Analisis Segmentasi Citra USG Hati Menggunakan Metode Fuzzy C-Mean

Charles Jhony Mantho Sianturi
Jurusan Teknik Informatika, Universitas Potensi Utama
E-mail: **lapetgadong@yahoo.com**

Abstrak

Segmentasi merupakan proses yang sering digunakan dalam pemilahan citra dan telah menjadi subyek kegiatan penelitian. Fuzzy CMeans (FCM) adalah salah satu algoritma segmentasi yang banyak digunakan dan memiliki banyak varian dari hasil pengembangan metode tersebut. Dalam jurnal ini memberikan alternatif penyelesaian segmentasi citra dengan menerapkan metode pengembangan dari FCM yaitu Generalized Fuzzy CMeans Clustering. Metode membership constraint mengatasi noise dan meningkatkan konvergensi dari proses segmentasi. Dalam jurnal ini dilakukan segmentasi citra yang dihasilkan oleh metode FCM.

Kata Kunci *— Fuzzy CMeans (FCM), Segmentasi, noise*.

Abstract

Segmentation is the process that is often used in sorting the image and has been the subject of research activities. Fuzzy CMeans (FCM) is one of the segmentation algorithm that is widely used and has many variants of the results of the development of such methods. In this paper provides an alternative solution to implement image segmentation methods, namely the development of FCM CMeans Generalized Fuzzy Clustering. Methods membership constraint overcome noise and improve the convergence of the segmentation process. In this paper carried the image segmentation generated by FCM method.

Keywords *— Fuzzy CMeans (FCM), Segmentasi, noise.*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Segmentasi citra merupakan salah satu topik penting dalam ilmu komputer terutama dalam bidang pengolahan citra digital dan visi komputer. Tujuan segmentasi citra adalah untuk mempartisi gambar menjadi beberapa wilayah yang tidak tumpang tindih dengan karakteristik yang homogen, seperti intensitas, warna, dan tekstur. Seiring dengan berkembangnya teknologi pada aplikasi yang memproses sebuah obyek seperti rekonstruksi tiga dimensi, pengenalan benda, pengenalan tulisan, deteksi wajah, pengkodean obyek dan lain-lain maka proses segmentasi menjadi semakin diperlukan. Hasil segmentasi juga harus semakin akurat karena ketidak akuratan hasil segmentasi akan mempengaruhi pula hasil proses selanjutnya.

Dalam beberapa dekade terakhir, banyak algoritma segmentasi telah dikembangkan. Fuzzy clustering adalah salah satu teknik paling banyak digunakan untuk segmentasi citra. Algoritma Fuzzy c-means (FCM) adalah algoritma fuzzy clustering paling populer dan banyak ditemukan algoritma fuzzy clustering baru berasal dari algoritma tersebut. Namun kelemahan utama dari algoritma fuzzy clustering adalah sensitif terhadap noise pada citra. Untuk mengatasi masalah ini, sebuah membership constraint yang baru diperkenalkan ke fungsi obyektif dari FCM untuk mendapatkan partisi yang lebih jelas. Dalam penulisan penelitian ini diusulkan alternatif

penyelesaian segmentasi citra dengan menerapkan metode pengembangan dari FCM yaitu *Generalized Fuzzy C-Means Clustering*

Algorithm with Improved Fuzzy Partitions (GIFP FCM). GIFP FCM adalah sebuah algoritma fuzzy clustering dengan sebuah membership constraint yang baru diperkenalkan ke fungsi obyektif dari FCM untuk mendapatkan partisi yang lebih jelas. Sehingga lebih efektif dan tahan dalam mengatasi *noise*. Selain itu dengan memperkenalkan membership constraint yang baru maka didapatkan fungsi keanggotaan dan fungsi obyektif yang baru sehingga meningkatkan konvergensi dari proses segmentasi

Segmentasi pada citra ini merupakan proses yang sulit karena proses segmentasi citra USG memiliki karakter khusus yaitu: Pertama, noise dapat mengubah intensitas piksel sehingga klasifikasi menjadi tidak pasti. Kedua, Citra USG ini memiliki kontras yang lemah. Ketiga, memiliki resolusi rendah (Withey dan Koles, 2007) (Cárdene dkk., 2009) . Segmentasi pada kasus ini memerlukan teknik yang khusus. Tidak seperti citra lainnya, citra yang dihasilkan dari peralatan medis/USG memiliki karakter yang khas yaitu hanya memiliki intensitas warna hitam, putih dan abu-abu.

