

Identifikasi Gangguan Neurologis Menggunakan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)

Jani Kusanti*¹, Sri Hartati²

¹Jurusan Teknik Informatika; F.Tek.Informatika, UNSA, Surakarta

²Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta

e-mail: *¹jani_kusanti@yahoo.com, ²shartati@ugm.ac.id

Abstrak

Penggunaan metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) dalam proses identifikasi salah satu gangguan neurologis pada bagian kepala yang dikenal dalam istilah kedokteran stroke ischemic dari hasil ct scan kepala dengan tujuan untuk mengidentifikasi lokasi yang terkena stroke ischemik. Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses identifikasi antara lain ekstraksi citra hasil ct scan kepala dengan menggunakan histogram. Citra hasil proses histogram ditingkatkan intensitas hasil citranya dengan menggunakan threshold otsu sehingga didapatkan hasil pixel yang diberi nilai 1 berkaitan dengan obyek sedangkan pixel yang diberi nilai 0 berkaitan dengan background. Hasil pengukuran digunakan untuk proses clustering image, untuk proses cluster image digunakan fuzzy c-mean (FCM). Hasil clustering merupakan deretan pusat cluster, hasil data digunakan untuk membangun fuzzy inference system (FIS). Sistem inferensi fuzzy yang diterapkan adalah inferensi fuzzy model Takagi-Sugeno-Kang. Dalam penelitian ini ANFIS digunakan untuk mengoptimalkan hasil penentuan lokasi penyumbatan stroke ischemic. Digunakan recursive least square estimator (RLSE) untuk pembelajaran. Hasil RMSE yang didapat pada proses pelatihan sebesar 0.0432053, sedangkan pada proses pengujian dihasilkan tingkat akurasi sebesar 98,66%

Kata kunci—stroke ischemik, Global threshold, Fuzzy Inference System model Sugeno, ANFIS, RMSE

Abstract

The use of Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) methods in the process of identifying one of neurological disorders in the head, known in medical terms ischemic stroke from the ct scan of the head in order to identify the location of ischemic stroke. The steps are performed in the extraction process of identifying, among others, the image of the ct scan of the head by using a histogram. Enhanced image of the intensity histogram image results using Otsu threshold to obtain results pixels rated 1 related to the object while pixel rated 0 associated with the measurement background. The result used for image clustering process, to process image clusters used fuzzy c-mean (FCM) clustering result is a row of the cluster center, the results of the data used to construct a fuzzy inference system (FIS). Fuzzy inference system applied is fuzzy inference model of Takagi-Sugeno-Kang. In this study ANFIS is used to optimize the results of the determination of the location of the blockage ischemic stroke. Used recursive least squares estimator (RLSE) for learning. RMSE results obtained in the training process of 0.0432053, while in the process of generated test accuracy rate of 98.66%

Keywords— Stroke Ischemik, Global threshold, Fuzzy Inference System model Sugeno, ANFIS, RMSE

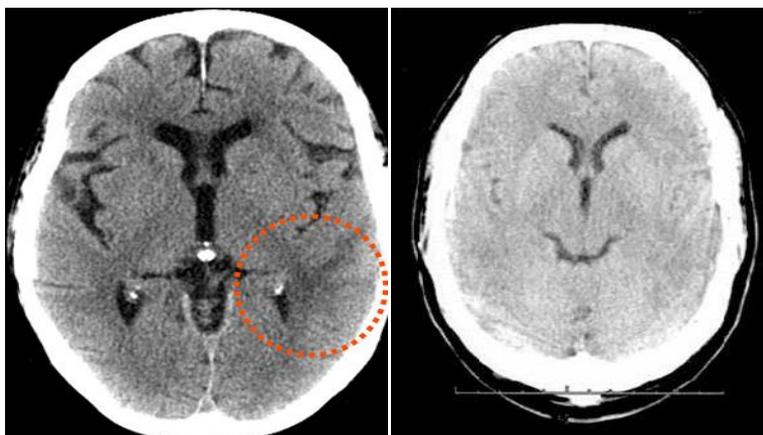
1. PENDAHULUAN

Pengolahan citra banyak digunakan dalam berbagai bidang penelitian, salah satunya dibidang kedokteran. *Stroke ischemic* merupakan penyumbatan pembuluh darah sementara yang dapat menyebabkan kematian dan kecacatan. Untuk mencegah terjadinya kecacatan jangka panjang pada seseorang yang terkena *stroke iskemik*, maka bagian tersumbatnya pembuluh darah harus diketahui secara tepat.

