

SKRIPSI

*IMAGE SEGMENTATION DENGAN MENGGUNAKAN
PARTICLE SWARM OPTIMIZATION*



Alvinus Sutendy

NPM: 2016730092

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2020

UNDERGRADUATE THESIS

*IMAGE SEGMENTATION USING PARTICLE SWARM
OPTIMIZATION*



Alvinus Sutendy

NPM: 2016730092

DEPARTMENT OF INFORMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2020

PERNYATAAN

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

IMAGE SEGMENTATION DENGAN MENGGUNAKAN PARTICLE SWARM OPTIMIZATION

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 18 Juni 2020



Alvinus Sutendy
NPM: 2016730092

LEMBAR PENGESAHAN

***IMAGE SEGMENTATION DENGAN MENGGUNAKAN
PARTICLE SWARM OPTIMIZATION***

Alvinus Sutendy

NPM: 2016730092

Bandung, 18 Juni 2020

Menyetujui,

Pembimbing

Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Dr. Veronica Sri Moertini

Luciana Abednego, M.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng

PERNYATAAN

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

IMAGE SEGMENTATION DENGAN MENGGUNAKAN PARTICLE SWARM OPTIMIZATION

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 18 Juni 2020

Alvinus Sutendy
NPM: 2016730092

ABSTRAK

Gambar dapat digunakan sebagai media untuk menyampaikan informasi. Informasi dari sebuah gambar didapat melalui objek-objek yang terkandung di dalam gambar. Seringkali objek-objek yang terdapat di dalam gambar kurang dapat dibedakan antara satu dengan lainnya. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan teknik segmentasi gambar. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk melakukan segmentasi gambar yaitu dengan menggunakan *clustering*. Algoritma *clustering* yang digunakan pada penelitian ini yaitu PSO (*Particle Swarm Optimization*). Selain PSO, digunakan juga algoritma *clustering* menggunakan *K-means* sebagai perbandingan. Untuk melakukan segmentasi gambar diperlukan objek-objek berupa piksel. Setiap piksel terdiri dari komponen *red* (merah), *green* (hijau), dan *blue* (biru). Perangkat lunak yang dibuat dapat menerima masukan gambar dengan *format file* JPG/JPEG, PNG, dan GIF. Tipe gambar yang dapat diproses yaitu tipe gambar skala keabuan dan tipe gambar berwarna. Sebelum dilakukan segmentasi gambar ada dua buah proses yang dilakukan yaitu *automatic contrast adjustment* agar *range* nilai setiap piksel lebih besar dan konversi ruang warna ke CIE L*a*b untuk gambar berwarna agar variasi warna lebih banyak. Setelah dilakukan segmentasi gambar, selanjutnya dapat dilakukan *median filter* pada gambar untuk menghilangkan *noise* yang ada. Pada penelitian ini juga dilakukan percobaan segmentasi untuk rata-rata nilai piksel pada *window* berukuran 3×3. Hasil pengujian terhadap perangkat lunak menunjukkan bahwa seluruh proses berjalan dengan baik. Namun ada proses yang cukup memakan waktu yaitu proses menghitung nilai *silhouette* dari hasil *clustering*. Proses ini berjalan dengan lama dikarenakan diperlukan perhitungan *silhouette* dari setiap piksel. Semakin tinggi resolusi gambar maka waktu yang dibutuhkan untuk menghitung nilai *silhouette* akan lebih banyak. Hasil perbandingan antara kedua algoritma menunjukkan bahwa algoritma PSO lebih baik dibanding *K-means* pada gambar skala keabuan, namun keduanya seimbang pada gambar berwarna.

Kata-kata kunci: segmentasi gambar, *clustering gambar*, *K-means*, PSO, *automatic contrast adjustment*, CIE L*a*b, *median filter*