Teknik segmentasi ini dapat di Kelompokkan menjadi 3 kategori yaitu, teknik thresholding, teknik clustering dan deformable model (Ma dkk., 2010). Ketika citra memiliki struktur warna yang terlihat jelas Metode thresholding bisa digunakan. Prosedur algoritma ini tidak terlalu kompleks dan memiliki komputasi yang efisien. Namun karena ketergantungan mereka pada nilai threshold, algoritma ini sangat rentan terhadap noise, dan sulit untuk diterapkan pada citra multi-channel seperti pada citra medis (Ma dkk., 2010).

1.2. Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui segmentasi citra USG hati menggunakan metode fuzzy c-mean.
2. Untuk mengetahui jenis penyakit di dalam hati menggunakan segmentasi citra USG dengan metode fuzzy c-mean.
3. Untuk mempermudah ilmu kedokteran dalam menemukan jenis penyakit di dalam hati dengan segmentasi citra USG dengan metode fuzzy c-mean.

1.3. Manfaat

Adapun Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan motivasi untuk melakukan penelitian-penelitian berikutnya baik untuk permasalahan yang sama, ataupun berbeda dan mengunakan metode yang sama ataupun berbeda.
2. Dengan adanya pembahasan metode fuzzy ini menambah wawasan dan imajinasi penulis dalam proses segmentasi citra.
3. Dengan adanya pembahasan ini dapat mempermudah ilmu kedokteran dalam bidang medis khususnya pada penyakit di dalam hati.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Analisis

Dalam linguistik, analisa atau analisis adalah kajian yang dilaksanakan terhadap sebuah bahasa guna meneliti struktur bahasa tersebut secara mendalam. Sedangkan pada kegiatan laboratorium, kata analisa atau analisis dapat juga berarti kegiatan yang dilakukan di laboratorium untuk memeriksa kandungan suatu zat dalam cuplikan. Namun, dalam perkembangannya, penggunaan kata analisa atau analisis mendapat sorotan dari kalangan akademisis, terutama kalangan ahli bahasa. Penggunaan yang seharusnya adalah kata analisis. Hal ini dikarenakan kata analisis merupakan kata serapan dari bahasa asing (Inggris) yaitu *analisys*. Dari akhiran -*isys* bila

diserap ke dalam bahasa Indonesia menjadi *-isis*. Jadi sudah seharusnya bagi kita untuk meluruskan penggunaan setiap bahasa agar tercipta praktek kebahasaan yang baik dan benar demi tatanan bangsa Indoesia yang semakin baik.

Kamus Besar Bahasa Indonesia, Edisi III (2001) analisis ana.li.sis [n] (1) penelitian suatu peristiwa atau kejadian(karangan, perbuatan, dsb) untuk mengetahui keadaan yg sebenarnya (sebab-musabab, duduk perkaranya, dsb); (2) Man penguraian suatu pokok atas berbagai bagiannya dan penelaahan bagian itu sendiri serta hubungan antarbagian untuk memperoleh pengertian yg tepat dan pemahaman arti keseluruhan; (3) Kim penyelidikan kimia dengan menguraikan sesuatu untuk mengetahui zat bagiannya dsb; (4) penjabaran sesudah dikaji sebaik-baiknya;

Analisa jelas berbeda dengan Analisis. EYD menyebutkan kata bakunya adalah Analisis.

