

**SKRIPSI**

**SEGMENTASI CITRA DENGAN FUZZY IMAGE  
SEGMENTATION BERDASARKAN WARNA**



**AKHMAD FARIS FAIZAKI**

**NPM: 2011730100**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**2016**

**UNDERGRADUATE THESIS**

**COLOR BASED FUZZY IMAGE SEGMENTATION**



**AKHMAD FARIS FAIZAKI**

**NPM: 2011730100**

**DEPARTMENT OF INFORMATICS  
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND  
SCIENCES  
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
2016**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SEGMENTASI CITRA DENGAN FUZZY IMAGE  
SEGMENTATION BERDASARKAN WARNA**

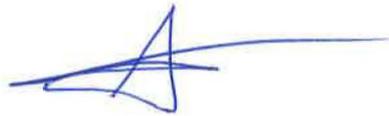
**AKHMAD FARIS FAIZAKI**

**NPM: 2011730100**

**Bandung, 20 Desember 2016**

**Menyetujui,**

**Pembimbing**



**Dott. Thomas Anung Basuki**



**Ketua Tim Penguji**



**Dr. rer. nat. Cecilia Esti Nugraheni**

**Anggota Tim Penguji**



**Joanna Helga, M.Sc.**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi**



**Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng**



## PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

### SEGMENTASI CITRA DENGAN FUZZY IMAGE SEGMENTATION BERDASARKAN WARNA

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,  
Tanggal 20 Desember 2016



Akhmad Faris Faizaki  
NPM: 2011730100

## ABSTRAK

Segmentasi citra pada gambar digital dapat dilakukan dengan beragam teknik, contohnya adalah morfologi dan histogram thresholding. Teknik-teknik segmentasi citra tersebut menghasilkan segmentasi yang memiliki garis segmentasi tegas tanpa memperhitungkan tingkat perbedaan antar *pixel-pixel* batas. Segmentasi citra *fuzzy* memberikan pendekatan berbeda, di mana tingkat perbedaan antar *pixel-pixel* batas diperhitungkan yang berimplikasi pada tingkat ketebalan garis segmentasi pada hasil segmentasinya.

Segmentasi yang dilakukan pada penelitian kali ini adalah berdasarkan warna. Langkah pertama dalam segmentasi citra *fuzzy* adalah mengubah citra yang akan disegmentasi menjadi graf. Graf tersebut memiliki *vertex* yang merepresentasikan *pixel* dan *edge* yang merepresentasikan hubungan antar *pixel* bertetangga. *Edge* pada graf memiliki atribut derajat ketidaksamaan yang merupakan tingkat perbedaan warna antar *pixel* bertetangga. Ruang warna yang digunakan pada penelitian ini adalah ruang warna CIE L\*a\*b dengan alasan keakuratan dalam pengukuran tingkat perbedaan warna. Keseluruhan graf disebut sebagai *network image*.

Langkah selanjutnya adalah pengelompokan *pixel* yang seragam dengan teknik *hierarchical clustering*. Dari teknik tersebut didapatkan nilai keanggotaan *fuzzy* setiap *pixel* pada citra yang dapat divisualisasikan menjadi keluaran dari segmentasi citra *fuzzy*. Perangkat lunak yang dibangun pada penelitian ini mampu melakukan setiap tahapan pada segmentasi citra *fuzzy* yang telah disebutkan. Banyak level hirarki, serta nilai toleransi alpha dan bobot dalam *hierarchical clustering* dapat diatur pada perangkat lunak. Perangkat lunak juga mampu memvisualisasikan hasil segmentasi menjadi beragam warna dan mengukur waktu proses yang dibutuhkan dalam melakukan segmentasi. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan banyak level hirarki terbaik dan nilai toleransi alpha terbaik.

**Kata-kata kunci:** fuzzy, citra, segmentasi, warna, pengelompokan hirarkikal

## ABSTRACT

Image segmentation on digital image can be done by various techniques, for example are morphological and histogram thresholding. Those image segmentation technique produce a segmentation with crisp segmentation line without considering the level of difference between border pixels. Fuzzy image segmentation have a different approach where level of difference between border pixels make a difference on a thickness of segmentation line that it produce.

This segmentation is color based. First step on doing fuzzy image segmentation is transform an image into a graph called network image. This graph contains of vertices that represent the pixels and edges that represent the connection between adjacent pixels. Edge on this graph has an attribute to represent degree of color dissimilarity between two adjacent pixels. Color space that is used in this research is CIE L\*a\*b because of its accuracy in calculating the degree of color dissimilarity. Next step is to cluster the pixels with hierarchical clustering technique.