ABSTRACT

Images can be used as a medium to convey information. Information from an image is obtained through objects contained in the image. Often the objects in the picture cannot be distinguished from one another. To overcome this, image segmentation techniques are needed. One way that can be done to do image segmentation is by using clustering. The clustering algorithm used in this study is PSO (Particle Swarm Optimization). Besides PSO, clustering algorithms are also used using K-means as a comparison. To do image segmentation, pixel objects are needed. Each pixel consists of red, green, and blue components. The software created can accept images with JPG / JPEG, PNG, and GIF file formats. Image types that can be processed are gray scale image type and color image type. Before image segmentation, there are two processes carried out by automatic contrast adjustment so that the value of each pixel is greater and conversion of color space to CIE L*a*b for color images for more color variations. After the image segmentation is performed, then median filter can be done to eliminate existing noise. In this study segmentation experiments were also conducted for the average pixel value of 3×3 window. The test results of the software showed that the whole process went well, but there is a time-consuming process that is the process of calculating the value of the silhouette coefficient from the results of clustering. This process takes a long time due to the required silhouette coefficient calculation of each pixel. The higher the image resolution, the more time is needed to calculate the value of the silhouette coefficient. The results of the comparison between the two algorithms show that the PSO algorithm is better than K-means on gray scale image, but both are balanced in color images.

Keywords: image segmentation, image clustering, K-means, PSO, automatic contrast adjustment, CIE L*a*b, median filter

Skripsi ini dipersembahkan untuk Tuhan dan orang tua

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini dibuat untuk menyelesaikan pendidikan di Program Studi Teknik Informatika, Universitas Katolik Parahyangan. Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya saya berikan kepada:

1. Orang tua penulis, yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan pada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktunya dan sabar dalam memberikan arahan untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Veronica Sri Moertini dan Ibu Luciana Abednego, M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran untuk skripsi.
4. Atasan magang di perpustakaan UNPAR yaitu Kak Yulia Lavenia Sowo, Kak Jeanette Chelsea, dan Ibu Regina Ratna Arifianty yang telah memberikan dukungan dan arahan bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Teman-teman kuliah yaitu Johanes Irwan dan Michael Stevin Cahyadi yang telah menemani dalam suka maupun duka dan telah memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Teman-teman lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi.

Bandung, Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi	3
1.6 Sistematika Pembahasan	3
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Gambar Digital	5
2.2 Tipe gambar	6
2.3 Format <i>File</i> Gambar	8
2.4 Ruang Warna Gambar	8
2.4.1 Ruang warna RGB (<i>Red, Green, Blue</i>)	8
2.4.2 Ruang Warna CMYK (<i>Cyan, Magenta, Yellow, Black</i>)	11
2.4.3 Ruang Warna CIE XYZ	11
2.4.4 Ruang Warna CIE L*a*b	12
2.5 Pengukuran Jarak Antar Piksel	12
2.6 Prasegmentasi Gambar	13
2.7 Segmentasi Gambar	16
2.8 Algoritma <i>K-means</i>	17
2.9 Algoritma PSO (<i>Particle Swarm Optimization</i>)	17
2.10 Algoritma PSO untuk <i>Clustering</i> Gambar	19
2.11 <i>Silhouette Coefficient</i>	21
2.12 <i>Median Filter</i>	22
3 ANALISIS	25
3.1 Analisis Masalah	25
3.2 Analisis Masukan	25
3.3 Analisis Fitur Gambar	26
3.4 Analisis Teknik <i>Automatic Contrast Adjustment</i>	27
3.5 Analisis Konversi Ruang Warna RGB ke CIE L*a*b	28
3.6 Analisis Pengukuran Jarak Antar Piksel	31
3.7 Analisis <i>Clustering</i>	31
3.7.1 <i>Clustering</i> Gambar dengan <i>K-means</i>	32

3.7.2	<i>Clustering</i> Gambar dengan PSO	32
3.8	Analisis Parameter Pengukuran	33
3.9	Analisis Teknik <i>Median Filter</i>	34
3.10	Keluaran Perangkat Lunak	34
3.11	Analisis <i>Clustering</i> untuk Rata-Rata Nilai Piksel	34
3.12	<i>Activity Diagram</i>	36
3.13	<i>Flowchart Diagram</i>	37
4	PERANCANGAN	39
4.1	Kebutuhan Masukan	39
4.2	Perancangan Antarmuka	39
4.3	Diagram Kelas Rinci Perangkat Lunak	41
4.3.1	Kelas Pixel	42
4.3.2	Kelas Gambar	43
4.3.3	Kelas AutomaticContrastAdjustment	44
4.3.4	Kelas CieLab	45
4.3.5	Kelas KMeans	46
4.3.6	Kelas PSO	48
4.3.7	Kelas Particle	50
4.3.8	Kelas Analyst	52
4.3.9	Kelas SilhouetteCoefficient	54
4.3.10	Kelas FXMLDocumentController	56
5	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN PERANGKAT LUNAK	59
5.1	Implementasi	59
5.1.1	Lingkungan Perangkat Keras	59
5.1.2	Lingkungan Perangkat Lunak	59
5.1.3	Implementasi Antarmuka	59
5.2	Pengujian Perangkat Lunak	60
5.2.1	Pengujian Fungsional	60
5.2.2	Pengujian Eksperimental	63
6	KESIMPULAN DAN SARAN	73
6.1	Kesimpulan	73
6.2	Saran	73
	DAFTAR REFERENSI	75
	A KODE PROGRAM	77
	B HASIL EKSPERIMEN	101

