJ-TI) maupun ekstra (HMI) yang memberikan dukungan moril dan telah menjadi sosok inspiratif dengan teori-teori organisasi yang digunakan. Maaf Saya tidak dapat menyebutkan rekan satu persatu tapi saya pastikan ucapan ini saya ajukan padamu orang yang pernah berjuang bersama dengan ku

Dan unutup 2143 (two one four tree) tepatnya istriku nuwun atas semua. Yang selalu mengingatkan saya untuk mentuntaskan ini semua dan memotivasiku dengan segala cara. Aku sayang kamu dan buah hati kita...

KATA PENGANTAR

السَّلَامُ عَلَیْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَکَاتُهُ

Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang saya panjatkan puja dan pujiku hanya untukNYA. Yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga skripsi ini terselesaikan dengan judul : “ Sistem Informasi Akademik Mahad Sunan Ampel Al-Ali Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang” sholawat dan salam semoga tetap tercurahkan dan terlimpahkan kepada junjungan kita nabi besar Muhaammad SAW keluarga beliau , sahabat beliau dan orang-orang yang telah mengikuti ajaran beliau hingga akhir zaman nanti.

Terselesainya skripsi ini berkat dukungan dari semua pihak yang telah memotivasi dan memberikan arahan maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof Dr. Mudjia Raharjo M.Si , selaku rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
2. Dr. Bayyinatul Muchtaromah, drh. MSi selaku dekan fakultas Sains dan Tehknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Cahyo Crysdiان, M.Kom selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, sekaligus pembimbing I yang mendukung dan mengarahkan dalam pengerjaan skripsi ini.
4. Irwan Budi Santoso, M.Kom, M.Kom, selaku dosen pembimbing II, yang selalu memberikan masukan, nasehat serta petunjuk dalam penyusunan laporan skripsi ini.
5. Semua bapak dan ibu Dosen Teknik Informatika Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang dan staf koordinator serta Asisten laboratorium Teknik Informatika, yang telah mengajarkan dan

memberikan banyak ilmu dengan tulus dan dukungan untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini.

6. Ayahanda, ibunda, kakanda serta adinda yang memebrika do'a dan motivasi dan dorongan semangat sehingga penulisan sekripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
7. Teman-teman Teknik Informatika angkata 2008 khususnya kelas B, yang telah memberikan semangat juga motivasinya, semoga makin kompask selalu.
8. Teman-temanku semua di Mahad Sunan Ampel Al-Ali (MSAA) Universitas Islam Negri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
9. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu , yang telah menjadi motivator demi terselesaikannya penyusunanan skripsi ini.

Penulis sadar bahwa tidak ada sesuatupun yang sempurna kecuali Allah SWT. Oleh karena itu, dengan senang hati penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun . semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan juga bagi pembaca pada umumnya. Amin

Malang, 18/mei/2015

Penulis

Nurisul Ubbat

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xv
ARABIC ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Batasan Masalah.....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
1.7 Sistematika Penulisan.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Penelitian Terkait.....	10
2.2 Image Enhancement.....	14
2.3 Objek jalan.....	15
2.3.1 Klasifikasi jalan menurut fungsinya	16
2.3.2 klasifikasi jalan menurut statusnya	16

2.4 Deteksi Tepi.....	17
2.4.1 Edge Line , dan Point Detection.....	18
2.4.2 Deteksi Tepi berdasarkan Turunan Pertama.....	20
2.4.3 Deteksi Tepi berdasarkan Turunan Kedua	23
2.5 Morphological Gradient	23
2.6 Filtering Image	24
2.7 Watershed Transform	25
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1 Analisi Masalah	31
3.2 Perancangan Sistem.....	31
3.2.1 Input Gambar yang akan diteliti	34
3.2.2 Pre-processing.....	35
3.3 Perancangan Antar Muka.....	40
3.4 Implementasi Aplikasi	42
3.4.1 Implementasi Citra Satelit Jalan Raya	42
3.4.2 Implementasi input Citra.....	43
3.4.2 Implementasi Segmentasi.....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	59
4.1 Langkah Langkah Uji Coba.....	59
4.1.1 Langkah Langkah Uji Coba Aplikasi Segmentasi	59
4.1.2 Langkah Langkah Uji Coba Aplikasi validasi ROC.....	60
4.2 Hasil Uji Coba	63
4.2 Integrasi Sistem Dengan Islam	68
BAB V PENUTUP	71
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar <i>step</i>	18
Gambar 2.2 Gambar <i>ramp</i>	19
Gambar 2.3 Gambar <i>line</i>	19
Gambar 2.4 Gambar <i>step-line</i>	20
Gambar 2.5 Pembuatan Dam	27
Gambar 3.1 Diagram Blok Secara Umum	32
Gambar 3.2 Diagram Blok Detail Perancangan Aplikasi	33
Gambar 3.3 Citra Satelit Jalan Raya	35
Gambar 3.4 Rancangan Antar Muka Aplikasi Segmentasi Jalan	40
Gambar 3.5 Implementasi Antar Muka Aplikasi Segmentasi Jalan	42
Gambar 3.6 Tampilan Proses Open File	43
Gambar 3.7 Tampilan Open file.....	44
Gambar 3.8 <i>Source Code</i> untuk Mengambil Citra.....	44
Gambar 3.9 Tampilan Ketika Aplikasi menampilkan Objek Jalan.....	45
Gambar 3.10 <i>Source Code</i> perbandingan piksel.....	46
Gambar 3.11 <i>Source Code</i> <i>getdatatraining</i>	47
Gambar 3.12 Proses <i>Grayscale</i> dan <i>Thresholding</i>	48
Gambar 3.13 Diagram Alir Proses <i>Grayscale</i>	49
Gambar 3.14 <i>Source Code</i> Proses <i>Grayscale</i> dan <i>Thresholding</i>	49
Gambar 3.15 <i>Processing</i>	51
Gambar 3.16 Diagram alir Proses Morphological Gradient	52
Gambar 3.17 <i>Source Code Processing</i>	54
Gambar 3.18 <i>Output</i> Hasil segmentasi	55
Gambar 3.19 Diagram alir Proses Segmentasi/Watershed	56
Gambar 3.20 <i>Show Object Segmented</i>	57
Gambar 3.21 <i>Source Code Show Object Segmented</i>	58
Gambar 4.1 Object TruePositive.....	61
Gambar 4.2 Object TrueNegative	61

Gambar 4.3 Object FalsePositive	62
Gambar 4.4 Object FalseNegative	62
Gambar 4.5 Output program dan Output segmentsi manual.....	63
Gambar 4.6 <i>Source Code</i> melihat akurasi dari hasil segmentasi	64
Gambar 4.7 <i>watershed transform</i> tanpa <i>pre-processing, presegmentation</i>	65
Gambar 4.8 <i>watershed transform</i> with <i>pre-processing, presegmentation</i>	65
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Akurasi	64



ABSTRACT

Ubbat, Nurisul. 2015. 08650070. **development of image enhancement for object segmentation road satellite image in combination with edge detection method, filtering, morphological gradient and transform based watershed.** Theses. Department of Informatic, Faculty of Science and Technology, The State of Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang.

Adviser : (I) Dr. Cahyo Crys dian dan (II) Irwan Budi Santoso M.Kom.

Keywords : *image satellite, image satelltie road, Threshold, morphological Gardient, Edge Detction, Filtrerring, watershed transform*

the road can be defined as land transportation infrastructure that encompasses all parts of the road, including complementary buildings, and equipment intended for traffic, which is ground, above ground, below ground or water, and above the water surface, except railways and cable path.

The study was conducted to create an application that can segment the highway on the satellite image. This study uses the Watershed Transform in the process of segmentation, Adaptive Threshold and median filter as preprocessing methods, and morphological Gradient as presegmentation method. A combination of methods is used to optimize segmentation and reduce the occurrence of oversegmentation.

The test results of the application of satellite imagery highway indicate the average percentage Accuracy 0.9326 (93.26%) so the road object is segmented well.

المخلص

اعببد . نورث, ٢٠١٥, ٠٨٦٥٠٠٧٠ طوير تعزيز صورة لكانن الإنقسام السريع على صور الأقمار الصناعية مع مجموعة من كشف حافة الطرق، تصفية، والصرفي مستجمعات المياه القائمة على التدرج تحويل

أطروحة. قسم المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة ولاية الإسلامية مولانا مالك إبراهيم مالانج

مستشار: (١) الدكتور جحيو كرسد بين (٢) اروان بودى سنطاص الماجستير

كلمات البحث: صور الأقمار الصناعية الطريق السريع، العتبة، التدرج الصرفي، والكشف عن الحافة، والترشيح، ومستجمعات المياه تحويل

بمعنى يمكن تعريف الطريق والبنية التحتية للنقل البري التي تغطي جميع أجزاء من الطريق، بما في ذلك المباني التكميلية، والمعدات المخصصة لحركة المرور، وهو سطح الأرض، فوق الأرض، تحت الأرض أو الماء، وفوق سطح الماء، باستثناء السكك الحديدية النار ومسار الكابل

وقد أجريت هذه الدراسة لإنشاء التطبيقات التي يمكن أن شريحة الطريق السريع على صورة القمر الصناعي. تستخدم هذه الدراسة مستجمعات المياه تحويل في عملية تجزئة، والتكيف عتبة وتصفية الوسطية، والأساليب قبل العملية، والتدرج الصرفي كما كان من قبل طريقة تجزئة. ويتم استخدام مجموعة من الأساليب لتحسين تجزئة والحد من حدوث تجزئة المفرطة

نتائج الاختبار للتطبيق السريع صور الأقمار الصناعية تشير إلى أن متوسط نسبة دقة ٠,٩٣٢٦ (٩٣,٢٦٪) حتى الكائنات هي الطريقة مجزأة

ABSTRAK

Ubbat, Nurisul. 2015. 08650070. **Pengembangan Image Enhancement untuk Segmentasi Objek Jalan Raya pada Citra Satelit dengan Kombinasi Metode Edge Detection, Filtering, dan Morphological gradient berbasis Watershed Transform**

Skripsi. Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pembimbing : (I) Dr. Cahyo Crisdyan. dan (II) Irwan Budi Santoso M. Kom.

Kata Kunci : *citra satelit jalan raya, , Threshold, morphological Gardient, Edge Detction, Filterrering, watershed transform*

Dalam pengertiannya jalan dapat diartikan sebagai prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap, dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan kereta api dan jalan kabel.

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

Hasil pengujian aplikasi terhadap citra satelit jalan raya menunjukkan prosentase rata-rata **Akurasi** 0,9326 (93,26%) jadi objek jalan tersegmentasi dengan baik.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Allah memberikan anugrah kepada manusia dengan kekuasaannya dalam membentuk susunan tubuh manusia yang kompleks didalamnya sebut saja seluruh indra yang ada pada manusia. salah satu diantara indra tersebut adalah indra penglihatan (mata.) 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.

Dalam prosesnya ada beberapa tahapan yang harus dilakukan agar citra yang akan diproses diolah terlebih dahulu agar sesuai dengan kebutuhan pemrosesana gambar dan tahap awal yang harus dilakukan dalam hal ini adalah tahap perbaikan kualitas citra.

Dalam pengertiannya jalan dapat diartikan sebagai prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap, dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan kereta api dan jalan kabel (UU No. 38 tahun 2004 tentang Jalan). Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, jalan khusus adalah jalan yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan, atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri.

Bagian-bagian jalan meliputi ruang manfaat jalan, ruang milik jalan, dan ruang pengawasan jalan :

- Ruang manfaat jalan meliputi badan jalan, saluran tepi jalan, dan ambang pengamanannya.
- Ruang milik jalan meliputi ruang manfaat jalan dan sejalar tanah tertentu diluar ruang manfaat jalan.
- Ruang pengawasan jalan merupakan ruang tertentu diluar ruang milik jalan yang ada dibawah pengawasan penyelenggara jalan.

Segmentasi adalah salah satu metode yang digunakan untuk memisahkan antara satu objek dengan objek lain atau antara objek dengan background yang terdapat pada sebuah citra. Tujuan dari segmentasi citra adalah menyederhanakan atau mengubah representasi sebuah citra sehingga lebih mudah untuk dianalisis.

Dalam Al-quran Q.S Al-Jaatsiyah [45]: 13 Allah berfirman sebagai berikut :

وَسَخَّرَ لَكُمْ مَّا فِي السَّمَوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا مِنْهُ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ

يَتَفَكَّرُونَ ﴿١٣﴾

Artinya:

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

Dalam tafsir Ibnu Katsir ayat di atas ditafsirkan sebagai berikut. Allah Subhanahu wa Ta'ala memberitahukan suatu berita yang di dalamnya mengandung perintah mengagungkan Al Qur'an dan memuliakannya. Hal itu, karena Al Qur'an turun dari Allah Tuhan yang berhak disembah karena sifat sempurna pada-Nya dan karena Dia yang sendiri melimpahkan nikmat-nikmat-Nya. Dia memiliki keperkasaan dan kebijaksanaan yang sempurna. Selanjutnya, Dia menguatkan hal itu dengan menyebutkan ayat-ayat-Nya yang ada di ufuk (cakrawala) dan pada diri manusia, berupa penciptaan langit dan bumi serta makhluk yang disembarkan-Nya pada keduanya, serta apa yang Dia simpan pada keduanya berupa berbagai manfaat, demikian pula apa yang Allah turunkan dari langit berupa air hujan yang dengannya Allah Subhanahu wa Ta'ala menghidupkan negeri dan penduduknya. Ini semua merupakan ayat yang jelas dan dalil yang terang yang menunjukkan kebenaran Al Qur'an dan kebenaran isinya yang terdiri dari hikmah dan hukum-hukum. Demikian pula menunjukkan kesempurnaan yang dimiliki Allah Subhanahu wa Ta'ala, serta menunjukkan benarnya kebangkitan manusia setelah mati. Dari mani, lalu berubah menjadi

segumpal darah dan berubah menjadi segumpal daging sehingga kemudian menjadi manusia. Adanya kebangkitan. Mereka ini adalah orang-orang mukmin. Yang menunjukkan keesaan-Nya. Selanjutnya Allah Subhaanahu wa Ta'aala membagi manusia dari sisi dapat mengambil manfaat dari ayat-ayat-Nya atau tidak kepada dua golongan:

Pertama, golongan yang dapat mengambil dalil darinya, yang memikirkan ayat-ayat-Nya, mereka dapat mengambil manfaat darinya sehingga keadaan mereka menjadi tinggi. Mereka adalah orang-orang yang beriman kepada Allah, malaikat-Nya, kitab-kitab-Nya, para rasul-Nya, dan hari akhir dengan keimanan yang sempurna yang sampai kepada derajat yakin, sehingga akal mereka menjadi bersih, pengetahuan dan pandangan mereka semakin bertambah dan tajam.