2.2. Segmentasi

Segmentasi citra adalah proses membagi citra digital menjadi beberapa daerah atau kelompok, dimana masing-masing daerah terdiri dari sekumpulan piksel. Segmentasi citra menyederhanakan dan mengubah representasi citra ke sesuatu yang lebih bermakna dan lebih mudah untuk dianalisis. Segmentasi citra di-gunakan untuk mencari obyek yang ingin di cari dan batas-batas bentuk objek seperti garis, kurva dalam citra.

2.3. Citra

Citra adalah gambar dua dimensi yang dihasilkan dari gambar analog dua dimensi yang kontinu menjadi gambar diskrit melalui proses *sampling*.Gambar analog dibagi menjadi N baris dan M kolom sehingga menjadi gambar diskrit. Persilangan antara baris dan kolom tertentu disebut dengan piksel. Contohnya adalah gambar/titik diskrit pada baris n dan kolom m disebut dengan piksel [n,m].

Sampling adalah proses untuk menentukan warna pada piksel tertentu pada citra dari sebuah gambar yang kontinu. Pada proses *sampling* biasanya dicari warna rata-rata dari gambar analog yang kemudian dibulatkan. Proses sampling sering juga disebut proses digitisasi. Sampling merupakan bagian dari metodologi statistika.

Ada kalanya, dalam proses sampling, warna rata-rata yang didapat di relasikan ke level warna tertentu. Contohnya apabila dalam citra hanya terdapat 16 tingkatan warna abu-abu, maka nilai rata-rata yang didapat dari proses sampling harus diasosiasikan ke 16 tingkatan tersebut. Proses mengasosiasikan warna rata-rata dengan tingkatan warna tertentu disebut dengan kuantisasi.

Derau (*Noise*) adalah gambar atau piksel yang mengganggu kualitas citra. Derau dapat disebabkan oleh gangguan fisis(optik) pada alat akuisisi maupun secara disengaja akibat proses pengolahan yang tidak sesuai. Contohnya adalah bintik hitam atau putih yang muncul secara acak yang tidak diinginkan di dalam citra. bintik acak ini disebut dengan derau *salt & pepper*.

Banyak metode yang ada dalam pengolahan citra bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan noise.

2.3.1. Pengolahan Citra

Operasi yang dilakukan untuk mentransformasikan suatu citra menjadi citra lain dapat dikategorikan berdasarkan tujuan transformasi maupun cakupan operasi yang dilakukan terhadap citra.

Berdasarkan tujuan transformasi operasi pengolahan citra dikategorikan sebagai berikut:

a. Peningkatan Kualitas Citra (*Image Enhancement*)
   Operasi peningkatan kualitas citra bertujuan untuk meningkatkan fitur tertentu pada citra.

b. Pemulihan Citra (*Image Restoration*)
   Operasi pemulihan citra bertujuan untuk mengembalikan kondisi citra pada kondisi yang diketahui sebelumnya akibat adanya pengganggu yang menyebabkan penurunan kualitas citra.

Berdasarkan cakupan operasi yang dilakukan terhadap citra, Operasi pengolahan citra dikategorikan sebagai berikut:

a. Operasi titik, yaitu operasi yang dilakukan terhadap setiap piksel pada citra yang keluarannya hanya ditentukan oleh nilai piksel itu sendiri.
b. Operasi area, yaitu operasi yang dilakukan terhadap setiap piksel pada citra yang keluarannya dipengaruhi oleh piksel tersebut dan piksel lainnya dalam suatu daerah tertentu. Salah satu contoh dari operasi berbasis area adalah operasi ketetanggaan yang nilai keluaran dari operasi tersebut ditentukan oleh nilai piksel-piksel yang memiliki hubungan ketetanggaan dengan piksel yang sedang diolah.
c. Operasi global, yaitu operasi yang dilakukan tehadap setiap piksel pada citra yang keluarannya ditentukan oleh keseluruhan piksel yang membentuk citra.