DAFTAR GAMBAR

1.1	Gambar hasil MRI pada otak manusia	1
1.2	Ilustrasi hasil segmentasi gambar menggunakan <i>clustering</i>	2
2.1	Koordinat gambar	5
2.2	Contoh gambar biner	6
2.3	Contoh gambar skala keabuan	6
2.4	Contoh gambar berwarna	7
2.5	Contoh gambar terindeks	7
2.6	<i>Component ordering</i> pada RGB	9
2.7	<i>Packed ordering</i> pada RGB	10
2.8	Gambar terindeks	11
2.9	Ruang warna CIE XYZ	12
2.10	Efek dari <i>auto contrast</i>	14
2.11	Proses <i>auto contrast</i>	14
2.12	Contoh gambar yang dilakukan segmentasi	16
2.13	Ilustrasi algoritma <i>K-means</i>	17
2.14	Ilustrasi algoritma PSO	19
2.15	Ilustrasi <i>clustering</i> gambar pada algoritma PSO	20
2.16	Ilustrasi teknik <i>median filter</i>	22
2.17	Perhitungan <i>median filter</i> untuk piksel berukuran 3×3	23
3.1	Contoh segmentasi gambar menggunakan <i>clustering</i>	25
3.2	Contoh representasi piksel pada gambar berwarna	26
3.3	Contoh representasi piksel pada gambar skala keabuan	27
3.4	Contoh hasil teknik <i>automatic contrast adjustment</i>	28
3.5	Ilustrasi rata-rata nilai piksel pada <i>window 3x3</i>	35
3.6	<i>Activity diagram</i>	36
3.7	<i>Flowchart diagram PSO</i>	37
3.8	<i>Flowchart diagram K-means</i>	38
4.1	Rancangan Antarmuka Perangkat Lunak	40
4.2	Diagram Kelas Perangkat Lunak	41
4.3	Diagram Kelas Pixel	42
4.4	Diagram Kelas Pixel	43
4.5	Diagram Kelas AutomaticContrastAdjustment	44
4.6	Diagram Kelas CieLab	45
4.7	Diagram Kelas KMeans	46
4.8	Diagram Kelas PSO	48
4.9	Diagram Kelas Particle	50
4.10	Diagram Kelas Analyst	52
4.11	Diagram Kelas SilhoutteCoefficient	54
4.12	Diagram Kelas FXMLDocumentController	56

5.1	Antarmuka Perangkat Lunak Segmentasi Gambar	60
5.2	Gambar sebelum dilakukan segmentasi	62
5.3	Gambar Hasil <i>Clustering</i> Menggunakan <i>K-means</i>	62
5.4	Gambar Hasil <i>Clustering</i> Menggunakan PSO	63
5.5	Gambar 1	64
5.6	Gambar 2	64
5.7	Gambar 3	65
5.8	Gambar 4	65
5.9	Gambar 5	66
5.10	Gambar 6	66

