

# Implementasi Algoritma Fuzzy C Means Dan Statistical Region Merging Pada Segmentasi Citra

I Made Budi Adnyana

STMIK STIKOM Bali

Jln. Raya Puputan No.86, Renon, Denpasar

e-mail: [budi.adnyana@stikom-bali.ac.id](mailto:budi.adnyana@stikom-bali.ac.id)

## Abstrak

*Segmentasi citra berbasis clustering pada penelitian ini menggunakan metode Fuzzy C Means dengan menerapkan fungsi objektif Xie Beni Index. Preprocessing diterapkan pada model yang dikembangkan ini menggunakan metode Statistical Region Merging. Spatial function diterapkan pada metode Fuzzy C Means untuk mengurangi noise pada saat clustering. Evaluasi sistem dilakukan dengan pengukuran nilai cluster validity (Xie Beni Index), waktu eksekusi, dan jumlah iterasi. Hasil pengujian pada tiga buah citra uji menunjukkan metode yang diusulkan mampu melakukan segmentasi citra dengan baik.*

**Kata kunci:** *segmentasi citra, fuzzy c means, statistical region merging*

## 1. Pendahuluan

Segmentasi citra (image segmentation) merupakan teknik untuk membagi suatu citra menjadi beberapa daerah (region) di mana setiap daerah memiliki kemiripan atribut. Salah satu teknik dalam segmentasi citra adalah dengan clustering. Segmentasi citra berbasis cluster menggunakan data multidimensi untuk mengelompokkan piksel citra ke dalam beberapa cluster. Pada umumnya piksel di-cluster berdasarkan kedekatan jarak antar piksel [1]. Terdapat beberapa algoritma clustering yang dapat digunakan dalam menyelesaikan permasalahan segmentasi citra seperti algoritma K-means, Fuzzy C-Means, ISODATA, dan Snob. Fuzzy C-Means merupakan algoritma yang populer digunakan dalam teknik fuzzy clustering. Pengembangan algoritma Fuzzy C-Means untuk segmentasi citra ini pun telah dilakukan dengan mengkombinasikannya dengan beberapa algoritma metaheuristik atau algoritma optimasi seperti Genetic Algorithm [2] dan Particle Swarm Optimization [3][4]. Perkembangan teknik-teknik segmentasi citra ini dilakukan untuk memperoleh hasil yang lebih bagus dan berkualitas. Namun, terkadang segmentasi citra memberikan hasil yang kurang memuaskan pada suatu citra tertentu. Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor variasi yang terdapat pada citra itu sendiri seperti pencahayaan, citra yang mengalami degradasi atau citra yang warnanya kabur, dan citra yang berisi noise. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkombinasikan dan mengimplementasikan algoritma Fuzzy C Means dengan Statistical Region Merging untuk proses segmentasi citra berbasis clustering, serta melakukan uji coba untuk mengetahui unjuk kerja sistem segmentasi citra yang diusulkan ini.

Metode Statistical Region Merging (SRM) merupakan metode yang sejenis dengan teknik region growing and merging. Pada region growing, region adalah kumpulan piksel yang homogen dan secara iterasi merupakan hasil gabungan dari region yang lebih kecil. Statistical Region Merging mengikuti urutan tertentu dari pemilihan region.[5]

Penelitian ini menerapkan algoritma Fuzzy C Means dengan Spatial Function untuk proses segmentasi citra berbasis clustering. Metode SRM digunakan sebagai preprocessing untuk menyederhanakan kompleksitas warna yang terdapat pada citra uji agar mudah disegmentasi. Citra yang digunakan untuk uji coba model yang dikembangkan ini adalah beberapa citra uji dari Weizmann Segmentation Dataset[6]. Pengujian dilakukan 9 kali untuk setiap citra uji, masing-masing dengan menggunakan 2 sampai 10 jumlah cluster, untuk mengetahui jumlah cluster optimal dari setiap citra uji.

