

KAJIAN PUSTAKA METODE SEGMENTASI CITRA PADA MRI TUMOR OTAK

Diah Priyawati^{1*}, Indah Soesanti¹, Indriana Hidayah¹

¹ Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Jl. Grafika No.2 Yogyakarta - 55284.

*Email: diah.priyawati.mti13@mail.ugm.ac.id

Abstrak

Magnetic Resonance Images (MRI) merupakan mesin terbaik dalam mendiagnosa tumor otak. Namun Interpretasi MRI membutuhkan waktu lama, dan sulitnya mendeteksi adanya edema. Edema adalah jaringan yang berada di dekat sel tumor aktif dan tumpang tindih dengan jaringan normal. Saat ini proses diagnosa citra MRI masih mengandalkan kemampuan pakar radiologi secara manual. Hal ini membutuhkan waktu lama, dan keputusan yang diambil dapat bersifat subjektif. Sehingga dibutuhkan sistem yang mampu melakukan segmentasi citra MRI untuk membagi daerah-daerah citra menjadi beberapa bagian yang homogen. Pada makalah ini akan dijelaskan metode-metode segmentasi citra pada MRI tumor otak. Penjelasan akan dimulai dari pemahaman tumor otak, peralatan penghasil citra otak seperti MRI, dan metode-metode segmentasi yang pernah dilakukan peneliti sebelumnya. Metode pengklasteran dapat menjadi salah satu pendekatannya. Dan pengklasteran fuzzy merupakan metode yang unggul untuk segmentasi citra tumor otak.

Kata kunci: MRI, segmentasi, tumor otak

1. PENDAHULUAN

Menurut data dari *International Agency for Research on Cancer*, bahwa lebih dari 126.000 orang di dunia mengidap tumor otak tiap tahun, dengan lebih dari 97.000 diantaranya meninggal (Al Tamimi dan Sulong, 2014). Angka tersebut memperlihatkan bahwa penderita tumor otak sangat tinggi dan dapat meningkat dari tahun ke tahun. Keberadaan tumor pada stadium awal sangat sulit diketahui karena umumnya batas tumor masih tidak jelas, kontrasannya rendah, dan terkadang mirip seperti jaringan normal (National Brain Tumor Society, 2013).

MRI (*Magnetic Resonance Imaging*) merupakan peralatan radiologi terbaik untuk melakukan diagnosa tumor otak yang rumit dan intensitasnya beragam (Balafar et al., 2010). Keunggulan MRI diantaranya mampu mendapatkan citra beresolusi tinggi, dan aman diterapkan pada organ otak karena tidak mengandung radiasi ion. Namun interpretasi atau pembacaan citra MRI membutuhkan waktu yang lama. Sehingga segmentasi citra perlu dilakukan. Segmentasi citra bertujuan untuk membagi daerah citra tumor dan daerah normal (Kadir dan Adhi Susanto, 2012). Saat ini proses segmentasi citra banyak dilakukan secara manual oleh para radiolog. Proses ini membutuhkan waktu lama, dan pakar radiologi kemungkinan dapat bersifat subjektif dalam mendiagnosa (Al Tamimi dan Sulong, 2014). Mengingat jumlah citra setiap pasien saat ini cukup banyak dan jaringan sel yang bermacam-macam bentuk sehingga akan membuat jaringan tumor menjadi mirip seperti jaringan normal. Disebutkan bahwa sebuah rumah sakit dengan fasilitas penghasil citra medis *modern* mampu memproduksi sekitar 5 – 15 GB data setiap hari (Bairagi dan Sapkal, 2013).

Segmentasi citra otomatis sangat diperlukan untuk mempermudah diagnosa dokter dalam mendeteksi keberadaan tumor. Penelitian tentang segmentasi citra tumor otak terus dikembangkan dari mulai metode konvensional hingga metode berbasis sistem cerdas. Beberapa penelitian menyebutkan metode konvensional sulit mencapai hasil segmentasi yang akurat sehingga lebih baik ditempatkan pada tahap pra pengolahan dan dikombinasikan dengan teknik lain (Liu et al., 2014).

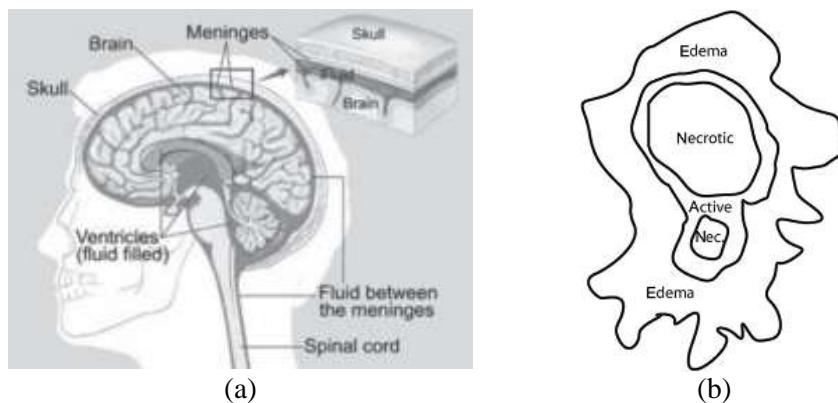
Kemajuan teknologi menyebabkan kecepatan komputasi bukan lagi fokus utama para peneliti. Namun hal terpenting adalah berusaha mendapatkan sistem yang mampu melakukan segmentasi dan mendapatkan informasi MRI yang akurat dan selalu meningkat. Tantangan segmentasi citra tumor otak saat ini adalah keakuratan, kemampuan metode yang dapat digunakan kembali, dan penerapan pada sistem cerdas (Al Tamimi dan Sulong, 2014). Keunggulan berdasarkan sistem cerdas adalah hasil segmentasi lebih akurat, cepat, dan terkadang dapat bekerja