DAFTAR TABEL

2.1 Koordinat ruang warna RGB pada ruang warna CIE XYZ	12
5.1 Pengujian Fungsional	61
5.2 Pengujian eksperimental jumlah partikel pada gambar skala keabuan	67
5.3 Pengujian eksperimental nilai w pada gambar skala keabuan	67
5.4 Pengujian eksperimental nilai c_1 dan c_2 pada gambar skala keabuan	67
5.5 Pengujian eksperimental nilai w_1 , w_2 , dan w_3 pada gambar skala keabuan	68
5.6 Pengujian eksperimental nilai jumlah partikel pada gambar berwarna	68
5.7 Pengujian eksperimental nilai w pada gambar berwarna	68
5.8 Pengujian eksperimental nilai c_1 dan c_2 gambar berwarna	69
5.9 Pengujian eksperimental nilai w_1 , w_2 , dan w_3 pada gambar berwarna	69
5.10 Pengujian eksperimental pada gambar skala keabuan	70
5.11 Pengujian eksperimental pada gambar berwarna	70
5.12 Pengujian eksperimental pada gambar skala keabuan untuk rata-rata nilai piksel pada <i>window</i> ukuran 3×3	71
5.13 Pengujian eksperimental pada gambar berwarna untuk rata-rata nilai piksel pada <i>window</i> ukuran 3×3	72
B.1 Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 20 pada Gambar 5.5	101
B.2 Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 30 pada Gambar 5.5	102
B.3 Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 40 pada Gambar 5.5	103
B.4 Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 50 pada Gambar 5.5	104
B.5 Pengujian eksperimental PSO dengan berat inersia 0.96 pada Gambar 5.5	105
B.6 Pengujian eksperimental PSO dengan berat inersia 1.2 pada Gambar 5.5	106
B.7 Pengujian eksperimental PSO dengan c_1 bernilai 1.0 dan c_2 bernilai 1.0 pada Gambar 5.5	107
B.8 Pengujian eksperimental PSO dengan c_1 bernilai 2.8 dan c_2 bernilai 1.3 pada Gambar 5.5	108
B.9 Pengujian eksperimental PSO dengan w_1 bernilai 0.5, w_2 bernilai 0.3, dan w_3 bernilai 0.2 pada Gambar 5.5	109
B.10 Pengujian eksperimental PSO dengan w_1 bernilai 0.3333, w_2 bernilai 0.3333, dan w_3 bernilai 0.3333 pada Gambar 5.5	110
B.11 Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 20 pada Gambar 5.8	111
B.12 Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 30 pada Gambar 5.8	112
B.13 Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 40 pada Gambar 5.8	113
B.14 Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 50 pada Gambar 5.8	114
B.15 Pengujian eksperimental PSO dengan berat inersia bernilai 0.96 pada Gambar 5.8	115
B.16 Pengujian eksperimental PSO dengan berat inersia bernilai 1.2 pada Gambar 5.8	116
B.17 Pengujian eksperimental PSO dengan c_1 bernilai 1.0 dan c_2 bernilai 1.0 pada Gambar 5.8	117
B.18 Pengujian eksperimental PSO dengan c_1 bernilai 2.8 dan c_2 bernilai 1.3 pada Gambar 5.8	118