Kedua, golongan yang mendengar ayat-ayat Allah yang hanya sebagai penegak hujjah saja bagi mereka, ia lalu berpaling dan sombong seakan-akan belum pernah mendengarnya karena hatinya tidak menjadi bersih karenanya, bahkan dengan sebab kesombongannya maka bertambahlah sikap melampaui batasnya. Bahkan ketika ia mengetahui sedikit ayat-ayat Allah, maka ia menjadikannya sebagai bahan olok-olokkan sehingga Allah Subhaanahu wa Ta'aala mengancam celaka kepadanya. Dalam ucapannya. Dalam perbuatannya. Dari beriman. Yang cukup sebagai hukuman yang dahsyat baginya. Seperti harta dan perbuatan. Yaitu patung-patung dan berhala-berhala yang mereka sembah. Setelah Allah Subhaanahu wa Ta'aala menerangkan ayat-ayat-Nya baik yang ada dalam Al Qur'an atau yang ada di alam semesta yang mereka saksikan, dan bahwa

manusia dalam hal tersebut terbagi menjadi dua golongan, maka Dia memberitahukan bahwa Al Qur'an yang mengandung tuntutan-tuntutan yang tinggi ini adalah sebagai petunjuk.

Petunjuk merupakan sifat yang merata kepada seluruh isi Al Qur'an. Al Qur'an menunjuki ma'rifatullah (mengenalkan Allah) dengan sifat-sifat-Nya yang suci dan perbuatan-Nya yang terpuji. Demikian pula menunjuki kepada mengenal para rasul-Nya, para wali-Nya, musuh-musuh-Nya serta sifat-sifat mereka. Ia (Al Qur'an) juga menunjuki amal yang saleh dan mengajak kepadanya, demikian pula menerangkan amal yang buruk serta melarangnya, serta menunjuki dengan menerangkan balasan terhadap amal serta menerangkan balasan di dunia dan akhirat. Orang-orang yang mendapat petunjuk mengambil petunjuk darinya sehingga mereka beruntung dan berbahagia. Yang begitu jelas, dimana tidak ada yang mengingkarinya kecuali orang yang sudah terlalu zalim dan banyak sikap melampaui batasnya. Allah Subhaanahu wa Ta'aala memberitahukan karunia dan ihsan-Nya kepada hamba-hamba-Nya dengan menundukkan lautan agar dapat dilintasi kapal dan perahu dengan perintah dan kemudahan-Nya. Yaitu dengan melakukan perdagangan dan bisnis.

Kepada Allah Subhaanahu wa Ta'aala, karena dengan bersyukur kepada-Nya, maka Dia akan menambahkan nikmat-nikmat-Nya serta membalas dengan pahala yang besar terhadap sikap syukur itu. Seperti matahari, bulan, bintang dan benda-benda langit lainnya baik yang diam maupun yang bergerak. Seperti binatang melata, pepohonan, sungai, barang tambang dan lainnya. Semua itu

diciptakan untuk manfaat dan maslahat manusia. Hal ini tentunya mengharuskan mereka banyak bersyukur kepada Allah Subhaanahu wa Ta'aala atas nikmat-nikmat-Nya dan berusaha memikirkan ayat-ayat-Nya dan hikmah-hikmah-Nya. Ya, pada penciptaan, pengaturan dan penundukan-Nya kepada alam semesta terdapat dalil yang menunjukkan berlakunya kehendak Allah dan sempurnanya kekuasaan-Nya. Demikian pula kerapian, keserasian dan indahnya ciptaan-Nya juga menunjukkan sempurnanya hikmah-Nya dan ilmu-Nya. Apa yang terlihat di alam semesta berupa luas, besar dan banyak juga menunjukkan luasnya kerajaannya. Pengkhususan yang diberikan-Nya serta adanya sesuatu yang berlawanan juga menunjukkan bahwa Dia berbuat apa yang Dia kehendaki. Manfaat dan maslahat baik yang terkait dengan agama maupun dunia menunjukkan luasnya rahmat-Nya, meratanya karunia dan ihsan-Nya, dan pada indahnya kelembutan-Nya dan kebaikan-Nya dan pada semua yang disebutkan tadi juga menunjukkan bahwa Dia yang berhak disembah, dimana tidak pantas ibadah, penghinaan diri dan kecintaan kecuali kepada-Nya, dan bahwa apa yang dibawa para rasul-Nya adalah benar. Ini adalah dalil 'aqli (akal) yang begitu jelas, yang tidak menerima lagi keraguan dan kebimbangan.

Dari ayat tersebut dijelaskan bahwa adanya potensi dan tersedianya lahan yang diciptakan oleh Allah, serta ketidakmampuan alam raya untuk membangkang perintah-Nya, kesemuanya mengantarkan manusia berpotensi untuk memanfaatkan yang ditundukkan Tuhan itu. Keberhasilan memanfaatkan alam itu lah yang merupakan buah teknologi. Jadi, dapat dikatakan bahwa

teknologi merupakan ilmu yang dianjurkan oleh Al-Quran. Segmentasi jalan dengan kombinasi metode ini bisa dianggap realisasi dari ayat tersebut.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Bagaimana pengembangan image enhancement untuk segmentasi objek jalan raya pada citra satelit dengan kombinasi metode edge detection, filtering, dan morphological image berbasis watershed transform?
2. Seberapa baik tingkat akurasi hasil segmentasi objek jalan raya pada citra satelit dengan kombinasi metode edge detection, filtering, dan morphological image berbasis watershed transform?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menerapkan metode edge detection, filtering, dan morphological image berbasis Watershed transform dalam segmentasi objek jalan raya pada citra satelit.
2. Mengukur akurasi hasil segmentasi objek jalan raya pada citra satelit dengan kombinasi metode edge detection, filtering, dan morphological image berbasis Watershed transform.

1.4 Batasan Masalah

1. Gambar/ data yang digunakan dalam penelitian adalah citra satelit dengan format *Joint Photographic Experts Group* (*.jpeg).
2. Gambar satellite yang dipakai adalah gambar jalan raya yang notabeneanya besar.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Membantu PEMDA Malang setempat dalam pengklasifikasian objek dalam pemetaan citra satelit.
2. Menambah khasanah keilmuan bagi kami dalam memahami penerapan metode edge detection, filtering, dan morphological image serta Watershed transform.

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 Jalan, *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 jalan 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 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 perbaikan kualitas citra telah banyak dilakukan, hal ini membuat teknik untuk meningkatkan kualitas citra semakin beragam jenisnya. Metode yang digunakan pada penelitian kali ini adalah kombinasi beberapa metode yang diantaranya *edge detection*, *filtering*, dan *morphological gradient* guna meningkatkan kualitas citra sebelum akhirnya di segmentasi menggunakan metode *watershed transform*.

Sharmila tahun 2011 melakukan penelitian tentang peningkatan kontras citra menggunakan Weighted Threshold Histogram Equalization with Improved Switching Median Filter (WTHEISMF). WTHE digunakan untuk mengganti 11 tingkat kualitas citra agar hasil peningkatan kualitas citra lebih memuaskan. Penambahan teknik Improved Switching Median Filtering

berfungsi untuk mengurangi tingkat noise pada peningkatan kualitas citra dan menjaga tepi dari citra.

Ravichandran tahun 2012 mengajukan metode mean brightness preserving Histogram Equalization berdasarkan teknik-teknik peningkatan kualitas citra. Secara umum, metode-metode tersebut membagi histogram dari citra asli ke dalam beberapa sub histogram dan secara bebas menyamakan setiap sub histogram dengan *Histogram Equalization*

Jatinde kaur tahun 2012 juga melakukan penelitian tentang peningkatan kualitas citra dengan metode weighting. Metode ini mengecilkan dynamic range compression (DRC) dan meningkatkan dynamic range and contrast. Algoritma yang diusulkan juga bekerja pada komponen frekuensi nol yang terkadang terdapat pada citra asli, dan semua itu dapat ditingkatkan kualitas kontrasnya dengan mendistribusikan skala abu-abu asli menjadi seragam ke dalam rentang skala abu.

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.

Rudy Adipranata 2014 menyatakan Segmentasi gambar adalah sebuah proses untuk memisahkan sebuah obyek dari background, sehingga obyek tersebut dapat diproses untuk keperluan yang lain. Seiring dengan berkembangnya teknologi pada aplikasi yang memproses sebuah obyek seperti rekonstruksi obyek tiga dimensi, pengenalan benda, pengenalan tulisan, deteksi wajah, pengkodean obyek dan lain-lain maka proses segmentasi menjadi semakin diperlukan. Hasil dari segmentasi juga harus semakin akurat karena ketidakakuratan hasil segmentasi akan mempengaruhi pula hasil proses selanjutnya. Banyak metode yang dapat digunakan untuk proses segmentasi seperti dengan menggunakan *Threshold* baik *adaptive threshold* ataupun tidak, pendeteksian tepi obyek dengan menggunakan *filter Sobel*, *Prewitt* ataupun yang lain. Secara umum proses segmentasi tersebut terbagi menjadi tiga bagian yaitu berdasar klasifikasi, berdasar tepi dan berdasar daerah. Pada makalah ini digunakan metode segmentasi yang dapat menghasilkan segmentasi obyek berdasar daerah obyek tersebut dengan menggunakan transformasi *watershed*. Penggunaan segmentasi *watershed* ini dapat menghasilkan suatu hasil yang

dapat memisahkan obyek sekalipun tepi antar obyek bersambungan. Tetapi pada penggunaan transformasi *watershed* terdapat kelemahan yaitu terjadinya segmentasi yang berlebihan. Untuk mengatasi hal tersebut, dibutuhkan sebuah *preprocessing* untuk dapat mengurangi segmentasi berlebihan tersebut. Dari hasil penelitian, didapat bahwa dengan menggunakan metode *Morphological gradient* sebagai *preprocessing*, maka transformasi *watershed* dapat menghasilkan segmentasi gambar yang cukup akurat dan tidak terjadi segmentasi yang terlalu berlebihan.

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

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

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

2.2 Image Enhancement

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.

Yang dimaksud dengan perbaikan kualitas citra adalah proses mendapatkan citra yang lebih mudah diinterpretasikan oleh mata manusia. Pada proses ini, ciri-ciri tertentu yang terdapat di dalam citra lebih diperjelas kemunculannya. 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.

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. Pewarnaan semu (pseudocolouring)
7. Pengubahan geometric

Beberapa operasi image enhancement (4 dan 5) dapat dipandang sebagai operasi penapisan untuk memperoleh citra yang lebih baik. Operasi penapisan adalah 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 $f(x, y)$.

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).

2.3 Objek jalan

Sebagaimana sudah dijelaskan pada latar belakang penelitian ini tentang definisi jalan lebih lanjut kita dapat mendetailkan pembahasan tentang objek yang akan kita teliti ini dari aspek lain yang diantaranya sebagai berikut:

2.3.1 Klasifikasi jalan menurut fungsinya

Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, menurut fungsinya dikelompokkan kedalam jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan lingkungan.:

- a. Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
- b. Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- c. Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- d. Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

2.3.2 Klasifikasi Jalan Menurut Statusnya

Jalan umum menurut statusnya dikelompokkan kedalam jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota, dan jalan desa.

1. Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

2. Jalan propinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota propinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis propinsi.
3. Jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk pada jalan nasional dan propinsi yang menghubungkan ibukota kabupaten dan ibukota kecamatan, antar ibukota ,kecamatan, dengan pusat kegiatan lokal.
4. Jalan kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada dalam kota.
5. Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman dalam desa, serta jalan lingkungan.

2.4 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.

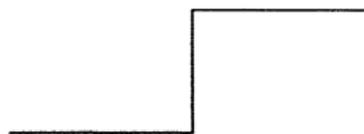
2.4.1 Edge, Line, dan Point Detection

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 dibagi 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*
(Sumber : Adipranata, 2005)

b. Ramp

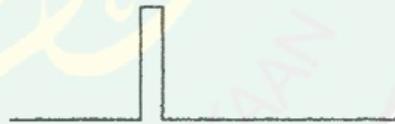
Tepian jenis ini terbentuk dari perubahan intensitas cahaya secara perlahan. Perubahan secara perlahan dapat dilihat pada bentuk kurva yang semakin tinggi dengan perubahan kontinu.



Gambar 2.2 : gambar *ramp*
(Sumber : Adipranata, 2005)

c. Line

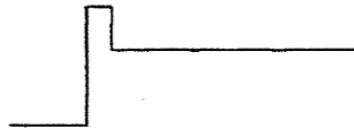
Tepian jenis ini ditandai dengan perubahan intensitas secara drastis dari intensitas rendah-tinggi-rendah atau sebaliknya.



Gambar 2.3 : gambar *line*
(Sumber : Adipranata, 2005)

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 ditansai dengan penurunan tidak signifikan, sehingga perubahan intensitas selanjutnya berlangsung stabil.



