PERBANDINGAN BEBERAPA METODE FILTERISASI CITRA DAN DETEKSI SISI CANNY PADA SEGMENTASI OTOMATIS CITRA SIDIK JARI

Agus Buono*, Sugi Guritman$, Muhidin Susanto+
*Departemen Ilmu Komputer, FMIPA, Institut Pertanian Bogor
Jl. Raya Pajajaran Bogor, Indonesia
$Departemen Matematika, FMIPA, Institut Pertanian Bogor
Jl. Raya Pajajaran Bogor, Indonesia
+Departemen Ilmu Komputer, FMIPA, Institut Pertanian Bogor
Jl. Raya Pajajaran Bogor, Indonesia
Email : m03h1d1n@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan dan menganalisis beberapa metode filterisasi citra (filterisasi rataan lokal, filterisasi ragam lokal, filterisasi koherensi lokal) dan deteksi sisi Canny pada proses segmentasi otomatis citra sidik jari. Hasil dari masing-masing metode kemudian akan dibandingkan untuk menentukan metode segmentasi yang optimal. Untuk memperbaiki daerah segmentasi yang dihasilkan, maka proses segmentasi dilanjutkan dengan operasi *opening* dan *closing*. Hasil penelitian menunjukkan metode segmentasi dengan deteksi sisi Canny menunjukkan kinerja segmentasi yang paling baik dengan tingkat rata-rata *acceptance rate* (AR) 100% , *background cleaning* (BC) 93.4849%, *feature proportion* (FP) 87.6105% dan *dimension reduction* (DR) 21.4999%. Sementara itu waktu proses untuk citra berdimensi 128x128 rata-rata 0.5280 detik dan untuk citra berdimensi 364x360 rata-rata 4.3614 detik.

Kata kunci : segmentasi citra sidik jari, deteksi sisi Canny, koherensi citra, operasi morfologi citra.

1. PENDAHULUAN

Sistem pengenalan identitas menggunakan sidik jari telah diaplikasikan secara luas untuk berbagai keperluan, diantaranya pada bidang forensik, pembuatan kartu identitas, maupun identifikasi pelaku kejahatan untuk penegakan hukum. Salah satu tahapan penting pada sistem pengenalan sidik jari adalah ekstraksi ciri (*feature extraction*) sidik jari. Pada tahap ini *input* citra sidik jari akan diproses menggunakan teknik tertentu sehingga menghasilkan pola sidik jari yang akan disimpan sebagai pola referensi maupun dicocokkan dengan pola referensi yang ada. Keberhasilan proses identifikasi sangat bergantung pada kualitas ekstraksi pola sidik jari yang dihasilkan.

Sementara itu, *input* citra sidik jari yang diproses seringkali berkualitas buruk, misalnya hanya sebagian saja sidik jari yang tampak pada citra dan selebihnya hanya *noise*. Citra sidik jari pada kondisi tersebut akan lebih sulit diidentifikasi selain memperlambat kinerja sistem disebabkan dimensinya yang besar dibandingkan pola sidik jari yang diproses.

Untuk memisahkan pola sidik jari dari latar belakang atau *noise* pada citra dapat dilakukan melalui proses segmentasi. Proses segmentasi citra melalui teknik pemrosesan citra digital dapat dilakukan melalui pendekatan filterisasi nilai rataan, ragam, maupun koherensi tiap piksel citra [2].

2. SEGMENTASI CITRA SIDIK JARI

2.1. Pendekatan Segmentasi

Citra sidik jari yang digunakan sebagai data masukan pada penelitian ini merupakan citra sidik jari yang dihasilkan melalui proses *scan* jejak tinta pada jari yang ditempelkan pada media tertentu. Pola sidik jari pada citra dikenali sebagai piksel atau daerah yang memiliki tingkat warna keabuan yang lebih rendah (gelap) dibandingkan dengan latar belakang citra.

Pada citra sidik jari, piksel-piksel pada daerah di luar pola sidik jari umumnya mempunyai karakteristik tingkat warna yang lebih seragam dibandingkan dengan daerah yang menjadi pola sidik jarinya. Karena karakteristik pola sidik jari mempunyai tingkat warna keabuan yang lebih rendah (gelap) dibandingkan yang bukan, maka dapat diduga bahwa nilai piksel pada daerah-daerah yang terdapat pola-pola sidik jari akan memiliki rataan yang lebih rendah dibandingkan dengan daerah yang tidak memiliki pola sidik jari. Sebaliknya pada daerah-daerah yang terdapat pola-pola sidik jari akan memiliki tingkat nilai keragaman yang lebih tinggi (tidak seragam) dibandingkan dengan-daerah yang tidak memiliki pola sidik jari.

