

**SEGMENTASI CITRA *DIGITAL* DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA
WATERSHED DAN *LOWPASS FILTER* SEBAGAI PROSES AWAL
(November, 2013)**

Pramuda Akariusta Cahyan, Muhammad Aswin, Ir., MT., Ali Mustofa, ST., MT.
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Brawijaya
Email: akariusta@gmail.com

Abstrak- Segmentasi pada citra digital adalah sebuah proses untuk memisahkan sebuah obyek dari background atau latar, sehingga obyek tersebut dapat diproses untuk keperluan yang lain. Seiring dengan berkembangnya teknologi pada aplikasi yang memproses citra digital maka proses segmentasi menjadi semakin diperlukan. Hasil dari segmentasi juga harus semakin akurat karena jika hasil segmentasi tidak akurat, maka akan mempengaruhi hasil proses selanjutnya. Secara umum proses segmentasi terbagi menjadi tiga bagian yaitu berdasarkan klasifikasi, berdasarkan tepi dan berdasarkan daerah. Pada tugas akhir ini digunakan metode segmentasi yang menghasilkan segmentasi obyek berdasar daerah obyek tersebut dengan menggunakan algoritma watershed. Penggunaan segmentasi watershed ini dapat menghasilkan suatu hasil yang dapat memisahkan obyek sekalipun tepi antar obyek bersambungan. Tetapi pada penggunaan algoritma watershed terdapat kelemahan yaitu terjadi segmentasi yang berlebihan. Untuk mengatasi hal tersebut, dibutuhkan pre processing dengan menggunakan lowpass filter untuk mengurangi kelebihan segmentasi.

Kata kunci – Segmentasi, *Watershed*, *Lowpass Filter*, Citra Digital.

I. PENDAHULUAN

Di dalam era modern seperti saat ini penggunaan komputer merupakan hal yang umum dan bahkan dapat dikatakan menjadi kebutuhan vital bagi kehidupan manusia. Hal tersebut wajar terjadi karena keunggulan komputer yang dapat sangat diandalkan untuk membantu memudahkan pekerjaan manusia yang bermacam-macam jenisnya. Informasi merupakan sebuah kebutuhan bagi manusia dalam kehidupan sehari-hari. Semakin hari kebutuhan manusia akan informasi terus meningkat. Salah satu sumber informasi terdapat di dalam citra, sehingga pemrosesan citra atau *Image Processing* adalah suatu jenis teknologi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah mengenai pemrosesan. Pada pemrosesan citra, citra yang kita peroleh akan kita proses sedemikian rupa sehingga citra tersebut akan lebih mudah kita proses sesuai keinginan kita. Pemrosesan citra atau *Image Processing* adalah suatu jenis teknologi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah mengenai pemrosesan. Pada pemrosesan citra, citra yang kita peroleh akan kita proses sedemikian rupa sehingga citra tersebut akan lebih mudah kita proses sesuai keinginan kita. Salah satu cara untuk segmentasi citra adalah dengan menggunakan *Watershed*. *Watershed* merupakan

metode segmentasi yang cukup akurat untuk mendapatkan daerah yang merupakan objek yang di segmentasi. Tetapi terdapat kelemahan dari metode segmentasi watershed yaitu adanya segmentasi yang berlebihan (*over segmentation*) sehingga objek yang didapat lebih banyak dari objek yang diharapkan. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan proses awal sebelum melakukan segmentasi yaitu menggunakan metode *low pass filter*, sehingga hasil segmentasi tidak menunjukkan hasil yang terlalu berlebihan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Citra Digital

Citra *digital* adalah suatu matriks yang terdiri dari baris dan kolom dimana setiap pasang indeks baris dan kolom menyatakan suatu titik pada citra. Nilai dari setiap matriks menyatakan nilai kecerahan titik tersebut. Titik-titik tersebut dinamakan sebagai elemen citra atau piksel. Citra *digital* dapat didefinisikan sebagai fungsi dua variabel, $f(x,y)$, dimana x dan y adalah koordinat spasial dan nilai $f(x,y)$ adalah intensitas citra pada koordinat tersebut (T Suyono dkk, 2009).