Gambar 2.4 : gambar step-line
(Sumber : Adipranata, 2005)

2.4.2 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.

a. 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 magnitudedari operator Robert adalahsebagai 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 2×2 , maka operator Robert sangat sensitive terhadap noise.

b. 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 3×3 :

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

c. Operator Prewitt

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

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

d. Operator Krisch

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

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

e. Operator Tepi Isotropik

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

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

f. 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

2.4.3 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*.

2.4.4 Deteksi Garis

Untuk mendeteksi garis (*line detection*) dapat digunakan 4 mask pendeteksi garis pada arah 0° , 45° , 90° , dan 135° .

Citra ditapis dengan setiap kernel, kemudian citra hasil diperoleh dengan melakukan operasi maksimisasi terhadap keempat citra yang di hasilkan dari empat kernel tersebut.

2.5 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.

2.6 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

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

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

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

2.7 Watershed Transform

Watershed merupakan salah satu metode yang digunakan untuk segmentasi sebuah gambar. Konsep yang terdapat pada Watershed ini

memvisualisasikan sebuah gambar dalam tiga dimensi: dua koordinat ruang versus tingkat keabuan (gray level). Koordinat ruang merupakan

posisi x dan y pada bidang datar dan tingkat keabuan merupakan ketinggiannya, semakin ke arah warna putih maka ketinggiannya semakin besar.

Dengan anggapan bentuk topografi tersebut, maka didapatkan 3 macam titik yang dipertimbangkan dalam metode ini :

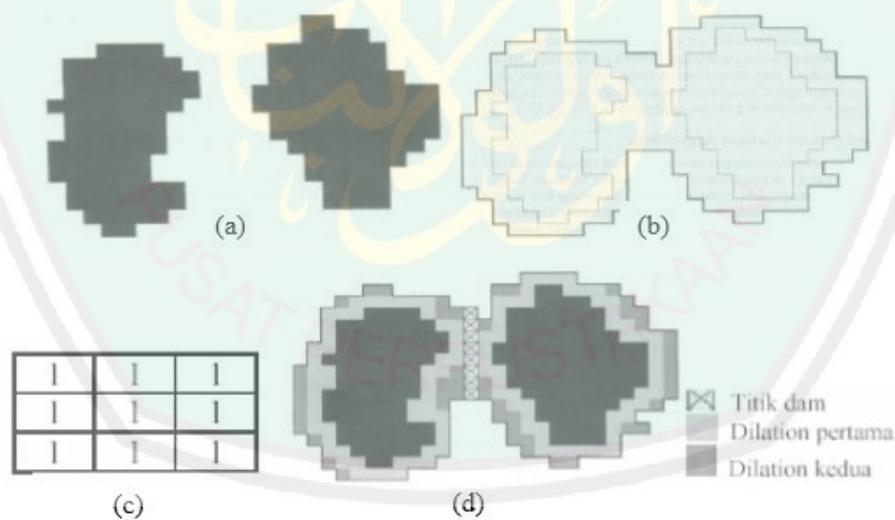
- Titik yang merupakan regional minimum.
- Titik yang merupakan tempat dimana jika setetes air dijatuhkan, maka air tersebut akan jatuh hingga ke sebuah posisi minimum tertentu.
- Titik yang merupakan tempat di mana jika air dijatuhkan, maka air tersebut mempunyai kemungkinan untuk jatuh ke salah satu posisi minimum (tidak pasti jatuh ke sebuah titik minimum, tetapi dapat jatuh ke titik minimum tertentu atau titik minimum yang lain).

Untuk sebuah regional minimum tertentu, sekumpulan titik yang memenuhi kondisi (b) disebut sebagai catchment basin, sedangkan sekumpulan titik yang memenuhi kondisi (c) disebut sebagai garis Watershed.

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

Pembentukan dam atau garis watershed adalah hal yang paling penting

dalam proses transformasi watershed. Pembuatan dam didasarkan pada gambar biner, yang merupakan anggota dari ruang integer dua dimensi Z^2 . Cara termudah untuk membuat dam adalah dengan menggunakan morphological dilation. Dasar pembentukan dam digambarkan pada gambar 3.8. Gambar 3.8a menunjukkan dua bagian catchment basin pada langkah aliran air $n-1$, sedangkan gambar 3.8b menunjukkan hasil aliran air pada langkah n . Air telah bergabung dari satu kolam (basin) ke kolam yang lain, sehingga perlu dibangun sebuah dam untuk mencegah bergabungnya air tersebut.



Gambar 2.5 : Pembuatan dam
(Sumber : Adipranata, 2005)

Terdapat $M_1, M_2, M_3, \dots, M_R$ adalah kumpulan koordinat titik dalam regional minima sebuah gambar $g(x,y)$. Terdapat $C(M_i)$ yang merupakan kumpulan koordinat pada catchment basin dan berhubungan dengan daerah minimum M_i .

Notasi min dan max digunakan untuk menandai nilai minimum dan nilai maksimum dari $g(x,y)$. Kemudian dianggap $T[n]$ adalah kumpulan koordinat (s,t) di mana $g(s,t) < n$, sehingga dapat didefinisikan :

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

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

Untuk membedakan titik yang rumit ini, setiap titik akan dibandingkan dengan delapan titik tetangga terdekatnya. Jika semua tetangga lebih besar daripada titik di tengah, maka titik diidentifikasi sebagai intensitas minimum. Sebaliknya, jika delapan tetangganya memiliki intensitas yang lebih kecil dari titik tengah, maka titik tersebut memiliki intensitas maksimum. Topografi akan dialiri dengan penambahan integer mulai dari $n = \min + 1$ hingga $n = \max + 1$. Pada setiap penambahan n , algoritma perlu mengetahui jumlah titik yang berada di bawah kedalaman aliran. Pada umumnya, daerah yang berada di bawah $g(x,y) = n$ diberi warna hitam atau nilai 0 dan yang berada di atasnya diberi warna putih atau nilai 1. Kemudian diasumsikan $C_n(M_i)$ merupakan kumpulan koordinat titik didalam catchment basin yang berhubungan dengan minimum M_i yang dialiri pada tahap n . $C_n(M_i)$ dapat dilihat sebagai gambar biner dengan menggunakan persamaan :

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

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

$$C_n = \bigcup_{i=1}^R C(M_i)$$

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

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

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

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

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

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

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1 Analisis Masalah

Segmentasi adalah salah satu metode yang digunakan untuk memisahkan antara satu objek dengan objek lain atau antara objek dengan background yang terdapat pada sebuah citra. Dalam bidang citra satelit, segmentasi berguna untuk membantu pihak terkait dalam membaca dan menentukan kondisi atau keadaan suatu daerah khususnya kondisi jalan dalam suatu daerah tersebut. Peneliti dalam penelitian ini menggunakan objek citra satelit jalan raya Tetapi, untuk mengolah satu objek yang diinginkan, maka harus dilakukan preprocessing dan presegmentation sebelum melakukan segmentasi. Hal tersebut dilakukan agar hasil segmentasi yang didapat maksimal.

Kami membuat aplikasi Segmentasi citra satelit jalan raya Menggunakan *Watershed Transform* yang Menunjang Aplikasi Deteksi jalan raya ini untuk mengetahui bagaimana cara mensegmentasi objek Jalan raya dari citra satelite, dan diharapkan dapat membantu siapapun yang akan mengembangkan aplikasi ini. yang digunakan untuk melihat struktur dan mensegmentasi jalan raya dari citra satelit dengan menggunakan *watershed transform*.

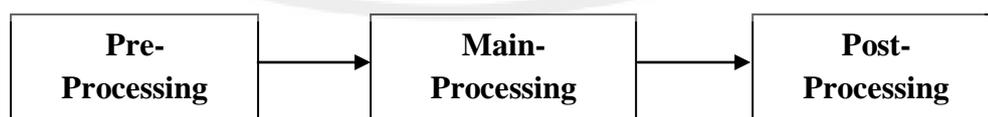
3.2 Perancangan Sistem

Langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah melakukan perancangan alur sistem. Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap proses-proses yang ada dan aliran datanya serta desain algoritmanya.

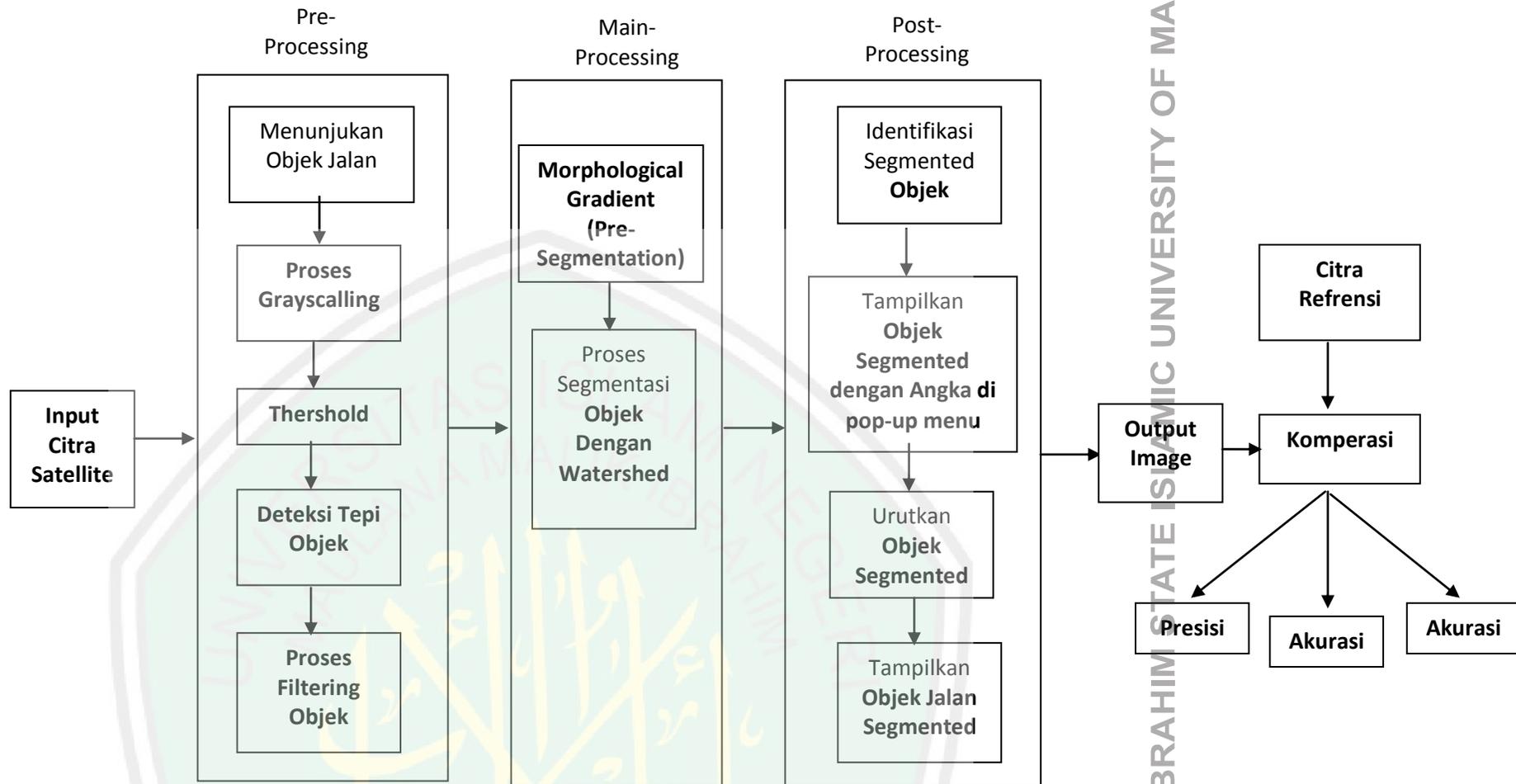
Sebagai gambaran awal akan peneliti coba gambarkan detail dari seluruh alur yang terjadi dalam system nanti yang akan di bangun dalam penelitian ini dengan menggunakan Diagram blok jika diartikan Diagram blok adalah suatu pernyataan gambar yang ringkas, dari gabungan sebab dan akibat antara masukkan dan keluaran dari suatu system.

Blok/Kotak adalah : Biasanya berisikan uraian dan nama elemennya, atau simbol untuk operasi matematis yang harus dilakukan pada masukkan untuk menghasilkan Keluaran Tanda anak panah : Menyatakan arah informasi aliran isyarat atau *unilateral*. Agar dapat menggunakan isyarat yang sama sebagai suatu masukan oke lebih satu blok atau titik penjumlahan digunakan sebuah titik lepas alandas. Hal ini menunjukkan isyarat tersebut berjalan tanpa berubah sepanjang lintasan-lintasan yang berbeda ke beberapa tujuan.

Secara garis besar, desain proses pada perancangan aplikasi ini yaitu, *pre-processing*, *main-processing*, dan *post-processing* detail dari diagram blok secara umum dan diagram blok secara rinci tersebut dapat dilihat pada gambar 3.1 dan 3.2 berikut :



Gambar 3.1 Diagram Blok Secara Umum



Gambar 3.2 Diagram Blok Detail Perancangan Aplikasi

Diagram blok diatas memberikan informasi lengkap tentang pandangan kami tentang rincian dari apa yang akan di lakukan dalam penelitain ini sehingga tidak diragukan lagi hal ini layak untuk dilakukan untuk menambah khasanah keilmuan di bidang perbaikan gambar citra satellite.

Lebih lanjut kita coba memahami semua alurnya dengan pendekatan lain yang akan menambah semakin fahamnya kita terhadap proses segmentasi yang sudah ada secara gambar dan teorinya setelah kita melihat diagram blok diatas . berikut penjelasan detail dari diagram blok diatas:

3.2.1 Input Gambar yang Akan Diteliti

Tahap awal dari segmentasi citra satelit ini adalah memasukkan gambar yang sudah di ambil dari *Google Earth* yang sudah tersedia dengan cara mem-browse dari hard drive, selanjutnya diolah pada proses pre-processing. Citra satelit yang digunakan berbentuk file gambar dengan format *Joint Phoographic Experts Group* (*.jpeg). skala atau ukuran gambar yang akan digunakan dalam tahap ini tergantung usernya apabila menginginkan hasil yang bagus maka semakin tinggi skala dan ukurannya maka akan semakin baik pulahasil segmentasinya. 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 jalan raya yang berformat JPG/JPEG (Joint Photographic Expers Group)

.Salah satu contoh citra yang akan diteliti dapat dilihat pada gambar 3.3 di bawah ini.



