

Implementasi Algoritma Region Growing untuk Segmentasi Retakan Bidang Batuan

Mulkal

*Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No.7, Banda Aceh 23111
E-mail : mulkal@unsyiah.ac.id*

Abstrak

Crack is a factor that caused rock discontinuity. Rock discontinuity is an important input variable in slope stability analysis in open pit mining area. Slope stability analysis should be conducted periodically to prevent landslide which can cause damages and fatalities. The data acquisition of rock discontinuity commonly is taking place directly in the field on the slope to be analyzed, which is time consuming and expensive. The objective of this research is to review the image processing application to identify rock discontinuity in particular rock crack. The image processing approach which is applied in this research is segmentation using region growing algorithm. This algorithm was chosen because of its flexibility to reduce noise with tuning the criteria of threshold value. The algorithm was implemented in C++ programming language. 35 image samples were tested to rate the segmentation result. The result shows that this algorithm was quite successful to detect rock cracks. Furthermore the result can be optimized with increase the threshold value to minimize the isolated pixel which is noise.

Keywords: *Rock discontinuity, Crack, Image segmentation, Region growing*

1. PENDAHULUAN

Bidang diskontinuitas batuan merupakan bidang dimana terjadinya pemisahan kesatuan bidang batuan. Salah satu penyebab terbentuknya bidang diskontinuitas ini adalah retakan yang terjadi pada bidang batuan sehingga menyebabkan bidang batuan tersebut terbelah. Jumlah retakan yang ditemui pada sebuah bidang batuan dapat menggambarkan kekuatan batuan tersebut. Semakin banyak retakan yang ditemui maka semakin lemah bidang batuan tersebut sehingga sangat rentan terjadinya longsoran. Jumlah retakan pada sebuah lereng merupakan salah satu parameter masukan yang sangat penting dalam analisa kestabilan lereng, khususnya analisa kestabilan lereng menggunakan metode *Rock Mass Rating* (RMR).

Pengambilan data retakan batuan umumnya dilakukan secara langsung di lapangan pada lereng yang akan dikaji. Metode pengambilan data retakan dilakukan dengan metode sampling di sepanjang garis tertentu yang disebut dengan *scan line*. Pengambilan data dengan metode ini akan membutuhkan waktu yang lama. Untuk itu perlu dicari pendekatan lain untuk mendapatkan data retakan batuan pada sebuah lereng dengan lebih cepat dan efisien.

Penelitian ini bertujuan untuk meninjau penggunaan teknik pengolahan citra khususnya metode segmentasi citra menggunakan algoritma *region growing* untuk mengidentifikasi bidang diskontinuitas batuan khususnya retakan batuan pada sebuah foto .

2. TINJAUAN PUSTAKA

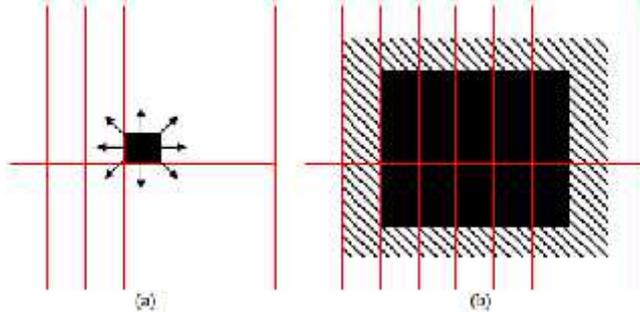
Segmentasi adalah proses pembagian sebuah citra ke dalam beberapa kelompok berdasarkan kriteria tertentu misalnya keseragaman nilai piksel. Dalam Yu [1] terdapat beberapa pendekatan yang dapat dilakukan dalam proses segmentasi antara lain: identifikasi sisi (*Edge-based approach*), Pengelompokkan (*Clustering-based approach*), Analisa wilayah (*Region-based approach*) dan Pemisahan atau penggabungan (*Split/merge approach*). Pada penelitian ini pendekatan

yang diambil adalah segmentasi berdasarkan analisa wilayah (*region-based approach*). Pada pendekatan ini segmentasi citra sangat dipengaruhi oleh kriteria yang diterapkan untuk menilai kesamaan sebuah wilayah. Untuk itu nilai ambang batas (*threshold value*) untuk memberikan keputusan pada algoritma untuk memasukkan sebuah piksel ke dalam sebuah wilayah menjadi sangat penting.