Dalam penelitian ini digunakan data hasil ct scan, berupa citra *grayscale*. Data yang digunakan dalam pengujian sebanyak 20 data. Dalam pengolahan data citra hasil ct scan dilakukan tahapan ekstraksi citra dengan menggunakan *histogram equalitation*, digunakan untuk melakukan perluasan kontras citra (*contrast stretching*) secara otomatis. Citra hasil pengolahan dilakukan segmentasi untuk mendapatkan level intensitas. Satu cara yang jelas untuk mengekstrak obyek dari background adalah dengan memilih *threshold T* yang membagi mode-mode ini. Kemudian sembarang titik (x,y) untuk di mana $f(x,y) \geq T$ disebut *object point*. Sedangkan yang lain disebut *background point*. Dari hasil *global threshold* didapatkan hasil berupa nilai *mean*, *standar deviasi (stddev)*, *kurtosis*, dan *entropy*. Hasil pengukuran digunakan sebagai input untuk melakukan proses *clustering* dengan menggunakan metode *fuzzy c-mean (FCM)*. Hasil yang didapat dari clustering merupakan deretan pusat cluster dan beberapa derajat keanggotaan untuk tiap-tiap titik data. Informasi yang dihasilkan digunakan untuk membangun suatu *fuzzy inference system*. Pengklasifikasian data dilakukan menggunakan metode *ANFIS* sehingga didapatkan hasil optimum dalam mengidentifikasi lokasi *stroke ischemik*.

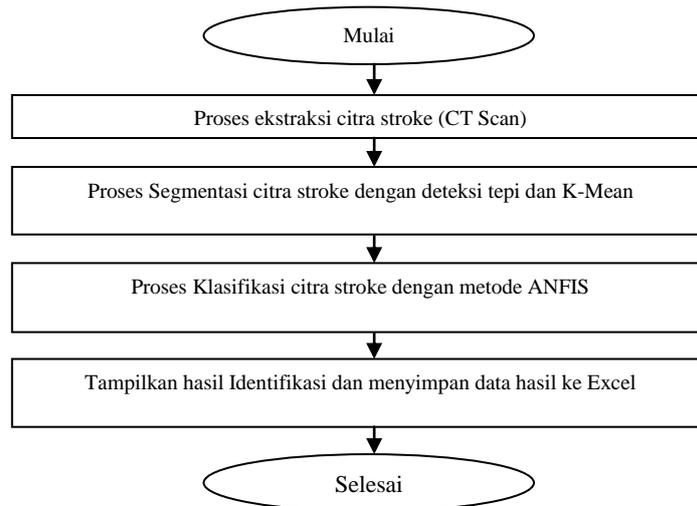
2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam mengolah hasil citra ct scan dilakukan dalam beberapa tahap. Langkah pertama yang dilakukan adalah menyiapkan data yang akan digunakan dalam pengujian, Gambar 1 menunjukkan contoh data yang akan diuji



Gambar 1 Sampel data hasil ct scan yang akan diuji

Digunakan 20 data dalam sampel pengujian. Dalam penelitian ini digunakan tahapan dengan kerangka proses ditunjukkan pada Gambar 2, yang menunjukkan perancangan sistem deteksi ct scan secara garis besar.