tanpa informasi awal (Desiani dan Arhami, 2007). Sehingga peneliti memfokuskan pada segmentasi citra MRI tumor otak dan metode-metode yang sedang berkembang, sebagai manfaat ilmu pengolahan citra dalam bidang biomedis.

2. GAMBARAN ANATOMI OTAK

Otak adalah organ manusia yang berongga dan lunak dan terdiri dari sel-sel saraf serta jaringan pendukung yang terhubung dengan batang otak, seperti terlihat pada gambar 1(a). Otak terdiri dari dua tipe jaringan yaitu *Gray Matter* (GM) dan *White Matter* (WM). Gray Matter berasal dari sel *neuronal* dan *glial*, dan sel *basal nuclei*. *Neuronal* dan *glia* berfungsi untuk mengontrol aktivitas otak. Sedangkan *basal nuclei* merupakan jaringan GM yang berada dalam WM. *White Matter* menghubungkan *cerebral cortex* dengan bagian otak yang lain.

Otak terdiri dari otak besar (*cerebrum*) dan batang otak. Otak besar dibagi menjadi dua belahan yaitu bagian kanan dan kiri. Otak bagian kanan berfungsi untuk mengontrol tubuh bagian kiri dan menghasilkan pikiran kreatif. Sebaliknya otak kiri bertugas mengontrol tubuh bagian kanan dan mempengaruhi kemampuan logika. Struktur otak yang menempati ruang terbesar kedua adalah otak kecil (*cerebellum*). Otak kecil berada di bagian belakang batang otak yang mengontrol fungsi motorik tubuh. Sedangkan bagian lain yang tidak kalah penting adalah saraf tulang belakang yang terhubung langsung ke batang otak yang berfungsi untuk mengontrol fungsi vital dari tubuh manusia seperti fungsi motorik, fungsi sensorik, dan gerakan bawah sadar (McLean, 2012).



Gambar 1. Pembagian daerah utama pada :
(a) Struktur otak (McLean, 2012). (b) Tumor otak (Liu et al., 2014).

2.1. Tumor Otak

Tumor otak adalah jaringan sel otak yang tumbuh dan berkembang tidak terkontrol karena alasan tertentu (National Brain Tumor Society, 2013). Tumor otak yang berada di dalam kepala akan mengganggu fungsi normal otak, serta akan meningkatkan tekanan pada otak. Sehingga mengakibatkan sebagian jaringan otak akan mengalami kemunduran, akan mendesak rongga tengkorak, hingga menyebabkan kerusakan jaringan saraf (Al Tamimi dan Sulong, 2014). Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) membagi tipe tumor otak sebanyak 120 jenis dengan kriteria tumor otak didasarkan pada anaplasia (McLean, 2012). Anaplasia adalah cara pertumbuhan sel tumor dimana semakin rendah derajat anaplasia mengindikasikan pertumbuhan tumor lebih lambat.

Sedangkan pakar radiologi mengidentifikasi tumor otak berdasarkan apakah tumor tersebut jinak atau ganas, dan asal tumor tersebut tumbuh. Selain itu apakah tumor tersebut primer atau sekunder (National Brain Tumor Society, 2013). Tumor jinak berasal dari sel di dalam atau di sekitar otak, tidak mengandung sel kanker, berkembangnya lambat dan memiliki batas yang jelas serta tidak menyebar ke jaringan lain. Sedangkan tumor ganas mengandung sel kanker dan seringkali tidak memiliki batas yang jelas. Tumor juga dibedakan berdasarkan asal pertumbuhannya, yakni tumor primer dan tumor sekunder. Tumor primer adalah sel kanker yang pertama kali tumbuh di dalam otak dan kemungkinan dapat menyebar ke bagian otak dan tulang belakang, namun jarang menyebar ke bagian tubuh lainnya. Sedangkan tumor sekunder, yang dikenal dengan metastik, merupakan sel kanker yang berasal dari bagian tubuh lain lalu menyebar