2.4. USG

Ultrasonografi medis (sonografi) adalah sebuah teknik diagnostik pencitraan menggunakan suara ultra yang digunakan untuk mencitrakan organ internal dan otot, ukuran mereka, struktur, dan luka patologi, membuat teknik ini berguna untuk memeriksa organ. Sonografi obstetrik biasa digunakan ketika masa kehamilan.

Pilihan frekuensi menentukan resolusi gambar dan penembusan ke dalam tubuh pasien. Diagnostik sonografi umumnya beroperasi pada frekuensi dari 2 sampai 13 megahertz.

Sedangkan dalam fisika istilah "suara ultra" termasuk ke seluruh energi akustik dengan sebuah frekuensi di atas pendengaran manusia (20.000 Hertz), penggunaan umumnya dalam penggambaran medis melibatkan sekelompok frekuensi yang ratusan kali lebih tinggi.

Ultrasonografi atau yang lebih dikenal dengan singkatan USG digunakan luas dalam medis. Pelaksanaan prosedur diagnosis atau terapi dapat dilakukan dengan bantuan ultrasonografi (misalnya untuk biopsi atau pengeluaran cairan). Biasanya menggunakan probe yang digenggam yang diletakkan di atas pasien dan digerakkan: gel berair memastikan penyerasian antara pasien dan *probe*.

Dalam kasus kehamilan, Ultrasonografi (USG) digunakan oleh dokter spesialis kandungan (DSOG) untuk memperkirakan usia kandungan dan memperkirakan hari persalinan. Dalam dunia kedokteran secara luas, alat USG (ultrasonografi) digunakan sebagai alat bantu untuk melakukan diagnosa atas bagian tubuh yang terbangun dari cairan.

USG tidak dapat digunakan untuk memantau lambung atau usus, karena banyak mengandung gas, sehingga pantulan USG akan buyar. Di Laboratorium Klinik Bebas yang tidak berada di Rumah Sakit, selain USG Kandungan dan USG Jantung (Echo), biasanya USG dibagi menjadi USG untuk:

a. Seluruh Abdomen
   i. Upper Abdomen
      a) Thyroid^
      b) Payudara^
      c) Liver/Hati^
      d) Limpa
      e) Pankreas
   ii. Lower Abdomen
      a) Ginjal^
      b) Kandung Kemih
      c) Prostat^

Yang bertanda '^' dapat diperiksa terpisah, tetapi memeriksa Upper Abdomen saja atau Lower Abdomen saja hanya lebih mahal sedikit daripada memeriksa terpisah dan memeriksa Upper Abdomen dan Lower Abdomen sekaligus lebih murah daripada memeriksa sendiri-sendiri, oleh karena itu jika biaya tidak begitu menjadi masalah, maka lebih baik bagi mereka yang telah berusia 50 tahun atau mereka yang berusia di atas 40 tahun, tetapi menderita Diabetes, sebaiknya memeriksakan sekaligus Upper Abdomen dan Lower Abdomen, karena beberapa penyakit belum muncul gejalanya, jika belum parah, misalnya Tumor Payudara, Batu Empedu, Batu Pankreas, Pelemakan Hati, Batu Ginjal, Batu Kandung Kemih, Pembesaran Prostat. Dalam jurnal ini membahas tentang USG hati.

2.5. Clustering

Clustering merupakan proses pengelompokan data dalam kelas-kelas atau *cluster-cluster* sehingga data dalam suatu *cluster* memiliki tingkat kesamaan yang tinggi antara data satu dengan yang lainnya tetapi sangat berbeda dengan data pada *cluster* lain [4]. *Clustering* juga dapat dianggap sebagai bentuk kompresi data, di mana sejumlah besar sampel diubah menjadi sejumlah kecil perwakilan prototipe atau *cluster*. Tergantung pada data dan apli-kasi, berbagai jenis ukuran kesamaan dapat digunakan untuk mengidentifikasi kelas, di mana ukuran kesamaan mengontrol bagaimana *cluster* terbentuk. Beberapa contoh nilai-nilai yang dapat digunakan sebagai parameter kesamaan termasuk jarak, konektivitas dan intensitas.