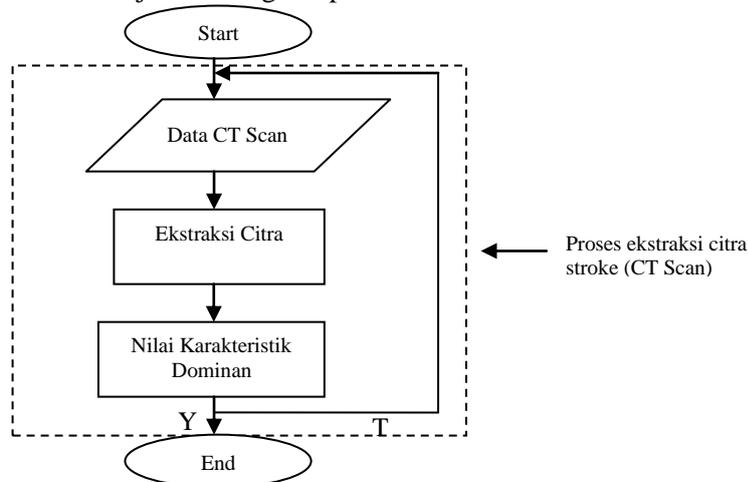
Gambar 2 Proses Sistem Deteksi CT Scan

2.1. Proses ekstraksi citra stroke (CT Scan)

Citra yang diolah $f(x,y)$ yang memiliki koordinat spasial, dan tingkat kecerahan yang diskrit, dilakukan proses ekstraksi citra, mengacu pada persamaan (1) [1]:

$$f(x,y) = i(x,y) * r(x,y) \quad (1)$$

Gambar 2 menunjukkan diagram proses ekstraksi citra.

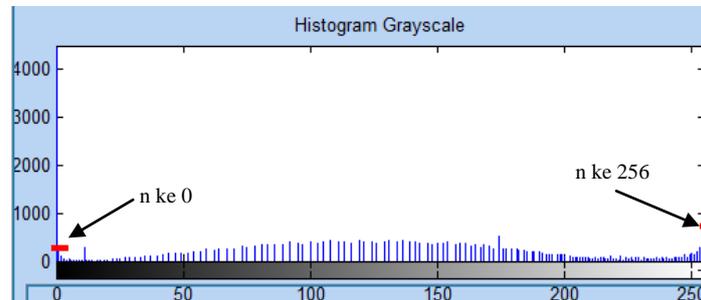


Gambar 3 Diagram proses ekstraksi citra.

Algoritma proses yang dilakukan dalam proses ekstraksi citra seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 :

1. Proses ambil data dari folder data citra CT Scan
Algoritma yang digunakan :
 - Ambil data citra ct scan dari folder yang telah disiapkan
 - Simpan data yang diambil ke *variable* = image
 - Tampilkan data *image*
2. Proses ekstraksi citra, pada proses ini digunakan proses histogram equalization, ditunjukkan pada Gambar 4.
Algoritma yang digunakan :

- Citra yang digunakan pada penelitian ini merupakan citra abu-abu 64-bit.
- Citra abu-abu yang digunakan dengan $n=4000$, diharapkan citra ini menjadi lebih terang dan seragam, dengan beberapa titik hitam di dalamnya.

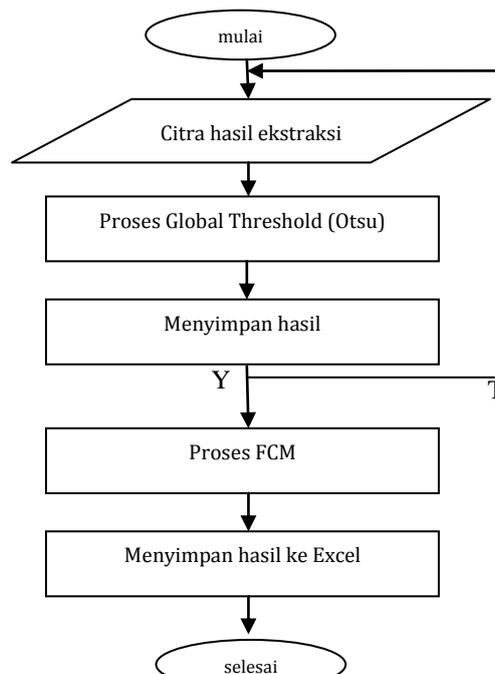


Gambar 4 Histogram atas citra abu-abu

- Dilakukan proses ekualisasi histogram atas n_i , mengalikan masing-masing i dengan n_i
 Level keabuan i = 0 - 256
 n_i = $n_{(0-256)}$
 $\sum n_i$ = jumlahkan hasil perkalian i dengan n_i
 - Panjangnya i dibagi n dikalikan dengan $\sum n_i$, hasilnya dibulatkan
3. Proses menyimpan nilai hasil citra karakteristik dominan
- Nilai hasil citra karakteristik dominan diukur dengan mencari nilai mean dan standar deviasi
 - Hasilnya disimpan dalam file excel