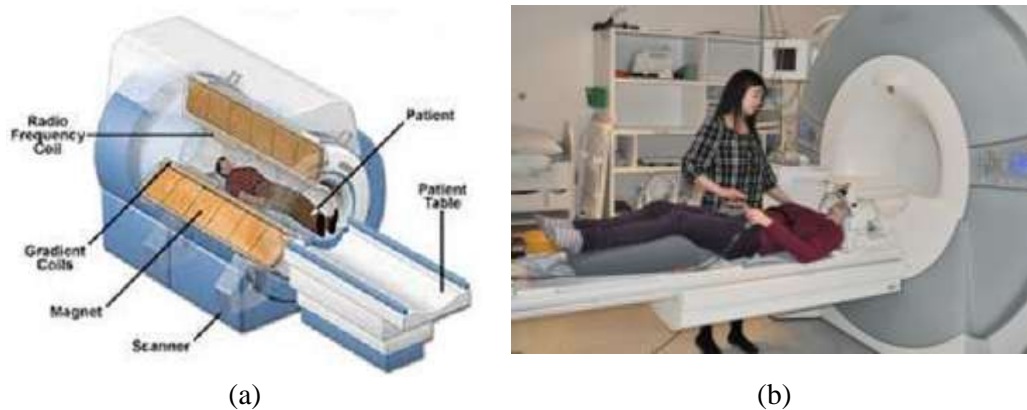
hingga ke otak. Tumor sekunder lebih banyak menyerang manusia dibandingkan tumor primer (National Brain Tumor Society, 2013).

2.2. Peralatan Perekaman Citra Otak

Untuk mengetahui kondisi organ tertentu di dalam tubuh diperlukan teknik-teknik pengambilan citra medis (Balafar et al., 2010). Beberapa peralatan perekaman citra medis diantaranya adalah *X-ray*, *Computed Tomography (CT)*, *positron emission tomography (PET)*, *single photon emission computer tomography (SPECT)*, *ultrasoundography (USG)*, *magnetic resonance imaging (MRI)*, dan lain-lain. *X-ray* ditemukan tahun 1985 dan merupakan sumber radiasi tertua yang tetap unggul sebagai peralatan diagnosis medis (Prasetyo, 2011). CT merupakan kombinasi *X-ray* dengan peralatan software yang lebih canggih sehingga mampu menghasilkan citra dengan resolusi tinggi. Sama seperti CT, MRI mampu memproduksi citra yang berkualitas tetapi tidak menggunakan radiasi ion. Alasan inilah yang menyebabkan MRI aman digunakan untuk perekaman organ otak dan perekaman terbaik untuk deteksi tumor otak (Balafar et al., 2010).

2.3. Magnetic Resonance Imaging (MRI)

MRI ditemukan pada tahun 1969 oleh Raymond V. Damadian untuk melihat struktur tubuh manusia. Kinerja sederhananya adalah pasien berada di daerah medan magnet yang kuat sehingga menyebabkan *proton-proton* molekul air dalam tubuh menjadi selaras sesuai dengan medan magnet. Selanjutnya pulsa frekuensi radio masuk dan memaksa proton tersebut pindah atau keluar dari titik *equilibrium*. Ketika pulsa frekuensi radio tersebut dihentikan, proton kembali ke titik *equilibrium* dan menghasilkan sinyal sinusoidal pada frekuensi yang sama dengan medan magnet. Kumputan frekuensi radio atau *resonator* di dalam scanner mendeteksi sinyal dan menghasilkan citra MRI. Gambar 2 memperlihatkan struktur penampang peralatan MRI dan pemeriksaan kondisi otak pasien.



Gambar 2. Peralatan perekam MRI. (a) Struktur alat (Al Tamimi dan Sulong, 2014). (b) Pemeriksaan kondisi otak dengan MRI (OCMR, n.d.)

3. STUDI PUSTAKA

3.1. Kesulitan Segmentasi Citra Tumor Otak

Walaupun MRI merupakan peralatan diagnosa paling sesuai untuk tumor otak, namun terdapat beberapa kekurangan diantaranya adalah pertama, derau citra MRI yang muncul secara *random*. Kedua, pasien harus diam dan tidak terdapat *implant* atau benda logam di dalam tubuhnya untuk mendapatkan citra yang berkualitas tinggi. Hal ini akan sulit bagi pasien yang cemas atau menderita sakit parah. Ketiga, MRI sulit mendeteksi edema, yaitu jaringan tumor yang berada di sel tumor aktif dan tumpang tindik dengan jaringan normal seperti terlihat pada gambar 1(b). Sedangkan menurut Al Tamimi (2014) permasalahan MRI yang menyebabkan kesulitan segmentasi citra karena *noise* acak dengan distribusi Rician, ketidakseragaman intensitas sehingga menyebabkan *artifact*, dan efek volume parsial.

Segmentasi MRI umumnya diselesaikan oleh pakar radiologi. Proses ini sangat bergantung pada kemampuan pakar, membutuhkan waktu lama, dan dapat bersifat subjektif. Telah diketahui

bahwa saat ini jumlah citra medis yang dihasilkan cukup banyak, dan jaringan yang didiagnosa bermacam-macam bentuk serta intensitas sehingga akan membuat jaringan tumor menjadi mirip seperti jaringan normal. Kenyataan ini lah yang mendorong perlunya segmentasi otomatis sebagai bantuan mempermudah dokter dalam mendiagnosa dan memberikan hasil yang tepat. Tantangan segmentasi citra tumor otak adalah keakuratan, kemampuan metode untuk dapat digunakan kembali, dan penggunaan sistem cerdas.