B.19	Pengujian eksperimental PSO dengan w_1 bernilai 0.5, w_2 bernilai 0.3, dan w_3 bernilai 0.2 pada Gambar 5.8	119
B.20	Pengujian eksperimental PSO dengan w_1 bernilai 0.3333, w_2 bernilai 0.3333, dan w_3 bernilai 0.3333 pada Gambar 5.8	120
B.21	Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 20 pada Gambar 5.6	121
B.22	Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 30 pada Gambar 5.6	122
B.23	Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 40 pada Gambar 5.6	123
B.24	Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 50 pada Gambar 5.6	124
B.25	Pengujian eksperimental PSO dengan berat inersia 0.96 pada Gambar 5.6	125
B.26	Pengujian eksperimental PSO dengan berat inersia 1.2 pada Gambar 5.6	126
B.27	Pengujian eksperimental PSO dengan c_1 bernilai 1.0 dan c_2 bernilai 1.0 pada Gambar 5.6	127
B.28	Pengujian eksperimental PSO dengan c_1 bernilai 2.8 dan c_2 bernilai 1.3 pada Gambar 5.6	128
B.29	Pengujian eksperimental PSO dengan w_1 bernilai 0.5, w_2 bernilai 0.3, dan w_3 bernilai 0.2 pada Gambar 5.6	129
B.30	Pengujian eksperimental PSO dengan w_1 bernilai 0.3333, w_2 bernilai 0.3333, dan w_3 bernilai 0.3333 pada Gambar 5.6	130
B.31	Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 20 pada Gambar 5.9	131
B.32	Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 30 pada Gambar 5.9	132
B.33	Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 40 pada Gambar 5.9	133
B.34	Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 50 pada Gambar 5.9	134
B.35	Pengujian eksperimental PSO dengan berat inersia 0.96 pada Gambar 5.9	135
B.36	Pengujian eksperimental PSO dengan berat inersia 1.2 pada Gambar 5.9	136
B.37	Pengujian eksperimental PSO dengan c_1 bernilai 1.0 dan c_2 bernilai 1.0 pada Gambar 5.9	137
B.38	Pengujian eksperimental PSO dengan c_1 bernilai 2.8 dan c_2 bernilai 1.3 pada Gambar 5.9	138
B.39	Pengujian eksperimental PSO dengan w_1 bernilai 0.5, w_2 bernilai 0.3, dan w_3 bernilai 0.2 pada Gambar 5.9	139
B.40	Pengujian eksperimental PSO dengan w_1 bernilai 0.3333, w_2 bernilai 0.3333, dan w_3 bernilai 0.3333 pada Gambar 5.9	140
B.41	Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 20 pada Gambar 5.7	141
B.42	Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 30 pada Gambar 5.7	142
B.43	Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 40 pada Gambar 5.7	143
B.44	Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 50 pada Gambar 5.7	144
B.45	Pengujian eksperimental PSO dengan berat inersia 0.96 pada Gambar 5.7	145
B.46	Pengujian eksperimental PSO dengan berat inersia 1.2 pada Gambar 5.7	146
B.47	Pengujian eksperimental PSO dengan c_1 bernilai 1.0 dan c_2 bernilai 1.0 pada Gambar 5.7	147
B.48	Pengujian eksperimental PSO dengan c_1 bernilai 2.8 dan c_2 bernilai 1.3 pada Gambar 5.7	148
B.49	Pengujian eksperimental PSO dengan w_1 bernilai 0.5, w_2 bernilai 0.3, dan w_3 bernilai 0.2 pada Gambar 5.7	149
B.50	Pengujian eksperimental PSO dengan w_1 bernilai 0.3333, w_2 bernilai 0.3333, dan w_3 bernilai 0.3333 pada Gambar 5.7	150
B.51	Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 20 pada Gambar 5.10	151
B.52	Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 30 pada Gambar 5.10	152
B.53	Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 40 pada Gambar 5.10	153
B.54	Pengujian eksperimental PSO dengan jumlah partikel 50 pada Gambar 5.10	154
B.55	Pengujian eksperimental PSO dengan berat inersia 0.96 pada Gambar 5.10	155