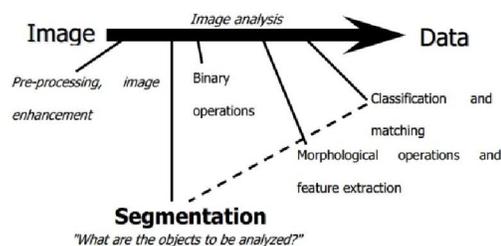
B. Grayscale

Citra grayscale, yaitu citra yang nilai pixel-nya merepresentasikan derajat keabuan atau intensitas warna putih. Nilai intensitas paling rendah merepresentasikan warna hitam dan nilai intensitas paling tinggi merepresentasikan warna putih. Pada umumnya citra grayscale memiliki kedalaman pixel 8 bit (256 derajat keabuan),

tetapi ada juga citra grayscale yang kedalaman pixel-nya bukan 8 bit, misalnya 16 bit untuk penggunaan yang memerlukan ketelitian tinggi.

C. Segmentasi Citra

Segmentasi citra adalah pemisahan objek yang satu dengan objek yang lain dalam suatu citra atau antara objek dengan latar yang terdapat dalam sebuah citra. Dengan proses segmentasi tersebut, masing-masing objek pada citra dapat diambil secara individu sehingga dapat digunakan sebagai input bagi proses lain. Ada 2 macam segmentasi, yaitu *full segmentation* dan *partial segmentation*. *Full segmentation* adalah pemisahan suatu object secara individu dari *background* dan diberi ID (label) pada tiap-tiap segmen. *Partial segmentation* adalah pemisahan sejumlah data dari background dimana data yang disimpan hanya data yang dipisahkan saja untuk mempercepat proses selanjutnya.



Gambar 1. Proses Analisis Segmentasi Citra
Sumber. <http://pengertian-definisi.blogspot.com>

D. Watershed

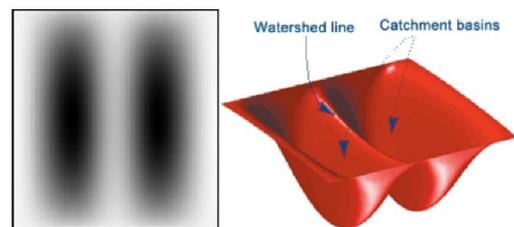
Morphological Watershed adalah salah satu pendekatan untuk segmentasi. Konsep dari *Morphological Watershed* adalah menggambarkan sebuah gambar dalam bentuk 3 dimensi. Prinsip dari *Morphological Watershed* adalah mencari garis watershed (batas air) yaitu garis dimana titik-titiknya merupakan titik tertinggi dari penggambaran sebuah gambar ke dalam bentuk 3 dimensi yaitu posisi x dan y.

Posisi x dan y merupakan bidang dasar dan tingkat warna pixel, yang dalam hal ini adalah *gray level* merupakan ketinggian dengan anggapan nilai yang makin mendekati warna putih mempunyai ketinggian yang semakin tinggi. Dengan anggapan bentuk topografi tersebut, maka didapat tiga macam titik yaitu :

- (a) titik yang merupakan minimum regional
- (b) titik yang merupakan tempat dimana jika setetes air dijatuhkan, maka air tersebut akan jatuh hingga ke sebuah posisi minimum tertentu
- (c) titik yang merupakan tempat dimana 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 minimum regional tertentu, sekumpulan titik yang memenuhi kondisi (b) disebut sebagai *catchment basin*, sedangkan sekumpulan titik yang

memenuhi kondisi (c) disebut sebagai garis Watershed (Gonzalez, 2002; Pratt, 2007).

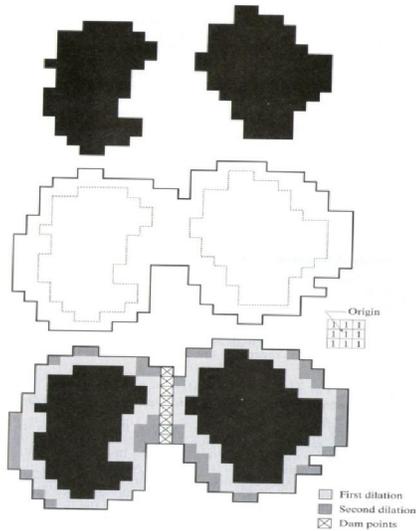
Ide dasar untuk cara kerja segmentasi ini adalah diasumsikan terdapat sebuah lubang yang dibuat pada minimum regional dan kemudian seluruh topography dialiri air yang berasal dari lubang tersebut dengan kecepatan konstan. Ketika air yang naik dari dua *catchment basin* hendak bergabung, maka dibangun sebuah dam untuk mencegah penggabungan tersebut. Aliran air akan mencapai tingkat yang diinginkan dan berhenti mengalir ketika hanya bagian atas dari dam yang terlihat. Tepi dam yang terlihat inilah yang disebut dengan garis Watershed. Dan garis Watershed inilah yang merupakan hasil dari segmentasi, dengan anggapan bahwa garis Watershed tersebut merupakan tepi dari obyek yang hendak disegmentasi