3.2. Segmentasi Citra

Pengolahan citra dalam bidang kedokteran digunakan untuk memperjelas citra medis, atau perbaikan kualitas citra dengan tujuan analisis atau mendapatkan informasi (Sutoyo et al., 2009). Segmentasi citra adalah membagi citra menjadi beberapa daerah region of interest (ROI) yang homogen atas dasar kemiripan tertentu (Karyati et al., n.d.). Algoritme segmentasi citra terbagi menjadi dua jenis yaitu diskontinuitas dan similaritas (Sutoyo et al., 2009). Diskontinuitas adalah pembagian citra berdasarkan perbedaan intensitas seperti titik, garis dan tepi citra. Sedangkan similaritas adalah membagi citra berdasarkan kesamaan ciri yang dimiliki seperti *thresholding* dan *region growing*.

$$\bigcup_{i=1}^n S_i = F \quad (1)$$

$$S_i \cap S_j = \emptyset; \quad i \neq j \quad (2)$$

Definisi segmentasi dapat dijelaskan dengan perumpamaan bahwa F merupakan himpunan seluruh piksel citra dan $P()$ adalah bagian homogen dari piksel citra. Sehingga segmentasi citra adalah pembagian himpunan F ke dalam sebuah area dari bagian-bagian daerah yang sama (misalnya $S_1 - S_n$) seperti pada persamaan (1) dan (2). Tingkat keakuratan sistem segmentasi dicapai ketika hasil tersebut mendekati proses manual yang dilakukan oleh pakar serta dapat diestimasi toleransi kesalahan. Algoritme segmentasi yang paling efektif dan efisien dicapai dengan menyesuaikan kombinasi komponen dan selaras dengan kebutuhan segmentasi itu sendiri.

3.3. Metode Segmentasi Citra

Kategori metode segmentasi tumor otak dapat berbeda-beda sesuai dengan sudut pandangnya. Berdasarkan kebutuhan interaksi manusia metode segmentasi tumor otak dibagi menjadi tiga yaitu manual, semi-otomatis, dan otomatis sepenuhnya (Karyati et al., n.d.). metode segmentasi secara manual adalah segmentasi yang dilakukan oleh pakar radiologi. Seiring perkembangan zaman muncul metode segmentasi semi-otomatis dimana terdapat interaksi antara pengguna dengan *software* komputer. Metode semi-otomatis paling umum dilakukan dengan hasil lebih cepat dibanding metode manual. Sedangkan metode otomatis adalah metode yang dapat memberikan citra hasil segmentasi tanpa membutuhkan interaksi manusia.

Sedangkan berdasarkan teknik-tekniknya, metode segmentasi dapat dibagi menjadi tiga kategori utama yakni metode konvensional, klasifikasi dan pengklasteran, dan metode model *deformable* (Liu et al., 2014). Metode konvensional merupakan segmentasi citra menggunakan teknik-teknik pemrosesan citra standar seperti metode *thresholding*, dan metode *region*. Kedua, metode klasifikasi dan pengklasteran yaitu metode segmentasi yang menjadi bagian dari *machine learning* yang bertujuan merancang sistem agar dapat bertindak berdasarkan data empiris. Terakhir, metode model *deformable* merupakan metode segmentasi untuk data citra MRI bidang tiga dimensi.

3.3.1. Metode Konvensional

Beberapa penelitian menempatkan metode konvensional pada tahap pra pengolahan dan mengkombinasikan dengan teknik lain agar mendapatkan hasil segmentasi yang akurat.

3.3.1.1. Teknik Thresholding

Teknik *thresholding* atau nilai ambang merupakan titik pusat dalam aplikasi segmentasi yang bertujuan untuk memisahkan bagian tertentu dengan bagian lainnya (Prasetyo, 2011). Teknik ini digunakan untuk mendapatkan daerah yang mengandung tumor dan mengubah citra grayscale

menjadi citra biner (Natarajan et al., 2012). Citra hasil segmentasi selanjutnya dilakukan operasi morfologi sehingga yang tersisa hanya bagian tumornya. Namun Namun penelitian Natarajan tidak mencantumkan nilai ambang yang dilakukan pada segmentasi serta tidak memperlihatkan gambaran citra hasil operasi. Sedangkan Zhang melakukan modifikasi teknik thresholding karena kesulitan menentukan nilai ambang yang tepat dari suatu citra (Zhang dan Xiao, 2008). Hasil penelitian tersebut mendapatkan system segmentasi thresholding dengan nilai ambang yang adaptif sesuai dengan kondisi kekontrasan citra. Namun teknik ini hanya mampu diterapkan pada citra tumor dengan kekontrasan tinggi atau mudah dikenali. Operasi thresholding juga dilakukan oleh Jyoti untuk proses segmentasi (Jyoti et al., 2014). Tujuan penelitiannya adalah untuk mendeteksi daerah tumor otak dengan langkah-langkah yang cukup banyak namun hasilnya akurat.