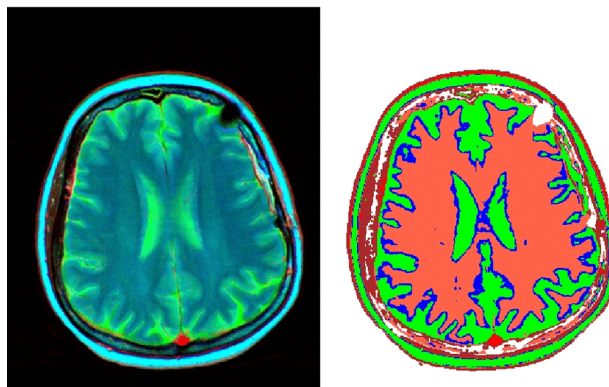
B.56 Pengujian eksperimental PSO dengan berat inersia 1.2 pada Gambar 5.10	156
B.57 Pengujian eksperimental PSO dengan c_1 bernilai 1.0 dan c_2 bernilai 1.0 pada Gambar 5.10	157
B.58 Pengujian eksperimental PSO dengan c_1 bernilai 2.8 dan c_2 bernilai 1.3 pada Gambar 5.10	158
B.59 Pengujian eksperimental PSO dengan w_1 bernilai 0.5, w_2 bernilai 0.3, dan w_3 bernilai 0.2 pada Gambar 5.10	159
B.60 Pengujian eksperimental PSO dengan w_1 bernilai 0.3333, w_2 bernilai 0.3333, dan w_3 bernilai 0.3333 pada Gambar 5.10	160
B.61 Pengujian eksperimental <i>K-means</i> pada Gambar 5.5	161
B.62 Pengujian eksperimental <i>K-means</i> pada Gambar 5.6	162
B.63 Pengujian eksperimental <i>K-means</i> pada Gambar 5.7	163
B.64 Pengujian eksperimental <i>K-means</i> pada Gambar 5.8	164
B.65 Pengujian eksperimental <i>K-means</i> pada Gambar 5.9	165
B.66 Pengujian eksperimental <i>K-means</i> pada Gambar 5.10	166
B.67 Pengujian eksperimental PSO pada Gambar 5.5	167
B.68 Pengujian eksperimental PSO pada Gambar 5.6	168
B.69 Pengujian eksperimental PSO pada Gambar 5.7	169
B.70 Pengujian eksperimental PSO pada Gambar 5.8	170
B.71 Pengujian eksperimental PSO pada Gambar 5.9	171
B.72 Pengujian eksperimental PSO pada Gambar 5.10	172
B.73 Pengujian eksperimental <i>K-means</i> pada Gambar 5.5 dengan rata-rata nilai piksel pada <i>window</i> ukuran 3×3	173
B.74 Pengujian eksperimental <i>K-means</i> pada Gambar 5.6 dengan rata-rata nilai piksel pada <i>window</i> ukuran 3×3	174
B.75 Pengujian eksperimental <i>K-means</i> pada Gambar 5.7 dengan rata-rata nilai piksel pada <i>window</i> ukuran 3×3	175
B.76 Pengujian eksperimental <i>K-means</i> pada Gambar 5.8 dengan rata-rata nilai piksel pada <i>window</i> ukuran 3×3	176
B.77 Pengujian eksperimental <i>K-means</i> pada Gambar 5.9 dengan rata-rata nilai piksel pada <i>window</i> ukuran 3×3	177
B.78 Pengujian eksperimental <i>K-means</i> pada Gambar 5.10 dengan rata-rata nilai piksel pada <i>window</i> ukuran 3×3	178
B.79 Pengujian eksperimental PSO pada Gambar 5.5 dengan rata-rata nilai piksel pada <i>window</i> ukuran 3×3	179
B.80 Pengujian eksperimental PSO pada Gambar 5.6 dengan rata-rata nilai piksel pada <i>window</i> ukuran 3×3	180
B.81 Pengujian eksperimental PSO pada Gambar 5.7 dengan rata-rata nilai piksel pada <i>window</i> ukuran 3×3	181
B.82 Pengujian eksperimental PSO pada Gambar 5.8 dengan rata-rata nilai piksel pada <i>window</i> ukuran 3×3	182
B.83 Pengujian eksperimental PSO pada Gambar 5.9 dengan rata-rata nilai piksel pada <i>window</i> ukuran 3×3	183
B.84 Pengujian eksperimental PSO pada Gambar 5.10 dengan rata-rata nilai piksel pada <i>window</i> ukuran 3×3	184

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

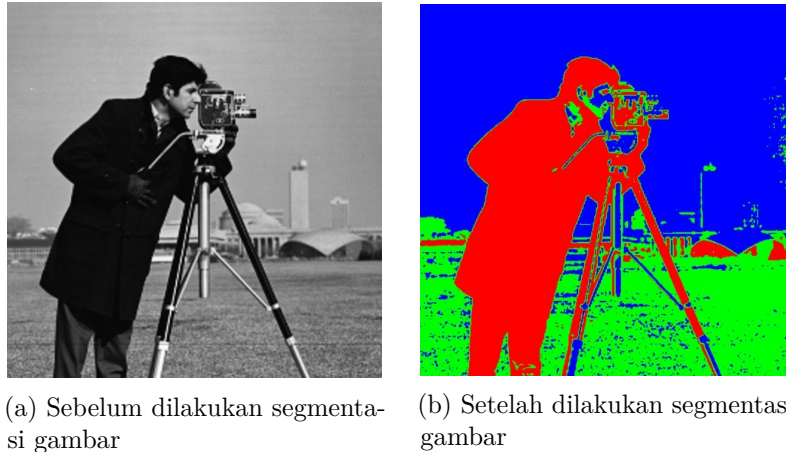
Gambar merupakan salah satu media yang dapat digunakan untuk menyampaikan informasi. Seringkali informasi yang didapat melalui gambar kurang jelas, sehingga perlu dilakukan pemrosesan gambar menjadi gambar yang lebih baik. Contoh dari gambar yang kurang jelas yaitu gambar hasil MRI pada otak manusia yang memperlihatkan bagian-bagian yang mirip padahal merupakan bagian-bagian yang berbeda. Contoh gambar hasil MRI yang kurang jelas ditampilkan pada Gambar 1.1 sebelah kiri, gambar sebelah kanannya merupakan gambar hasil dilakukan pemrosesan. Untuk melakukan pemrosesan gambar, perlu dicari dahulu fitur-fitur pada gambar yang akan diproses.