## 2. Metode Penelitian

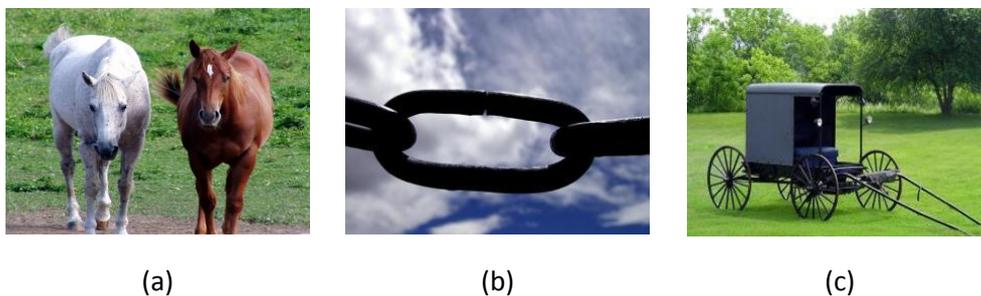
### 2.1. Data Uji

Pengujian algoritma hybrid Fuzzy C-Means dan Cat Swarm Optimization yang diimplementasikan pada kasus segmentasi citra ini memerlukan data uji untuk mengetahui hasil dan kinerja algoritma yang diusulkan ini. Data uji yang dapat digunakan dalam kasus ini adalah berupa citra atau image, baik citra berwarna maupun citra grayscale. Data yang dipakai untuk menguji algoritma ini adalah beberapa jenis citra Standar Test Image agar dapat dilihat pada citra jenis apa algoritma ini bagus diterapkan.

---

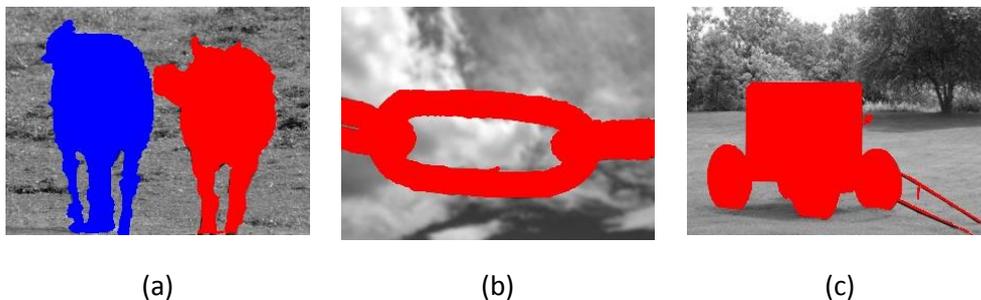
Citra uji standar (standard test image) adalah file citra digital yang telah digunakan oleh para peneliti untuk menguji berbagai algoritma pengolahan citra ataupun algoritma kompresi citra yang dikembangkan. Dengan menggunakan citra uji standar yang sama, maka peneliti yang berbeda dapat membandingkan hasil dari sistem yang mereka buat, baik secara visual maupun secara kuantitatif. Citra-citra yang dipilih adalah citra yang mewakili alam atau citra khusus lainnya dimana citra tersebut diperlukan untuk teknik pengolahan citra dalam suatu kasus tertentu. Citra uji lainnya dipilih karena menghadirkan berbagai tantangan untuk algoritma seperti rekonstruksi citra, detail dan tekstur yang halus, transisi dan tepi tajam, serta wilayah yang seragam. Selain itu, pada pengujian tertentu citra yang diuji juga akan ditambahkan noise untuk menambah variasi dalam citra uji.

Citra uji yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Weizmann Segmentation Dataset yang diperoleh dari situs [www.weizmann-usa.org](http://www.weizmann-usa.org) disediakan oleh Weizmann Institute of Science, dimana situs tersebut menyediakan berbagai macam citra uji yang khusus digunakan untuk proses segmentasi citra. Berbagai macam citra uji dengan beragam variasi dan karakteristik tersebut dibungkus kedalam sebuah dataset yang dapat diunduh secara gratis. Dari sekian banyak citra uji yang tersedia, pada penelitian ini hanya digunakan lima buah citra uji yang sudah dipilih berdasarkan karakteristik warna yang bervariasi.