3.3.1.2. Teknik *Active Contour*

Teknik *active contour* merupakan teknik segmentasi citra yang berdasarkan *partial differential equation* (PDE) yang sensitif, adaptif, dan mudah menemukan batas-batas objek yang penuh noise atau tidak jelas (Dass et al., 2012). Atkins melakukan segmentasi citra menggunakan kombinasi filter anisotropi dan *active contour* (Atkins dan Mackiewicz, 1998). Segmentasi terdiri dari tiga langkah yaitu tahap pertama menganalisa histogram untuk melokalisasi tengkorak dan menghilangkan *background*. Langkah kedua adalah menggunakan difusi anisotropik non linier dan *thresholding* otomatis untuk membuat tapis. Langkah terakhir adalah menggunakan algoritme *active contour* untuk mendeteksi adanya penyakit tumor otak. Tingkat keakuratan hasil segmentasi sekitar 96%. Sedangkan Ain (2010) melakukan segmentasi melalui dua tahapan yaitu pertama, dengan teknik *active contour* dan filter anisotropi ditujukan untuk mengekstraksi citra otak dari tengkorak (Ain., 2010). Teknik Ain akan lebih optimal dan akurat ketika citra tumor otak yang diuji mempunyai kekontrasan tinggi, yaitu hingga mencapai 99,2% untuk dataset simulasi dan 99,63% untuk dataset real.

3.3.1.3. Teknik *Region*

Segmentasi tumor otak berdasarkan *region* dibagi menjadi dua teknik yaitu *region growing* dan *watershed*. Teknik *region growing* adalah mengelompokkan piksel atau sub wilayah menjadi wilayah yang lebih besar dengan menambahkan setiap piksel tetangga yang mempunyai kesamaan ciri (Sutoyo et al., 2009). Sedangkan teknik *watershed* adalah teknik segmentasi berbasis gradien yang memiliki perilaku seperti air (Ning Li et al., 2007).

Sarathi melakukan penelitian untuk mencari dan mendapatkan region of interest (ROI) citra tumor otak dengan menggunakan teknik *region growing* dan detector fitur poin. (Sarathi et al., 2013). Penelitian tersebut terdiri dari pra pengolahan, ekstraksi fitur poin, dan memilih fitur yang signifikan. Kombinasi kedua teknik tersebut bertujuan untuk mengekstrak batas-batas objek dan menunjukkan hasil yang baik. Hasil penelitian Sarathi mampu mengurangi komputasi cukup besar dan lebih baik jika dibandingkan dengan segmentasi menggunakan *bounding box*. Sedangkan Juhi melakukan segmentasi dengan menggunakan *bounding box – random walker* (Juhi and Kumar, 2014). *Bounding box* adalah kotak persegi panjang pembatas objek dalam citra agar mampu mengetahui lokasi dan ukuran tumor dengan cepat. Hasil segmentasi akurat dan penelitian tersebut mampu mengenali elemen yang berbeda intensitas dan tepinya.

3.3.1.4. Kombinasi Beberapa Teknik

Berbeda halnya yang dilakukan oleh Yao yaitu melakukan segmentasi citra dengan karakteristik berderau dan berintensitas rendah (Yao and Cheng, 2013). Yao menggunakan pendekatan metode adjustable atau metode penyesuaian berdasarkan evolusi kurva. Algoritma terdiri dari empat modul logika perhitungan korelasi antara lain *Priori shape generation* (PSG), *Region-based M-S model* (RMSM), *boundary-based curve evolution* (BCE), dan *Diffusion filter* (DF). PSG untuk menyediakan bentuk awal melalui model statistik. RMSM akan diaktifkan ketika membagi daerah citra dalam homogenitas yang berbeda. BCE bekerja untuk mendapatkan citra hasil operasi *active contour* berdasarkan garis atau tepi. DF akan melakukan deteksi tepi citra berderau setelah dilakukan *denoise* atau pengurangan deraunya. Hasil penelitian menyebutkan citra dengan intensitas rendah akan lebih unggul apabila menggunakan algoritma *active contour*

berdasarkan tepi (BCE). Dan citra dengan derau akan lebih baik apabila menggunakan hirarki evolusi kurva berdasarkan *region* dan *diffusion filter*.

Kombinasi beberapa teknik segmentasi seperti *thresholding*, operasi morfologi, dan dilanjutkan *region growing* memberikan segmentasi yang tepat pada daerah tumor (Behzadfar dan Soltanian-Zadeh, 2012). Teknik-teknik tersebut mempunyai keunggulan dan kelemahan masing-masing sesuai kebutuhan. Badran melakukan penelitian untuk mengetahui pendekatan metode yang paling tepat dalam segmentasi jaringan otak dalam mengidentifikasi adanya tumor otak (Badran et al., 2010). Penelitian tersebut menyebutkan metode adaptive thresholding dan deteksi tepi canny merupakan metode yang memberikan hasil segmentasi paling akurat dibanding metode lain.