Sementara itu guratan galur pada pola sidik jari akan membentuk suatu garis-garis yang cenderung sejajar, maka pada daerah-daerah yang terdapat pola sidik jari tersebut akan memiliki tingkat keseragaman arah yang lebih besar dibandingkan latar belakang citra. Satuan tingkat keseragaman arah dapat diukur melalui koherensi citra (*image koherence*). Menurut Kass & Witkin (1987) satuan koherensi dinyatakan sebagai:

$$Coh = \frac{\left|\sum_W \left(G_{s,x}, G_{s,y}\right)\right|}{\sum_W \left|\left(G_{s,x}, G_{s,y}\right)\right|} = \frac{\sqrt{\left(G_{xx} - G_{yy}\right)^2 + 4G_{xy}^2}}{G_{xx} + G_{yy}} \quad (1)$$

dengan $\left(G_{s,x}, G_{s,y}\right)$ merupakan gradien kuadratik lokal pada blok citra W.

Berdasarkan karakteristik rataan, ragam dan koherensi piksel tersebut maka setiap pixel dapat dipetakan menjadi dua kategori, misalnya latar depan dan latar belakang citra yang berguna untuk memisahkan pola sidik jari dari latar belakang atau *noise* pada citra.

Sementara itu, karakteristik objek pada citra sidik jari dapat dibagi menjadi dua, yaitu objek yang menjadi ciri sidik jari yang berbentuk pola garis-garis galur sidik jari, dan *noise* di sekitar daerah ciri sidik jari. *Noise* dapat berupa titik-titik menyebar maupun berbentuk *region-region* (daerah kumpulan titik-titik seragam pada citra). Dengan melakukan operasi deteksi sisi pada citra akan didapatkan *polyline- polyline* yang khas pada masing-masing objek. Kemudian jika diteruskan dengan operasi morfologi citra maka akan didapatkan *region* yang dapat digunakan untuk memisahkan daerah ciri sidik jari dari *noise* atau latar belakang citra. Metode deteksi sisi yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Canny.

2.2. Metode Penelitian

Setiap input citra akan dibaca sebagai citra *grayscale*. Sebelum diproses citra akan dinormalisasi dahulu dengan menggunakan metode Lin Hong. Normalisasi Lin Hong suatu citra I didefinisikan sebagai:

$$N(i,j) = \begin{cases} M_0 + \sqrt{\dfrac{VAR_0(I(i,j)-M)^2}{VAR}}, jika I(i,j) > M \\ M_0 - \sqrt{\dfrac{VAR_0(I(i,j)-M)^2}{VAR}}, selainnya \end{cases} \quad (2)$$

dengan M dan VAR secara berturut-turut merupakan rataan dan ragam citra. Sedangkan M_0 dan VAR_0 merupakan nilai rataan dan ragam yang diduga. Pada penelitian ini M_0 dan VAR_0 didefinisikan sebagai penjumlahan antara rataan dan standar deviasi citra.

Selanjutnya proses segmentasi akan menggunakan 4 metode berbeda. Untuk filterisasi rataan lokal, ragam lokal dan koherensi lokal suatu citra *input* yang telah dinormalkan **I** akan dibagi-bagi menjadi *window - window* yang saling *overlap*, **W** berukuran *axa*.

Hitung rataan setiap *window* **W**, hasil filterisasi rataal lokan F memenuhi:

$$F(W) = \begin{cases} 1, & jika\ M(W) > M(I) \\ 0, & selainnya \end{cases} \quad (3)$$

dengan *M(I)* rataan seluruh *window*.

Hitung ragam setiap *window* **W**, hasil filterisasi ragam lokal F memenuhi:

$$F(W) = \begin{cases} 1, & jika\ V(W) < V(I) \\ 0, & selainnya \end{cases} \quad (4)$$

dengan *V(I)* sebagai rataan ragam semua *window*.