Gonzales dan Woods [2] menerangkan pendekatan segmentasi dengan algoritma region growing berdasarkan analisa delapan piksel berdampingan (*8 connectivity*) yaitu: Jika $f(x,y)$ merupakan piksel masukan dari sebuah citra; $S(x,y)$ adalah piksel permulaan (*seed pixel*) dan Q merupakan kriteria penilaian, maka proses region growing akan berjalan sebagai berikut:

1. Dari piksel permulaan (*seed pixel*) $S(x,y)$ temukan 8 piksel lain yang berdampingan.
2. Analisa ke delapan piksel berdampingan berdasarkan kriteria Q yang telah ditetapkan. Jika ada piksel berdampingan yang memenuhi kriteria Q , maka berikan label 1 pada piksel tersebut. Sebaliknya piksel yang tidak memenuhi kriteria diberi label 0.
3. Simpan piksel yang berlabel 1 pada citra keluaran sebagai sebuah wilayah.
4. Pada citra $f(x,y)$, temukan piksel yang berlabel 0 dan lakukan analisa seperti pada poin 2 dan 3.
5. Lakukan proses tersebut sampai tidak ada lagi piksel berlabel 0 pada citra $f(x,y)$.

Pada gambar 1 dapat dilihat proses *region growing*. Proses bermula pada sebuah piksel (*seed pixel*) seperti pada gambar 1 (a). Gambar 1 (b) memperlihatkan hasil *region growing* setelah dua kali iterasi. Piksel berarsir adalah piksel yang sedang dianalisa.



Gambar 1. Proses *region growing*

Algoritma *region growing* memberikan fleksibilitas dalam penentuan dan perubahan kriteria atau nilai Q . Keuntungan dari perubahan nilai Q ini adalah dapat menghapus piksel-piksel yang terisolasi yang merupakan *noise* sehingga hasil segmentasi menjadi lebih optimal. Dengan demikian algoritma ini lebih disukai untuk diterapkan pada citra yang memiliki *noise* yang tinggi. Namun di sisi lain algoritma ini membutuhkan waktu prosesing yang lebih lama karena harus melakukan operasi pada setiap piksel dalam citra.

3. METODELOGI PENELITIAN

Algoritma *region growing* seperti yang telah dibahas pada bagian tinjauan pustaka diimplementasikan dalam bahasa pemrograman C++. Diagram alir implementasi algoritma ini dapat dilihat pada gambar 2.

Citra masukan yang dipergunakan adalah gambar dalam format BMP. Format ini dipilih karena lebih sederhana strukturnya dan tidak mengalami pengompresan seperti format *Joint Photographic Experts Group* (JPEG) atau *Portable Network Graphic* (PNG). Namun kelemahannya memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan format JPEG atau PNG. Selain format BMP, citra masukan juga merupakan gambar hitam putih (*grayscale*) 8 bit. Menurut Wang dan Lai [3], konversi gambar berwarna ke dalam hitam putih dapat dilakukan dengan persamaan 1. Dengan R adalah saluran merah, G saluran hijau dan B saluran biru.

$$\text{Grayscale Image} = 0.3R + 0.59G + 0.11B \tag{1}$$

Penentuan kriteria Q merupakan nilai batas maksimum antara *seed pixel* dengan piksel lain yang dianalisa. Nilai batas maksimum ini selanjutnya disebut dengan *Threshold value* (T). Nilai T ditentukan dengan persamaan 2.