Gambar 1. Citra Uji

Citra uji yang terdapat dalam Weizmann Segmentation Dataset ini juga memuat citra ground truth segmentation, yaitu hasil segmentasi citra yang diharapkan dari masing-masing citra uji. Citra ground truth ini dibuat secara manual sesuai dengan persepsi manusia.



Gambar 2. Citra Ground Truth Segmentation

## 2.2. FCM Untuk Segmentasi Citra

Fuzzy C-Means (FCM) clustering merupakan model pengelompokan fuzzy sehingga data dapat menjadi anggota dari semua kelas atau cluster terbentuk dengan derajat atau tingkat keanggotaan yang berbeda antara 0 hingga 1. Tingkat keberadaan data dalam suatu kelas atau cluster ditentukan oleh derajat keanggotaannya. Konsep dasar FCM, pertama kali adalah menentukan pusat cluster yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap-tiap cluster. Pada kondisi awal, pusat cluster ini masih belum akurat. Tiap-tiap data memiliki derajat keanggotaan untuk tiap-tiap cluster. Dengan cara memperbaiki pusat cluster dan nilai keanggotaan tiap-tiap data secara berulang, maka dapat dilihat bahwa pusat cluster akan menuju lokasi yang tepat. Perulangan ini didasarkan pada minimasi fungsi obyektif yang menggambarkan jarak dari titik data yang diberikan ke pusat dari cluster yang terboboti oleh derajat keanggotaan titik data dari himpunan fuzzy tersebut.

Metode Statistical Region Merging (SRM) ini sejenis dengan teknik region growing and merging. Pada region growing, region adalah kumpulan piksel yang homogen dan secara iterasi