2.6. Fuzzy C-Means

Fuzzy C-Means adalah suatu teknik *clustering* (pengelompokan) data di mana keberadaan titik-titik data dalam suatu *cluster* ditentukan oleh derajat keanggotaan. Penentuan titik *cluster* dilakukan secara berulang-ulang hingga diperoleh data yang akurat berdasarkan derajat keanggotaannya. Perulangan ini didasarkan pada minimalisasi fungsi obyektif yang menggambarkan jarak dari titik data ke pusat *cluster* yang terbobot oleh derajat keanggotaan. Akibat adanya derajat keanggotaan tersebut, maka suatu titik data bisa dimiliki lebih dari satu kelompok. Metode ini merupakan minimasi dari fungsi objektif [4].

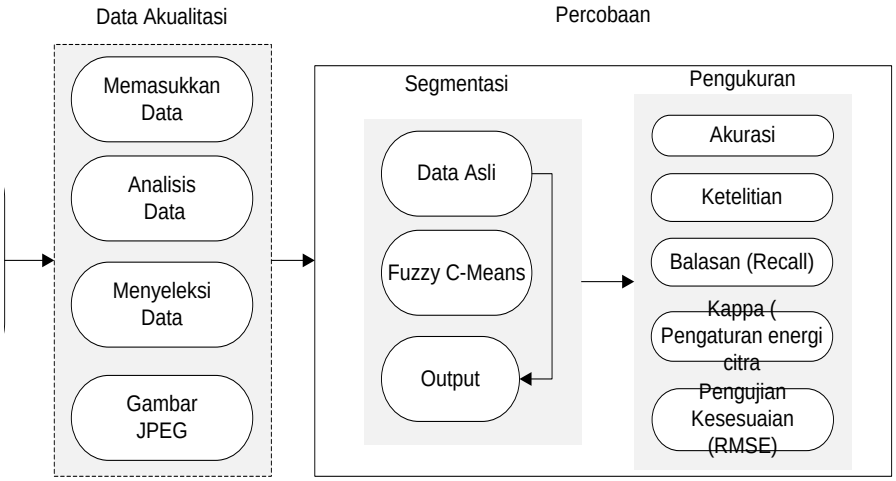
$$J_m = \sum_{i=1}^{c} \sum_{j=1}^{n} u_{i\,j}^{m} \parallel x_j - v_i \parallel^2 \quad (1)$$

Dengan menggunakan fungsi objektif *Fuzzy C-Means* mempartisi data masuk ke dalam *cluster-cluster* hingga optimasi dari fungsi objektif tercapai. Untuk proses perubahan *membership* atau keanggotaan data digunakan persamaan dan pembaruan pusat *cluster* digunakan persamaan berikut ini.

$$v_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} u_{ij}^{m} x_j}{\sum_{j=1}^{n} u_{ij}^{m}} \quad (2)$$