2.2. Proses segmentasi citra

Setelah citra data uji hasil proses ekstraksi citra dihasilkan, langkah berikutnya dilakukan proses segmentasi citra menggunakan metode global thresholding, adapun proses ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Proses Segmentasi Citra

Satu cara yang jelas untuk mengekstrak obyek dari background adalah dengan memilih threshold T yang membagi mode-mode ini. Kemudian sembarang titik (x,y) untuk di mana $f(x,y) \geq T$ disebut object point. Sedangkan yang lain disebut background point. Citra yang di *threshold* $g(x,y)$ didefinisikan sebagai [1][2], ditunjukkan pada persamaan (2).

$$g(x,y) = f(x) = \begin{cases} 1, & \text{jika } f(x,y) \geq T \\ 0, & \text{jika } f(x,y) < T \end{cases} \quad (2)$$

Piksel yang diberi nilai 1 berkaitan dengan obyek sedangkan piksel yang diberi nilai 0 berkaitan dengan background. Ketika T adalah konstanta, pendekatan ini disebut *global thresholding*.

Fungsi *graythresh* menggunakan metode Otsu, menggunakan formulasi metode berbasis histogram ini, dimulai dengan normalisasi histogram sebagai fungsi *probability discrete density*, ditunjukkan pada persamaan (3). Metode Otsu memilih nilai k yang memaksimalkan *between-class variance* σ_B^2 , yang didefinisikan sebagai [1]:

$$\sigma_B^2 = \omega_0(\mu_0 - \mu_r)^2 + \omega_1(\mu_1 - \mu_r)^2 \quad (3)$$

Fungsi *graythresh* mengambil citra, menghitung histogramnya, dan kemudian mencari nilai *threshold* yang memaksimalkan σ_B^2 . *Threshold* dikembalikan sebagai nilai normal di antara 0.0 dan 1.0.

Fuzzy clustering adalah salah satu teknik untuk menentukan *cluster* optimal dalam suatu ruang *vector* yang didasarkan pada bentuk normal *Euclidian* untuk jarak antar *vector*. *Fuzzy clustering* sangat berguna bagi pemodelan *fuzzy* terutama dalam mengidentifikasi aturan-aturan *fuzzy*.

Untuk lebih jelasnya Algoritma *fuzzy c-mean* (FCM) yang digunakan sebagai berikut [3][4]:

- Menentukan jumlah data sampel (X) yang digunakan, $X=20$
- Menentukan banyaknya cluster (C), $C=3$
- Tentukan *centroid* setiap *cluster*. Data yang digunakan untuk data *centroid* didapat dari nilai mean dari data latih citra *global thresholding (otsu)*.
- Pangkat (w) = 2
- Maksimum Iterasi (MaxIter) = 500
- Error terkecil yang diharapkan (ξ) = 10^{-5}
- Fungsi objektif awal (P_0) = 0
- Iterasi awal (t) = 1
- Misalkan matriks partisi awal U yang terbentuk (secara random) adalah sebagai berikut:
 M_{21} = derajat keanggotaan data ke-2 di cluster ke-1
 M_{82} = derajat keanggotaan data ke-8 di cluster ke-2
 M_{13} = derajat keanggotaan data ke-1 di cluster ke 3

Pada iterasi pertama, dengan menggunakan persamaan (4)

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^{20} ((\mu_{ik})^2 * X_{ij})}{\sum_{i=1}^{20} (\mu_{ik})^2} \quad (4)$$

Dapat dihitung 3 pusat cluster, V_{kj} dengan $k = 1, 2, 3$; dan $j = 1, 2, 3$ sebagai berikut :

V_{31} = pusat cluster ke-3, atribut ke-1 (mean)

V_{12} = pusat cluster ke-2, atribut ke-2 (standar deviasi)

V_{43} = pusat cluster ke-4, atribut ke-3 (entropy)

- Fungsi objektif pada iterasi pertama P_1 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (5)

$$P_1 = \sum_{i=1}^{20} \sum_{k=1}^3 \left(\left[\sum_{j=1}^3 (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^2 \right) = 0.39 \ 0.25 \ 0.71 \quad (5)$$

