

Segmentasi Obyek pada Citra Digital Menggunakan Metode Otsu *Thresholding*

Slamet Imam Syafi'i
(08.04.1.1.1.00109)

Pembimbing 1 : Dr. Arif Muntasa, S.Si., MT.
Pembimbing 2 : Rima Tri Wahyuningrum, S.T., MT.

ABSTRAK

Citra digital memiliki ukuran dan obyek berupa *foreground* dan *background*. Untuk memisahkannya, perlu dilakukan sebuah proses segmentasi citra. Salah satu metode dalam proses segmentasi citra adalah menggunakan Metode Otsu *thresholding*. Penelitian ini dibagi menjadi lima proses, yaitu *input* data citra, *pre-processing*, segmentasi, *cleaning*, dan perhitungan akurasi. Tahap pertama adalah *input* data citra digital RGB yang di dalamnya terdiri dari beberapa obyek. Tahap kedua adalah konversi dari citra RGB ke citra *grayscale*. Tahap ketiga adalah mencari nilai ambang secara otomatis menggunakan Metode Otsu *thresholding*, kemudian dikonversi ke citra biner. Tahap keempat adalah proses *invert image*, *noise removal* dengan nilai ambang 150, dan *morphology*. Tahap terakhir adalah proses perhitungan akurasi dilakukan untuk mengukur kinerja dari metode segmentasi yang selanjutnya hasil dari proses tersebut dibandingkan dengan citra *Ground Truth* hasil pengamatan *user* secara langsung untuk menghitung tingkat akurasi. Pengujian dilakukan pada *Weizmann Segmentation Database* sebanyak 30 citra digital RGB. Akurasi yang didapat dari pengujian tersebut sebesar 93,33%, sehingga Metode Otsu *thresholding* mampu melakukan segmentasi dengan baik.

Kata Kunci : **Metode Otsu *thresholding*, *Morphology*, Segmentasi, *Weizmann Database*.**

KATA PENGANTAR

الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT. karena atas Rahmat, Hidayah dan Pertolongan-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul:

“Segmentasi Obyek pada Citra Digital Menggunakan Metode Otsu Thresholding”.

Saat proses menyusun Tugas Akhir ini, penulis menghadapi berbagai cobaan, halangan, dan rintangan. Tugas Akhir ini juga tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dari pihak lain. Pihak-pihak yang telah memberi dukungan, motivasi, dan bantuan kepada penulis. Bantuan tersebut sangat berarti bagi penulis. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ebok dan Bapak tercinta untuk kesabaran dan kasih sayangnya terhadap saya, serta do'a restu pada setiap langkah yang tak pernah berhenti mendo'akan, mendukung, menasehati, dan membiayai kuliah saya.
2. Mas dan Sepupu yang terus memberikan semangat dan selalu mendukung saya.
3. Bapak Dr. Arif Muntasa, S.Si., MT. selaku dosen pembimbing I dan Ibu Rima Tri Wahyuningrum, S.T., MT. selaku dosen pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan pengarahan, saran, dan motivasi hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
4. Segenap Staf Dosen Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura yang telah memberikan tambahan ilmu bagi penulis.
5. Teman seperjuangan Stevian, Vicky, Andy, dan semua yang telah memberikan dorongan semangat dan tali silaturahmi yang sangat erat, terima kasih juga buat Eko dan sekeluarga.
6. Adek Nurdiah yang bersedia menjadi pembimbing ketiga secara tidak langsung.
7. Adek Okie, Thoyik, Umi, dan Intan yang selalu menyemangati saya dan terus memberikan motivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

8. Teman-teman Teknik Informatika “OI ‘08”, terima kasih atas kebersamaan selama masa perkuliahan.
9. Teman-teman Plat-M dan teman-teman blogger yang lain, terima kasih atas segala pengalamannya.
10. Dan pihak-pihak yang tak dapat disebutkan satu persatu yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT. membalas kebaikan dan ketulusan semua pihak yang telah membantu saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya. Semoga penelitian Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat serta bernilai ibadah di hadapan Allah SWT.