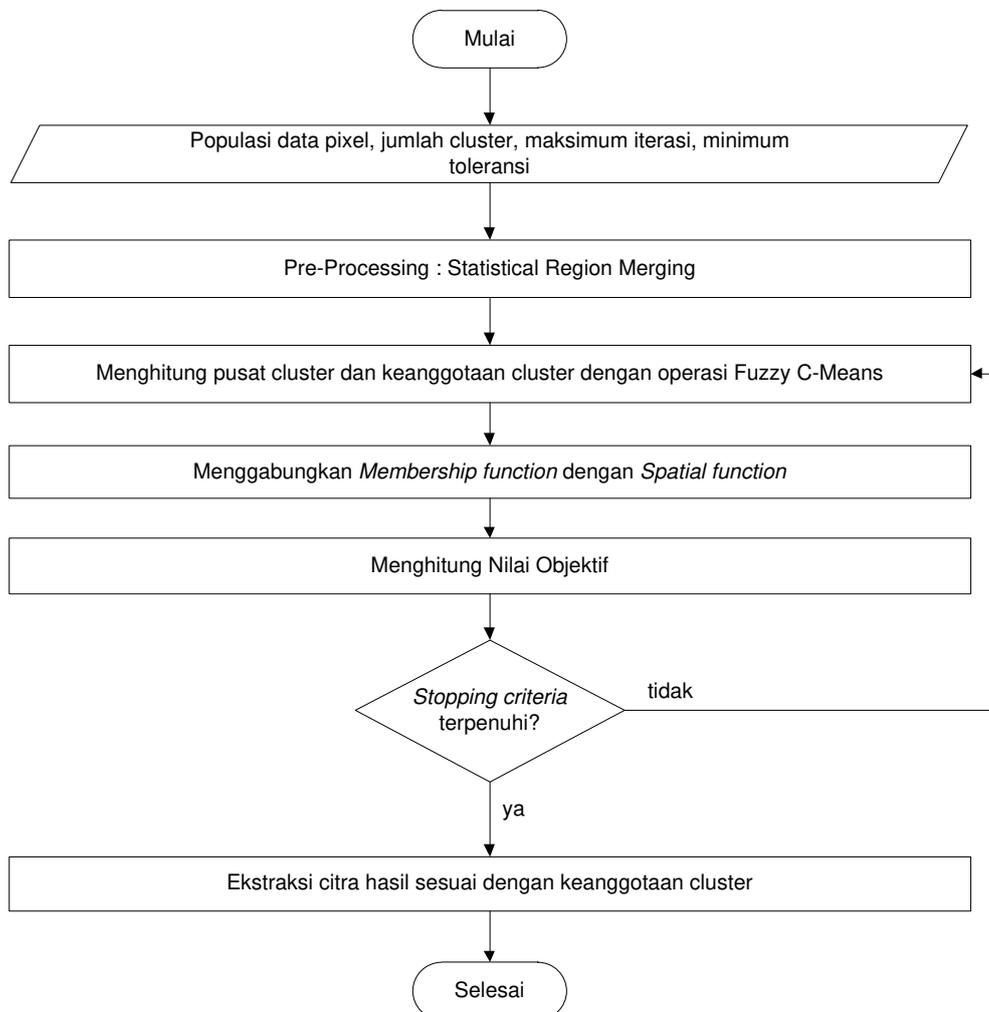
---

merupakan hasil gabungan dari region yang lebih kecil. Statistical Region Merging mengikuti urutan tertentu dari pemilihan regions.

Algoritma ini digunakan untuk mengevaluasi nilai-nilai dalam sebuah rentang regional dan dikelompokkan bersama berdasarkan kriteria merging sehingga menghasilkan list yang lebih kecil. Pada bidang pengolahan citra digital berfungsi mengelompokkan piksel-piksel yang bertetangga berdasarkan shades yang jatuh dalam sebuah threshold tertentu (Qualification Criteria). Diagram alir segmentasi metode SRM dapat dilihat pada gambar 3.6. Parameter yang diperlukan adalah Q yaitu kompleksitas segmentasi.

## 2.2. Pengembangan Model FCM-SRM Untuk Segmentasi Citra

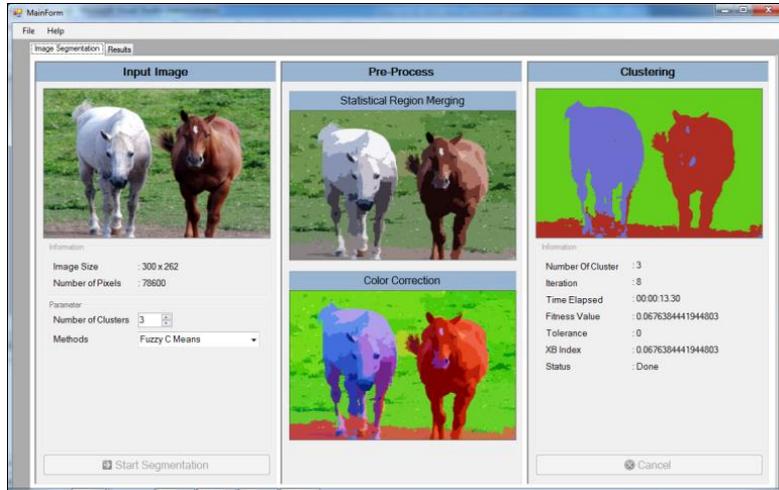
Setelah data berupa citra uji yang diperlukan terkumpul, maka dilanjutkan dengan tahap pengembangan model. Model SRM digabungkan dengan algoritma clustering Fuzzy C-Means untuk melakukan segmentasi citra. Secara umum, model algoritma ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu melakukan pre-processing dengan metode SRM dilanjutkan melakukan clustering dengan Fuzzy C-Means. Data yang akan diolah pada model algoritma ini adalah data nilai piksel yang terdapat pada citra uji dalam ruang warna RGB. Jadi, input dari model ini adalah berupa populasi data piksel citra, jumlah cluster ( $k$ ), maksimum iterasi dan minimum toleransi. Langkah-langkah dari segmentasi citra dengan menggunakan model FCM-SRM ini dideskripsikan sebagai berikut.