Gambar 1.1: Gambar hasil MRI pada otak manusia¹

Image segmentation adalah membagi-bagi elemen di sebuah gambar (Gambar 1.2a) ke dalam bagian-bagian yang memiliki fitur yang mirip (Gambar 1.2b). Hal ini dilakukan agar suatu daerah di suatu gambar dapat diidentifikasi dengan mudah. Hasil *image segmentation* menghasilkan fitur-fitur penting dari gambar berdasarkan daerahnya. Untuk melakukan *image segmentation*, gambar akan dibagi menjadi beberapa *cluster* dengan *image clustering*. Piksel-piksel yang berada dalam satu *cluster* memiliki karakteristik yang sama, sedangkan piksel-piksel yang berada dalam *cluster* yang berbeda memiliki karakteristik yang berbeda. Selain agar lebih mudah mengidentifikasi suatu daerah dalam gambar, hasil *image clustering* juga dapat digunakan untuk melakukan pemrosesan gambar selanjutnya.

¹https://www.researchgate.net/publication/313226266_Classification_of_MR_medical_images_Based_Rough-Fuzzy_K-Means/figures?lo=1 - diakses tanggal 11/04/2020



Gambar 1.2: Ilustrasi hasil segmentasi gambar menggunakan *clustering*

Image clustering adalah membagi sebuah gambar menjadi beberapa kelompok sehingga bagian-bagian tertentu pada gambar dapat lebih mudah dibedakan. *Clustering* dilakukan berdasarkan warna dari piksel. Ada banyak algoritma yang dapat digunakan untuk *image clustering*, namun algoritma yang cukup terkenal yaitu algoritma *K-means*. Algoritma ini memiliki keunggulan yaitu sederhana sehingga mudah diimplementasikan. Sebaliknya algoritma ini juga memiliki kekurangan yaitu kinerjanya tergantung pada kondisi awal, maksudnya posisi *initial centroid* yang berbeda dapat menyebabkan hasil *clustering* yang berbeda. Hal ini dikarenakan posisi *centroid* seringkali terjebak pada lokal optima sehingga hasil *clustering* tidak optimal.

Algoritma lain yang dapat digunakan untuk *image clustering* yaitu algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO). Dalam algoritma ini, setiap partikel mewakili solusi kandidat untuk masalah optimasi. Setiap partikel melakukan pencarian solusi yang optimal dengan cara melintasi *search space* (ruang pencarian). Setiap partikel melakukan penyesuaian terhadap posisi terbaik partikel itu sendiri dan posisi terbaik dari seluruh partikel dalam *swarm* (kawanan) selama melintasi ruang pencarian. Hal ini dapat dianalogikan dengan kawanan burung yang sedang terbang untuk mencari makanan. Seekor burung mendekati sumber makanan dengan menggunakan kecerdasannya sendiri dan jika ada burung yang menemukan jalan yang lebih baik ke sumber makanan maka burung lainnya akan mengikuti.

Kinerja setiap partikel pada algoritma PSO diukur oleh *fitness function* yang tergantung pada masalah optimasi. Pemilihan *fitness function* sangat menentukan kualitas *clustering*. *Fitness function* yang lebih baik dapat menyediakan lebih banyak *cluster* yang jarak antar piksel dalam satu *cluster* lebih dekat dan jarak antar piksel dengan *cluster* yang berbeda lebih jauh dibandingkan dengan algoritma *K-means*.

Pada skripsi ini dibuat sebuah perangkat lunak. Perangkat lunak yang dibuat digunakan untuk melakukan *clustering* gambar menggunakan algoritma PSO. Selain itu, perangkat lunak dapat melakukan *clustering* gambar menggunakan algoritma *K-means* untuk dibandingkan dengan *clustering* menggunakan algoritma PSO. Juga akan dilakukan percobaan apabila *clustering* dilakukan berdasarkan rata-rata nilai piksel untuk setiap sembilan buah piksel yang berdekatan (*window 3x3*). Masukan perangkat lunak berupa gambar beserta parameter-parameter yang dibutuhkan dan keluarannya berupa gambar yang sudah tersegmentasi menggunakan *clustering* beserta hasil pengukurannya.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah dari penulisan skripsi:

1. Bagaimana cara memodelkan algoritma PSO dan algoritma *K-means* untuk melakukan segmentasi gambar menggunakan *clustering*?