- Perbaiki matriks partisi U , menggunakan persamaan (6)

$$\mu_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^3 (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-1}}{\sum_{k=1}^3 [\sum_{j=1}^3 (V_{ij} - V_{kj})^2]^{-1}} \quad (6)$$

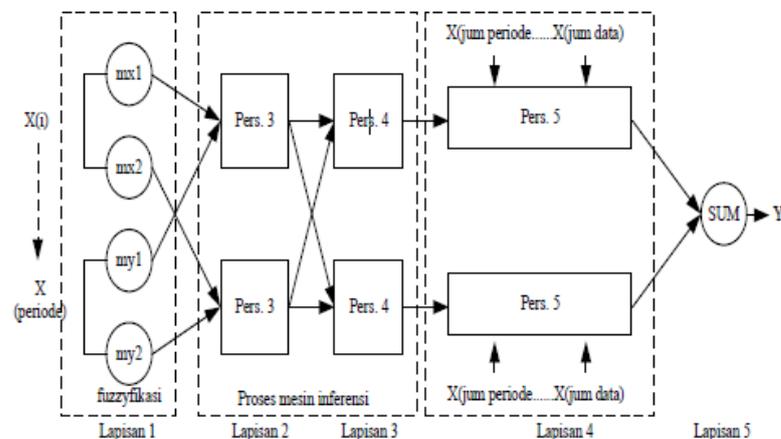
- Berikutnya cek kondisi berhenti. Karena $|P_t - P_0| = |0.39 \ 0.25 \ 0.71 - 0| = 0.39 \ 0.25 \ 0.71 \gg \xi (=10^{-5})$, dan iterasi = 1 < MaxIter (=500), maka dilanjutkan iterasi ke-2 (t=2), demikian seterusnya, hingga $|P_t - P_{t-1}| < \xi$ atau $t > \text{MaxIter}$.

2.3. Proses klasifikasi citra stroke menggunakan metode ANFIS

Dalam penelitian ini identifikasi dilakukan dengan melakukan training data menggunakan ANFIS, training ini dilakukan untuk mendapatkan *rule based* (basis aturan) *fuzzy* dari data yang detraining [4],[5],[6].

Algoritma yang digunakan :

- Pada lapisan pertama data input pada masing masing periode akan dilakukan proses fuzzyfikasi. Proses ini adalah untuk memetakan inputan data kedalam himpunan fuzzy sesuai dengan klasifikasi yang dipilih (pada penelitian ini menggunakan dua jenis himpunan fuzzy yaitu: tinggi dan rendah). Dalam proses ini inputan akan dilakukan perhitungan fungsi keanggotaan fuzzy untuk mentransformasi masukan himpunan klasik (*crisp*) ke derajat tertentu. Fungsi keanggotaan yang digunakan adalah jenis *gaussian* dimana pada fungsi keanggotaan ini terdapat dua parameter yaitu *mean* dan *varian*, nilai mean dan deviasi standar didapat dari hasil clustering selanjutnya akan menjadi parameter a dan parameter b, parameter tersebut dalam metode ANFIS disebut sebagai parameter premis awal. Output pada lapisan pertama berupa derajat keanggotaan setiap data. Gambar 6 menunjukkan gambar blok diagram alur maju ANFIS.



Gambar 6 Blok diagram alur maju ANFIS

Keterangan:

- X1 = nilai mean dari hasil clustering
- X2 = nilai standar deviasi dari hasil clustering
- X3 = nilai entropy dari hasil clustering
- mx1 = membership function rendah
- mx2 = membership function tinggi
- my1 = membership function rendah
- my2 = membership function tinggi
- mz1 = membership function rendah
- mz2 = membership function tinggi
- Y = output

Pada lapisan kedua (2) dan ketiga (3) dilakukan proses *inference engine* (sistem inferensi fuzzy) ditentukan rule fuzzy untuk dilakukan proses perhitungan selanjutnya. Pada lapisan kedua merupakan perkalian derajat keanggotaan dan pada lapisan ketiga dilakukan normalisasi. Pada proses ini digunakan model Takagi Sugeno. Pada penelitian ini digunakan dua rule yaitu:

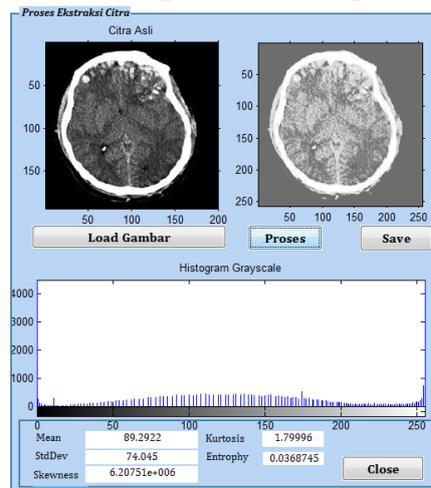
- jika $mx1$ bertemu $my1$ maka akan dilanjutkan ke $W1$
- jika $mx2$ bertemu $my2$ maka akan dilanjutkan ke $W2$

nilai $W1$ dan $W2$ didapat dari hasil pencarian nilai minimum untuk masing-masing input keanggotaan fuzzy.

- Pada lapisan empat (4) dilakukan proses defuzzyfikasi dilakukan perhitungan mentransformasi hasil fuzzy ke bentuk keluaran yang crisp. Pada lapisan ini dilakukan perhitungan LSA untuk mendapatkan nilai parameter konsekuen.
- Pada lapisan kelima (5) dilakukan proses *summary* dari dua output pada lapisan empat (4). Pada ANFIS sistem fuzzy terletak pada lapisan 1,2,3 dan 4. Dimana sistem fuzzy ini adalah sebagai penentu hidden node yang terdapat pada sistem jaringan syaraf tiruan.
- LSE rekursif digunakan untuk memperbaiki nilai *consequent parameters* sampai didapatkan nilai error yang kecil pada langkah maju

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil citra yang sudah diekstraksi dapat ditunjukkan pada Gambar 7

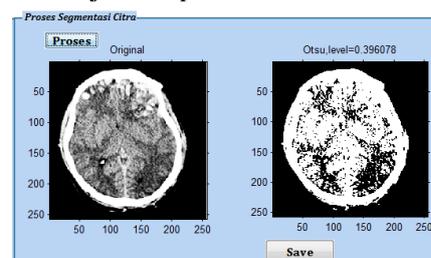


Gambar 7 Hasil ekstraksi citra Data-2

Dengan hasil mean 89.2922, stddev 74.045, kurtosis 1.799, entropy 0.0368

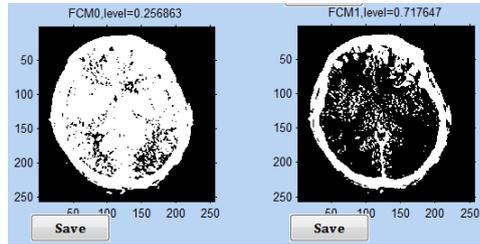
3.1. Hasil Uji Segmentasi Citra

Hasil data uji segmentasi ditunjukkan pada Gambar 8



Gambar 8 Hasil uji global threshold (otsu) dari Data-2 dengan level intensitas 0.396078

Hasil data clustering menggunakan *fuzzy c-mean ke-0* (FCM) dan *fuzzy c-mean ke-1*, ditunjukkan pada Gambar 9



Gambar 9 Hasil uji fuzzy c-mean (FCM0 dan FCM1) dari Data-2 dengan level intensitas 0.256863 dan 0.717647

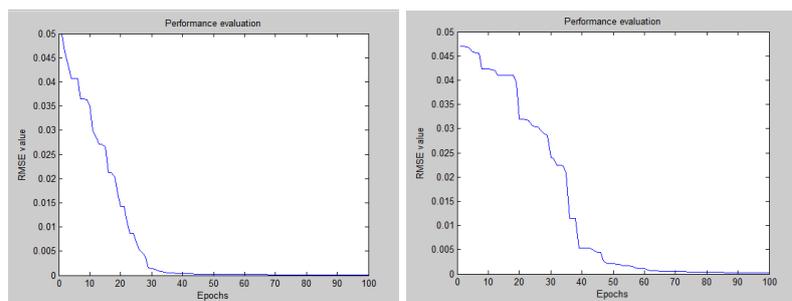
Setelah dilakukan pengujian data secara keseluruhan didapatkan hasil yang disimpan dalam data excel, Tabel 1 menunjukkan hasil dari data uji segmentasi clustering.