The last step is visualizing the membership value of each pixel that is gained from hierarchical clustering. The software that is built in this research can do every step of fuzzy image segmentation. Hierarchy level, tolerance value alpha and weight can be set on the software. The software also can visualize the outcome of segmentation into various color and count how much time that it took to do the segmentation. Best hierarchy level and tolerance value is obtained based on the result of this research.

**Keywords:** fuzzy, image, segmentation, color, hierarchical clustering

*Skripsi ini dipersembahkan kepada Allah SWT  
dan semua yang terkasih*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya lah skripsi yang berjudul "Segmentasi Citra dengan Fuzzy Image Segmentation Berdasarkan Warna" ini berhasil diselesaikan. Penulis menyadari bahwa keberhasilan ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

- Keluarga tercinta, Ayah, Ibu, Kakak, dan Adik yang telah memberikan dukungan dengan sepenuh hati.
- Dosen pembimbing yang telah banyak membantu penulis dalam proses pengerjaan skripsi.
- Para sahabat yang selalu memberikan kebahagiaan.
- Semua pihak yang tidak mungkin dapat disebutkan satu-persatu yang sudah memberikan bantuan dan dukungan dalam pengerjaan dan penyusunan skripsi ini.

Semoga segala bantuan dan dukungan dari semua pihak tersebut mendapatkan berkah dari Allah SWT. Akhir kata, penulis mohon maaf apabila terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Semoga skripsi ini berguna bagi semua pihak yang membutuhkan.

Bandung, Desember 2016

Penulis

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
<b>1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi	2
1.6 Sistematika Pembahasan	3
<b>2 LANDASAN TEORI</b>	<b>5</b>
2.1 Segmentasi Citra Berdasarkan Warna	5
2.2 Logika <i>Fuzzy</i> [1]	6
2.2.1 Konsep Logika <i>Fuzzy</i>	6
2.2.2 Himpunan <i>Fuzzy</i>	7
2.3 Graf [2]	9
2.4 <i>Network Image</i>	11
2.5 Konsep Segmentasi Citra	12
2.5.1 Konsep segmentasi berdasarkan <i>node</i>	12
2.5.2 Konsep segmentasi berdasarkan <i>edge</i>	12
2.5.3 <i>Fuzzy image segmentation</i> dengan pendekatan berdasarkan graf	13
2.6 <i>Hierarchical Clustering</i>	15
2.7 Visualisasi Segmentasi Citra[3]	18
<b>3 ANALISIS</b>	<b>21</b>
3.1 Segmentasi Citra Tanpa Perangkat Lunak	21
3.1.1 <i>Network Image</i> yang Dihasilkan	21
3.1.2 Syarat Pengujian Algoritma <i>Hierarchical Clustering</i>	23
3.1.3 Pengujian Algoritma <i>Hierarchical Clustering</i>	23
3.1.4 Hasil algoritma <i>hierarchical clustering</i>	27
3.1.5 Memvisualisasikan hasil <i>hierarchical clustering</i>	28
3.2 Analisis Perangkat Lunak	28
3.2.1 Deskripsi perangkat lunak	28
3.2.2 Asumsi yang digunakan	29
3.2.3 Kebutuhan fungsional perangkat lunak	29
3.2.4 Diagram kelas pada perangkat lunak untuk segmentasi citra <i>fuzzy</i>	31

<b>4 PERANCANGAN</b>	<b>35</b>
4.1 Kebutuhan Masukan . . . . .	35
4.2 Perancangan Antarmuka . . . . .	35
4.3 Diagram Kelas Rinci Perangkat Lunak . . . . .	35
4.4 Rincian Metode . . . . .	36
4.4.1 Kelas <i>Edge</i> . . . . .	36
4.4.2 Kelas <i>Graph</i> . . . . .	37
4.4.3 Kelas <i>Engine</i> . . . . .	38
<b>5 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN</b>	<b>43</b>
5.1 Implementasi . . . . .	43
5.1.1 Lingkungan Perangkat Keras . . . . .	43
5.1.2 Lingkungan Perangkat Lunak . . . . .	43
5.1.3 Implementasi Antarmuka . . . . .	43
5.1.4 Implementasi Metode Perangkat Lunak . . . . .	43
5.2 Pengujian Perangkat Lunak . . . . .	46
5.2.1 Pengujian Fungsional . . . . .	47
5.2.2 Pengujian Eksperimental . . . . .	53
<b>6 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>57</b>
6.1 Kesimpulan . . . . .	57
6.2 Saran . . . . .	57
<b>DAFTAR REFERENSI</b>	<b>59</b>
<b>A KODE PROGRAM</b>	<b>61</b>
<b>B HASIL ANALISIS TANPA PERANGKAT LUNAK</b>	<b>77</b>
B.1 Network Image . . . . .	77
B.2 Pengujian Algoritma Hierarchical Clustering . . . . .	80
<b>C HASIL PENGUJIAN EKSPERIMENTAL</b>	<b>85</b>
C.1 Hasil Pengujian pada Gambar 5.12 A . . . . .	85
C.2 Hasil Pengujian pada Gambar 5.12 B . . . . .	87
C.3 Hasil Pengujian pada Gambar 5.12 C . . . . .	89