2. Bagaimana perbandingan hasil segmentasi gambar menggunakan *clustering* antara algoritma PSO dan algoritma *K-means*?
3. Bagaimana perbandingan hasil segmentasi gambar menggunakan *clustering* antara algoritma PSO dan algoritma *K-means* jika pengelompokan dilakukan berdasarkan rata-rata nilai piksel pada *window 3x3*?

1.3 Tujuan

Berikut merupakan tujuan dari penulisan skripsi:

1. Memodelkan algoritma PSO dan algoritma *K-means* untuk melakukan segmentasi gambar menggunakan *clustering*.
2. Mengetahui perbandingan hasil segmentasi gambar menggunakan *clustering* antara algoritma PSO dan algoritma *K-means* (dengan melihat jarak *inter-cluster*, jarak *intra-cluster*, *silhouette coefficient*, dan waktu yang dibutuhkan untuk masing-masing metode).
3. Mengetahui perbandingan hasil segmentasi gambar menggunakan *clustering* antara algoritma PSO dan algoritma *K-means* jika pengelompokan dilakukan berdasarkan rata-rata nilai piksel pada *window 3x3*.

1.4 Batasan Masalah

Berikut merupakan batasan masalah dari penulisan skripsi:

1. Tipe gambar yang dapat dikenali yaitu tipe gambar skala keabuan dan tipe gambar berwarna.
2. Format *file* gambar yang dapat dikenali yaitu format *file* JPG/JPEG, PNG, dan GIF.
3. Ruang warna untuk gambar berwarna yang dapat dikenali yaitu ruang warna RGB.
4. Resolusi gambar maksimum yang dapat diproses yaitu 1000×800 piksel.

1.5 Metodologi

Bagian-bagian pekerjaan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur mengenai pemrosesan gambar.
2. Melakukan studi literatur mengenai algoritma PSO.
3. Melakukan studi literatur mengenai algoritma *K-means*.
4. Melakukan analisa *image clustering* dengan menggunakan algoritma PSO dan algoritma *K-means*.
5. Membuat rancangan perangkat lunak.
6. Mengimplementasikan perangkat lunak.
7. Menguji perangkat lunak untuk mengetahui apakah perangkat lunak telah sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan.
8. Melakukan pengujian untuk mengetahui kinerja algoritma PSO dan algoritma *K-means* untuk *image clustering*.
9. Menulis dokumen skripsi.

1.6 Sistematika Pembahasan

Berikut merupakan sistematika pembahasan dalam penulisan skripsi:

1. Bab I Pendahuluan
Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi, dan sistematika pembahasan.
2. Bab II Landasan Teori
Bab ini berisi teori-teori gambar digital, tipe gambar, format *file* gambar, ruang warna gambar,

pengukuran jarak piksel, prasegmentasi gambar, segmentasi gambar, algoritma *K-means*, algoritma PSO, algoritma PSO untuk *clustering* gambar, *silhouette coefficient*, dan *median filter*.

3. Bab III Analisis

Bab ini berisi analisis masalah, analisis masukan, analisis fitur gambar, analisis teknik *automatic contrast adjustment*, analisis konversi ruang warna RGB ke CIE L*a*b, analisis pengukuran jarak antar piksel, analisis *clustering*, analisis parameter pengukuran, analisis teknik *median filter*, keluaran perangkat lunak, analisis *clustering* untuk rata-rata nilai piksel, *activity diagram*, dan *flowchart diagram*.

4. Bab IV Perancangan

Bab ini berisi perancangan dari perangkat lunak berupa kebutuhan masukan, perancangan antarmuka, dan diagram kelas rinci perangkat lunak.

5. Bab V Implementasi dan Pengujian

Bab ini berisi implementasi beserta dengan pengujian perangkat lunak berdasarkan rancangan yang telah dibuat.

6. Bab VI Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari seluruh penelitian yang telah dilakukan.