Hitung koherensi setiap *window* **W**, hasil filterisasi koherensi lokal F memenuhi:

$$F(W) = \begin{cases} 1, & jika\ Coh(W) < Coh(I) \\ 0, & selainnya \end{cases} \quad (5)$$

dengan *Coh(I)* sebagai rataan koherensi semua *windo*.

Ukuran *window* yang digunakan untuk filterisasi adalah 7x7, 15x15, 23x23, dan 31x31 piksel dengan *overlap* sebesar 3/4 ukuran *window*.

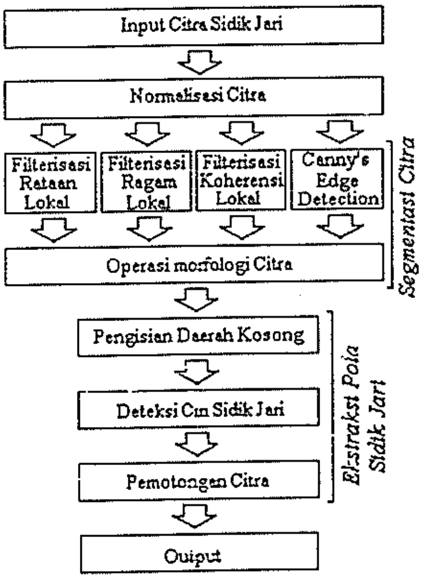
Sementara itu segmentasi dengan deteksi sisi canny tidak menggunakan *sliding window*. Hasil segmentasi akan berupa citra biner, semua piksel yang dipetakan sebagai latar depan akan bernilai 0, sedangkan piksel yang dipetakan sebagai latar belakang akan bernilai 1.

Selanjutnya citra hasil segmentasi diproses dengan operasi morfologi citra *opening* dan *closing* menggunakan 3 bentuk *structuring element: square, disk* dan *diamond*. Ukuran *structuring element* yang digunakan adalah 7x7, 15x15, 23x23, dan 31x31 piksel.

Untuk mengantisipasi adanya *hole* pada daerah segmentasi kemudian dilakukan operasi pengisian *hole* dengan memperhatkan keterhubungan 4 piksel.

Proses selanjutnya adalah deteksi ciri sidik jari. Proses ini akan mengekstraksi ciri sidik jari dengan memetakan setiap piksel latar depan dengan piksel citra sidik jari yang asli pada koordinat yang bersesuaian. Sedangkan piksel latar belakang akan tetap dipertahankan. Proses ini akan menghasilkan citra tersegmentasi yang berisi daerah-daerah ciri sidik jari dengan latar belakang piksel bernilai 1.

Untuk mereduksi dimensi citra segmentasi selanjutnya dilakukan operasi pemotongan citra. Setiap baris dan kolom piksel akan dihitung rataannya, jika rataan bernilai lebih dari 80% maka baris atau kolom tersebut akan direduksi. Proses ini akan menghilangkan *noise* minimal 20% pada tiap baris/ kolom piksel. Alur proses segmentasi ditampilkan pada gambar berikut:



Gambar 1. Alur proses segmentasi.

2.3. Struktur Percobaan

Percobaan dilakukan pada dua basis data contoh sidik jari, basis data 1 berisi 190 citra sidik jari dengan dimensi 128x128 piksel dan proporsi sidik jari berkisar antara 60% sampai 98%. Sementara itu basis data 2 berisi 115 citra sidik jari dengan dimensi 364x360 piksel dan proporsi sidik jari berkisar antara 40% sampai 60%. Data contoh sidik jari tersebut dapat diperoleh di alamat http://www.fulcrumspi.com/ vf_download.htm.

Percobaan melalui dua tahap. Pada tahap pertama, segmentasi dengan menggunakan metode filterisasi rataan lokal, filterisasi ragam lokal dan filterisasi koherensi lokal dengan ukuran *window* yang berbeda-beda (7x7, 15x15, 23x23, dan 31x31 piksel) tanpa melalui proses operasi morfologi citra. Percobaan ini bertujuan untuk mencari ukuran *window* yang optimal untuk melakukan segmentasi pada masing-masing metode segmentasi dengan melihat data hasil pengujiannya. Ukuran *window* tersebut selanjut-nya akan digunakan pada tahap percobaan tahap berikutnya.