## DAFTAR GAMBAR

2.1 Representasi ruang warna RGB pada kubus 3 dimensi . . . . .	5
2.2 Contoh Graf . . . . .	9
2.3 Graf $v,w,x,y,z$ . . . . .	10
2.4 Contoh dari forest(a) dan tree(b) . . . . .	10
2.5 Contoh dari pohon merentang . . . . .	10
2.6 Topologi yang dapat diaplikasikan pada <i>network image</i> . . . . .	11
2.7 Contoh <i>network image</i> . . . . .	12
2.8 Contoh segmentasi dari <i>network image</i> berdasarkan (a) <i>node</i> (b) <i>edge</i> . . . . .	13
2.9 Contoh segmentasi citra berdasarkan mata manusia . . . . .	14
2.10 Segmentasi <i>fuzzy <math>\tilde{B}</math></i> . . . . .	14
2.11 <i>Hierarchical segmentation</i> dari <i>image network</i> pada Gambar 2.7 berdasarkan <i>nodes</i> (a) dan <i>edge</i> (b) . . . . .	16
2.12 <i>Image network</i> (a) dan visualisasi segmentasinya(b) . . . . .	18
3.1 Citra yang diuji . . . . .	21
3.2 Pemodelan graf pada citra yang diuji . . . . .	22
3.3 Pemodelan derajat ketidaksamaan menjadi <i>edge</i> pada graf . . . . .	23
3.4 <i>Spanning forest</i> yang dihasilkan pada $t = 2$ . . . . .	25
3.5 <i>Spanning forest</i> yang dihasilkan pada $t = 1$ . . . . .	27
3.6 Hasil segmentasi citra <i>fuzzy</i> pada pengujian dan citra asal . . . . .	28
3.7 Use case diagram pada perangkat lunak yang akan dibuat . . . . .	30
3.8 Diagram kelas pada perangkat lunak yang akan dibuat . . . . .	32
4.1 Rancangan antarmuka perangkat lunak . . . . .	36
4.2 Diagram kelas perangkat lunak yang akan dibangun . . . . .	37
4.3 Kelas <i>Edge</i> . . . . .	38
4.4 Kelas <i>Graph</i> . . . . .	38
4.5 Kelas <i>Engine</i> . . . . .	40
5.1 Antarmuka perangkat lunak segmentasi citra <i>fuzzy</i> . . . . .	44
5.2 Tampilan saat pengguna memilih jenis <i>clustering</i> . . . . .	47
5.3 Tampilan saat pengguna memilih gambar yang akan disegmentasi . . . . .	49
5.4 Tampilan saat pengguna telah memilih gambar yang akan disegmentasi . . . . .	49
5.5 Tampilan saat pengguna memilih banyak level hirarki . . . . .	50
5.6 Tampilan saat pengguna telah memilih banyak level hirarki . . . . .	50
5.7 Tampilan saat pengguna memilih nilai alpha dan bobot tiap level . . . . .	51
5.8 Tampilan saat pengguna memilih warna border . . . . .	51
5.9 Tampilan saat pengguna telah menekan tombol proses . . . . .	52
5.10 Pengujian segmentasi citra dengan citra yang telah dianalisis . . . . .	52
5.11 Hasil segmentasi tanpa perangkat lunak(a), citra asal(b), dan hasil segmentasi dengan perangkat lunak(c) . . . . .	53
5.12 Tiga citra yang diuji segmentasi citra <i>fuzzy</i> . . . . .	53