$$T = k\sigma \tag{2}$$

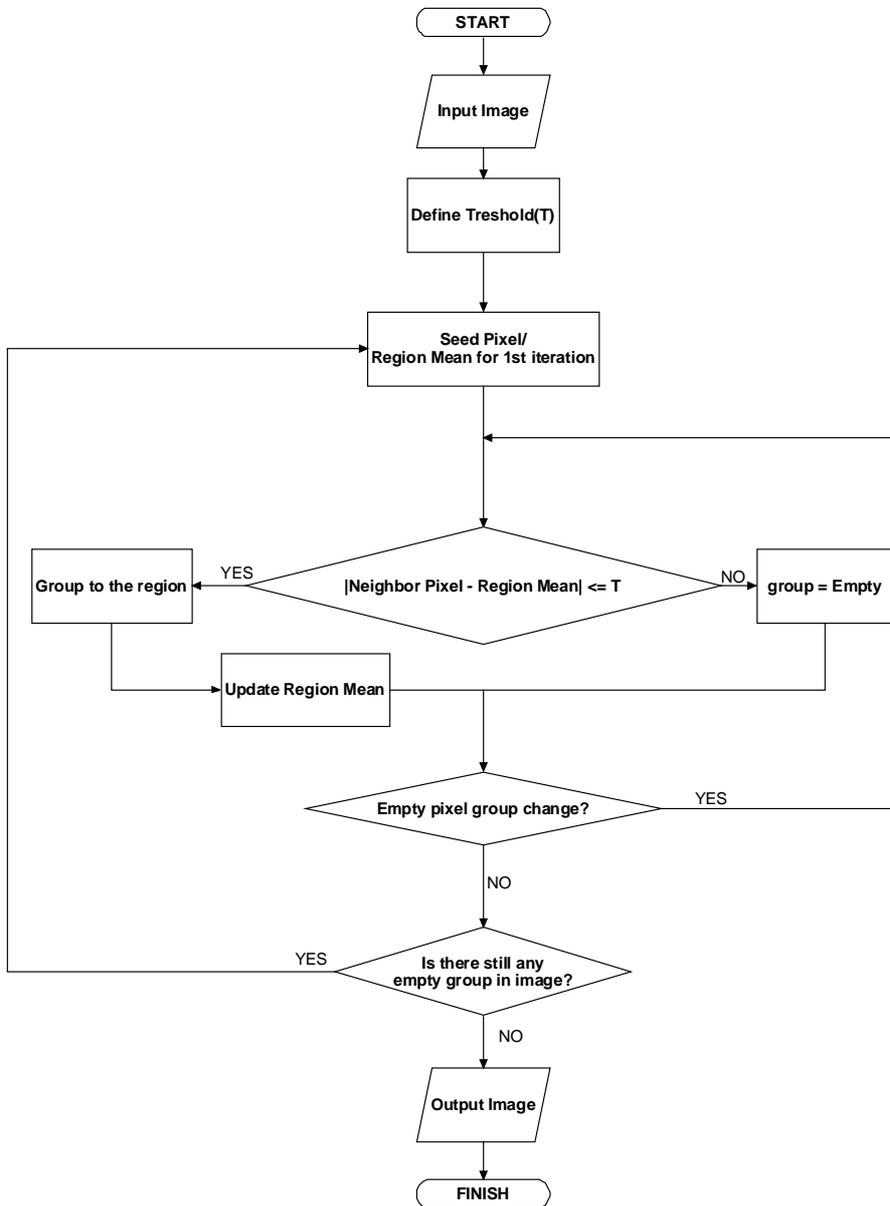
Dimana k adalah nilai konstanta dan σ standar deviasi citra masukan. Standar deviasi digunakan untuk mengukur homogenitas piksel-piksel dalam citra. Semakin homogen nilai piksel-piksel pada sebuah citra, maka nilai σ menjadi lebih kecil sebaliknya menjadi semakin besar apabila nilai pikselnya semakin heterogen. Nilai σ dapat diperoleh dari persamaan 3.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{rc} \sum_{i=0}^{r-1} \sum_{j=0}^{c-1} (I_{ij} - \bar{I})^2} \tag{3}$$

Dimana r adalah jumlah baris piksel, c jumlah kolom piksel, i dan j merupakan posisi piksel dalam baris dan kolom (i,j), I intensitas piksel dan \bar{I} adalah rata-rata intensitas nilai piksel. Secara umum nilai konstanta k adalah 1 sehingga $T=\sigma$. Nilai T nantinya dapat dirubah dengan merubah nilai konstanta k .

Setelah penentuan nilai T , selanjutnya ditentukan *seed pixel* pertama. Agar lebih sistematis dan seragam untuk semua citra masukan, *seed pixel* yang dipilih adalah piksel yang memiliki nilai yang sama yang terbanyak, sehingga dapat didefinisikan seperti persamaan 4. Dimana $s1$ adalah *seed pixel* pertama. I_n adalah piksel dengan nilai n .

$$s1 = [\sum I_n] = \max \tag{4}$$



Gambar 2. Diagram alir implementasi algoritma *region growing*

Setelah piksel permulaan ditentukan, maka algoritma akan melakukan proses iterasi. Apabila sebuah piksel memenuhi persamaan 5, maka piksel tersebut akan dikelompokkan ke dalam satu kelompok atau area yang sama.

$$(|I_{(i,j)} - \bar{R}| \leq T) = TRUE \quad (5)$$

Dimana $I_{(i,j)}$ adalah piksel yang akan dianalisa. \bar{R} adalah nilai rata-rata kelompok. \bar{R} akan terus diperbaharui setiap ada piksel masuk ke dalam area atau kelompok tersebut. Pada proses iterasi ini algoritma akan menghitung jumlah piksel yang tidak memiliki kelompok apakah sama atau tidak. Jika jumlah piksel yang tidak memiliki kelompok tidak berubah atau tetap maka proses iterasi akan berhenti dan sebaliknya proses iterasi akan terus berlanjut sampai jumlah piksel yang tidak memiliki kelompok tetap.