Pada tahap kedua, akan dilakukan percobaan segmentasi dengan menggunakan metode filterisasi rataan lokal, filterisasi rataan lokal, filterisasi koherensi lokal dan deteksi sisi Canny. Pada tahap ini juga akan dilakukan proses operasi morfologi citra dengan menggunakan *structuring element* yang berbeda (*square, disk*, dan *diamond*) dengan ukuran yang sama pada operasi *closing* dan *opening*. Percobaan ini bertujuan untuk menentukan kombinasi metode segmentasi yang optimal serta melihat hubungan bentuk dan ukuran *structuring element* terhadap citra hasil segmentasi.

Parameter pengujian yang digunakan terdiri atas: *acceptance rate* (AR) yang menunjukkan tingkat keberhasilan sistem untuk memproses seluruh citra *input*, *background cleaning* (BC) yang menunjukkan tingkat keberhasilan sistem untuk menghasilkan *output* tanpa adanya *isolated region*, *feature proportion* (FP) yang menunjukkan proporsi ciri sidik jari pada citra *output*, *dimension reduction* (DR) yang menunjukkan tingkat reduksi dimensi citra *output* yang dihasilkan, serta waktu proses sistem untuk melakukan segmentasi.

3. HASIL EKSPERIMEN

Hasil percobaan tahap pertama menunjukkan ukuran *window* pada tiap-tiap metode segmentasi filterisasi memiliki pengaruh yang bervariasi terhadap hasil segmentasi, bergantung pada karakteristik *noise* yang terdapat pada citra.

Ukuran *window* optimal pada masing-masing metode filterisasi ditunjukkan dengan nilai AR, BC, FP dan DR tertinggi serta waktu proses yang paling singkat. Hasil percobaan yang menunjukkkan nilai optimal ditampilkan pada tabel berikut:

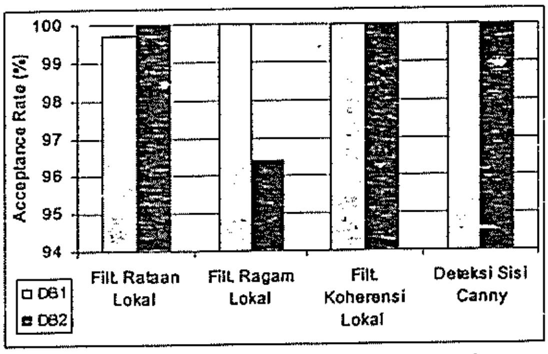
Tabel 1. Hasil percobaan tahap 1 basis data 1

Parameter	Basis Data 1		
	Filt. Rataan Lokal (7x7)	Filt. Ragam Lokal (23x23)	Filt. Coh. Lokal (23x23)
AR (%)	97.3684	100	100
BC (%)	10.5263	100	98.9474
FP (%)	60.7491	88.0531	89.0930
DR (%)	32.7807	16.0405	11.3231
Wkt. (det)	0.3024	0.3072	0.3551

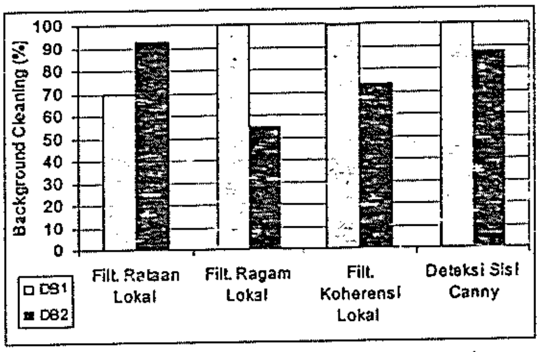
Tabel 2. Hasil percobaan tahap 1 basis data I

Parameter	Basis Data 2		
	Filt. Rataan Lokal (23x23)	Filt. Ragam Lokal (7x7)	Filt. Coh. Lokal (31x31)
AR (%)	100	93.0435	100
BC (%)	89.5652	6.0870	71.3043
FP (%)	73.7223	43.9508	72.4027
DR (%)	47.8102	77.2316	22.7607
Wkt. (det)	4.8979	5.8285	5.3000