Gambar 3. Bagan Metode FCM-SRM Untuk Segmentasi Citra

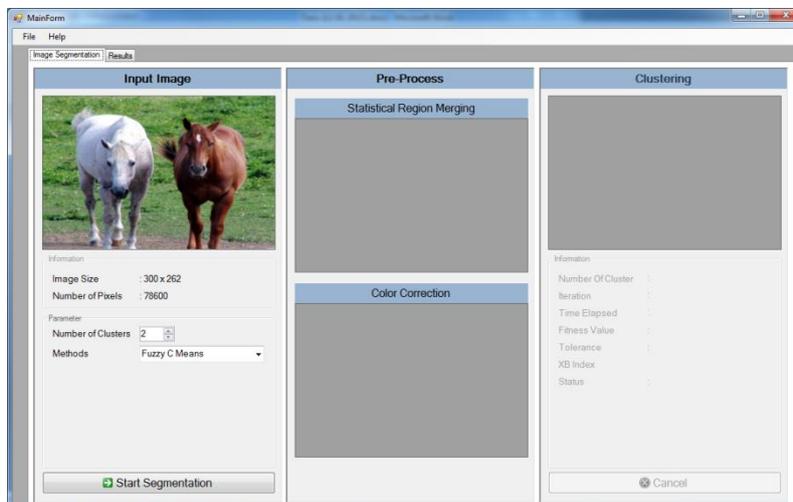
### 3. Hasil dan Pembahasan

Antarmuka sistem ini berfungsi untuk mempermudah pengoperasian aplikasi segmentasi citra yang dikembangkan. Aplikasi ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman C# pada editor Visual Studio 2008. Aplikasi “Segmentasi Citra FCM-SRM” adalah antarmuka utama dari penelitian ini seperti yang terlihat pada Gambar 7. dibawah ini.



Gambar 4. Tampilan antarmuka sistem

Citra uji ditampilkan pada panel utama yang selanjutnya dapat diproses menggunakan metode FCM-SRM. Untuk memuat atau memasukkan citra uji pada aplikasi ini dilakukan dengan memilih “Open” yang terdapat pada menu “File”, lalu dilanjutkan dengan memilih file citra yang diinginkan dimana jenis file yang dapat dimuat disini adalah file gambar yang bertipe JPG, PNG, TIF, TIFF, BMP, dan GIF. Contoh citra uji yang ditampilkan pada panel utama dapat dilihat pada Gambar 8. dibawah ini.



Gambar 5. Contoh tampilan citra uji pada aplikasi

#### 4.4. Pengujian dan Evaluasi Sistem

Pengujian dengan menggunakan algoritma FCM-SRM dilakukan sebanyak 9 kali pada setiap citra uji, dengan menggunakan variasi jumlah cluster mulai dari 2 s/d 10 cluster. Adapun beberapa parameter atau variabel tetap yang digunakan pada uji coba ini adalah:

- Maksimum iterasi = 100
- Minimum toleransi = 0.0000001

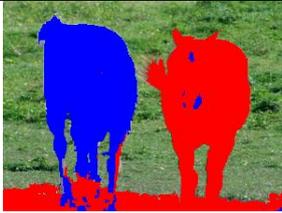
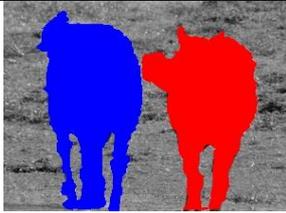
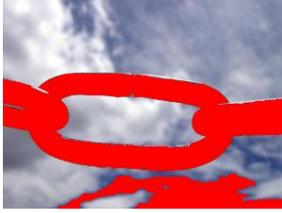
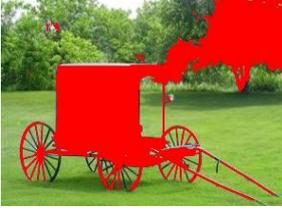
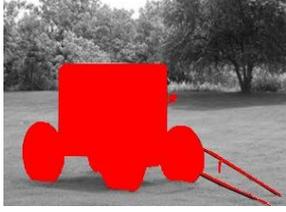
Dari percobaan 9 kali uji coba pada masing-masing citra uji, diperoleh hasil rata-rata jumlah iterasi, lama eksekusi, dan Xie-beni index sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil uji coba segmentasi dengan FCM-SRM

Citra input	Rata-rata		
	Jumlah Iterasi	Lama Eksekusi	Xie-Beni Index
Citra "Horses"	20	80 detik	0.5248133
Citra "Chain"	67	247 detik	0.2530522
Citra "Carriage"	45	141	0.1420811