Gambar 3.3 Citra Satelit Jalan Raya
(Sumber: maps.google.com)

Di gambar asli ini terlihat banyak objek sebut saja ada pohon ada gedung tanah air ata, mobil dll, dan didalamnya ada pula jalan raya , dari banyaknya objek yang terlihat tersebut peneliti akan mencoba untuk mensegmentasi atau memisahkan objek jalan raya yang merupakan pokok utama pembahasan peneliti dalam penelitian kali ini , dan bahkan walaupun ada background dalam citra asli dengan program yang akan dibangun ini kita akan dapat mendeteksi kenampakan dari jala raya pada citra satelit.

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) Perbaikan citra
- d) Transformasi
- e) Menentukan bagian Citra yang akan diobservasi

Pada penelitian ini tahap pre-processing diawali dengan mendeteksi objek jalan yang akan kita kaji dalam hal ini . dengan cara mengambil satu piksel dari gambar jalan tersebut untuk selanjutnya kita *crop* dan kita jadikan sebagai *Data Training*. Data training yang kita ambil dari gambar citra asli kemudia di letakkan dalam satu folder yang selanjutnya berfungsi sebagai data pembanding guna menunjukkan atau mendeteksi jalan yang kita kaji, dengan mempertimbangkan aspek nilai warna yang terkandung dari beberapa data training yang kita siapkan.

Mekanisme awal ini dianggap penting karena dengan tahap ini lah kita akan memperoleh objek jalan yang selanjutnya akan kita proses dengan beberapa kombinasi metode yang sudah kami jabarkan di bagian judul .

Pada tahap kedua di bagian preproccesing setelah kita berhasil memisahkan objek jalan dengan yang lain dengan cara diatas maka selanjutnya kita akan mengubah gambar ke dalam 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 birunya sehingga tiap titik hanya memiliki satu nilai saja yang disebut nilai *Gray level*.

Setelah gambar berbentuk grayscale, kemudian dilakukan beberapa proses seperti thresholding, deteksi tepi, filterisasi untuk menghilangkan noise yang tidak diperlukandan kemudian morphological gradient.

Selanjutnya adalah tahapan tresholding. Thresholding adalah metode paling sederhana dari segmentasi citra. Dari citra grayscale, thresholding dapat digunakan untuk membentuk citra biner. Sebuah citra biner adalah sebuah citra digital yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai untuk tiap pixel. Kedua warna tersebut adalah hitam dan putih. Warna yang digunakan untuk objek dalam citra adalah warna foreground sedangkan sisa dari citra adalah warna background. Selama proses thresholding, masing-masing pixel dalam sebuah citra ditandai sebagai pixel objek jika nilai mereka lebih besar dari sebuah nilai threshold dikenal sebagai threshold above.

Varian mencakup juga threshold below dimana kebalikan dari threshold above. Threshold inside, dimana sebuah pixel diberi label "object" jika nilainya berada antara dua nilai threshold dan threshold outside dimana adalah kebalikan dari threshold inside. Biasanya pixel objek diberi nilai 1 sementara pixel background diberi nilai 0. Pada akhirnya sebuah image biner dibentuk dengan memberi warna tiap pixel dengan putih atau hitam tergantung pada label dari pixel.

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

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 operator Sobel. Proses deteksi tepi dengan operator Sobel memerlukan waktu yang relatif lebih pendek dibanding operator lain, dan mampu melakukan deteksi untuk tepi yang lemah dan kuat sekaligus.

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 respon nya didasarkan pada urutan atau rangking piksel yang ada dalam citra yang dicakup 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.

Kelebihan dari filter median adalah kemampuannya dalam mengurangi derau yang diakibatkan oleh derau acak misalnya jenis *salt and pepper noise* atau bisa disebut sebagai *derau impulse*. Dibandingkan dengan jenis filter spasial (ruang) non-linier lainnya, filter median merupakan filter yang paling cocok untuk kasus tersebut. Sehingga filter ini dinobatkan menjadi filter yang paling ampuh dalam mengolah citra berderau sejenis.

Selain digunakan untuk menghilangkan derau, filter-filter ini juga digunakan untuk menghaluskan citra digital. Filter non-linier lebih unggul dibanding dengan filter linier dengan ukuran jendela filter yang sama. Selain itu, filter non-linier tidak memerlukan operasi konvolusi terhadap citra original, yang berbeda dengan operasi dari filter linier.

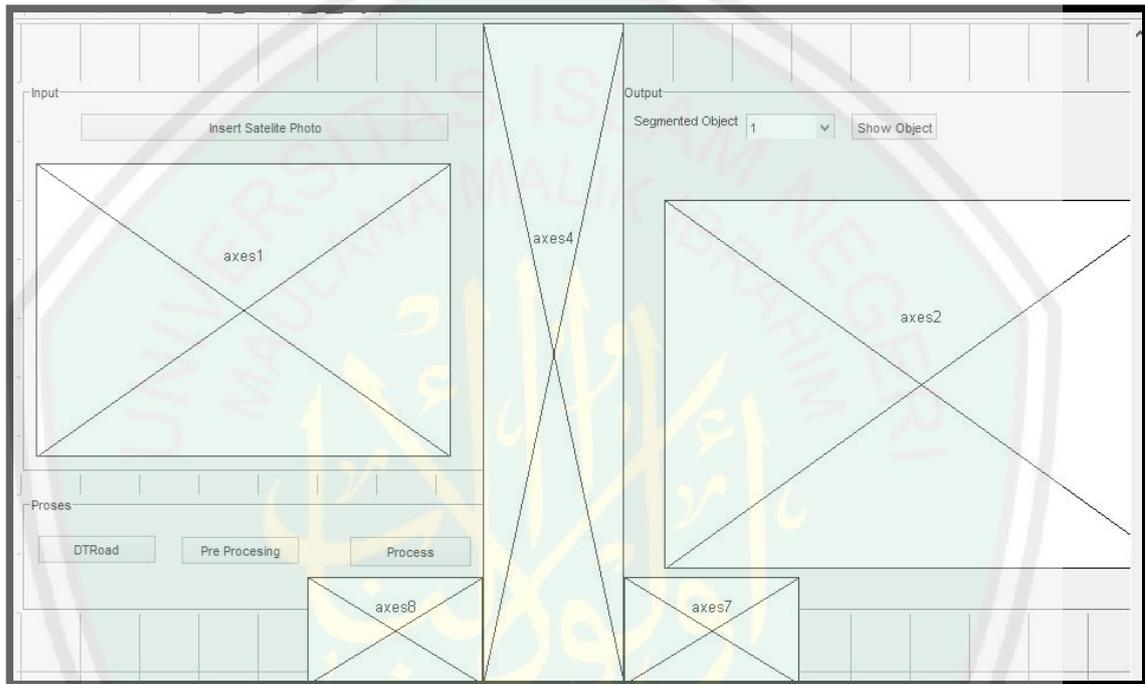
Proses morphological gradient adalah proses di mana gambar baru yang dihasilkan merupakan hasil selisih dari proses dilasi dari gambar asli dengan proses erosi dari gambar asli.

1. Segmentasi Citra

Gambar yang telah melalui pre-processing kemudian di proses dengan metode Watershed transform. Konsep yang terdapat pada Watershed ini yaitu dapat memvisualisasikan sebuah gambar dalam tiga dimensi 3D

3.3 Perancangan Antar Muka

Gambar 3.4 berikut merupakan antar muka dari aplikasi segmentasi yang akan di buat kami:



Gambar 3.4 Antar muka aplikasi segmentasi jalan

Gambar 3.4 adalah gambar rancangan halaman utama dari aplikasi segmentasi jalan raya pada citra satelit dengan kombinasi banyak metode yang sudah diterangkan pada bagian sebelumnya, lebih lanjut beberapa keterangan detail dari antarmuka aplikasi ini adalah sebagai berikut:

1. *“Panel input”* : didalam panel ini ada beberapa fungsi mulai dari tombol ‘insert satelit photo’, axes1 yang akan menampilkan gambar asli dari citra satelit yang akan diproses. Dan tiga tombol lainnya yaitu *“dtroad”*, *‘pre-processing’* dan *“processing”*.

2. Tombol “insert satellite photo” dengan menggunakan tombol inilah user dapat memanggil gambar asli dari citra satelit yang akan diproses dalam aplikasi ini . gambar yang di masukkan harus berformat .jpg karena fungsi didalamnya dirancang untuk mengolah data tipe ini .
3. “axes1” pada bagian ini lah gambar asli dari citra satellite akan di tampilkan sebelum siap untuk diproses selanjutnya.
4. “dtroad” seperti yang sudah dijelaskan di bagian sebelumnya kita mendeteksi objek jalan raya dengan menekan tombol yang ini , sehingga jalan raya akan terpisah dari objek objek yang lain yang ada pada citra satelit yang user masukkan .
5. “Pre-processing” pada tombol ini selanjutnya gambar akan diproses lebih lanjut , yaitu di *grayscale* dan selanjutnya akan di *Threshold* deteksi tepi dan di filter untuk selanjutnya di *Morphological Gradient*kan. langkah ini dianggap penting karena akan sangat berpengaruh terhadap hasil output dari program ini nantinya,
6. Tombol “processing” pada bagian inilah proses utama dilakukan . yaitu proses segmentasi dengan menggunakan *watershed* untuk selanjutnya di tampilkan pada *panel output* program.
7. “Popup menu” setelah melalui proses yang ada di panel input , selanjutnya hasilnya akan di tampilkan di panel output ini , dan *popup menu* ini berfungsi untuk menampilkan nomer nomer objek hasil segmentasi sebelumnya dalam keadaan sudah terurut dari objek terbesar sampai objek terkecil pada gambar satellite yang di masukkan .

8. Tombol “*show object*” ini dapat digunakan apabila kita ingin melihat bentuk dari objek objek pada pop up menu , yang dapat di tampilkan langsung di axes2 tempat dimana hasil seluruh proses pada aplikasi ini ditampilkan ,
9. Sedangkan “axes4”, “axes7” dan “axes8” hanya digunakan peneliti untuk menampilkan background dari aplikasi yang dibangun yang tujuannya hanya untuk memperindah tampilan muka dari program ini.

3.4 Implementasi Aplikasi

3.4.1 Implementasi Aplikasi Segmentasi Citra Satelite Jalan Raya

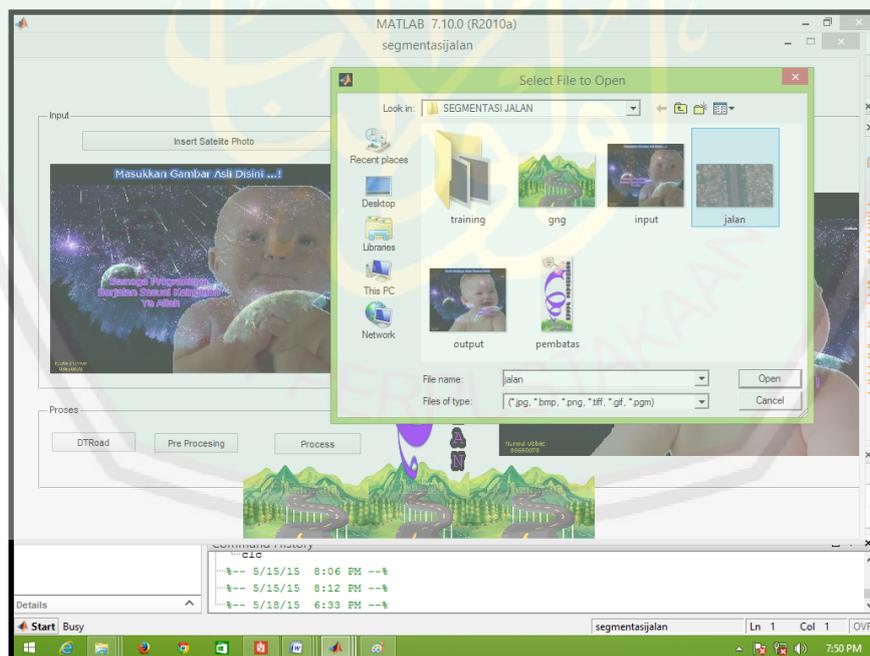
Gambar 3.5 berikut adalah hasil dari implemetasi desain antar muka yang merupakan hasil dari output asli pada program matlab sedangkan gambar yang muncul sementara pada axesnya tersebut hanya bersifat sebagai hiasan , yang hanya bertujuan membuat agar tampilan awal gambar ini menarik , dan tidak ada sangkut pautnya serta akan mengganggu dari hasil analisa program terhadap citra satellite yang akan dimasukkan dan diproses dalam program ini:



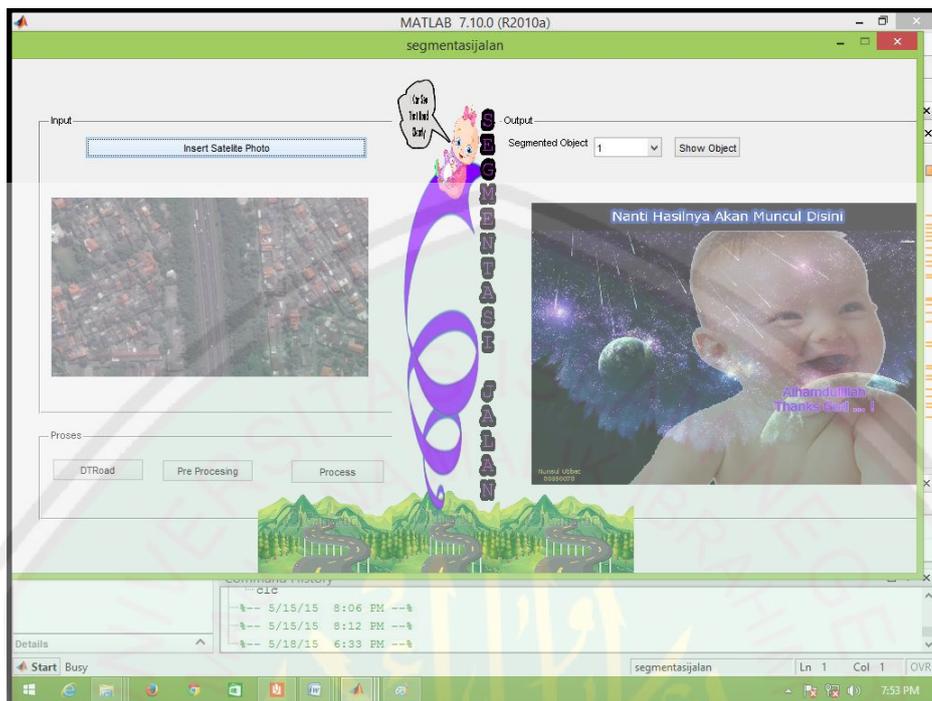
Gambar 3.5 implementasi Antar muka aplikasi segmentasi jalan

3.4.2 Implementasi Input Citra

Sebelum melakukan proses segmentasi dilakukan, hal yang dilakukan terlebih dahulu adalah akuisisi citra, yaitu proses pengambilan file citra satelitejalan raya dari drive komputer yang akan disegmentasi. Citra yang diinputkan akan dimasukkan ke axes1 yang pertama atau sebelah kiri yang selanjutnya akan diproses pada langkah berikutnya. Tampilan form input image dapat dilihat pada gambar 3.6berikut ini dan gambar 3.7 yang merupakan gambar ketika file sudah menampilkan file citra satellite yang akan diproses:



Gambar 3.6 tampilan proses open file



Gambar 3.7 tampilan open file

Dan Gambar 3.8 berikut merupakan Source code dari kedua proses diatas :

```

% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
global data
[nama_file,direktori]=uigetfile({'*.jpg;*.bmp;*.png;*.tiff;*.gif;*.pgm'});
if ~isequal(nama_file,0);
    data=imread(fullfile(direktori,nama_file));
    axes(handles.axes1);
    imshow(data);
    guidata(hObject,handles);
else
    return;
end
save datainput data;

```

Gambar 3.8 Source Code untuk mengambil citra

3.4.3 Implementasi Segmentasi

Dalam tahap ini . ada beberapa hal yang dilakukan yang diantaranya adalah mendeteksi objek jalan dengan membandingkan piksel yang diambil dari gambar asli di *data training* unotuk memunculkangambar jalan serta meminimalisir objek lain yang bukan jalan raya , setelah itu dilakukan proses *grayscale* ,*thresholding*, *edge detection* *filtering* dan *mhophological gradient*,gambar 3.9berikut merupakan gambardari proses ketika aplikasi dapat mendeteksi objek jalan sebelun diolah lebih lanjut :



Gambar 3.9tampilan ketika aplikasi menampilkan objek jalan

Hal diatas dapat dilakukan setelah kita mencoba mengambil dan meng-*crop* sedikit piksel dari gambar jalan pada citra asli untuk selanjutnya kita jadikan

sebagai data training dalam mencocokkan dan menampilkan objek tersebut sebagai jalan . berikut *source code* yang digunakan dalam proses ini :

Pada gambar 3.10 yang merupakan *source code* untuk membandingkan piksel min dan max pada folder training dengan citra saterlie asli ditunjukkan *source code* dari proses yang menyebabkan proses ini dapat berlangsung:

```

axes(handles.axes2);
dt=data;

[rMin, rMax, gMin, gMax, bMin, bMax] = getDataTraining('training');
% rMin = rMin;
% rMax = rMax;
% gMin = gMin;
% gMax = gMax;
% bMin = bMin;
% bMax = bMax ;

gmrSeleksi212 = dt ;
[tinggi, lebar, tebal] = size(dt);

for i=1 : tinggi-1
    for j=1 : lebar-1
        if dt(i,j,1) <= rMin || dt(i,j,1) >= rMax
            gmrSeleksi212(i,j,:)=255;
        end
        if dt(i,j,2) <= gMin || dt(i,j,2) >= gMax
            gmrSeleksi212(i,j,:)=255;
        end
        if dt(i,j,3) <= bMin || dt(i,j,3) >= bMax
            gmrSeleksi212(i,j,:)=255;
        end
    end
end

imshow (gmrSeleksi212);
save gmrSeleksi212 dt;

```

Gambar 3.10 *source code* untuk membandingkan piksel min dan max pada folder training dengan citra saterlie asli

Selanjutnya pada gambar 3.11 berikut merupakan kelanjutan dari source code diatas yang merupakan *coding getdatatrainig* pada bagian ini piksel yang dibandingkan di simpan di temporary untuk selanjutnya diproses lebih lanjut.

```
function [rMin, rMax, gMin, gMax, bMin, bMax] = getDataTraining(dirName)

D = dir(dirName);
rMin = inf;
gMin = inf;
bMin = inf;

rMax = 0;
gMax = 0;
bMax = 0;

for i=3:length(D) % loop sebanyak file di folder
    if (strcmpi(D(i).name(end-3:end), '.jpg')==1) % cari yang .jpg saja
        RGB = imread([dirName '/' D(i).name]); %baca file gambar
        r = RGB(:,:,1); %ambil masing2 Red Green Blue
        g = RGB(:,:,2);
        b = RGB(:,:,3);

        rMinTemp = min(min(r));
        rMaxTemp = max(max(r));
        gMinTemp = min(min(g));
        gMaxTemp = max(max(g));
        bMinTemp = min(min(b));
        bMaxTemp = max(max(b));

        if rMin > rMinTemp
            rMin = rMinTemp;
        end
        if gMin > gMinTemp
            gMin = gMinTemp;
        end
        if bMin > bMinTemp
            bMin = bMinTemp;
        end
        if rMax < rMaxTemp
            rMax = rMaxTemp;
        end
        if gMax < gMaxTemp
            gMax = gMaxTemp;
        end
        if bMax < bMaxTemp
            bMax = bMaxTemp;
        end
    end
end
end
```

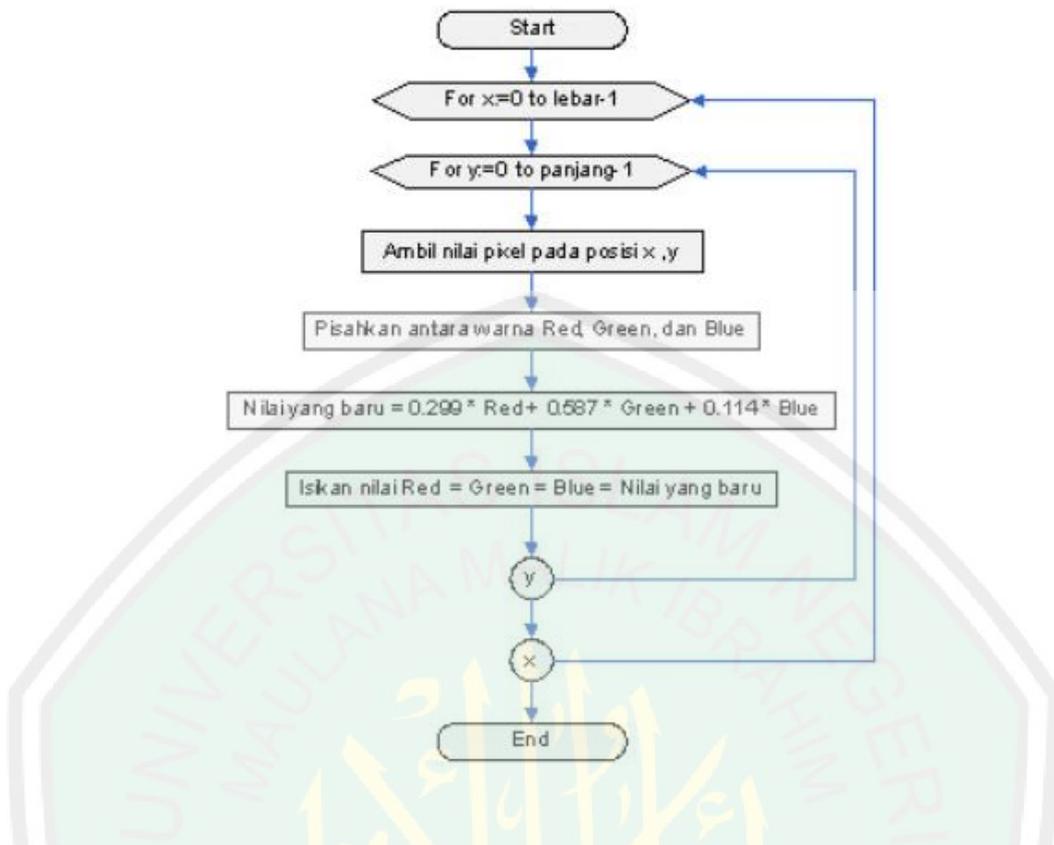
Gambar 3.11 *coding getdatatrainig* pada bagian ini piksel yang dibandingkan di simpan di temporary

Lebih lanjut kita perhatikan pada gambar 3.12 berikut dimana terjadi proses selanjutnya yaitu proses *grayscale* dan proses *Thresholding*.



Gambar 3.12 Proses *Grayscale* dan *Thresholding*

Grayscale adalah Sebuah mode warna yang menampilkan gambar dengan menggunakan 256 warna abu-abu. Setiap warna didefinisikan sebagai nilai antara 0 dan 255, dimana 0 adalah yang paling gelap (hitam) dan 255 adalah paling ringan (putih) . sedangkan *Thresholding* adalah proses mengubah citra berderajat keabuan menjadi citra biner atau hitam putih sehingga dapat diketahui daerah mana yang termasuk obyek dan *background* dari citra secara jelas Lebih jelasnya metode ini dapat dilihat pada gambar 3.13 berikut yang menampilkan diagram alir proses pada metode *grayscale*.



Gambar 3.13 diagram alir proses grayscaleing
(Sumber: Rudy Adipranata 2005)

SourceCodanya ditunjukkan pada gambar 3.14 berikut:

```

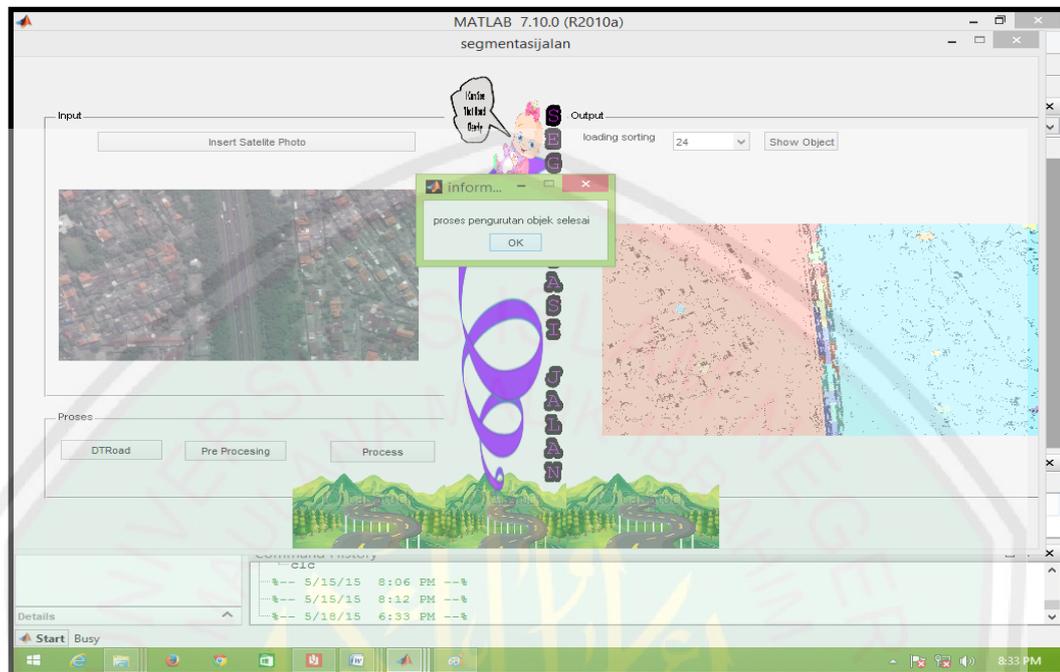
% --- Executes on button press in pushbutton7.
function pushbutton7_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton7 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
global data gtok gmbrSeleksi212 bw
load datainput data;
load gmbrSeleksi212;
whos gmbrSeleksi212

handles.data=gmbrSeleksi212;
axes(handles.axes2);
gtok = rgb2gray (gmbrSeleksi212);
bw = im2bw(gtok, graythresh(gtok));
imshow(bw);
guidata (hObject,handles);
save datainputs gtok;
save datatresh bw;
  