Tabel 1 Data hasil uji clustering

No	Nama Data	Level	Level_0	Level_1
1	Data_1	0.427451	0.280392	0.729412
2	Data_2	0.396078	0.256863	0.717647
3	Data_3	0.405882	0.366667	0.829412
4	Data_4	0.458824	0.386275	0.868627
5	Data_5	0.458824	0.366667	0.805882
6	Data_6	0.427451	0.366667	0.805882
7	Data_7	0.478431	0.3	0.782353
8	Data_8	0.447059	0.366667	0.829412
9	Data_9	0.447059	0.366667	0.821569
10	Data_10	0.396078	0.343137	0.798039
11	Data_11	0.490196	0.333333	0.737255
12	Data_12	0.447059	0.398039	0.864706
13	Data_13	0.427451	0.280392	0.717647
14	Data_14	0.505882	0.466667	0.772549
15	Data_15	0.427451	0.331373	0.778431
16	Data_16	0.415686	0.3	0.752941
17	Data_17	0.405882	0.3	0.752941
18	Data_18	0.396078	0.366667	0.84902
19	Data_19	0.364706	0.3	0.758824
20	Data_20	0.405882	0.331373	0.768627

3.2. Hasil Uji Klasifikasi dengan Metode ANFIS

Hasil FCM yang dilakukan digunakan untuk membangun suatu *fuzzy inference system*. Hasil uji ditunjukkan pada Gambar 10.



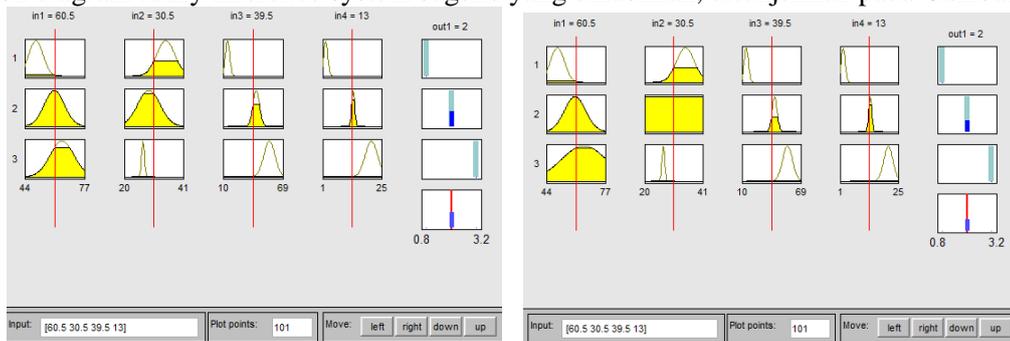
Gambar 10 Hasil uji klasifikasi ANFIS pada iterasi pertama dan kedua

Hasil yang diperoleh pada iterasi pertama – ketiga, ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil iterasi proses klasifikasi

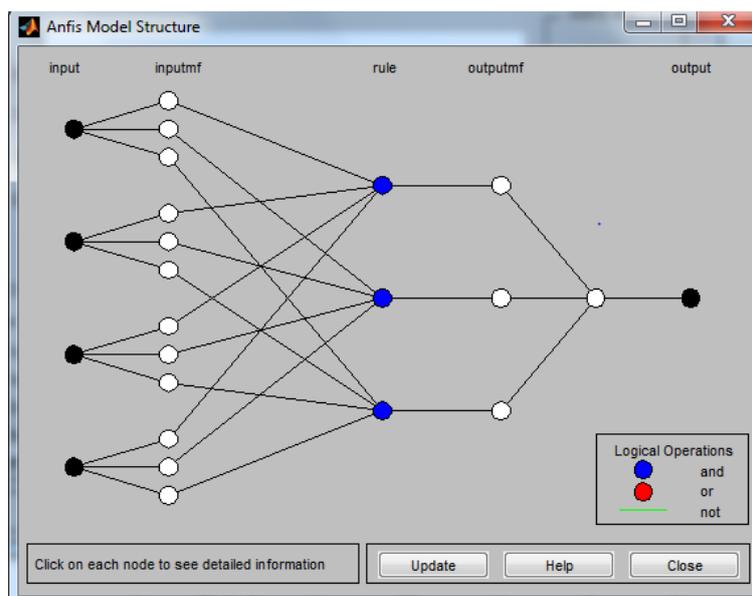
Iterasi	epoch	recog	recog_test	performans	initial recognition rate	initial perform
1	25	100	94.6667	0.00690684	96	0.0596182
	50	100	93.3333	0.000194831		
	75	100	88	0.000058023		
	100	100	86.6667	3.73E-05		
2	25	100	94.6667	0.00690684	96	0.0596182
	50	100	93.3333	0.000194831		
	75	100	88	5.80E-05		
	100	100	86.6667	3.73E-05		
3	25	98.6667	94.6667	0.0267997	96	0.0596182
	50	100	93.3333	0.000419432		
	75	100	92	1.46E-06		
	100	100	90.6667	8.55E-07		
4	25	98.6667	94.6667	0.0303471	96	0.0596182
	50	100	93.3333	0.00210255		
	75	100	93.3333	0.000412779		
	100	100	92	0.000158804		