Gambar 2. Konsep Dasar Morphological Watershed

E. Pembentukan Dam

Dam atau watershed line adalah hal yang paling penting dalam morphological watershed. Pembuatan dam didasarkan pada gambar binary, yang merupakan anggota Z^2 . Cara termudah untuk membuat dam adalah dengan menggunakan morphological dilation. Pada Gambar 2.8 disebutkan ada 2 daerah (daerah dengan nilai minimum) yang akan di segmentasi pada kondisi pengisian air n-1 (gambar paling atas). Kemudian gambar selanjutnya menunjukkan kondisi pada saat pengisian air n. Pada saat ini 2 daerah tersebut menjadi 1 daerah. Pada kondisi seperti ini, dam harus dibuat untuk mencegah 2 daerah tersebut menyatu. Gambar paling bawah menunjukkan proses pengisian air secara perlahan dengan melakukan morphological dilation. Pada pengisian atau morphological dilation pertama masih belum terjadi penyatuan 2 daerah (ditunjukkan pada Gambar 3 paling bawah dengan warna abu-abu muda). Kemudian pada morphological dilation selanjutnya (warna abu-abu tua) terjadi penyatuan 2 daerah, maka titik di mana 2 daerah tersebut menyatu dibangun sebuah dam, yang ditandai dengan kotak yang berisi tanda silang. Proses ini dilakukan berulang hingga proses pengisian air $n = \text{maks} + 1$.



Gambar 3. Pembuatan Dam

F. Algoritma Watershed

Buat $M_1, M_2, M_3, \dots, M_R$ menjadi kumpulan koordinat titik dalam daerah dengan nilai minimum dari sebuah gambar $g(x,y)$. Gambar pada umumnya sudah merupakan gambar yang telah diproses dengan pre-processing terlebih dahulu. Kemudian buat $C(M_i)$ menjadi kumpulan koordinat pada daerah pengisian yang memiliki hubungan dengan daerah minimum M_i (dianggap daerah pengisian dan daerah minimum membentuk komponen yang saling tersambung). Notasi min dan max digunakan untuk menandai nilai minimum dan nilai maksimum dari $g(x,y)$. Kemudian buat $T[n]$ menjadi kumpulan koordinat (s,t) di mana $g(s,t) < n$, sehingga dapat didefinisikan:

$$T[n] = \{(s,t) | f(x,y) < n\} \quad (1)$$

Secara geometri, $T[n]$ adalah kumpulan koordinat dari $g(x,y)$ yang berada di bawah daerah $g(x,y) = n$. Topografi tersebut kemudian diisi dengan penambahan integer mulai dari $n = \min$ hingga $n = \max$. Pada setiap penambahan n , algoritma perlu mengetahui jumlah titik yang berada di bawah "kedalaman" n . 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 buat $C_n(M_i)$ menjadi kumpulan koordinat titik pada daerah pengisian yang berhubungan dengan daerah minimum M_i yang diisi pada tahap n . $C_n(M_i)$ dapat dilihat sebagai gambar binary bila menggunakan persamaan:

$$C_n(M_i) = C(M_i) \cap T[n] \quad (2)$$

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 $C_n(M_i) = 0$. Dari sini dapat dikatakan bahwa $C[n]$ merupakan gabungan aliran di catchment basin pada tahap n :

$$C[n] = \bigcup_{i=1}^R C_n(M_i) \quad (3)$$

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

$$C[\max+1] = \bigcup_{i=1}^R C(M_i) \quad (4)$$

$C[n-1]$ 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 yang terhubung dari $C[n-1]$ memiliki 1 komponen yang terhubung dari $T[n]$. Diasumsikan Q adalah kumpulan komponen yang terhubung dalam $T[n]$, maka untuk tiap komponen yang terhubung $q \in Q[n]$, terdapat ada 3 kemungkinan:

- $q \cap C[n-1]$ adalah kosong
- $q \cap C[n-1]$ mempunyai 1 komponen yang terhubung dari $C[n-1]$
- $q \cap C[n-1]$ mengandung lebih dari 1 komponen yang terhubung dari $C[n-1]$. Jika kondisi c terjadi maka pengisian akan menyebabkan air di catchment basin yang berbeda menjadi bergabung, maka perlu dibangun dam atau watershed line dengan tebal satu pixel

G. Sobel Edge Detection

Sobel edge detection merupakan metode edge detection yang termasuk dalam Gradient edge detection. Piksel dari sebuah citra yang akan dilakukan pendeteksian batas (edge) akan menjadi sebuah edge jika piksel tersebut melewati batas (threshold) tertentu. Sehingga apabila threshold telah ditetapkan maka nilai dari setiap piksel dapat ditentukan tersebut merupakan batas atau bukan. Pendeteksi batas dari sebuah gambar dilakukan dengan melakukan operasi matrik sobel terhadap citra yang akan dilakukan pendeteksian citra. Matrik sobel merupakan matrik berukuran 3×3 dengan koefisien yang telah ditentukan.

+1	+2	+1
0	0	0
-1	-2	-1

Gambar 4. Model Matrik Sobel

H. Lowpass Filter

low pass filter adalah proses filter yang mengambil citra dengan gradiasi intensitas yang halus dan perbedaan intensitas yang tinggi akan dikurangi atau dibuang. Ciri-ciri dari fungsi low-pass filter dan contoh low pass filter dengan fungsi filter rata-rata adalah sebagai berikut:

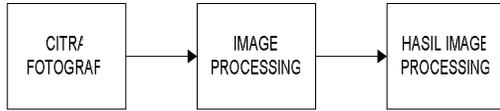
$$H = \begin{bmatrix} \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \end{bmatrix}$$

Gambar 5. Model Matrik Lowpass Filter

III. PERANCANGAN

A. Blok diagram sistem

Pada segmentasi citra digital terdiri dari beberapa langkah yang dapat digambarkan menjadi blok diagram dengan model seperti pada gambar



Gambar 3. Diagram Blok Sistem Secara Keseluruhan

Fungsi masing-masing bagian dalam diagram blok ini adalah sebagai berikut:

1. Citra fotografi digunakan sebagai input sistem.
2. Melakukan *image processing* pada citra fotografi, yaitu proses awal dan proses segmentasi.
3. Citra fotografi yang telah melewati proses pengolahan citra pada sistem akan menghasilkan suatu citra fotografi yang telah tersegmentasi untuk selanjutnya dapat dilakukan proses yang lain sesuai dengan kebutuhan

B. Perancangan Perangkat Lunak

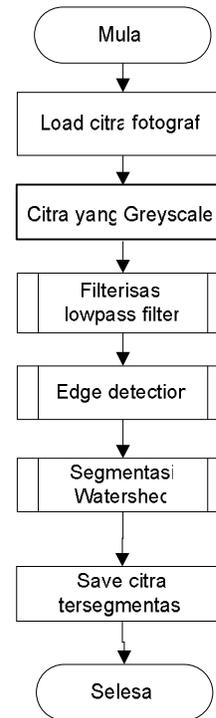
Pada bagian perancangan ini perangkat lunak yang akan dibuat menggunakan bahasa pemrograman MATLAB *software* R2012b dan sistem yang digunakan untuk membangun perangkat lunak ini dirancang dengan spesifikasi mampu melakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Mengakses data citra yang tersimpan didalam *harddisk* komputer.
2. Melakukan proses filtering dengan metode *lowpass filter* pada citra *digital* sebagai proses awal atau *pre-processing*
3. Melakukan proses *edge detection* pada citra secara otomatis.
4. Melakukan proses segmentasi pada citra *digital*.