Untuk memastikan setiap piksel telah masuk ke dalam kelompok tertentu atau dengan kata lain tidak ada piksel yang tidak memiliki atau masuk ke sebuah area, maka algoritma akan melakukan pengecekan untuk mendeteksi piksel yang tidak memiliki kelompok. Jika ditemui, maka piksel tersebut akan menjadi *seed pixel* baru dan proses iterasi akan dimulai lagi. Apabila setiap piksel telah memiliki kelompok maka proses iterasi akan berhenti dan algoritma akan menuliskan citra keluaran. Dengan demikian proses telah selesai.

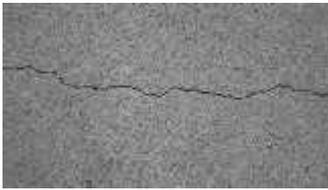
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian implementasi algoritma yang telah ditulis ke dalam bahasa C++ dilakukan dengan 35 gambar bidang batuan yang memiliki retakan. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa algoritma region growing cukup berhasil mendelineasi retakan yang ada pada bidang batuan.

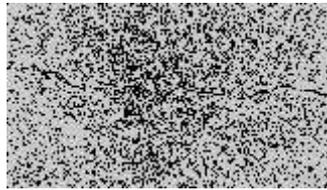
Pada gambar 3 dapat dilihat salah satu hasil pengujian. Gambar 3 (a) merupakan gambar sebelum dilakukan proses segmentasi dengan nilai rata-rata piksel 128 dan Standar deviasi 22 . Gambar 3 (b) merupakan hasil pengujian dengan $T=\sigma$. Terlihat hasil pengujian

dapat mendeteksi retakan, namun banyak sekali ditemui area-area hasil segmentasi yang merupakan *noise*. Untuk menghilangkan *noise* tersebut maka dilakukan penambahan *threshold value* (T) sejumlah 1.5σ , 2σ , 2.5σ dan 3σ .

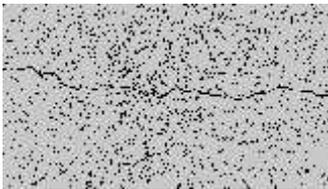
Gambar 3 (c), (d), (e) dan (f) adalah hasil segmentasi dengan nilai T berturut-turut 1.5σ , 2σ , 2.5σ dan 3σ . Dari gambar-gambar tersebut dapat dilihat bahwa *noise* semakin berkurang ketika nilai T semakin besar, dan *noise* berkurang dengan signifikan ketika $T = 3\sigma$.



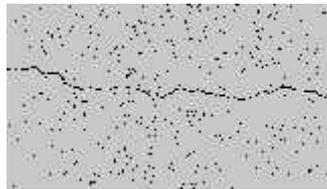
(a). Gambar Asli. Sumber:
<http://goo.gl/tgSX7p>



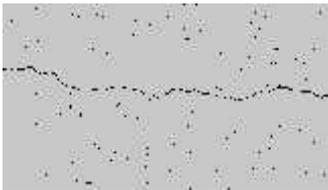
(b). $T = \sigma$



(c). $T = 1.5\sigma$



(d). $T = 2\sigma$

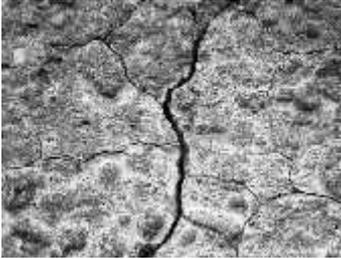


(e). $T = 2.5\sigma$

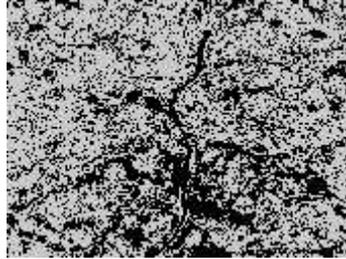


(f). $T = 3\sigma$

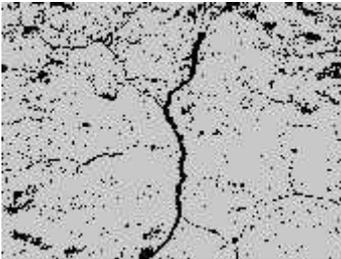
Gambar 3. Hasil segmentasi retakan bidang batuan dengan nilai $T = \sigma$, 1.5σ , 2σ , 2.5σ dan 3σ . Hasil optimum diperoleh ketika $T = 3\sigma$



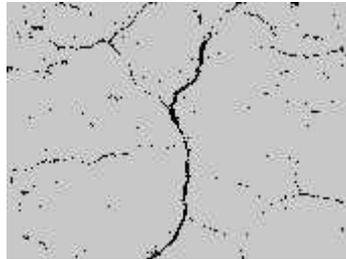
(a). Gambar Asli. Sumber:
<http://goo.gl/75pX2n>



(b). $T=\sigma$



(c). $T=1.5\sigma$



(d). $T=2\sigma$



(e). $T=2.5\sigma$

Gambar 4. Hasil segmentasi retakan bidang batuan dengan nilai $T=\sigma$, 1.5σ , 2σ , 2.5σ dan 3σ . Hasil optimum diperoleh ketika $T=2\sigma$

Gambar 4 adalah contoh lain hasil segmentasi retakan bidang batuan. Gambar 4 (a) merupakan gambar sebelum dilakukan segmentasi dengan intensitas piksel rata-rata 142 dan standar deviasi 58. Hasil segmentasi dengan $T=\sigma$ menghasilkan noise yang banyak seperti dapat dilihat pada gambar 4 (b). Kemudian nilai T dinaikkan

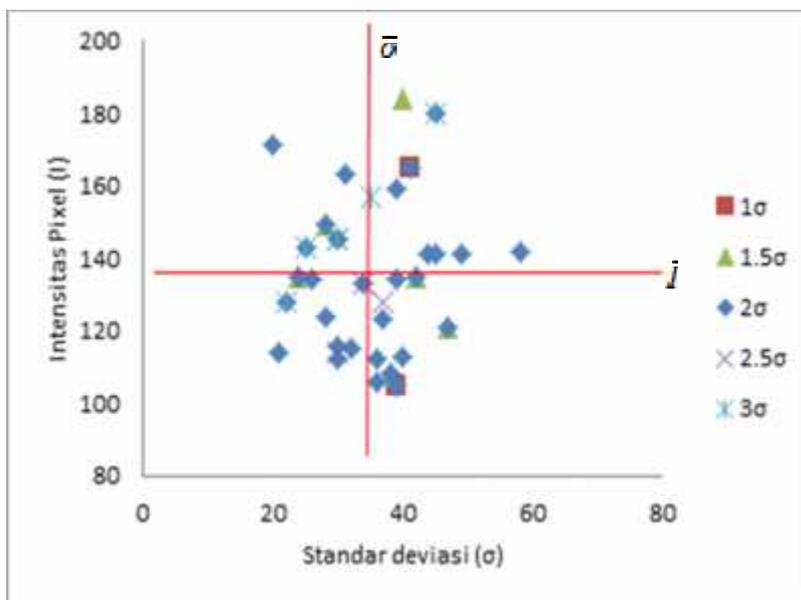
menjadi 1.5σ . Hasilnya noise masih cukup banyak walaupun sudah berkurang, seperti pada gambar 4 (c). Gambar 4 (d) adalah hasil segmentasi dengan $T=2\sigma$. Ketika $T=2\sigma$ hasil segmentasi menjadi lebih optimal. Retakan batuan dapat dilihat dengan *noise* yang telah berkurang secara signifikan dibandingkan dengan hasil sebelumnya. Gambar 4 (e) adalah hasil segmentasi dengan $T=2.5\sigma$. Pada T tersebut hasil segmentasi menjadi abu-abu seluruhnya. Artinya semua objek pada gambar dikelompokkan dalam satu area dengan satu nilai piksel. Dengan demikian nilai T optimum pada gambar ini adalah 2σ .