Hasil diagram fuzzy inference system sugeno yang dihasilkan, ditunjukkan pada Gambar 11



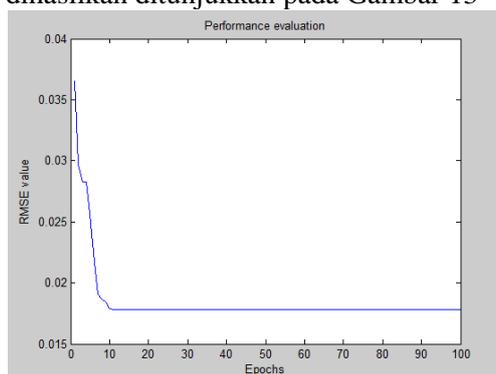
Gambar 11 Hasil diagram fuzzy inference system Sugeno dengan 3 rule

Hasil diagram fuzzy inference system sugeno yang dihasilkan, ditunjukkan pada Gambar 12



Gambar 12 model struktur ANFIS yang dihasilkan

Hasil iterasi ke-4 yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 13



Gambar 13 Hasil iterasi ke-4

3.3. Analisa Pengujian

Dari hasil pengujian yang didapat diperoleh hasil akurasi data sebesar 98.66% dengan tingkat error sebesar 1.33%. Dengan hasil yang diperoleh dari tingkat error dihasilkan dari citra CT Scan dengan tingkat warna *grayscale* yang tingkat intensitas level 0 tinggi.

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Tingkat pengujian citra *ct scan* pada kepala manusia menggunakan *Adaptif Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) memiliki akurasi mencapai 98,66 % dengan tingkat RMSE sebesar 0.0432053.
2. Masih ditemukan tingkat kesalahan sebesar 1,3 % untuk data citra *ct scan* yang didapat dari hasil scanning dengan tingkat intensitas level keabuan = 0 lebih tinggi di banding dengan tingkat level keabuan = 1.

5. SARAN

Saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut antara lain, perlu dikembangkan segmentasi yang sifatnya otomatis dan *real-time* sehingga dapat digunakan langsung pada citra *ct scan* kepala yang akan dianalisis serta penentuan jenis objek yang mengklasifikasikan ke dalam jenis (tipe) *infark* perlu dikembangkan untuk mengurangi subjektivitas radiolog yang memudahkan teknisi dalam membaca citra hasil citra *ct scan* kepala

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prasetyo, 2011, *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya menggunakan Matlab*, Andi Offset, Yogyakarta.
- [2] Gonzales, R., P. 2004, *Digital Image Processing (Pemrosesan Citra Digital)*, Vol. 1, Ed.2, diterjemahkan oleh Handayani, S., Andri Offset, Yogyakarta.
- [3] Kusumadewi, S., H. P., 2010, *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Ed.2, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [4] Wang, 1996, *A Course In Fuzzy Systems And Control*, Prentice Hall International, Inc.
- [5] Lin, 1996, *Neural Fuzzy System*, Prentice Hall International, Inc.
- [6] Wallace, V. P. , Bamber, J. C. dan Crawford, D. C. 2000. Classification of reflectance spectra from pigmented skin lesions, a comparison of multivariate discriminate analysis and artificial neural network. *Journal Physical Medical Biology* , No.45, Vol.3, 2859-2871.