```

Gambar 3.14 Source code proses grayscaleing dan thresholding

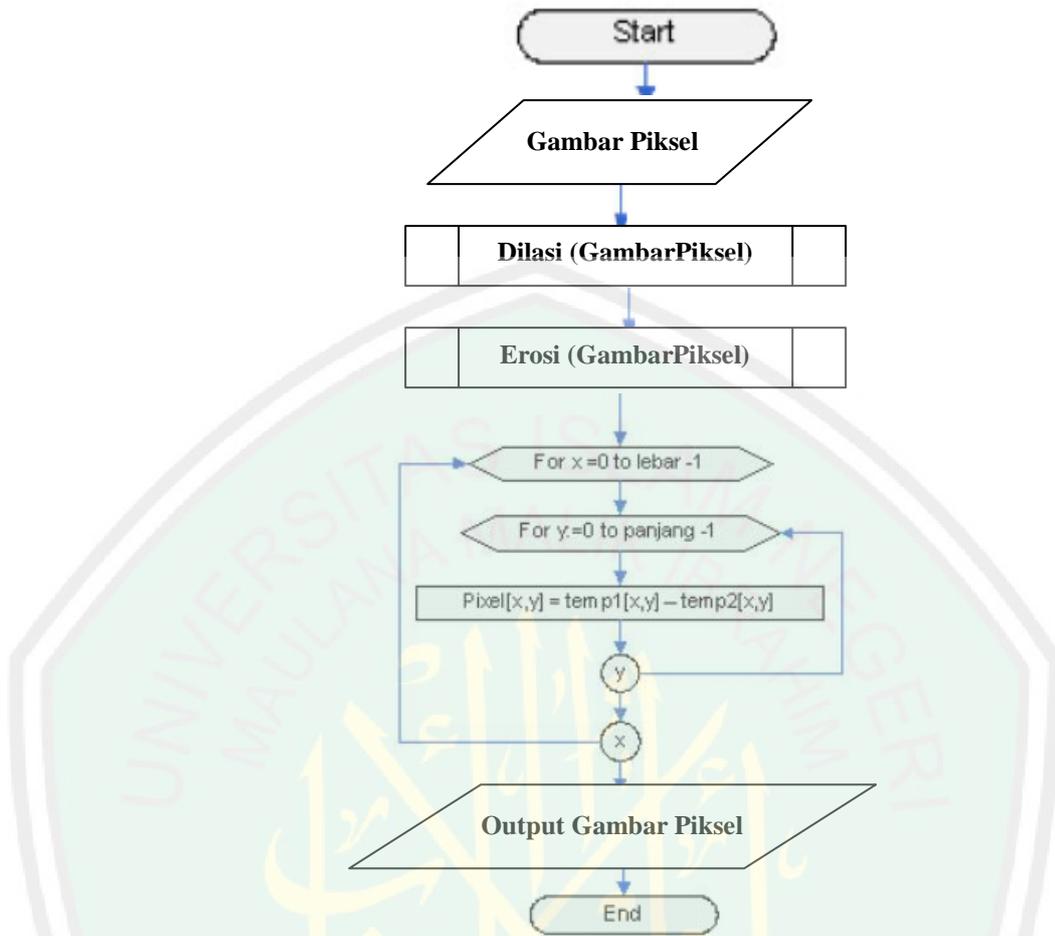
Selanjutnya gambar 3.15 berikut merupakan gambar dari proses lebih lanjut dimana terjadi beberapa penerapan metode yang diantaranya *edge detection*, *filtering*, *morphological gradient*, dan segmentasi berbasis *watershed* serta proses *sorting*.

Pada tombol yang satu ini sebenarnya yang menjadi *core* atau inti dari segala proses pada skripsi yang kami lakukan dalam mensegmentasi sebuah objek dalam hal ini jalan raya yang merupakan salah satu bagian dari citra satelit yang kita proses pada aplikasi ini. Tidak menutup kemungkinan objek-objek lain dapat diidentifikasi dengan perlakuan yang berbeda pada citra satelit yang diambil. Sebut saja kita ingin mendeteksi vegetasi maka metode ini kemungkinan besar dapat berhasil diterapkan. Ada sedikit gambaran bahwa adanya beberapa perlakuan sebelum dilakukannya proses utama ini sangat berpengaruh terhadap maksimalnya hasil akhir dari output gambar yang dihasilkan. Dan dapat dikatakan dengan adanya perlakuan awal sebelum kita melakukan segmentasi inilah yang menyebabkan output gambar dari segmentasi jalan ini menjadi lebih maksimal. Kita ambil contoh disini dengan tanpa adanya metode *morphological gradient* ada kecenderungan dimana terjadi *oversegmentasi* artinya ada beberapa objek yang bukan merupakan objek jalan terdeteksi sebagai objek jalan oleh program. Hal ini terjadi karena adanya kemiripan warna piksel yang diambil oleh citra satelit yang dimasukkan dengan gambar objek jalan yang menjadi objek utama dalam penelitian kali ini.



Gambar 3.15. Proses *edge detection*, *filtering*, *morphological gradient*, dan segmentasi berbasis *watershed* serta proses *sorting*

Salah satu metode yang digunakan adalah *Morphological Gradient* perlakuan yang dianggap penting karena dapat mencegah adanya oversegmentasi (*pre-segmentation*) sebelum akhirnya citra satelit yang dimasukkan disegmentasi dengan *watershed* dengan perlakuan ini maka hasil yang didapat semakin maksimal dan kami dapat mengklaim bahwasannya penelitian yang kami lakukan berhasil karena program yang dihasilkan dapat mendeteksi objek jalan pada citra satelit yang dijadikan bahan penelitian dalam penelitian kali ini. dalam penjelasannya metode ini dapat dilihat pada Gambar 3.16 berikut yang menggambarkan diagram alur proses *Morphological Gradient*.



Gambar 3.16 diagram alur proses *Morphological Gradient*
(Sumber: Rudy Adipranata 2005)

Gambar selanjutnya yaitu gambar 3.17 merupakan *source code* dari adanya penerapan beberapa metode diatas, jika dijabarkan tiap baris tentu akan membutuhkan waktu yang cukup lama . maka dari itu peneliti hanya mencoba menunjukkan untuk *flowchart* dari setiap metode yang diterapkan bisa dilihat pada kajian pustaka. Dimana peneliti sudah menjabarkan dengan gamblang segala proses manual yang terjadi disetiap metode yang di terapkan dala pembangunan aplikasi ini.

```

% --- Executes on button press in pushbutton2.
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton2 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
set(handles.popupmenu1);
load datainputs gtok;
load datatresh bw;

h= fspecial('sobel');
fd =double(bw);
g = sqrt (imfilter(fd, h, 'replicate').^2 +...
          imfilter (fd, h', 'replicate').^2);

se = strel('square',3);
Ie = imerode(bw,se);
Iobr = imreconstruct(Ie,bw);

Iobrd = imdilate(Iobr,se);
Iobrcbr = imreconstruct (imcomplement (Iobrd), imcomplement(Iobr));
Iobrcbr = imcomplement (Iobrcbr);
fgm = imregionalmax (Iobrcbr);

se2 = strel (ones(5,5));
fgm2 =imclose(fgm, se2);
fgm3 = imerode(fgm2, se2);
fgm4 = bwareaopen (fgm3, 20);

D = bwdist (g);
DL =watershed(D);
bgm = DL == 0

% --- Executes on button press in pushbutton2.
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton2 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
set(handles.popupmenu1);
load datainputs gtok;
load datatresh bw;

h= fspecial('sobel');
fd =double(bw);
g = sqrt (imfilter(fd, h, 'replicate').^2 +...
          imfilter (fd, h', 'replicate').^2);

se = strel('square',3);
Ie = imerode(bw,se);
Iobr = imreconstruct(Ie,bw);

Iobrd = imdilate(Iobr,se);
Iobrcbr = imreconstruct (imcomplement (Iobrd), imcomplement(Iobr));
Iobrcbr = imcomplement (Iobrcbr);
fgm = imregionalmax (Iobrcbr);

se2 = strel (ones(5,5));
fgm2 =imclose(fgm, se2);
fgm3 = imerode(fgm2, se2);
fgm4 = bwareaopen (fgm3, 20);

D = bwdist (g);
DL =watershed(D);
bgm = DL == 0

```

```

gradmag2 = imimposemin (g, bgm | fgm4 );
L = watershed(gradmag2);

axes (handles.axes2);
Lrgb = label2rgb(L, 'jet', 'w', 'shuffle');

imshow(gtok), hold on
himage = imshow(Lrgb);
set(himage, 'AlphaData', 0.3);

save inputwater L;

kolomMax = max(L);
objekMax = max(kolomMax);
piksels= 1:1:objekMax;

jumsegment = length(piksels);
piksel = 1:1:jumsegment;

save gambarpix piksel;

for i = jumsegment:-1:1
    for j=1:i-1
        boundry1 = sum(sum(L == piksel(i)));
        boundry2 = sum(sum(L == piksel(j)));
        if boundry1 < boundry2
            temp = piksel(i);
            piksel(i)=piksel(j);
            piksel(j)=temp;
        end
    end
    persen = num2str((i/jumsegment) * 100);
    persen = strcat('loading sorting','=',persen, '%')
    set(handles.text1,'String', persen);
end
    persen = 100;
    persen = strcat('loading sorting ',' = ',persen,'%')
    set(handles.text1,'String', persen);
    msgbox('proses pengurutan objek selesai','informasi')

set(handles.popupmenu1,'String', piksel(1,:));

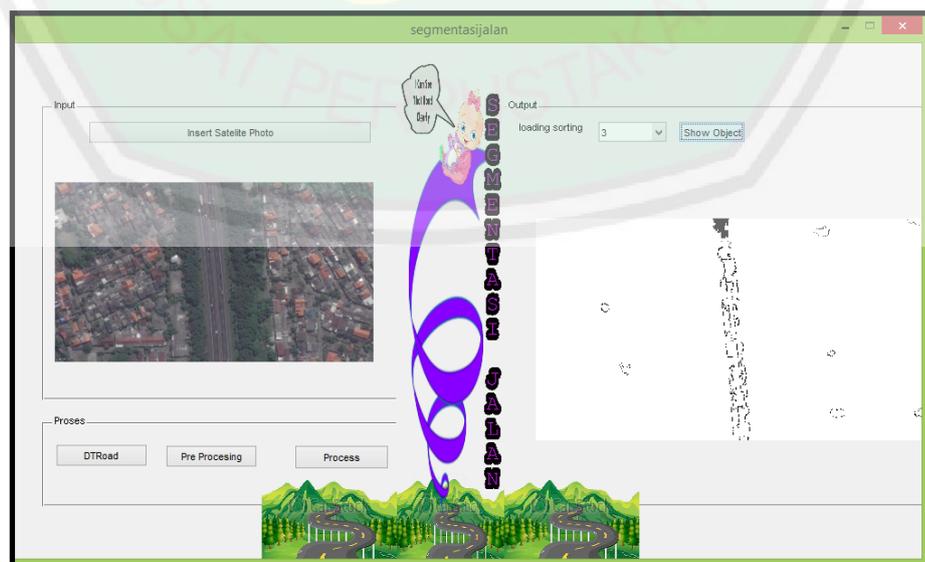
```

Gambar 3.17 Source code edge detection, filtering, morphological gradient, dan segmentasi berbasis wathersed serta proses sorting

Pada tahap akhir dari program ini tentunya peneliti mencoba untuk menunjukkan tiap objek yang terdeteksi sebagai objek jalan. Sehingga

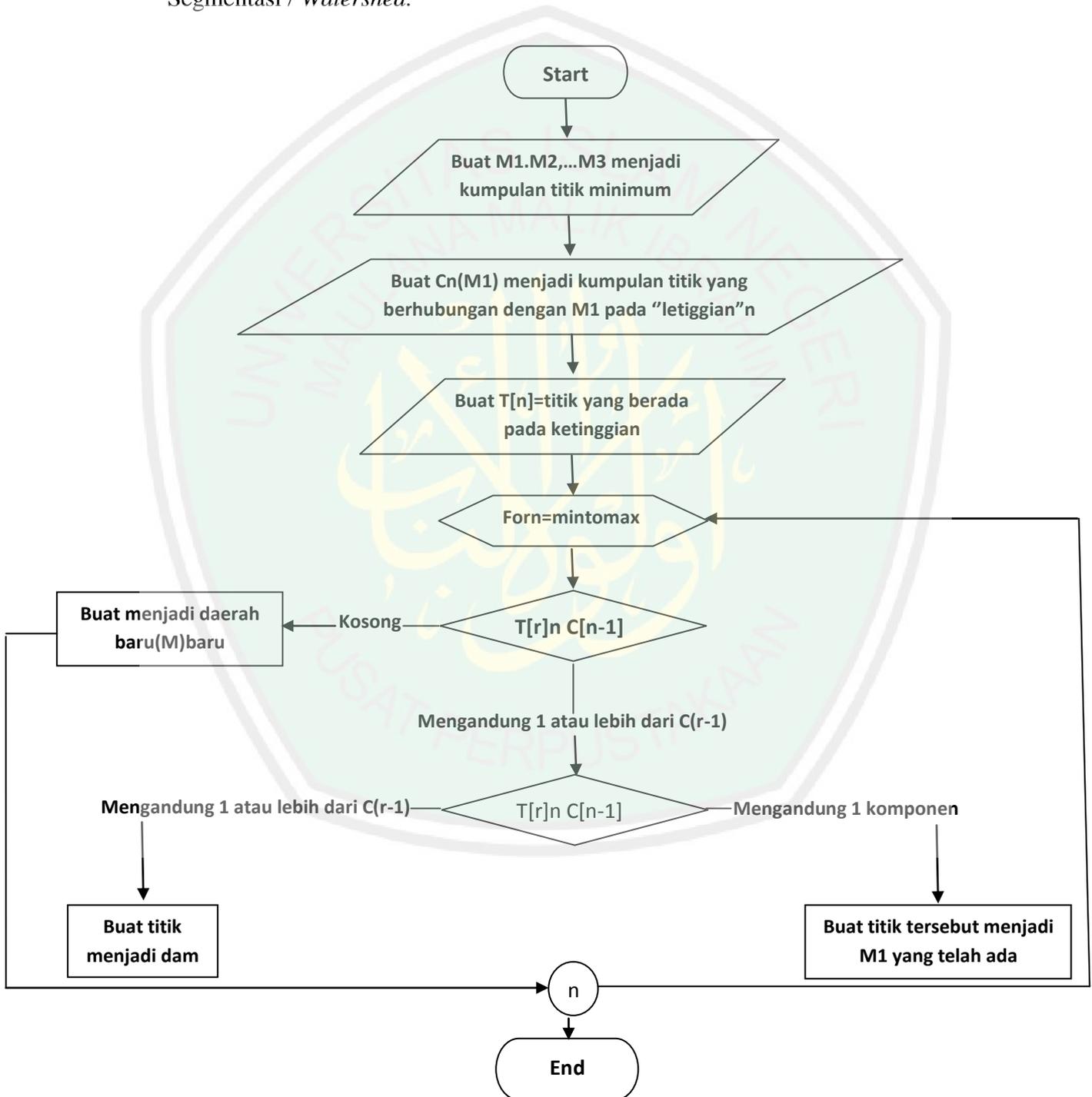
pastinya ketika sesuai dengan citra asli maka penelitian ini bisa dianggap berhasil. berikut adalah gambar 3.18 yang merupakan gambar output hasil segmentasi jalan raya pada citra satelit dan gambar *Show Object* dimana intinya dengan menggunakan tombol ini kita dapat melihat objek objek mana saja yang sudah tersegmentasi yang merupakan objek jalan yang menjadi pokok pembahasan kita kali ini, dan hal ini merupakan hasil akhir dari pemrosesan yang terjadi dalam aplikasi yang peneliti bangun .