Bangkalan, 6 Januari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR ISTILAH.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II STUDI PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	7
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Citra Digital	9
2.2.2 <i>Pre-Processing</i>	10
a. <i>Input</i> Citra RGB	10
b. <i>Grayscale</i>	11
c. Histogram Citra	11
2.2.3 <i>Segmentation</i>	12
a. Segmentasi Citra.....	12
b. Metode Otsu <i>Thresholding</i>	13
c. Binerisasi	15
2.2.4 <i>Cleaning</i>	16

a. <i>Invert Image</i>	16
b. <i>Noise Removal</i>	16
2.2.5 <i>Morphology</i>	17
2.2.6 <i>Labelling</i>	19
a. <i>Regionprops</i>	19
b. <i>Objects Count</i>	20
c. <i>Crop Objects</i>	20
d. <i>Ground Truth</i>	21
BAB III PERANCANGAN SISTEM	23
3.1 Desain Perancangan Sistem	23
3.2 Alur Kerja Sistem	26
3.2.1 <i>Input Citra Digital</i>	26
3.2.2 <i>Pre-Processing</i>	26
a. <i>Konversi ke Grayscale</i>	26
3.2.3 <i>Segmentasi</i>	28
a. <i>Otsu Thresholding</i>	28
b. <i>Binerisasi</i>	30
c. <i>Invert Image</i>	31
d. <i>Noise Removal</i>	32
3.2.4 <i>Morphology</i>	33
3.2.5 <i>Labelling dan Perhitungan Akurasi</i>	34
a. <i>Regionprops</i>	34
b. <i>Objects Count</i>	36
c. <i>Crop Objects</i>	37
c. <i>Ground Truth</i>	38
BAB IV IMPLEMENTASI SISTEM	40
4.1 Lingkungan Uji Coba	40
4.2 Data Uji Coba	40
4.3 Runtutan Proses	41
4.3.1 <i>Citra RGB</i>	41
4.3.2 <i>Merubah Citra ke Grayscale</i>	42
4.3.3 <i>Histogram Citra Grayscale</i>	42
4.3.4 <i>Segmentasi dengan Metode Otsu thresholding</i>	43
4.3.5 <i>Binerisasi</i>	44

4.3.6 <i>Invert Image</i>	45
4.3.7 <i>Noise Removal</i>	46
4.3.8 <i>Morphology</i>	47
4.3.9 <i>Regionprops</i>	48
4.3.10 <i>Objects Count</i>	49
4.3.11 <i>Crop Objects</i>	49
4.3.12 <i>Ground Truth</i>	51
4.4 Skenario Uji Coba	51
4.5 Uji Coba	53
4.5.1 Metode Otsu <i>thresholding</i>	53
a. Skenario Uji Coba 1	53
b. Skenario Uji Coba 2	56
4.5.2 <i>Invert Image</i>	58
a. Skenario Uji Coba 1	58
b. Skenario Uji Coba 2	61
4.5.3 Nilai Ambang <i>Noise Removal</i>	64
a. Skenario Uji Coba 1	64
b. Skenario Uji Coba 2	66
c. Skenario Uji Coba 3	67
d. Skenario Uji Coba 4	69
e. Skenario Uji Coba 5	71
4.6 Analisa	72
4.6.1 Analisa Uji Coba Terhadap Metode Otsu <i>thresholding</i>	72
4.6.2 Analisa Uji Coba Terhadap <i>Invert Image</i>	74
4.6.3 Analisa Uji Coba Terhadap Nilai Ambang <i>Noise Removal</i>	75
BAB V PENUTUP	78
5.1 Kesimpulan	78
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	84
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	134

DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 2.1 Koordinat citra digital	9
Gambar 2.2 Tampilan contoh citra RGB	10
Gambar 2.3 Intensitas piksel pada citra <i>grayscale</i>	11
Gambar 2.4 Tampilan citra <i>grayscale</i>	11
Gambar 2.5 Contoh histogram citra <i>grayscale</i>	12
Gambar 2.6 Tampilan histogram citra <i>grayscale</i>	12
Gambar 2.7 Tampilan citra biner	15
Gambar 2.8 Tampilan citra <i>invert</i>	16
Gambar 2.9 Tampilan citra <i>noise removal</i>	17
Gambar 2.10 (a) Citra asli (b) Citra <i>filling holes</i>	18
Gambar 2.11 Tampilan citra <i>morphology</i>	18
Gambar 2.12 Tampilan <i>regionprops</i> pada citra.....	19
Gambar 2.13 (a) dan (b) Tampilan citra hasil <i>crop objects</i>	20
Gambar 3.1 Rancangan umum sistem.....	23
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> keseluruhan sistem.....	25
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> citra <i>grayscale</i>	27
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Otsu <i>thresholding</i>	29
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> binerisasi	30
Gambar 3.6 <i>Flowchart invert image</i>	31
Gambar 3.7 <i>Flowchart noise removal</i>	32
Gambar 3.8 <i>Flowchart morphology</i>	33
Gambar 3.9 Penentuan titik tengah obyek	34
Gambar 3.10 <i>Flowchart regionprops</i>	35
Gambar 3.11 <i>Flowchart objects count</i>	36
Gambar 3.12 <i>Flowchart crop objects</i>	37
Gambar 3.13 <i>Flowchart Ground Truth</i>	38
Gambar 4.1 (a), (b), (c), (d), (e), dan (f) Citra RGB	41
Gambar 4.2 (a), (b), (c), (d), (e), dan (f) Citra <i>grayscale</i>	42
Gambar 4.3 (a), (b), (c), (d), (e), dan (f) Citra histogram.....	43
Gambar 4.4 (a), (b), (c), (d), (e), dan (f) Citra biner.....	45
Gambar 4.5 (a), (b), (c), (d), (e), dan (f) Citra <i>invert</i>	46
Gambar 4.6 (a), (b), (c), (d), (e), dan (f) Citra <i>noise removal</i>	47
Gambar 4.7 (a), (b), (c), (d), (e), dan (f) Citra <i>morphology</i>	48