Sedangkan untuk detail desain aplikasi secara umum akan ditunjukkan pada gambar

C. Cara Kerja Aplikasi

Aplikasi segmentasi citra digital dengan menggunakan algoritma watershed dan lowpass filter sebagai proses awal memiliki cara kerja yang dimulai dari pengambilan citra kemudian melalui pre-processing lowpass filter dan sobel edge detection. Citra yang telah melalui pre-processing dilanjutkan proses segmentasi menggunakan watershed. Citra yang telah disegmentasi diperiksa dengan menggunakan mata manusia untuk diperiksa kualitas citranya.



Gambar 4. Detail Desain Aplikasi

D. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Hasil Penilaian Citra Segmentasi

No	Size (PIXEL)	Gbr 1	Gbr 2
1	256 x 256	1,3	1,3
2	256 x 256	2,3	3
3	256 x 256	2,2	2,3
4	256 x 256	3,8	3,8
5	512 x 512	1,6	2,2
6	512 x 512	1,7	2
7	512 x 512	1	1
8	512 x 512	1,3	2,3
9	680 x 480	3,7	4,5
10	680 x 480	1,7	3,5
11	680 x 480	1	1
12	680 x 480	1,3	2

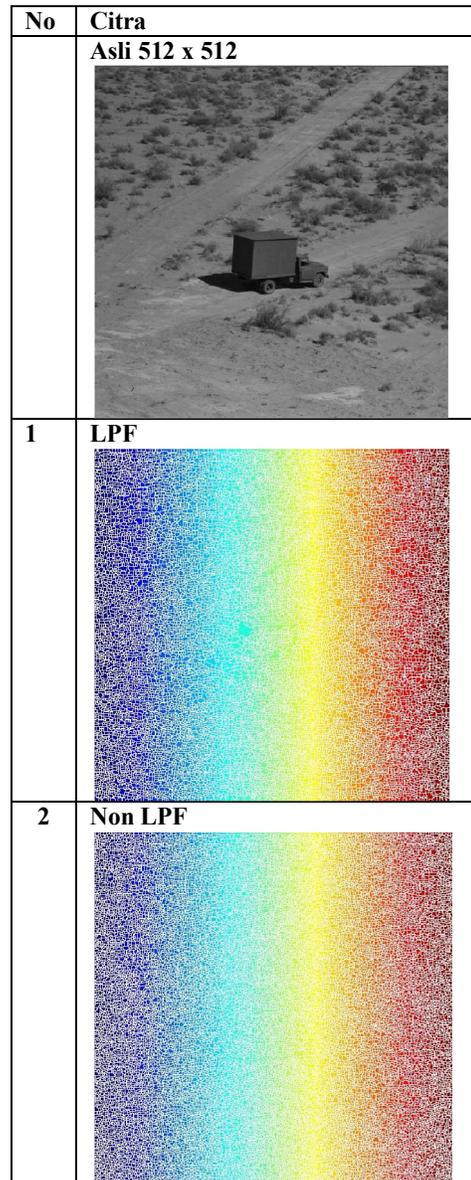
Dari hasil pengujian yang dilakukan pada citra yang telah melalui proses segmentasi, Citra tersebut diperiksa dengan bantuan mata manusia untuk menentukan hasil yang terbaik. Nilai yang digunakan adalah: 1= buruk, 2= sedikit terlihat pola, 3= lumayan terlihat pola, 4= pola terlihat baik dan 5=sempurna. Nilai yang terdapat pada tabel adalah nilai rata-rata dari semua nilai. Pada citra uji terdapat beberapa sample uji yang mendapat penilaian buruk dikarenakan hasil segmentasi tidak memperlihatkan pola yang dikehendaki, dan ada citra uji yang mendapat nilai mendekati sempurna karena memperlihatkan pola yang sesuai dengan contoh citra sample. Tidak sempurnanya hasil citra uji

dikarenakan metode yang digunakan menggunakan parameter umum dan sifat citra yang relatif satu dengan yang lainnya, selain sifat relatif citra dan parameter segmentasi juga terdapatnya noise pada citra yang membuat hasil segmentasi menjadi tidak sempurna.