Sekilas terlihat penelitian ini bisa dikatakan berhasil karena pada bagian *panel output* terlihat jelas bahwa objek yang ditampilkan dari proses program ini adalah objek jalan itu sendiri. Walau mungkin ada sedikit objek lain yang bukan jalan raya tetapi juga terdeteksi sebagai jalan . itu merupakan sedikit kelemahan tapi hal itu dapat diatasi ketika kita memasukkan proses terakhir sebelum di segmentasi dengan *watershed* yaitu dengan menerapkan metode *morphological gradient* sehingga oversegmentasi yang terjadi dapat di minimalisir.



Gambar 3.18 output gambar hasil segmentasi jalan raya pada citra satelite

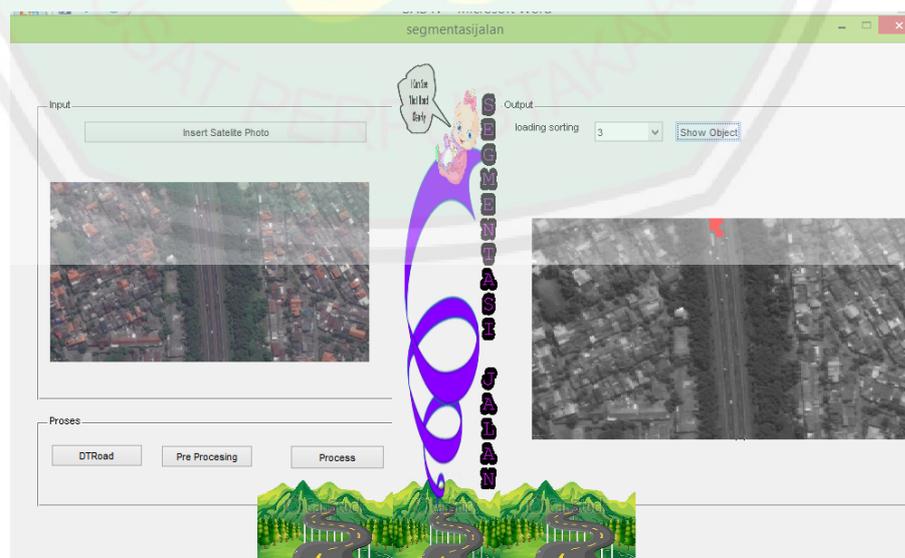
Detail dari metode *watershed* yang merupakan inti dari penelitian ini bisa dilihat pada gambar 3.19 berikut yang merupakan gambar Diagram Proses Segmentasi / *Watershed*.



Gambar 3.19 Diagram Proses Segmentasi / *Watershed*
(Sumber: Rudy Adipranata 2005)

Min dan max yang di maksud pada gambar diatas adalah nilai minimum dan maksimum dari piksel-piksel pada gambar. Ini digunakan untuk mempersingkat waktu sehingga tidak di perlukan memulai dari 0 hingga 255. Penentuan daerah garis dicek mulai dari piksel dengan nilai minimum hingga maksimum. Seperti yang di jelaskan pada gambar, jika piksel tersebut merupakan daerah minimum atau tidak memiliki irisan dengan kumpulan piksel yang terhubung pada $n-1$ maka piksel tersebut membentuk daerah baru. Jika irisan dengan kumpulan piksel yang terhubung pada $n-1$ hanya 1 komponen atau daerah, maka piksel menjadi milik komponen atau daerah tersebut. Jika lebih sari 1 maka menjadi dam atau *Watershed lines*.

Setelah gambar di proses maka akan menghasilkan citra yang di dapat dari hasil *Watershed*. Pada citra ini kita dapat melihat bagaimana Watershed transform mengubah gambar awal menjadi gambar segmentasi yang memperlihatkan satuan objek yang bisa digunakan untuk pemetaan.



Gambar 3.20 *Show Objek* terlihat hasil dari segmentasi ini ditandai dengan warna merah pada objek jalan raya

gambar 3.21 berikut merupakan gambar *Source Code* dari adanya proses tersebut.

```

% hObject    handle to pushbutton5 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
load datainput data;
load gambarpix piksel;
load inputwater L;

gbrasli = data;
imgindex = get(handles.popupmenu1, 'value');
img = piksel(imgindex);
gbrsegment = L == img;
format long;
jumpiksel = sum(sum(gbrsegment));
gbrwatersehdfull = L == 0;
gbrwatersehdfull = imcomplement(gbrwatersehdfull);
gbrsegment = imcomplement(gbrsegment);

axes(handles.axes2);
gbrwatersedlokasi = gbrsegment - imcomplement(gbrwatersehdfull);
imshow(gbrwatersedlokasi);

[m,n] = size(gbrasli);
gbraslisegment = zeros(m,n,3);
gbraslisegment = uint8(gbraslisegment);
for i=1:m
    for j=1:n
        gbraslisegment(i,j,1)= gbrasli(i,j);
        gbraslisegment(i,j,2)= gbrasli(i,j);
        gbraslisegment(i,j,3)= gbrasli(i,j);
    end
end

[baris,kolom]=find(gbrsegment==0);
for i=1:size(baris)
    gbraslisegment(baris(i),kolom(i),1)=255;
    gbraslisegment(baris(i),kolom(i),2)=255;
    gbraslisegment(baris(i),kolom(i),3)=255;
end

for i=1:size(baris)

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

end

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

```

Gambar 3.21 Source code untuk *show object segmented*

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

Pada tahap ini ada dua uji coba yang akan kami lakukan guna memaksimalkan hasil akhir dari penelitian ini, uji coba tersebut adalah sebagai berikut :

4.1.1 Langkah – Langkah Uji Coba Aplikasi Segmentasi

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

- a. Cropping citra. Pemotongan tiga citra satelit jalan dengan memperhatikan letak posisi jalannya menghasilkan 84 citra baru dengan ukuran 256x256 piksel.
- b. Uji coba aplikasi. Citra yang telah dipotong dimasukkan dalam aplikasi, selanjutnya diproses dengan metode adaptive threshold, filter median, morphological gradient, dan watershed transform. Hasil uji coba ditampilkan dalam “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

“show object”. Hasil “show object” dapat diurutkan dari segment dengan jumlah piksel terbesar ke segment dengan jumlah piksel terkecil, hal ini akan terjadi otomatis ketika kita sudah menekan tombol process pada program di panel input program.

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

4.1.2 Langkah – Langkah Uji Coba validasi Output Aplikasi Segmentasi Citra Satelit Jalan Raya

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

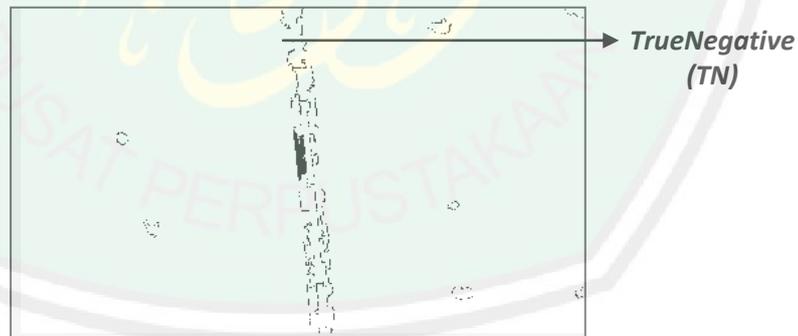
- a. Deteksi tepi citra satelit jalan raya secara manual menggunakan aplikasi image editing. Pendeteksian tepi dilakukan dengan memberikan tambahan garis pada tepi jalan raya pada citra satelit.
- b. lakukan pengidentifikasian objek-objek yang tersegmentasi dengan aplikasi dengan melakukan perbandingan dengan output dari aplikasi editing manual. Hal ini perlu dilakukan dalam menemukan seberapa besar akurasi dari output program yang dihasilkan oleh aplikasi yang kami buat, dan juga dapat menjadi parameter yang pas apabila nanti nilai akurasi yang dihasilkan dengan mengikuti aturan dibawah ini maka dapat dikatakan bahwa penelitian yang kami lakukan berhasil. Adapun aturan-aturan pengidentifikasian objeknya sebelum akhirnya kita tentukan akurasi hasil segmentasinya adalah sebagai berikut:

1. objek yang tersegmentasi tepat berada di objek jalan raya kita identifikasi sebagai objek *TruePositive (TP)* contoh dari TP dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut :



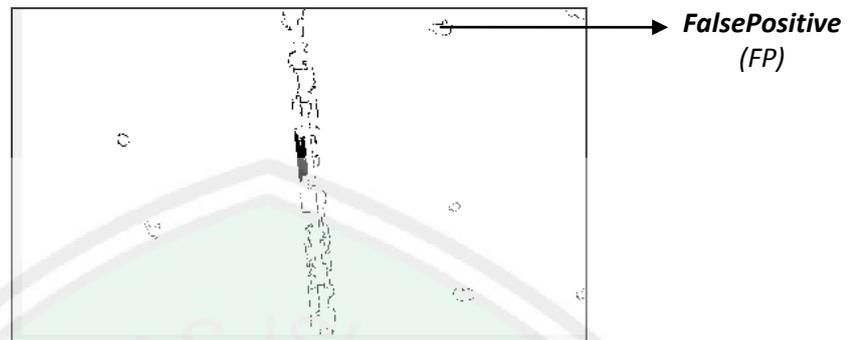
Gambar 4.1 contoh objek segmentasi yang merupakan *TruePositive*

2. objek yang jalan yang tidak tersegmentasi oleh aplikasi yang kami bangun kita anggap atau identifikasi sebagai *TrueNegative (TN)* gambar 4.2 berikut contoh dari TN.



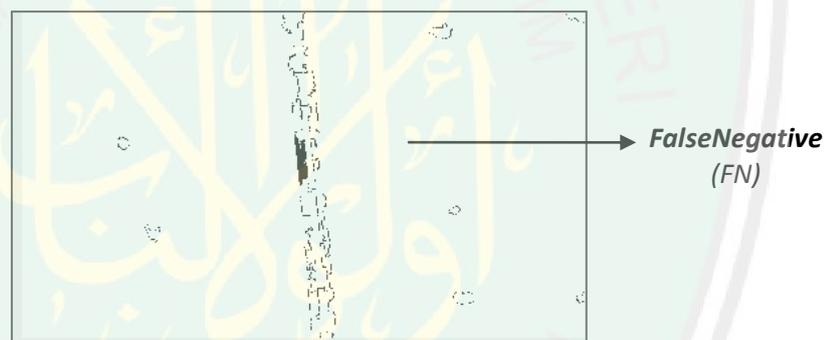
Gambar 4.2 contoh objek segmentasi yang merupakan *TrueNegative*

3. objek yang tersegmentasi oleh aplikasi yang kami bangun tapi letak objek tersebut tidak pas berada pada objek jalan pada gambar asli maka gambar tersebut kita identifikasi sebagai *FalsePositive (FP)*.



Gambar 4.3 contoh objek segmentasi yang merupakan *FalsePositive*

4. objek yang tidak tersegmentasi dan bukan merupakan objek jalan kita anggap atau identifikasi sebagai *FalseNegative* (FN).



Gambar 4.4 contoh objek segmentasi yang merupakan *FalseNegative*

- c. setelah selesai kita identifikasi lakukan perhitungan akurasi dari hasil segmentasi yang dihasilkan dari aplikasi dengan memasukan nilai nilainya pada rumus berikut :

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

sehingga akan teridentifikasi dengan baik seberapa maksimalkah hasil segmentasi yang dihasilkan dari program yang kami buat.