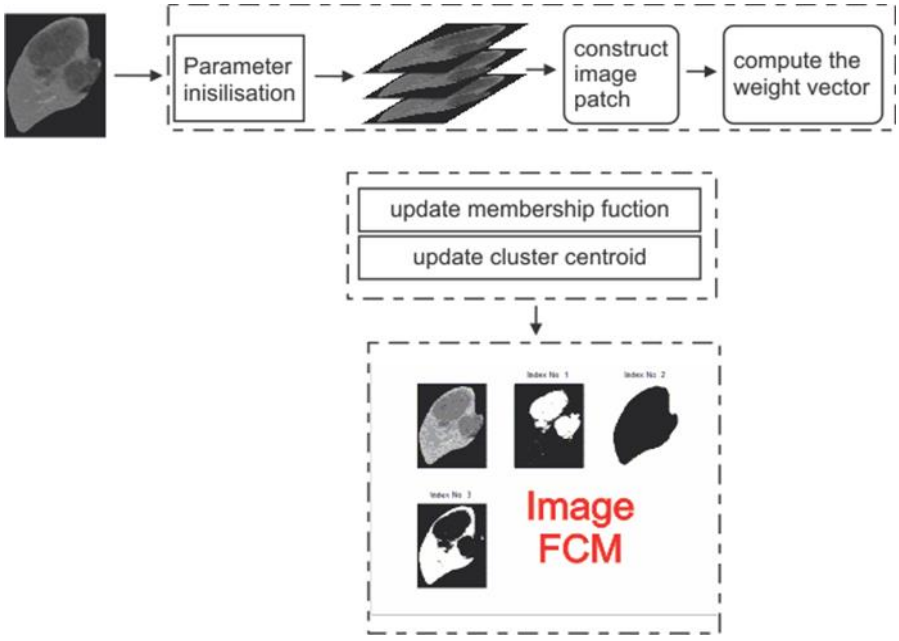
$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{l=1}^{c} \left(\frac{\|x_j - v_i\|}{\|x_j - v_i\|} \right)^{\frac{2}{m}-1}} \quad (3)$$

Penelitian ini akan berusaha mengatasi kelemahan-kelemahan dari penelitian sebelumnya dan berusaha meningkatkan kinerja dari kinerja metode segmentasi citra dalam hal Penyakit di dalam hati. Dari masalah yang telah disampaikan, maka akan digambar secara rinci proses penelitian yang akan dilakukan mulai dari tahapan d*ata acquisition* sampai dengan mendapatkan akurasi menggunakan tahapan segmentasi citra USG hati.



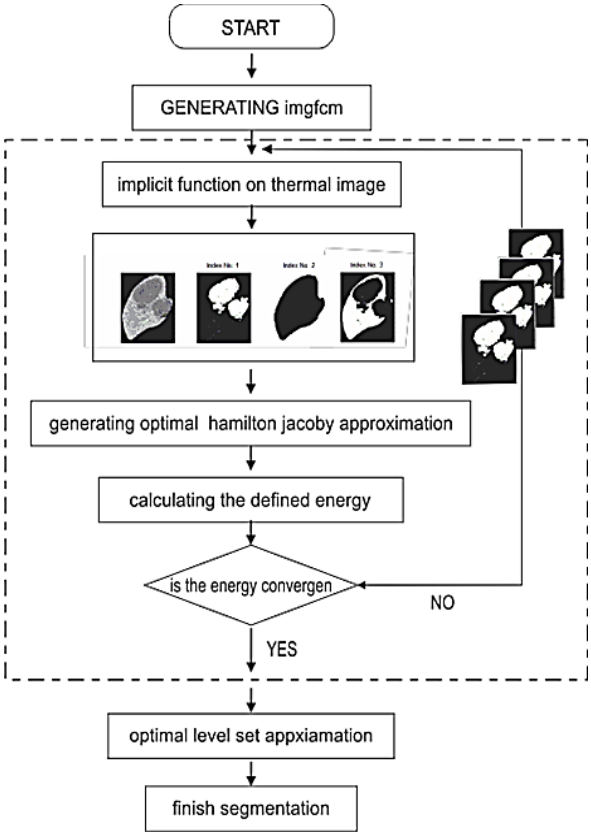
Gambar 1. Rangka Penelitian Fuzzy C-Means

Proses segmentasi citra USG hati ini terdiri dari dua bagian. Bagian pertama kita cluster citra USG hati menjadi 3 cluster yang bisa kita jadikan sebagai inisialisasi awal level set. Dengan demikian dapat digambarkan framework metode fuzzy c-means dengan gambar di bawah ini:



Gambar 2. Bagian 1 inisialisasi Fuzzy C-Means

Proses di atas merupakan bagian 1 yang nanti akan dilanjutkan dengan bagian 2 untuk segmentasi citra USG hati. Dari hasil ini kita sudah mendapatkan citra USG hati yang sudah terkluster menjadi 3 bagian yang bias kita jadikan sebagai inisialisasi awal. Dari ketiga kluster yang sudah terbentuk kita pilih salah satu index citra yang sesuai dengan citra yang akan disegmentasi lebih lanjut. Dengan demikian dapat digambarkan pada rangka penelitian metode *fuzzy c-means* dengan gambar di bawah ini:



Gambar 3. Bagian 2 Fuzzy C-Means

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Fungsi validitas (Vpc dan Vpe)

Fungsi validitas adalah fungsi yang dihitung yang digunakan untuk menilaisecara kuantitatif dan mengevaluasi hasil kerja clustering [5]. Fungsi representasi untuk partisi fuzzy adalah koefisien partisi (Vpc) dan entropi partisi (Vpe) yang didefinisikan sebagai :

$V_{pc} = \sum_{i=1}^{c} \sum_{j=1}^{n} u_{ij}^{1} / n$ (1)

$V_{pe} = - \sum_{i=1}^{c} \sum_{j=1}^{n} (u_{ij} \log u_{ij}) / n$ (2)

Dimana :

V_{pc} = Koefisien partisi

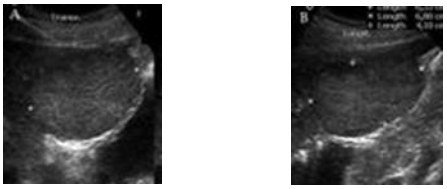
V_{pe} = Entropi partisi

U_{ij} = Nilai keanggotaan dari fuzzy untuk clustring data i dan clustring data j

n = Nilai pixel pada citra

3.2. Uji Coba

Uji coba dilakukan pada citra USG yang diperoleh dari pemeriksaan beberapa pasien pada beberapa tenaga medis.



(a) (b)
Gambar 4. Citra uji coba (a) Liv3mm.jpg (b) Liv5mm.jpg

Ada 3 cara uji coba pada citra USG hati antara lain sebagai berikut:

1. Cara pertama, menggunakan metode FCM yaitu bertujuan untuk mengetahui pengaruh parameter ukuran window pada metode FCM dengan informasi spasial terhadap waktu dan hasil segmentasi.
2. Cara kedua, untuk membandingkan hasil output segmentasi citra USG hati antara metode K-Means dengan metode C-Means.
3. Cara ketiga, untuk membandingkan akurasi deteksi tepi dari hasil segmentasi menggunakan metode FCM.

3.3. Hasil Uji Coba

Untuk cara ke-1 dan ke-2 didapatkan citra hasil segmentasi menggunakan metode FCM dengan informasi spasial menggunakan ukuran 3x3 pada semua data uji coba seperti gambar dibawah ini.

(a) (b)
Gambar 5. Citra hasil segmentasi menggunakan metode FCM
dengan informasi spasial menggunakan ukuran window 3x3
pada gambar (a) Liv3mm.jpg (b) Liv5mm.jpg

3.4. Pembahasan Hasil

Dari hasil uji coba cara ke-1, diketahui bahwa pada FCM dengan informasi spasial ukuran window 5x5 menghasilkan segmentasi yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan window 3x3. Hal ini terlihat jumlah partisi daerah obyek juga lebih sedikit. Adapun waktu eksekusi menggunakan ukuran window 5x5 sedikit lebih lama dikarenakan pembentukan matrik ketetanggaan yang lebih besar dimana window 5x5 akan menghitung 25 ketetanggaan sedangkan window 3x3 hanya menghitung 9 ketetanggaan. Dari hasil uji coba cara ke-2 diketahui bahwa eksekusi segmentasi menggunakan metode FCM dengan informasi spasial jauh lebih lama dibandingkan menggunakan metode K-means. Akan tetapi hasil segmentasi menggunakan metode FCM dengan informasi spasial lebih baik dibandingkan menggunakan metode Kmeans, terlihat dari jumlah partisi daerah obyek pada gambar hasil segmentasi menggunakan metode FCM dengan informasi spasial yang lebih sedikit dibandingkan dengan gambar hasil segmentasi menggunakan metode K-means.