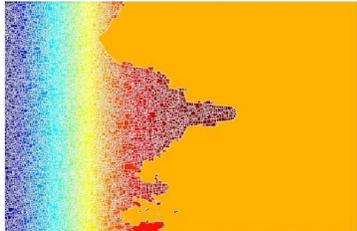
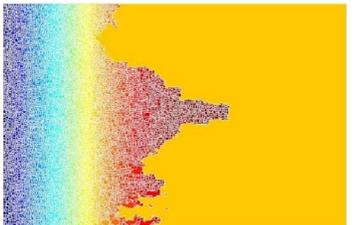
Tabel 2. Hasil Pengujian Tingkat Segmentasi

No	Nama File	Size (PIXEL)	Mata	ket
1	1lpf3	256 x 256	Tidak	T
2	2lpf3	256 x 256	Ya	B
3	3lpf3	256 x 256	Tidak	T
4	4lpf3	256 x 256	Ya	B
5	5lpf3	512 x 512	Ya	B
6	6lpf3	512 x 512	Ya	B
7	7lpf3	512 x 512	Tidak	T
8	8lpf3	512 x 512	Ya	B
9	9lpf3	680 x 480	Ya	B
10	10lpf3	680 x 480	Ya	B
11	11lpf3	680 x 480	Tidak	T
12	12lpf3	680 x 480	Ya	B
No	Nama File	Size (PIXEL)	Mata	ket
13	1nlpf3	256 x 256	Tidak	T
14	2nlpf3	256 x 256	Ya	B
15	3nlpf3	256 x 256	Tidak	T
16	4nlpf3	256 x 256	Ya	B
17	5nlpf3	512 x 512	Tidak	T
17	6nlpf3	512 x 512	Tidak	T
19	7nlpf3	512 x 512	Tidak	T
20	8nlpf3	512 x 512	Tidak	T
21	9nlpf3	680 x 480	Ya	B
22	10nlpf3	680 x 480	Tidak	T
23	11nlpf3	680 x 480	Tidak	T
24	12nlpf3	680 x 480	Tidak	T

Dari hasil pengujian pada citra nomor satu sampai dua belas dengan dua metode yang disajikan tabel 2 terlihat pada bagian tabel nlpf (non lowpass filter) banyak citra uji yang gagal memperlihatkan pola segmentasi karena hasil yang berlebihan. Sedangkan pada pada bagian lpf (lowpass filter) menunjukan hasil yang lebih baik.



Gambar 5. Perubahan Citra Secara Kasat Mata

No	Citra
	<p>Asli 680 x 480</p> 
1	<p>LPF</p> 
2	<p>Non LPF</p> 

Gambar 6. Perubahan Citra Secara Kasat Mata

IV. Penutup

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, pengujian dan analisis sistem maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Citra input merupakan citra grayscale. Kemudian dilakukan proses lowpass filter untuk mengurangi noise pada citra. Selanjutnya dilakukan proses edge detection pada citra untuk membantu pembentukan pola. Setelah proses edge detection dilakukan proses segmentasi watershed ke citra untuk mendapatkan citra yang tersegmentasi.
2. Untuk menguji teori watershed yang menghasilkan segmentasi secara berlebihan, maka pengujian dilakukan tanpa menggunakan lowpass filter. Hasil pengujian tanpa menggunakan lowpass filter menghasilkan citra yang hampir tidak terbentuk pola dari citra asli atau segmentasi yang sangat berlebihan.
3. Citra segmentasi dari metode watershed dapat diminimalisir dengan menggunakan lowpass filter, karena adanya noise dalam citra dapat dikurangi sehingga hasil segmentasi watershed menggunakan lowpass filter lebih baik.

B. Saran

Skripsi ini dapat dikembangkan dengan memperbanyak detail variasi nilai dalam pre processing dan berbagai nilai dari watershed itu sendiri. Karena dalam pengembangannya dapat membantu dalam metode segmentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Munir, Rinaldi. 2006. Pengolaan Citra Digital. Bandung: Informatika.
- [2] Putra, Darma. 2010. Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta: Andi
- [3] Gonzalez, Rafael C., Woods, R.E., 2002. Digital Image Processing. New Jersey : Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River.
- [4] Hayes, Monson H. (1999). Digital Signal Processing. McGraw-Hill, New York
- [5] Maher A. Sid-Ahmed., 1995. Image Procecing. McGraw-Hill, New York
- [6] McAndrew, Alasdair “An Introduction to Digital Image Processing With MatLab”, School of Computer Science and Mathematics, Victoria University Of Technology, 2004.