Berdasarkan hasil uji coba, jumlah cluster optimal dari citra "Horses" adalah 3 cluster, sedangkan untuk citra "Chain" dan "Carriage" adalah 2 cluster. Secara visual dapat dilihat pada citra hasil segmentasi masih terdapat beberapa kekurangan atau belum sesuai dengan hasil yang diharapkan (citra *ground truth segmentation*). Perbandingan citra hasil uji coba dengan citra *ground truth segmentation* ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 2. Perbandingan Citra Hasil Uji Coba

	Citra Asli	Citra Hasil Segmentasi	Citra <i>Ground Truth</i>
Citra "Horses" (3 Cluster)			
Citra "Chain" (2 Cluster)			
Citra "Carriage" (2 Cluster)			

#### 4. Simpulan

Sistem segmentasi citra dengan metode FCMSRM yang dikembangkan ini mampu melakukan segmentasi citra dengan menggunakan metode Fuzzy C Means dengan spatial function. Proses preprocessing dengan menggunakan metode SRM berfungsi untuk menyederhanakan kompleksitas warna pada citra uji agar lebih mudah untuk disegmentasi. Algoritma Fuzzy C Means pada penelitian yang diusulkan ini menggunakan Xie Beni Index sebagai fungsi objektifnya. Evaluasi hasil menggunakan pengukuran terhadap nilai XB index, waktu eksekusi dan jumlah iterasi. Hasil uji coba sistem menunjukkan metode FCMSRM yang diusulkan ini mampu melakukan segmentasi pada citra uji.

Penelitian ini menggunakan metode Fuzzy C Means dikombinasikan dengan metode SRM untuk melakukan segmentasi citra. Meskipun dari hasil uji coba menunjukkan metode FCM-SRM ini sudah berhasil dalam melakukan segmentasi citra, dapat dilihat pada citra hasil segmentasi masih terdapat beberapa kekurangan atau belum sesuai dengan hasil yang diharapkan (citra *ground truth segmentation*). Pada penelitian selanjutnya agar dicoba untuk menerapkan algoritma optimasi seperti algoritma GA, PSO, ataupun CSO agar mendapatkan hasil yang lebih optimal.

---

### Daftar Pustaka

- [1] Darma Putra. Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta : Andi Offset. 2010
- [2] Amiya Halder, Soumajit Pramanik. Dynamic Image Segmentation using Fuzzy C-Means based Genetic Algorithm. *International Journal of Computer Application*. 2011; 2(6)
- [3] Mahamed G. H., Omran, Andries P Engelbrecht, Ayed Salman. 2005. Dynamic Clustering using Particle Swarm Optimization with Application in Unsupervised Image Classification. *Transactions on Engineering, Computing and Technology*. 2005; 9 : 199-204
- [4] Swagam Das, Ajith Abraham. Spatial Information Based Image Segmentation Using a Modified Particle Swarm Optimization Algorithm. IITA Professorship Program, School of Computer Science and Engineering. 2010
- [5] Nock, Richard; Frank Nielsen. Statistical Region Merging. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 2004; 26 (11): 1–7
- [6] S Alpert, M Galun, R Basri, A Brandt. Image Segmentation by Probabilistic Bottom-Up Aggregation and Cue Integration. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition CVPR'07*. 2007 : 1-8
- [7] Keh-Shih Chuang, Hong-Long Tzeng, Sharon Chen, Jay Wu, Tzong-Jer Chen. Fuzzy c-means clustering with spatial information for image segmentation. *Computerized Medical Imaging and Graphics*. 2006; 30 : 9–15
- [8] Ahmed, M. N., Yamany, S. M., Mohamed, N., Farag, A. A., Moriarty, T. A. 2002. Modified Fuzzy C-Means Algorithm for Bias Field Estimation and Segmentation of MRI data. *IEEE Trans Med Imaging*. 2002; 21 : 193–9
- [9] Xie XL, Beni GA. 1991. Validity Measure For Fuzzy Clustering. *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell*. 1991; 3 : 841-6