3.3.2. Metode Klasifikasi dan Pengklasteran

Segmentasi berbasis klasifikasi dan pengklasteran dengan data multidimensi untuk mengelompokkan pixel citra ke dalam kluster berdasarkan jarak kedekatan jarak antarpixel (Putra, 2010). Keberhasilan segmentasi ditentukan dari keberhasilan dalam mengelompokkan fitur-fitur yang berdekatan ke dalam satu kluster. Segmentasi jenis ini merupakan bagian dari *machine learning* dan juga bagian dari *artificial intelligent*, dibagi menjadi tiga kategori utama berdasarkan prinsip kerjanya (Liu et al., 2014). Kategori pertama yaitu pembelajaran terbimbing (*supervised*) dengan tujuan menarik kesimpulan hubungan fungsional dari data pelatihan yang tepat, contohnya pada penelitian Ain (2010). Kategori kedua yaitu pembelajaran tak terbimbing (*unsupervised*) yang hanya memiliki satu set pengawasan dan tidak ada informasi label untuk tiap sampel sehingga bertujuan untuk menemukan hubungan atau mengungkap variable lain di balik pengawasan. Kategori terakhir yaitu pembelajaran semi-terbimbing (*semi-supervised*) yang menggabungkan belajar terbimbing dan tak terbimbing. Pembelajaran ini dikembangkan karena label data sangat mahal atau sulit untuk dilakukan dalam beberapa aplikasi tertentu.

3.3.2.1. Teknik Artificial Neural Network (ANN)

Artificial Neural Network (ANN) adalah sebuah komputasi terinspirasi dari system saraf dengan jaringan antar unit saling terhubung yang disebut node (Ozkan et al., 1993). Teknik neural network dilakukan oleh Tayel untuk melakukan segmentasi citra dan mendapatkan ROI (Tayel dan Abdou, 2006). Teknik tersebut diberi nama neuro difference fuzzy dengan memasukkan tiga intensitas dan mendeteksi intensitas pusat ROI dengan IANN. Keberhasilan penelitian ini adalah mampu menurunkan aturan dari 64 hingga berjumlah 24 dengan error sistem masih dapat ditoleransi ketika dibandingkan dengan segmentasi manual.

3.3.2.2. Self-Organizing Map (SOM)

Self-organizing map (SOM) dikenalkan tahun 1982 oleh Kohonen. SOM merupakan bagian dari jaringan saraf tiruan dengan kemampuan mengurangi ciri atau fitur masukan lebih sedikit sehingga proses komputasi menjadi lebih hemat (Balafar et al., 2010). Penelitian Ortiz (2013) melakukan segmentasi dengan metode unsupervised menggunakan SOM untuk menghitung kluster. Keberhasilan penelitian tersebut tergantung pada resolusi citra dari dataset.

3.3.2.3. Markov Random Field (MRF)

Markov Random Field (MRF) merupakan metode unsupervised yang dapat dilakukan untuk segmentasi citra. Penelitian oleh Capelle (2000) menggunakan MRF dengan dua tahap yaitu pertama, pra segmentasi untuk mengekstrak citra otak dan tengkorak. Kedua, yaitu segmentasi otak untuk mengetahui keberadaan tumor dengan metode filtering anistropik. MRF digunakan Untuk mengetahui jumlah tumor yang ada pada citra. Hasil penelitian menyebutkan ketika metode tersebut diterapkan pada citra otak normal akan terdiri dari tiga bagian utama otak yaitu white matter, gray matter dan ventrikel. Namun apabila diterapkan pada citra abnormal, ketiga bagian otak tersebut tidak dapat terlihat semua dan daerah tumor otak akan terlihat lebih terang dibanding yang lain.

3.3.2.4. Fuzzy C-Means (FCM)

Fuzzy C-Means (FCM) merupakan pengembangan metode *K-Means* dengan pembobotan *fuzzy* yang dikembangkan pertama kali oleh Jim Bezdek tahun 1981 (Full et al., 1982). FCM

bekerja dengan menetapkan keanggotaan setiap data yang sesuai untuk pusat kluster berdasarkan jaraknya.

Penelitian Gopal menggunakan kombinasi FCM dengan algoritma genetika (GA) dan Particle Swarm Optimization (PSO) untuk segmentasi dan deteksi otomatis agar akurat (Gopal dan Karnan, 2010). Segmentasi dilakukan dengan membandingkan hasil antara FCM-GA dan FCM-PSO. Hasil penelitian memperlihatkan metode PSO memberikan hasil lebih baik dan PSO cocok dikombinasikan dengan FCM apabila ditujukan untuk mencari nilai optimum. Namun penelitian Gopal tidak menunjukkan hasil citra yang diujikan secara jelas.