Proses pengujian yang sama dilakukan pada gambar-gambar yang lain, yaitu menguji hasil segmentasi dengan nilai $T=\sigma, 1.5\sigma, 2\sigma, 2.5\sigma$ dan 3σ . Hasil segmentasi kemudian dinilai secara visual. Dari hasil pengujian didapatkan hasil segmentasi optimal didapatkan paling banyak ketika $T=2\sigma$, sejumlah 18 gambar atau 51%. Pada T ini nilai piksel rata-rata (\bar{i}) adalah 131 dengan nilai piksel minimum (I_{min}) 106 dan nilai piksel maksimum (I_{max}) 171. Sedangkan nilai standar deviasi rata-rata ($\bar{\sigma}$) 36, dengan σ minimum (σ_{min}) 20 dan σ maksimum (σ_{max}) 58. Hasil pengujian secara lengkap dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian segmentasi

T	I_{min}	I_{max}	\bar{i}	σ_{min}	σ_{max}	$\bar{\sigma}$	n	%
1	105	165	135	39	41	40	2	6
1.5	108	184	139	24	47	37	6	17
2	106	171	131	20	58	36	18	51
2.5	114	145	130	30	37	33	4	11
3	128	180	151	22	45	31	5	14

Gambar 5 menunjukkan *scatter plot* hasil pengujian yang menggambarkan kedudukan T optimal relatif terhadap standar deviasi yang menjadi sumbu x dan nilai atau intensitas pixel yang merupakan sumbu y. Dari gambar 5 dapat dilihat tidak ada pola atau kecenderungan tertentu pada nilai standar deviasi dan intensitas piksel berapa akan memberikan hasil optimal dengan suatu nilai T tertentu. Nilai $T=2\sigma$ yang memberikan hasil segmentasi optimum terbanyak menyebar secara menyeluruh di dalam *scatter plot*.



Gambar 5. *Scatter Plot* hasil pengujian

5. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Segmentasi citra menggunakan algoritma *region growing* mampu mendelineasi retakan yang terjadi pada bidang batuan, dengan hasil yang bervariasi tergantung kepada nilai ambang batas (*threshold value*) yang digunakan.

2. Hasil segmentasi menghasilkan area-area yang bukan merupakan retakan yang disebut dengan *noise*. *Noise* tersebut dapat dihilangkan dengan menambah nilai ambang batas (*threshold value*).
3. Dari pengujian menggunakan 35 gambar retakan bidang batuan, hasil segmentasi yang optimal paling banyak ditemukan ketika nilai $T=2\sigma$, sejumlah 18 gambar atau 51%.
4. Dari *scatter plot* yang menggambarkan hasil segmentasi dengan T yang paling optimal menunjukkan tidak ada kecenderungan tertentu terhadap nilai piksel dan standard deviasi piksel sebuah citra atau gambar. Nilai $T=2\sigma$ menyebar secara menyeluruh dalam *scatter plot*.

6. SARAN

Berikut beberapa saran yang mungkin dapat digunakan dalam pengembangan penelitian serupa.

1. Format gambar masukan yang digunakan dalam penelitian ini adalah format BMP 8 bit (*grayscale*). Untuk pengembangan selanjutnya dapat dikembangkan untuk menggunakan gambar masukan dalam format yang lebih kecil seperti JPEG atau PNG 24 bit (gambar berwarna).
2. Dalam penelitian ini tidak diterapkan algoritma untuk mendeteksi batas retakan (*crack boundary*). Untuk menyempurnakan penelitian ini, maka ada baiknya diterapkan algoritma untuk mendeteksi batas retakan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Yu, H.G. (2004) Morphological Image Segmentation for Co-Aligned Multiple Images Using Watersheds Transformation. Master Thesis, Florida State University.
2. Gonzales, R.C. and Woods, R.E. (2008) Digital Image Processing. 3rd Ed. Pearson Prentice Hall: New Jersey.

3. Wang, M. and Lai, C.H. (2009) A Concise Introduction to Image Processing using C++. Chapman & Hall/CRC: Boca Raton, Florida.
4. Phillips, D. (1994) Image Processing in C. 2nd Ed. R&D Publications: Kansas.
5. Green, B. (2002) Raster Data Tutorial
<http://www.pages.drexel.edu/~weg22/raster.html>. Diakses tanggal 30 November 2010.
6. Marshall, D. Region Growing
http://www.cs.cf.ac.uk/Dave/Vision_lecture/node35.html#SECTION00172000000000000000. Diakses tanggal 25 Desember 2010.