C.1	Hasil pengujian pada Gambar 5.12 A dengan nomor eksperimen 1-4 . . . . .	85
C.2	Hasil pengujian pada Gambar 5.12 A dengan nomor eksperimen 5-8 . . . . .	86
C.3	Hasil pengujian pada Gambar 5.12 A dengan nomor eksperimen 9-12 . . . . .	86
C.4	Hasil pengujian pada Gambar 5.12 A dengan nomor eksperimen 13-16 . . . . .	87
C.5	Hasil pengujian pada Gambar 5.12 B dengan nomor eksperimen 1-4 . . . . .	87
C.6	Hasil pengujian pada Gambar 5.12 B dengan nomor eksperimen 5-8 . . . . .	88
C.7	Hasil pengujian pada Gambar 5.12 B dengan nomor eksperimen 9-12 . . . . .	88
C.8	Hasil pengujian pada Gambar 5.12 B dengan nomor eksperimen 13-16 . . . . .	89
C.9	Hasil pengujian pada Gambar 5.12 C dengan nomor eksperimen 1-4 . . . . .	89
C.10	Hasil pengujian pada Gambar 5.12 C dengan nomor eksperimen 5-8 . . . . .	90
C.11	Hasil pengujian pada Gambar 5.12 C dengan nomor eksperimen 9-12 . . . . .	90
C.12	Hasil pengujian pada Gambar 5.12 C dengan nomor eksperimen 13-16 . . . . .	90

## DAFTAR TABEL

3.1	Nilai keanggotaan <i>pixel</i> pada kelas <i>border</i> yang didapatkan dari pengujian . . . . .	28
3.2	Skenario pilih jenis clustering . . . . .	29
3.3	Skenario masukkan citra yang akan disegmentasi . . . . .	29
3.4	Skenario pilih banyak level hirarki . . . . .	30
3.5	Skenario pilih nilai alpha dan bobot tiap level . . . . .	31
3.6	Skenario pilih warna border . . . . .	31
3.7	Skenario bangkitkan hasil segmentasi . . . . .	31
5.1	Tabel pengujian fungsional perangkat lunak . . . . .	48
5.2	Hasil pengujian Gambar 5.12 A . . . . .	54
5.3	Hasil pengujian Gambar 5.12 B . . . . .	55
5.4	Hasil pengujian Gambar 5.12 C . . . . .	56
B.1	Nilai RGB yang diperoleh dari citra . . . . .	78
B.2	Nilai $L^*, a^*, b^*$ yang diperoleh dari transformasi nilai RGB . . . . .	79
B.3	Contoh derajat ketidaksamaan antar pixel yang bertetangga . . . . .	80
B.4	Edge Batas yang dihasilkan iterasi saat $t = 2$ (1) . . . . .	81
B.5	Edge Batas yang dihasilkan iterasi saat $t = 2$ (2) . . . . .	82
B.6	Edge Batas yang dihasilkan iterasi saat $t = 2$ (3) . . . . .	83
B.7	Edge Batas yang dihasilkan sampai dengan iterasi $t = 1$ . . . . .	84

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Logika *fuzzy* adalah suatu pendekatan untuk melakukan perhitungan berdasarkan tingkat kebenaran dan tidak terpaku pada dua nilai layaknya boolean yang hanya bernilai 1(benar) dan 0(salah). Suatu variabel pada logika fuzzy akan bernilai antara 0 hingga 1.

Segmentasi adalah teknik standar untuk menemukan objek-objek menarik pada suatu citra yang menghasilkan partisi dari *pixel-pixel* dalam region-region. Region-region tersebut dikelilingi oleh *pixel-pixel* batas yang tidak selalu jelas dan tegas. Pendekatan *fuzzy* dibutuhkan untuk melakukan segmentasi pada citra yang memiliki *pixel-pixel* batas kurang jelas dan tegas karena pendekatan *fuzzy* mampu melakukan segmentasi terhadap citra demikian dengan baik. Saat ini banyak teknik segmentasi yang menggunakan pendekatan *fuzzy* namun pada hasil akhirnya memberikan garis batas yang tegas sehingga suatu hasil segmentasi kehilangan informasi penting berupa tingkat ketegasan perbedaan sifat antara *pixel-pixel* batas pada citra asal. Skripsi ini diharapkan mampu melakukan segmentasi tanpa menghilangkan informasi tersebut. Pada skripsi ini, sifat yang digunakan sebagai dasar pertimbangan segmentasi adalah warna. Tujuan dari segmentasi citra adalah untuk mengidentifikasi objek dan informasi lain yang terdapat pada citra tersebut.