Metode FCM juga dilakukan oleh Alia (2010) untuk melakukan segmentasi otomatis berdasarkan DCHS yaitu Harmony Search (HS) yang dikombinasikan dengan FCM. DCHS mampu mengkluster otomatis dataset yang diberikan tanpa informasi awal tentang jumlah kluster pada citra. Penelitian menggunakan data citra simulasi dari brainweb (“Brain web,” n.d.) dengan hasil segmentasi memberikan nilai keakuratan tinggi dibanding metode sebelumnya seperti metode algoritma genetika berdasarkan poin simetris. Namun penelitian tersebut belum mampu meminimalisasi daerah optima lokal yang ditimbulkan oleh pengklusteran fuzzy.

Permasalahan tersebut diselesaikan oleh Alsmadi dengan menggunakan metode FAFCM yaitu kombinasi metode FCM dengan algoritma firefly (Alsmadi, 2014). Algoritma firefly dikembangkan oleh Xin-She yang merupakan bagian dari Swarm Intelligent untuk memecahkan masalah ekuivalen fungsi (Yang, 2010). Alsmadi menggunakan algoritma firefly untuk dapat mengoptimalkan penentuan pusat kluster dan menjadi masukan metode FCM. FAFCM menunjukkan pengklusteran yang dinamis dengan pusat kluster optimal untuk dapat dijadikan masukan pada metode FCM. Namun pada penelitian ini masih menggunakan citra tumor otak berintensitas rendah atau mudah dikenali.

4. KESIMPULAN

Segmentasi citra merupakan bidang penelitian yang cukup banyak dilakukan dalam beberapa tahun terakhir dan hampir semua sistem analisis citra menggunakan segmentasi. Seiring kemajuan teknologi tantangan segmentasi otomatis bukan lagi terfokus pada kecepatan komputasi. Tetapi perhatian utama saat ini adalah mendapatkan metode yang mampu digunakan kembali (*reproducible*) dan menerapkan algoritme sistem cerdas sehingga mampu mendapatkan informasi citra dengan akurat, meningkat, dan sempurna. Pendekatan lain dapat dilakukan seperti pengklusteran dan penerapan sistem cerdas. Metode Fuzzy C-Means yang dikombinasikan dengan algoritma optimalisasi *swarm* dapat menjadi salah satu contohnya. Penelitian-penelitian dalam bidang ini masih dapat terus dikembangkan mengingat belum ada sistem yang diakui secara klinis.

DAFTAR PUSTAKA

- Ain.Q.U, G. Latif, S. B. Kazmi, and M. A. Jaffar, “Classification and segmentation of brain tumor using texture analysis,” 2010. Recent advances in artificial intelligence, knowledge engineering and data bases: proceedings of the 9th WSEAS International Conference on Artificial Intelligence, Knowledge Engineering and Data Bases (AIKED '10). WSEAS, [S.I.].
- Alia, O.M., Mandava, R., Aziz, M.E., 2010. A hybrid Harmony Search algorithm to MRI brain segmentation, in: Cognitive Informatics (ICCI), 2010 9th IEEE International Conference on. Presented at the Cognitive Informatics (ICCI), 2010 9th IEEE International Conference on, pp. 712–721. doi:10.1109/COGINF.2010.5599819
- Alsmadi, 2014. A Hybrid Firefly Algorithm With Fuzzy C-Mean Algorithm For MRI Brain Segmentation. Am. J. Appl. Sci. 11, 1676–1691. doi:10.3844/ajassp.2014.1676.1691
- Al-Tamimi, M.S.H., Sulong, G., 2014. Tumor Brain Detection Through MR Images : A Review Of Literature. J. Theor. Appl. Inf. Technol. 62.
- Atkins, M.S., Mackiewicz, B.T., 1998. Fully automatic segmentation of the brain in MRI. Med. Imaging IEEE Trans. On 17, 98–107.