4.2. Hasil Uji Coba

Validasi hasil segmentasi diperlukan untuk menunjukkan seberapa besar kinerja aplikasi segmentasi jalan yang kami buat ini. Validasi ini diperoleh dengan membandingkan hasil segmentasi dari aplikasi segmentasi yang kami buat dan hasil segmentasi manual oleh image editing. Hasil perbandingan segmentasi manual citra satelit jalan dan hasil aplikasi di tunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 4.5 contoh objek segmented *Output Program* dan *Manual*

Untuk validasi hasil pengujian dilakukan dengan cara mem-bandingkan hasil segmentasi yang diusulkan dengan hasil segmentasi oleh ahli. Metode validasi yang digunakan adalah *Receiver Operating Characteristic (ROC)* . Dari ROC di-hasilkan empat nilai yaitu *TruePositive (TP)*, *FalsePositive(FP)*, *TrueNegative (TN)* dan *FalseNegative (FN)* Keempat parameter tersebut digunakan untuk menghitung akurasi dengan menggunakan rumus akurasi. Semakin besar Akurasi menandakan semakin besarnya kemampuan metode yang digunakan dalam mensegmentasi objek jalan pada citra satellite.

```

f ( x , y ) <- citra
mm <- mmmaxtree(f(x,y))
nn <- mmmaxgetcount(mm)
temp <- nn
temp <- 0
bil <- 0
while (temp(bil)== 0)
    bil <- bil + 1
end-while
batas_bawah <- bil
batas_atas <- nn(255)

for jumlah_node <- 0 to nn(batas_atas)
    perent_level <- batas_atas
    perent_indeks <- jumlah_node
    while (perent_level > batas_bawah
    )
        node <- mmmaxgetnodes (mm
        perent_level,
        perent_indeks)
        citra <- mmmaxsubimage(mm
        parent_level,
        parent_indeks)
        citra_baru <- citra_baru + citra
        citra
        perent_level <- node(2)
        perent_indeks <- node(3)
    end-while
end-for
show(citra_baru)

```

Gambar 4.6 Source Code untuk melihat akurasi dari hasil segmentasi

Hasil perhitungan rata-rata akurasi bisa dilihat pada table berikut :

No	File citra	Akurasi
1.	Segmentasi citra jalan 01 dan citra segmentasi manual	0,9326 (93,26%)

Tabel 4.1 tabel hasil perhitungan akurasi

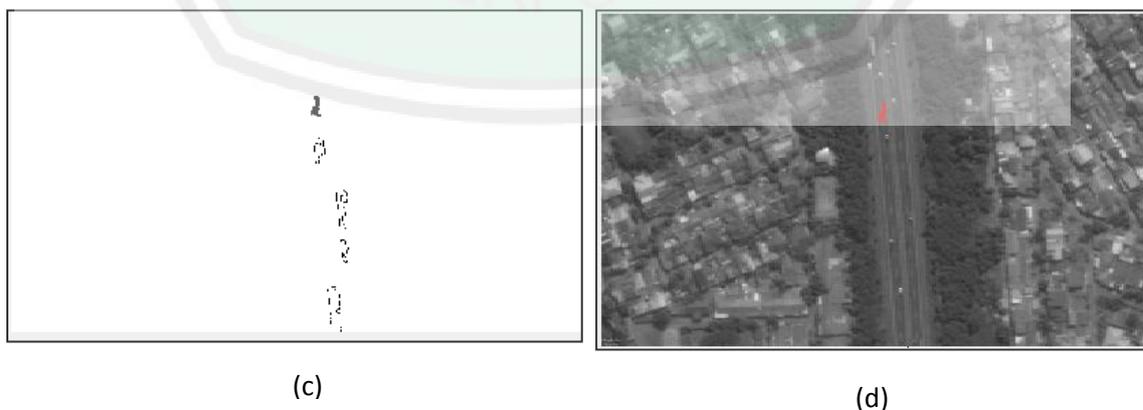
Uji coba segmentasi jalan pada citra satellite menggunakan *watershed transform* sebenarnya menghasilkan empat keluaran, yaitu citra hasil *pre-*

processing dengan *threshold*, *filter median*, citra hasil *presegmentasi* dengan *morphological gradient*, dan citra hasil segmentasi dengan *watershed transform*.

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



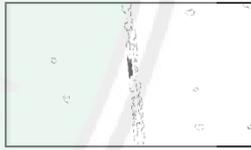
Gambar 4.7 *watershed transform* tanpa *pre-processing* dan *presegmentation*



Gambar 4.8 *watershed transform* with *pre-processing* dan *presegmentation*

Gambar (a) dan (b) adalah gambar hasil segmentasi *watershed transform* tanpa *pre-processing* dan *presegmentation*. Terlihat terjadi *oversegmentasi* pada hasil segmentasi, sehingga ada objek lain yang bukan merupakan jalan raya terdeteksi sebagai jalan. Gambar (c) dan (d) adalah gambar hasil segmentasi *watershed transform* dengan *pre-processing* dan *presegmentation*. *Oversegmentasi* berkurang, sehingga hasil segmentasi dapat dilihat lebih jelas dan tidak ada objek lain yang tersegmentasi kecuali objek jalan saja.

Hasil uji coba dari keseluruhan output yang ada pada proses ini peneliti tampilkan dalam satu axes yaitu axes 2 berikut gambaran 3 proses yang terjadi pada citra satellite yang dimasukkan dalam program ini :

No	Citra Asli	Dt_Road	Pre-Processing	Process
01.				

4.3 Pembahasan

Dapat dilihat dengan jelas data citra hasil segmentasi aplikasi. Segmentasi menggunakan *watershed transform* yang telah dikombinasikan dengan metode yang telah disebutkan diatas, menghasilkan citra dengan objek yang dapat memisahkan objek jalan dari objek objek lain yang ada pada citra satelit. Hal ini tentu membuktikan bahwa Kombinasi beberapa metode tersebut tepat karena juga

dapat mengurangi *over-segmentation* yang biasa terjadi pada segmentasi menggunakan metode *watershed*. Namun demikian, tidak semua citra input dapat dikenali dengan baik oleh metode segmentasi yang digunakan. Hal ini disebabkan oleh proses *pre-processing* dan *pre-segmenation* yang kurang maksimal. Sehingga perbaikan kualitas citra kurang maksimal, masih terdapat banyak noise, keterbatasan *morphological gradient* dalam mendeteksi tepi dari obyek, dan masih terjadi *over-segmentation* pada hampir semua citra yang telah diuji. Seringkali obyek tidak dapat dibedakan dengan latar belakangnya, terutama bila intensitas piksel yang menyusun obyek hampir sama dengan latar belakang. Bahkan sering terjadi kesalahan pengenalan objek oleh metode segmentasi. Selain disebabkan oleh kualitas citra yang kurang baik, juga disebabkan tidak sempurnanya *morphological gradient* yang digunakan pada proses *pre-processing*.

Citra hasil foto satelit bersifat unik, tidak sama satu dengan yang lain. Sehingga dengan metode segmentasi yang sama, hasilnya belum tentu sama ketika dilakukan pada banyak citra satelit jalan.

4.3 Integrasi Sistem dengan Islam

Segala puji bagi pencipta semua makhluk yang ada di bumi ini, yang menciptakan semuanya beraneka ragam.. Dialah Allah SWT yang menciptakan segala apapun yang ada di langit dan di bumi dan yang ada diantaranya termasuk pencapaian pengetahuan manusia terhadap ilmu khususnya dibidang perbaikan citra semata karena Allah – lah tuhan yang memberikan jalan dalam menuju itu semua .

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

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

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾

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

Dalam tafsir Ibnu Katsir ayat ini ditafsirkan sebagai berikut Hal ini mencakup semua makhluk, dan alam bagian atas maupun bagian bawah. Dia menciptakannya dengan qadha' (qadar) yang telah diketahui-Nya, tertulis oleh pena-Nya, demikian pula sifat-sifat yang ada padanya, dan bahwa yang demikian itu mudah bagi Allah. Oleh karena itulah, Allah Subhaanahu wa Ta'ala berfirman

di ayat selanjutnya, “Dan perintah Kami hanyalah (dengan) satu perkataan seperti kejapan mata.” Yaitu ucapan “Kun” (Jadilah!) maka terjadilah dia. Allah Subhaanahu wa Ta’ala berfirman, “Sesungguhnya keadaan-Nya apabila Dia menghendaki sesuatu hanyalah berkata kepadanya, “Jadilah!” Maka terjadilah dia.” (Terj. Yaasin: 82).

Terdapat hikmah yang dapat diambil dari ayat diatas, Allah SWT menciptakan segala sesuatu menurut ukuran, tidak lebih dan tidak kurang. Ukuran dapat pula dijadikan sebagai parameter untuk membedakan jenis dan pengelompokan. Objek citra asli memiliki kualitas citra yang kurang baik, sehingga diperlukan metode tambahan agar proses segmentasi menggunakan watershed transform bisa lebih maksimal. Hal ini dilakukan dengan menerapkan preprocessing dan presegmentasi. Metode pendukung yang digunakan mempengaruhi hasil akhir dari proses segmentasi.

Metode yang digunakan dipilih oleh user, yang dalam hal ini adalah manusia. Oleh karena itu manusia dapat dikatakan sebagai makhluk perubah. Sebagaimana diisyaratkan dalam Al-Qur’an surat Ar-Ra’du ayat 11, Allah SWT. berfirman:

لَهُ مَعْقَبَتٌ مِّنْ بَيْنِ يَدَيْهِ وَمِنْ خَلْفِهِ يَحْفَظُونَهُ مِنْ أَمْرِ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ ۗ وَإِذَا أَرَادَ اللَّهُ بِقَوْمٍ سُوءًا فَلَا مَرَدَّ لَهُ ۗ وَمَا لَهُمْ مِنْ دُونِهِ مِنْ وَالٍ ﴿١١﴾

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

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



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab terakhir ini dijelaskan mengenai kesimpulan yang 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:

Hasil segmentasi menunjukkan bahwa sistem aplikasi yang kami bangun dalam hal ini memiliki kemampuan mengsegmentasi jalan dengan baik karena hasil validasi menunjukkan bahwa akurasi yang dihasilkan **0,9326 (93,26%)** dengan kata lain kita bisa menyatakan hampir semua objek yang tersegmentasi merupakan objek jalan yang ada pada citra satelit tersebut.

Metode *watershed transform* dengan *preprocessing* menggunakan *grayscale*, *threshold* dan *filter*, serta *presegmentation* menggunakan *morphology gradient* yang dilakukan pada penelitian ini. Bisa dikatakan berhasil karena dengan menggunakan kombinasi metode di atas gambar jalan pada citra satelit dapat tersegmentasi dengan baik. Walau ada sedikit bagian yang merupakan bagian dari gambar jalan raya itu ada yang tidak tersegmentasi,

Dengan menghilangkan salah satu metode yaitu *morphology gradient* dapat memperluas jangkauan objek jalan yang tersegmentasi dengan metode *watershed* ini tapi terjadi *oversegmentation* dimana ada sedikit objek yang terinisialisasi sebagai jalan raya padahal itu bukan objek jalan.

5.2 Saran

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

perlu diperhatikan semakin bagus kualitas citra satelit yang dijadikan input dalam program ini maka akan semakin akurat pula hasil segmentasinya jadi disarankan untuk menggunakan citra yang skalanya besar karena pendeteksian objek jalan pada program ini menggunakan perbandingan piksel yang diambil dari gambar asalnya.

Perlu dilakukan pengembangan dan perbaikan sistem ini dengan menambahkan beberapa metode baru dalam tahapan *preprocessing* agar metode *watershed transform* dapat melakukan segmentasi dengan hasil yang lebih baik.

Perlu dilakukan segmentasi citra satellite jalan raya dengan metode lain untuk mengetahui perbandingan akurasi hasil segmentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adipranata, Rudi, dkk. 2005. Perancangan dan Pembuatan Aplikasi Segmentasi Gambar dengan Menggunakan Metode Morphological Watershed. Teknik Informatika, Fakultas Teknik Industri, Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Ainatul Mardiyah, Agus Harjoko, Metode Segmentasi Paru-Paru dan Jantung pada Citra XRay Thorax. UIN MALIKI Malang. FMIPA UGM Yogyakarta.
- Alvia Ferry Mandalasari, Segmentasi Citra Medis Menggunakan Metode Otsu dan Iterasi. Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga.
- Basuki, Achmad, Jozua F. Palandi, dan Fatchurrochman. 2005. Pengolahan Citra Menggunakan Visual Basic. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Cahyo Crysdiyan dan Sentot Achmadi. 2008. Pengembangan Sistem Segmentasi Gambar Digital Menggunakan Transformasi Watershed, Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang.
- Cahyo Crysdiyan dan Abdul Hanan Abdullah. 2012. The Application of Multi Gradient Operators to Enhance Watershed Transform for Generical Medical Segmentation. Teknik Informatika UIN MALIKI Malang, Computer Science and Information System – UTM Johor Malaysia.
- Dharma, Putra Yusuf 2015. Segmentasi tulang pada citra x-ray karpal menggunakan watershed transform untuk menunjang aplikasi deteksi rheumatoid arthritis. Skripsi UIN Maliki Malang
- 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.
- 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.
- Indrawati. Segmentasi Citra X-ray dari Citra CT Menggunakan Active Contour, Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- J. Corwin, Elizabeth. 2009. Buku saku: Patofisiologi (Edisi Revisi 3). EGC.
- Marvin Ch. Wijaya dan Agus Prijono. 2007. Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab. Bandung: Informatika.

- Mokhammad Amin Hariyadi, Segmentasi Citra X-ray Thorax Menggunakan Level Set, Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Mulyono, Agus. 2008. Analisis Tekstur Citra X-Ray Tulang Tangan, Tulang Lutut, Dan Tulang Rahang Untuk Deteksi Osteoporosis. Universitas Brawijaya.
- Munir, Rinaldi. 2004. Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik. Bandung: Informatika.
- Muhaimin. 2010. Kebutuhan Manusia Akan Agama, <http://pasca.uin-malang.ac.id/media.php?module=detailtausiyah&id=5>. Diakses tanggal 5 Februari 2012.
- 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.
- Nanik Inayatul Umah, Deteksi Osteoporosis Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Memanfaatkan Citra X-Ray Tulang Melalui Filter Gabor dan Angka Euler. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN MMI Malang..
- Rahman, Hairur. 2007. Indahnya Matematika dalam Al-Qur'an. Malang: UIN Malang Press
- Ravichandran tahun 2012 mean brightness preserving Histogram Equalization Methode. University of Stuttgart.
- 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.
- Sigit, R, Basuki, A, Ramadijanti, dan Pramadihanto, D. 2005. Step by Step Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta: Andi.
- Sharmilla.2011. peningkatan kontras citra menggunakan Weighted ThresholdHistogram Equalization with Improved Switching Median Filter(WTHEISMF),. Bandung.
- Tony F. Chan and Luminita A. Vese. 2001. Active contours without edges. IEEE Trans. ImageProcess., 10(2):266-277.