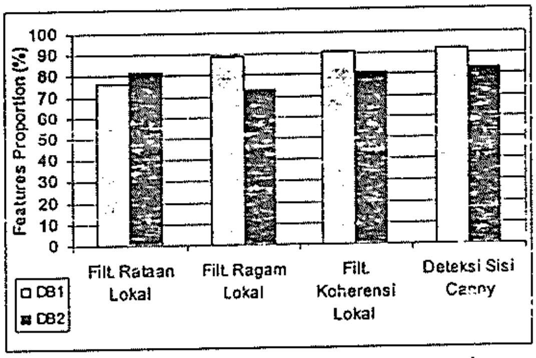
Pada percobaan tahap 2, metode filterisasi menggunakan ukuran *window* optimal yang dihasilkan pada percobaan tahap pertama. Grafik hasil percobaan pada tiap-tiap basis data untuk parameter AR, BC, FP dan DR ditunjukkan pada gambar berikut:



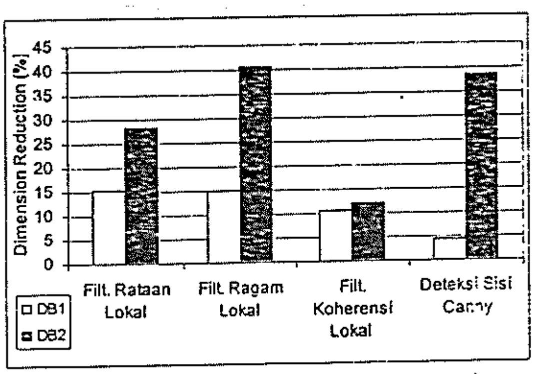
Gambar 2. Grafik tingkat AR segmentasi



Gambar 3. Grafik tingkat BC segmentasi

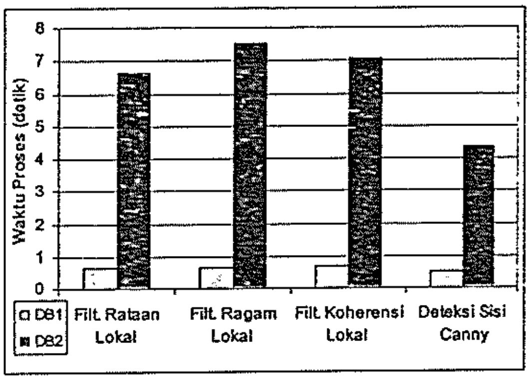


Gambar 4. Grafik tingkat FP segmentasi



Gambar 5. Grafik tingkat DR segmentasi

Berdasarkan analisis pada masing-masing parameter pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa metode segmentasi dengan deteksi sisi Canny ternyata menunjukkan hasil terbaik dalam melakukan segmentasi citra sidik jari dibandingkan metode filterisasi rataan lokal, filterisasi ragam lokal maupun filterisasi koherensi lokal ditinjau dari parameter pengujian *acceptance rate* (AR), *background cleaning* (BC), *feature proportion* (FP) maupun waktu proses.



Grafik waktu proses segmentasi

Berikut hasil pengujian rata–rata metode segmentasi dengan deteksi sisi Canny untuk parameter pengujian AR, BC, FP, DR dan waktu proses.

Tabel 3. Rataan hasil percobaan deteksi sisi Canny

AR (%)	BC (%)	FP (%)	DR (%)	Wkt. Proses	
				BD1	BD2
100	93.4849	87.6105	21.4999	0.5280	4.3614

Data hasil percobaan juga menunjukkan bahwa variasi bentuk ***structuring element*** pada operasi morfologi citra tidak mempengaruhi kinerja proses segmentasi citra baik dilihat dari parameter AR, BC, FP maupun DR. Bentuk *structuring element* hanya mempengaruhi waktu proses segmentasi. Bentuk *disk* menyebabkan waktu proses yang lebih lama dibandingkan bentuk *square* dan *diamond*. Bentuk *structuring element square* menghasilkan *output* optimal dengan tingkat rata-rata AR=99,3636%, BC=86,0090%, FP=83,5056%, DR=21,0683%, dan waktu proses 0,60096 detik untuk basis data 1 dan 6,3387 detik untuk basis data 2.

Sementara itu semakin besar ukuran *structuring element* pada operasi morfologi citra akan meningkatkan hasil segmentasi untuk parameter AR, BC dan FP, dan sebaliknya akan menurunkan tingkat DR. Semakin besar ukuran *structuring element* juga akan menyebabkan waktu proses segmentasi yang semakin lebih lama. Ukuran *structuring element* 23x23 piksel merupakan ukuran yang optimal dengan tingkat rata-rata AR=99,8837%, BC=90,5711%, FP=84,2351%, DR=19,3289%, dan waktu proses 0,6683 detik untuk basis data 1 dan 6,6122 detik untuk basis data 2.

4. KESIMPULAN

Proses filterisasi rataan lokal, filterisasi ragam lokal, filterisasi koherensi lokal dan deteksi sisi Canny dapat digunakan sebagai metode segmentasi citra sidik jari. Hasil segmentasi citra sangat bergantung pada karakteristik dan intensitas *noise* pada citra *input* sidik jari. Di antara metode-metode tersebut deteksi sisi Canny menunjukkan kinerja segmentasi yang lebih baik dengan tingkat rata-rata *acceptance rate* (AR) 100% , *background cleaning* (BC) 93.4849%, *feature proportion* (FP) 87.6105% dan *dimension reduction* (DR) 21.4999%. Sementara itu waktu proses untuk citra berdimensi 128x128 rata-rata 0.5280 detik dan untuk citra berdimensi 364x360 rata-rata 4.3614 detik

Waktu proses segmentasi dengan menggunakan pendekatan pemrosesan citra digital berkorelasi dengan dimensi citra *input*. Semakin besar dimensi citra *input*, maka waktu proses segmentasi juga akan semakin lama. Hal ini disebabkan pendekatan pemrosesan citra digital merupakan operasi yang memproses nilai tiap piksel pada citra.

Penelitian ini berhasil mendapatkan suatu teknik segmentasi otomatis citra sidik jari yang optimal yakni dengan pendekatan deteksi sisi Canny, dengan bentuk dan ukuran *structuring element* pada proses operasi *opening* dan *closing* optmal yaitu: bentuk square dengan dimensi 23x23 piksel. Teknik segmentasi ini selanjutnya dapat digunakan sebagai sistem pengekstrasi ciri sidik jari pada suatu sistem pengenalan sidik jari yang lebih besar.

Contoh hasil segmentasi digambarkan sebagai berikut:

Citra Input (364x360)

Filterisasi Rataan Lokal (271x224) *Window* : 23x23

Filterisasi Ragam Lokal (224x198) *Window* : 7x7

Filterisasi Koherensi Lokal (293x285) *Window* : 31x31

Deteksi Sisi Canny (254x205)

(segmentasi menggunakan *structuring element* berbentuk *diamond* dengan ukuran 7x7)

5. REFERENSI

[1] Bazen A.M, S.H. Gerez. 2002. Systematic Methods for the Computational of the Directional Fields and Singular Points of Fingerprints, *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 24, No. 7, Juli 2002.

[2] Bazen A.M, S.H. Gerez. 2000. *Segmentation of Fingerprint Images.* http://www.stw.nl/programmas/prorisc/proc2000/bazen.pdf. [24 April 2004].

[3] Gonzales, R. C & R. E. Woods. 1992. *Digital Image Processing.* Addison Wasley, Massacusshets.

[4] Jain. A K. 1989. *Fundamental of Digital Image Processing.* Prentice-Hall. Singapura.

[5] Jain. A K, L. Hong, S. Pakanthi, R. Bolle. 1997. An Identity Authentication System using Fingerprints, *IEEE Proceedings*, Vol. 85, No.9, 1997.

[6] Lin Hong, Y.Wan, A. Jain. 1998. Fingerprint Image Enhancement: Algorithm and Performance Evaluation, *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol.20, no.8, 1998.

[7] Pitas Ioannis. 1993. *Digital Image Processing Algorithms.* Simon & Schuster Int. Corp. USA.

[8] Qun Ren. 2002. *Automatic Segmentation of Fingerprint Images.* http://www.fingerpas.net/chn/download/AFIS_accepted_by_AutoID2002.pdf. [11 Mei 2004]

[9] Resmana. 2003. *Image Processing Basics.* http://faculty.petra.ac.id/resmana/private/compvision/papers. [26 April 2003]

[10] Resmana. 2003. *Binary Image Analysis.* http://faculty.petra.ac.id/resmana/private/compvision/papers. [26 April 2003].