- Badran, E.F., Mahmoud, E.G., Hamdy, N., 2010. An algorithm for detecting brain tumors in MRI images, in: *Computer Engineering and Systems (ICCES), 2010 International Conference on*. IEEE, pp. 368–373.
- Bairagi, V.K., Sapkal, A.M., 2013. ROI-based DICOM image compression for telemedicine. *Sadhana* 38, 123–131.
- Balafar, M.A., Ramli, A.R., Saripan, M.I., Mashohor, S., 2010. Review of brain MRI image segmentation methods. *Artif. Intell. Rev.* 33, 261–274. doi:10.1007/s10462-010-9155-0
- Behzadfar, N., Soltanian-Zadeh, H., 2012. Automatic segmentation of brain tumors in magnetic resonance Images, in: *Biomedical and Health Informatics (BHI), 2012 IEEE-EMBS International Conference on*. IEEE, pp. 329–332.
- Brain web : Simulated brain database, mcconnell brain imaging center, montreal neurological institute, mcgill university, <http://www.bic.mni.mcgill.ca/brainweb/>, n.d.
- Capelle, A.-S., Alata, O., Fernandez, C., Lefèvre, S., Ferrie, J.C., 2000. Unsupervised segmentation for automatic detection of brain tumors in MRI, in: *Image Processing, 2000. Proceedings. 2000 International Conference on*. IEEE, pp. 613–616.
- Dass, R., Priyanka, Devi, S., 2012. Image Segmentation Techniques. *Int. J. Electron. Commun. Technol.* 3.
- Desiani, A., Arhami, M., 2007. *Konsep Kecerdasan Buatan*. Andi Publisher.
- Full, W.E., Ehrlich, R., Bezdek, J.C., 1982. FUZZY QMODEL—A new approach for linear unmixing. *J. Int. Assoc. Math. Geol.* 14, 259–270.
- Gopal, N.N., Karnan, M., 2010. Diagnose brain tumor through MRI using image processing clustering algorithms such as Fuzzy C Means along with intelligent optimization techniques, in: *2010 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research, ICCIC 2010*. pp. 694–697.
- Juhi, P.S., Kumar, S.S., 2014. Bounding box based automatic segmentation of brain tumors using random walker and active contours from brain MRI, in: *Control, Instrumentation, Communication and Computational Technologies (ICCICCT), 2014 International Conference on*. IEEE, pp. 700–704.
- Jyoti, A., Mohanty, M.N., Pradeep Kumar, M., 2014. Morphological based segmentation of brain image for tumor detection, in: *Electronics and Communication Systems (ICECS), 2014 International Conference on*. IEEE, pp. 1–5.
- Kadir, A., Adhi Susanto, 2012. *Pengolahan Citra Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta.
- Karyati, C.M., Widiyanto, S., Muslim, A., Suhatri, R.J., n.d. *Analisa Dan Pengolahan Citra Medis (Segmentasi)*. <http://ebook.gunadarma.ac.id/informatika/111/>.
- Liu, J., Li, M., Wang, J., Wu, F., Liu, T., Pan, Y., 2014. A survey of MRI-based brain tumor segmentation methods. *Tsinghua Sci. Technol.* 19, 578–595.
- McLean, R., 2012. “The Essential Guide to Brain Tumors”. <http://braintumor.org/>
- Natarajan, P., Krishnan, N., Kenkre, N.S., Nancy, S., Singh, B.P., 2012. Tumor Detection using threshold operation in MRI Brain Images, in: *Computational Intelligence & Computing Research (ICCIC), 2012 IEEE International Conference on*. IEEE, pp. 1–4.
- National Brain Tumor Society, “Understanding Brain Tumor”, <http://braintumor.org>, 2013.
- Ning Li, Miaomiao Liu, Youfu Li, 2007. Image Segmentation Algorithm using Watershed Transform and Level Set Method. *Acoust. Speech Signal Process. 2007 ICASSP 2007 IEEE Int. Conf. On* 1, I–613. doi:10.1109/ICASSP.2007.365982
- OCMR, n.d. University of Oxford Centre for Clinical Magnetic Resonance Research [WWW Document]. URL <http://www.ocmr.ox.ac.uk/> (accessed 3.4.15).

- Ortiz, A., Górriz, J.M., Ramírez, J., Salas-González, D., Llamas-Elvira, J.M., 2013. Two fully-unsupervised methods for MR brain image segmentation using SOM-based strategies. *Appl. Soft Comput.* 13, 2668–2682. doi:10.1016/j.asoc.2012.11.020
- Ozkan, M., Dawant, B.M., Maciunas, R.J., 1993. Neural-network-based segmentation of multi-modal medical images: a comparative and prospective study. *Med. Imaging IEEE Trans. On* 12, 534–544.
- Prasetyo, E., 2011. *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya menggunakan Matlab*. Penerbit ANDI.
- Putra, D., 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Sarathi, M.P., Ansari, M.A., Uher, V., Burget, R., Dutta, M.K., 2013. Automated Brain Tumor segmentation using novel feature point detector and seeded region growing, in: *Telecommunications and Signal Processing (TSP), 2013 36th International Conference on*. IEEE, pp. 648–652.
- Sutoyo, T., Mulyanto, E., Suharyanto, V., Nurhayati, O.D., Wijanarto, 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Penerbit ANDI dengan UDINUS Semarang.
- Tayel, M.B., Abdou, M.A., 2006. A neuro-difference fuzzy technique for automatic segmentation of region of interest in medical imaging, in: *Radio Science Conference, 2006. NRSC 2006. Proceedings of the Twenty Third National*. IEEE, pp. 1–7.
- Ain.Q.U, G. Latif, S. B. Kazmi, and M. A. Jaffar, “Classification and segmentation of brain tumor using texture analysis,” 2010. *Recent advances in artificial intelligence, knowledge engineering and data bases: proceedings of the 9th WSEAS International Conference on Artificial Intelligence, Knowledge Engineering and Data Bases (AIKED '10)*. WSEAS, [S.I.].
- Yang, X.-S., 2010. *Engineering optimization: an introduction with metaheuristic applications*. John Wiley, Hoboken, N.J.
- Yao, Y., Cheng, Y., 2013. High effective medical image segmentation with model adjustable method, in: *Circuits and Systems (ISCAS), 2013 IEEE International Symposium on*. IEEE, pp. 1512–1515.
- Zhang, Q., Xiao, H., 2008. Extracting Regions of Interest in Biomedical Images. *IEEE*, pp. 3–6. doi:10.1109/FBIE.2008.8