Hal ini dikarenakan proses klasterisasi piksel tidak hanya berdasarkan nilai keabuan saja, akan tetapi juga mempertimbangkan nilai keabuan serta jarak ketetanggaan dari masing masing piksel. Selain itu penentuan keanggotaan pada proses klasterisasi juga memperhatikan nilai keanggotaan ketetanggaan. Dari hasil uji coba cara ke-3 diketahui bahwa hasil deteksi pada citra hasil segmentasi FCM dengan informasi spasial lebih baik dibandingkan pada

citra hasil segmentasi Kmeans. Hal ini dikarenakan pada citra hasil segmentasi K-means banyak piksel yang merupakan noise yang terpilih pada proses deteksi, sehingga terjadi kesalahan deteksi. Sedangkan pada citra hasil segmentasi FCM dengan informasi spasial, terdapat noise yang lebih sedikit, sehingga kemungkinan kesalahan deteksi lebih berkurang. Ada beberapa hasil deteksi pada citra hasil segmentasi FCM dengan informasi spasial yang bernilai rendah yaitu kurang dari 60% hal itu dikarenakan citra asli dengan kualitas kurang begitu bagus. Seperti pada citra 'Liv3mm.jpg', 'Liv5mm.jpg' dimana citra USG hati tidak begitu terlihat atau dengan kata lain tidak berbentuk.

4. KESIMPULAN

Sebagai penutup dari penulisan ini, maka ada beberapa hal yang dapat dijadikan kesimpulan, antara lain:

1. Integrasi Metode Fuzzy C-Means untuk otomatisasi penentuan parameter pada metode level set dapat di gunakan untuk segmentasi citra medis secara universal dari citra yang dihasilkan dari peralatan medis antara lain X-Rays, Magnetic Resonance (MR), dan Computer Tomography (CT) dengan tidak memerlukan lagi penentuan parameter yang mengontrol level set untuk masing – masing citra seperti yang dilakukan pada penelitian sebelumnya.
2. Segmentasi citra adalah proses membagi citra digital menjadi beberapa daerah atau kelompok
3. Proses segmentasi citra USG hati ini terdiri dari dua stage. Stage pertama kita cluster citra USG hati menjadi 3 cluster yang bisa kita jadikan sebagai inisialisasi awal level set.

5. SARAN

Berkaitan dengan telah terselesainya penulisan ini, ada beberapa masukan dan saran-saran yang disampaikan sebagai berikut:

1. Penulis penelitian ini masih jauh dari sempurna dan pada suatu saat nantinya penelitian ini mungkin bias dikembangkan lagi menjadi penelitian yang lebih kompleks dan diimplementasikan untuk semua bentuk implementasi pada system informasi yang kompleks.
2. Penelitian ini perlu dikembangkan terhadap objek penyakit lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Youssef, A., *Image Downsampling and Upsampling Methods*, National Institute of Standards and Technology.

[2] Gonzalez R.C., Woods R.E., 2008, *Digital Image Processing, Third Edition*, Prentice Hall.

[3] Gonzalez, R. C., Woods, R. E., 2004, *Digital Image Processing Using MATLAB*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

[4] Sowmya, B., Rani, B. S., 2010, Colour Image Segmentation Using Fuzzy Clustering Techniques and Competitive Neural Network, *Applied Soft Computing*, Vol 11, No 3, Hal 3170-3178.

[5] Puspitasari, D., Tjandrasa, H., 2011, Deteksi Kepala Janin pada Gambar USG Menggunakan Fuzzy C-Means (FCM) dengan Informasi Spasial dan Iterative Randomized Hough Transform (IRHT), *Tesis*, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

[6] Lu, W., Tan, J., 2008, Detection of Incomplete Ellipse in Images with Strong Noise by Iterative Randomized Hough transform (IRHT), *Pattern Recognition*, Vol 41, No 4, Hal 1268-1279.