Untuk melakukan segmentasi citra dengan *fuzzy image segmentation*, yang pertama dilakukan adalah memodelkan citra sebagai *network image*. Pada pemodelan ini, citra dimodelkan sebagai graf yang *node*-nya adalah *pixel-pixel* pada citra. Selanjutnya hal yang harus dilakukan adalah mengelompokkan objek berdasarkan warna yang diperoleh dari suatu citra. Prinsip pengelompokkan tersebut adalah untuk memaksimalkan kesamaan antar anggota satu kelompok dan meminimumkan kesamaan dengan kelompok lain. Proses pengelompokkan objek itu lah yang disebut dengan *clustering*. Dalam *clustering*, nilai batas yang memisahkan atau menyatukan kelompok disebut nilai toleransi alpha. Teknik *clustering* yang dipakai dalam segmentasi citra *fuzzy* adalah *hierarchical clustering*.

Perangkat lunak yang akan dibangun diharapkan mampu melakukan segmentasi citra *fuzzy*. Masukan dari perangkat lunak ini adalah suatu citra, banyak level hirarki, warna hasil segmentasi, nilai toleransi alpha pada tiap level dan bobotnya. Keluaran perangkat lunak adalah hasil visualisasi segmentasi citra *fuzzy*. Pada perangkat lunak dibatasi ukuran citra asal tidak lebih dari 500x300 *pixel* dengan alasan resolusi yang besar dikhawatirkan akan menyebabkan waktu proses yang terlalu lama.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah pada skripsi ini adalah:

- Bagaimana memodelkan citra sebagai *network image*?

- Bagaimana konsep *fuzzy logic*?
- Bagaimana konsep *hierarchical clustering*?
- Bagaimana melakukan segmentasi citra menggunakan *fuzzy logic* dan algoritma *hierarchical clustering*?

### 1.3 Tujuan

Tujuan dari skripsi ini adalah:

- Mampu memodelkan citra sebagai *network image*
- Memahami konsep *fuzzy logic* dan *hierarchical clustering*
- Mengimplementasikan *fuzzy logic* untuk melakukan segmentasi citra dengan menggunakan algoritma *hierarchical clustering*

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

- Level hirarki pada *hierarchical clustering* adalah sebanyak 5 level.
- Warna yang dapat dipilih sebagai hasil akhir segmentasi adalah salah satu dari 5 warna, yaitu merah, putih, hijau, biru, dan hitam.

### 1.5 Metodologi

Metodologi penelitian yang digunakan untuk menyusun skripsi ini adalah sebagai berikut:

- Melakukan studi literatur mengenai segmentasi citra berdasarkan warna
- Melakukan studi literatur mengenai *fuzzy logic*
- Mempelajari pemodelan citra sebagai *network image*
- Mempelajari penggunaan algoritma *hierarchical clustering* untuk segmentasi citra fuzzy
- Melakukan percobaan mengenai *hierarchical clustering* untuk segmentasi citra fuzzy
- Merancang perangkat lunak untuk segmentasi citra fuzzy
- Mengimplementasikan perangkat lunak untuk segmentasi citra fuzzy
- Melakukan pengujian dengan menggunakan beberapa citra yang beragam
- Membuat kesimpulan terhadap penelitian yang telah dilakukan

---

## 1.6 Sistematika Pembahasan

Pembahasan dalam skripsi ini akan dilakukan dengan sistematis sebagai berikut:

- Bab 1 Pendahuluan

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika pembahasan yang digunakan untuk menyusun tugas akhir ini.

- Bab 2 Landasan Teori

Bab ini berisi teori-teori yang menunjang penelitian yang tengah dilakukan. Teori tersebut di antaranya adalah teori mengenai logika fuzzy, teori graf, dan teori mengenai segmentasi citra berdasarkan warna.

- Bab 3 Analisis

Bab ini berisi analisis prosedur segmentasi citra tanpa perangkat lunak dan dengan perangkat lunak. Pada analisis dengan perangkat lunak meliputi kebutuhan fungsional perangkat lunak dan diagram kelas pada perangkat lunak.

- Bab 4 Perancangan

Bab ini berisi perancangan perangkat lunak yang akan dibangun meliputi perancangan antarmuka, diagram kelas rinci, dan rincian metode.

- Bab 5 Implementasi dan Pengujian

Bab ini berisi implementasi, pengujian fungsionalitas, dan pengujian eksperimental perangkat lunak.

- Bab 6 Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dari awal hingga akhir penelitian serta saran untuk pengembangan selanjutnya.