Gambar 4.8 (a), (b), (c), (d), (e), dan (f) Citra <i>regionprops</i>	49
Gambar 4.9 (a), (b), (c), (d), (e), dan (f) Citra <i>crop objects</i>	50
Gambar 4.10 Potongan program Otsu $L=255, i=0,1,2,...,L$	55
Gambar 4.11 Potongan program Otsu $L=256, i=0,1,2,..., L-1$	58
Gambar 4.12 Potongan program <i>invert</i> tanpa kondisi	61
Gambar 4.13 Potongan program <i>invert</i> menggunakan kondisi	64
Gambar 4.14 Potongan program <i>noise removal</i> dg $T=10$	66
Gambar 4.15 Potongan program <i>noise removal</i> dg $T=50$	67
Gambar 4.16 Potongan program <i>noise removal</i> dg $T=100$	69
Gambar 4.17 Potongan program <i>noise removal</i> dg $T=150$	71
Gambar 4.18 Potongan program <i>noise removal</i> dg $T=200$	72
Gambar 4.19 Grafik akurasi Metode Otsu <i>thresholding</i>	73
Gambar 4.20 Grafik akurasi <i>invert image</i>	74
Gambar 4.21 Grafik akurasi nilai ambang	75
Gambar I.1 Potongan program <i>bwlabel</i>	121
Gambar I.2 Contoh citra morfologi	121
Gambar I.3 Nilai jumlah pada <i>command window</i>	122
Gambar I.4 Potongan program <i>region properties</i>	122
Gambar I.5 Potongan program menampilkan citra dan obyek	122
Gambar I.6 Potongan program <i>plot centroid</i>	123
Gambar I.7 Koordinat titik tengah dari kedua obyek	123
Gambar I.8 <i>Centroid</i> dari pelabelan citra	123
Gambar I.9 Menampilkan tulisan pada citra	124
Gambar I.10 Potongan program <i>crop objects</i>	124
Gambar I.11 (a) dan (b) adalah obyek dari citra	125
Gambar I.12 (a) dan (b) adalah citra baru	125
Gambar I.13 Tingkat akurasi seluruh citra hasil segmentasi	132

DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 3.1 Contoh citra yang digunakan	26
Tabel 4.1 Lingkungan uji coba.....	40
Tabel 4.2 Nilai ambang citra (a), (b), (c), (d), (e), dan (f).....	44
Tabel 4.3 Skenario uji coba nilai L dan i pada Metode Otsu.....	51
Tabel 4.4 Skenario uji coba <i>invert image</i>	52
Tabel 4.5 Skenario uji coba nilai ambang <i>noise removal</i>	52
Tabel 4.6 Nilai $L = 255$ dan $i = 0, 1, 2, \dots, L$	54
Tabel 4.7 Nilai $L = 256$ dan $i = 0, 1, 2, \dots, L-1$	56
Tabel 4.8 <i>Invert image</i> tanpa kondisi.....	57
Tabel 4.9 Citra hasil <i>invert</i> tanpa menggunakan kondisi	60
Tabel 4.10 <i>Invert image</i> dengan kondisi	61
Tabel 4.11 Citra hasil <i>invert</i> dengan kondisi.....	62
Tabel 4.12 Citra hasil <i>noise removal</i> dengan nilai $T=10$	64
Tabel 4.13 Citra hasil <i>noise removal</i> dengan nilai $T=50$	66
Tabel 4.14 Citra hasil <i>noise removal</i> dengan nilai $T=100$	68
Tabel 4.15 Citra hasil <i>noise removal</i> dengan nilai $T=150$	69
Tabel 4.16 Citra hasil <i>noise removal</i> dengan nilai $T=200$	72
Tabel A.1 Citra asli	84
Tabel B.1 Citra <i>grayscale</i>	86
Tabel C.1 Histogram citra keabuan.....	88
Tabel D.1 Perbandingan fungsi Otsu buatan sendiri dan Otsu matlab ..	91
Tabel E.1 Perbandingan citra <i>invert</i> dengan dan tanpa kondisi	95
Tabel F.1 Citra <i>noise removal</i> dengan <i>threshold</i> 10	99
Tabel F.2 Citra <i>noise removal</i> dengan <i>threshold</i> 50	101
Tabel F.3 Citra <i>noise removal</i> dengan <i>threshold</i> 100.....	103
Tabel F.4 Citra <i>noise removal</i> dengan <i>threshold</i> 150.....	105
Tabel F.5 Citra <i>noise removal</i> dengan <i>threshold</i> 200.....	107
Tabel G.1 Citra <i>morphology</i>	110
Tabel H.1 Citra <i>labelling</i> dan <i>Ground Truth</i>	112
Tabel I.1 Citra asli terverifikasi	126
Tabel I.2 Citra hasil perbaikan yang telah terverifikasi	128
Tabel I.3 Citra hasil pelabelan yang telah terverifikasi	130

DAFTAR RUMUS

	Hal.
Rumus 2.1 Probabilitas pikse ke- i	13
Rumus 2.2 Jumlah kumulatif	14
Rumus 2.3 Rerata kumulatif	14
Rumus 2.4 Rerata intensitas global.....	14
Rumus 2.5 <i>Between class variance</i>	14
Rumus 2.6 <i>Threshold</i>	14
Rumus 2.7 <i>Morphology</i>	18
Rumus 2.8 Tingkat akurasi	21

DAFTAR ISTILAH

RGB	= Citra dengan piksel warna <i>Red</i> , <i>Green</i> , dan <i>Blue</i> .
x	= Indeks baris
y	= Indeks kolom
(x,y)	= Koordinat piksel
$N \times M$	= Ukuran piksel
L	= Total jumlah intensitas piksel
I	= Derajat keabuan
N_k	= Jumlah piksel
P_i	= Probabilitas piksel ke- i
n_i	= Jumlah piksel pada level ke- i
N	= Total jumlah piksel pada level ke- i
$\omega(k)$	= Jumlah kumulatif
$\mu(k)$	= Rerata kumulatif
$\mu_T(k)$	= Rerata intensitas global
σ_B^2	= Nilai ambang
<i>Foreground</i>	= Latar depan
<i>Background</i>	= Latar belakang
<i>Thresholding</i>	= Nilai ambang
<i>Pre-processing</i>	= Sebelum proses segmentasi citra
<i>Noise</i>	= Citra yang bukan termasuk dalam obyek
<i>Cleaning</i>	= Proses pembersihan <i>noise</i>
<i>Grayscale</i>	= Citra abu-abu
<i>Invert Image</i>	= Pergantian warna dari hitam ke putih, dan sebaliknya
<i>Noise Removal</i>	= Proses penghapusan <i>noise</i>
<i>Morphology</i>	= Proses perbaikan citra segmentasi
<i>Labelling</i>	= Proses pelabelan citra segmentasi
<i>Regionprops</i>	= Proses penandaan obyek pada citra
<i>Objects Count</i>	= Proses menghitung jumlah obyek pada citra
<i>Crop Objects</i>	= Proses pemisahan obyek pada citra
<i>Ground Truth</i>	= Proses perhitungan tingkat akurasi
<i>User</i>	= Peneliti

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Citra Asli	84
Lampiran B. Citra <i>Grayscale</i>	86
Lampiran C. Histogram Keabuan	88
Lampiran D. Citra Segmentasi Metode Otsu	91
Lampiran E. Citra <i>Invert</i>	95
Lampiran F. Citra <i>Noise Removal</i> dan <i>Objects Count</i>	99
Lampiran G. Citra <i>Morphology</i>	110
Lampiran H. <i>Labelling</i> dan <i>Ground Truth</i>	112
Lampiran I. Proses <i>Labelling</i> dan <i>Ground Truth</i>	121

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN