

KLASIFIKASI CITRA SATELIT MULTITEMPORAL DAERAH BENCANA ALAM DENGAN METODE *BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK*

Lestari Handayani, Mohd. Ridho Zarkasih Rahim, M. Irsyad, Elvia Budianita

Teknik Informatika, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru

Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293

lestari.handayani@uin-suska.ac.id

Abstrak

Bencana alam menimbulkan dampak negatif yang menyebabkan perubahan bentuk fisik pada suatu daerah yang mempengaruhi kehidupan masyarakat baik secara sosial maupun ekonomi. Dibutuhkan identifikasi citra satelit multitemporal pada daerah bencana alam untuk mendapatkan data dan informasi akibat dari dampak bencana alam. Dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan propagasi balik akan dilakukan klasifikasi lahan hijau, pemukiman dan perairan. Data ini akan memberikan informasi perubahan akibat dampak bencana alam dengan membandingkan informasi dari citra sebelum dan sesudah bencana. Jaringan syaraf tiruan dengan algoritma *backpropagation* yang meliputi 3 proses penting yaitu *create learning data*, *data training* dan *classification*. Data berupa citra satelit yang diperoleh pada *website*: <http://geospasial.bnpb.go.id> dan www.bbc.co.uk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa jaringan syaraf tiruan yang dibangun dapat melakukan pengenalan pola dan proses klasifikasi dengan sangat baik dan tingkat keakuratannya (*overall accuracy*) sebesar 98,2%

Kata kunci: *backpropagation*, identifikasi citra satelit multitemporal, bencana alam, klasifikasi lahan hijau, pemukiman, perairan

Abstract

Natural disasters cause negative impacts that changes area and affects live of people both socially and economically. Identification of multi temporal satellite images in natural disaster areas is needed to obtain data and information due to the impact of natural disasters. Backpropagation neural network used to classify green area, settlement area and water area. It provides information about the impact of natural disasters by image comparing before and after disaster. Backpropagation Neural Network have 3 process are acquisition data, data training process and classification process. The satellite images obtained on website www.geospasial.bnpb.go.id and www.bbc.co.uk. The results show that backpropagation neural network can recognize and classify very well with overall accuracy reach 98.2 %.

Keywords: *backpropagation*, classification of green area, settlement and water area, Identification of multi temporal satellite images, natural disaster

PENDAHULUAN

Bencana adalah suatu peristiwa atau suatu rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam dan nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Area yang terkena dampak suatu bencana akan mengalami suatu

perubahan bentuk fisik. Perubahan bentuk fisik akibat bencana tersebut berpengaruh terhadap kehidupan masyarakat sekitar yang menimbulkan dampak negatif seperti pemukiman dan lahan hijau yang rusak dapat mengganggu terhadap sosial ekonomi di lingkungan tersebut. Untuk itu diperlukan suatu metode pemantauan pada daerah terkena bencana alam dengan hasil yang akurat dan dapat memberikan data dan informasi akibat

perubahan lahan pasca bencana. Teknologi penginderaan jauh merupakan suatu alternatif yang dapat dipakai untuk keperluan itu. Tahapan penting untuk mendapatkan data dan informasi dari data penginderaan jarak jauh adalah klasifikasi. Proses klasifikasi untuk membagi citra menjadi beberapa kelas yang berbeda dan mempunyai informasi terhadap obyeknya.

Berdasarkan latar belakang diatas, diperlukan suatu sistem yang dapat melakukan proses klasifikasi citra satelit multitemporal (berbeda waktu perekaman data) dengan tingkat akurasi yang baik. Pada penelitian sebelumnya, (Aria, 2003) telah berhasil melakukan proses klasifikasi citra satelit menggunakan metode jaringan syaraf tiruan algoritma *backpropagation* dengan tingkat akurasi sebesar 85,19% yang dibandingkan dengan metode *maximum likelihood* dengan tingkat akurasi sebesar 75,00% (Aria, 2003).

Pada penelitian selanjutnya diperkuat oleh Park (Park, 2004) yang menjelaskan tentang klasifikasi citra berbasis konten menggunakan jaringan syaraf tiruan dengan algoritma pembelajaran *backpropagation neural network* yang menggunakan pola pembelajaran dari fitur tekstur untuk mencerminkan suatu benda dengan tingkat akurasi 81,7% untuk data latih dan 76,7% untuk data uji (Park, 2004). Untuk mendapatkan hasil yang optimal pada penelitian ini diberikan batasan masalah yaitu data citra yang digunakan adalah area yang terkena bencana alam yaitu citra sebelum dan sesudah terjadinya bencana. Skema klasifikasi pada penelitian ini adalah lahan hijau, pemukiman dan perairan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan klasifikasi citra satelit multitemporal pada daerah terkena bencana alam dengan menggunakan metode *backpropagation neural network* dan menguji tingkat akurasinya.

Algoritma *Backpropagation Neural Network*

Seperti halnya model jaringan syaraf tiruan lainnya, *backpropagation* ini melakukan pelatihan pada jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan untuk mengenali pola yang digunakan selama pelatihan dan kemampuan jaringan untuk memberikan hasil respon yang benar terhadap pola masukkan yang serupa (tetapi tidak identik) dengan pola yang dipakai selama pelatihan (Siang, 2005).

Pelatihan *backpropagation* memiliki tiga fase yaitu (Siang, 2005):

1. Fase I : propagasi maju

Selama propagasi maju, sinyal masukan dipropagasikan ke *hidden layer* menggunakan fungsi aktivasi yang telah ditentukan hingga menghasilkan keluaran jaringan. Keluaran jaringan dibandingkan dengan target yang harus dicapai. Selisih antara target dengan keluaran merupakan kesalahan yang terjadi. Jika kesalahan lebih kecil dari batas toleransi, maka iterasi dihentikan. Akan tetapi jika kesalahan lebih besar, maka bobot setiap garis dalam jaringan akan dimodifikasi untuk mengurangi kesalahan yang terjadi.

2. Fase II : propagasi mundur

Kesalahan yang terjadi di propagasi mundur mulai dari garis yang berhubungan langsung dengan neuron-neuron dilayar keluaran.

3. Fase III : perubahan bobot

Pada fase ini, bobot semua garis dimodifikasi secara bersamaan. Ketiga fase tersebut diulang-ulang terus hingga kondisi penghentian dipenuhi. Kondisi penghentian yang sering dipakai adalah jumlah maksimal iterasi (*epoch*) atau minimal kesalahan (*error*).

Metode ini akan menurunkan gradient untuk meminimalisir penjumlahan *error* kuadrat *output* dari jaringan. Dan nama lain dari *backpropagation* adalah aturan delta yang digeneralisasi (*generalized delta rule*) (Puspaningrum, 2006).

Berikut adalah algoritma pelatihan untuk jaringan dengan satu layar tersembunyi (dengan fungsi aktivasi sigmoid bipolar dan fungsi aktivasi linier) (Siang, 2005):

Langkah 0 : inialisasi semua bobot dengan bilangan acak kecil

Langkah 1 : jika kondisi penghentian belum terpenuhi, lakukan langkah 3 -8

Fase I : propagasi maju

Langkah 3 : tiap unit masukan menerima sinyal dan meneruskan ke unit tersembunyi diatasnya.

Langkah 4 : hitung semua keluaran di unit tersembunyi y_k ($j=1,2,...,p$)

$$z_{netj} = V0j + \sum Xini = 1Vij \quad (1)$$

$$z_j = f(z_{netj}) = \frac{1}{1 + e^{-z_{netj} - 1}} \quad (2)$$

Langkah 5 : hitung semua keluaran jaringan di unit $y_k (k=1,2,\dots,m)$

$$Y_{netk} = W_{0k} + \sum Z_k W_{jk} p_j = 1 \quad (3)$$

$$y_k = f(y_{netk}) = y_{netk} \quad (4)$$

Fase II : propagasi mundur

Langkah 6 : hitung faktor δ unit keluaran berdasarkan kesalahan disetiap unit keluaran $y_k (k=1,2,\dots,m)$

$$\begin{aligned} \delta_k &= (t_k - y_k) f'(y_{ink}) y_k (1 - y_k) \\ &= (t_k - y_k) y_k (1 - y_k) \end{aligned} \quad (5)$$

δ_k merupakan unit kesalahan yang dipakai dalam bentuk perubahan bobot layar dibawahnya (langkah 7)

Hitung suku perubahan bobot w_{jk} (yang dipakai nanti untuk merubah bobot w_{jk}) dengan laju percepatan α

$$\Delta W_{jk} = \alpha \delta_k Z_j ; j=0,1,\dots,p ; k=1,2,\dots,m \quad (6)$$

Langkah 7 : hitung faktor δ unit tersembunyi berdasarkan kesalahan disetiap unit tersembunyi $z_j (j=1,2,\dots,p)$

$$\delta_{netj} = \sum \delta_k W_{kjm} k=1 \quad (7)$$

Faktor δ unit tersembunyi :

$$\delta_j = \delta_{netj} f'(Z_{netj}) = \delta_{netj} Z_j (1 - Z_j) \quad (8)$$

Hitung suku perubahan bobot v_{ji} (yang akan dipakai nanti untuk merubah bobot v_{ji})

$$\Delta V_j = \alpha \delta_i X_i (j=1,2,\dots,p ; i=0,1,\dots,n). \quad (9)$$

Fase III : perubahan bobot

Langkah 8 : hitung semua perubahan bobot
Perubahan bobot garis yang menuju ke unit keluaran :

$$W_{jk}(\text{baru}) = W_{jk}(\text{lama}) + \Delta W_{jk} \quad (10)$$

$$(k=1,2,\dots,p ; j=0,1,\dots,p)$$

Perubahan bobot garis yang menuju ke unit tersembunyi :

$$V_{ji}(\text{baru}) = V_{ji}(\text{lama}) + \Delta V_{ji} \quad (11)$$

$$j=0,1,\dots,p ; i=0,1,\dots,n$$

Langkah 9 : tes kondisi berhenti dapat dilakukan ketika *error* yang dihasilkan oleh jaringan berada pada nilai yang lebih kecil (\leq) *error* target yang diharapkan atau ketika telah mencapai iterasi (*epoch*) maksimal yang telah ditentukan.

Dalam backpropagation, fungsi aktivasi yang dipakai harus memenuhi beberapa syarat yaitu : kontinu, terdiferensial dengan mudah dan merupakan fungsi yang tidak turun. Beberapa fungsi aktivasi yang dipakai Matlab dalam pelatihan *backpropagation* adalah [3]:

1. Tansig (sigmoid bipolar).

$$f(\text{net}) = \frac{1}{1 + e^{-\text{net}}} - 1 \quad (12)$$

Fungsi ini adalah default yang dipakai. Fungsi sigmoid bipolar memiliki range [-1,1].

2. Logsig (sigmoid biner).

$$f(\text{net}) = \frac{1}{1 + e^{-\text{net}}} \quad (13)$$

3. Purelin (fungsi identitas)

$$f(\text{net}) = \text{net} \quad (14)$$

METODE

Tahap penelitian dimulai pengumpulan data, analisa dan perancangan, implementasi dan pengujian, lalu kesimpulan dan saran. Metode yang digunakan akan dijelaskan berikut.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapat informasi-informasi dan data-data yang terkait dalam penelitian ini. Digunakan metode studi pustaka ini bertujuan untuk mendapatkan referensi-referensi dari sumber-sumber terkait seperti buku cetak, *website*, *ebook*, jurnal, artikel-artikel, dan sumber-sumber informasi lainnya yang berhubungan dengan deteksi perubahan lahan dan metode *back propagation neural network*. Selain itu pada tahap ini juga dilakukan studi labor untuk menemukan data-data dan informasi yang dibutuhkan.

Analisa dan Perancangan

Analisa Kebutuhan Data

Berisikan tentang kebutuhan data yang dibutuhkan pada penelitian ini, dimana data yang digunakan harus sesuai dengan kebutuhan penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Citra satelit multitemporal kawasan bencana
- 2) Jumlah citra tiap spot minimal 2, yaitu citra sebelum dan sesudah bencana.
- 3) Citra satelit memiliki informasi yang dibutuhkan yaitu lahan yang menjadi skema klasifikasi (lahan hijau, pemukiman dan perairan).
- 4) Citra yang digunakan sebagai data latih memiliki tampilan yang bagus dengan *noise* minimal atau gangguan lain yang terjadi akibat gangguan *software* atau *hardware* perangkat pengambil gambar.

Analisa Klasifikasi Citra Menggunakan *Backpropagation*

1) Analisa *create learning data*

Pada analisa *create learning data* ini secara umum proses yang terjadi adalah ekstraksi fitur citra yaitu pengambilan ciri dari suatu bentuk yang nantinya nilai yang didapat akan dianalisis untuk proses selanjutnya.

Ekstraksi fitur ini dilakukan pada citra data latih untuk mendapatkan nilai rgb yang akan menjadi nilai input ada proses pelatihan, lalu peneliti akan menetapkan target yang menjadi kategori dari skema klasifikasi. Setelah nilai input dan target terpenuhi maka proses selanjutnya adalah pelatihan menggunakan metode *backpropagation neural network* sehingga menghasilkan jaringan yang dapat mengenali pola.

2) Analisa data training

Pada analisa data training ini secara umum proses yang terjadi adalah penentuan target sesuai dengan skema klasifikasi yang sudah ditentukan yaitu lahan hijau, pemukiman dan perairan. Dan setelah data input yaitu nilai rgb dan data target ditentukan maka proses selanjutnya adalah proses pelatihan data menggunakan *backpropagation neural network*. Pelatihan menggunakan *backpropagation neural network* ini bertujuan untuk mendapatkan atau mengenali pola masukan dari skema klasifikasi yang ditentukan. Lalu setelah jaringan yang dibangun dapat mengenali pola yang sudah dipelajari sebelumnya diharapkan jaringan tersebut dapat mengenali pola dari data uji yang akan diberikan.

3) Analisa klasifikasi

Klasifikasi merupakan suatu proses dimana semua piksel dari citra yang memiliki ciri spektral sama akan dikelompokkan. Dan pada penelitian ini akan digunakan metode *backpropagation neural network* atau jaringan saraf tiruan propagasi balik dalam pengklasifikasian citra satelit multitemporal. Penggunaan jaringan saraf tiruan untuk klasifikasi citra multitemporal terbagi menjadi dua tahap, yaitu tahap pelatihan dan tahap klasifikasi. Pertama-tama jaringan tersebut dilatih dengan algoritma rambat-balik (*backpropagation*) sampai target kesalahan minimum yang dipersyaratkan. Perbedaan target minimum tersebut adalah perbedaan antara target nilai yang diinginkan dengan target keluaran yang dihasilkan. Setelah proses pelatihan selesai maka jaringan digunakan untuk mengenali pola dari data uji yang diberikan lalu mengkategorikannya berdasarkan pola yang sudah dipelajari sebelumnya dengan hasil akhir adalah citra satelit yang terklasifikasi.

Perancangan

Pada tahapan ini akan dilakukan perancangan simulasi program klasifikasi citra satelit yang akan diimplementasikan pada penelitian ini. Perancangan tersebut terdiri atas perancangan ekstraksi fitur untuk *learning data*, perancangan jaringan *backpropagation neural network* dan perancangan tampilan antar muka simulasi program. Perancangan *learning data* untuk proses mendapatkan fitur-fitur yang dibutuhkan untuk proses pelatihan jaringan. Perancangan jaringan *backpropagation neural network* untuk menentukan parameter-parameter yang digunakan untuk membangun jaringan. Sedangkan perancangan antar muka merupakan tampilan interaksi antara sistem dan user.

Implementasi dan Pengujian

Implementasi pengembangan aplikasi ini dilakukan pada spesifikasi *hardware* dan *software* sebagai berikut :

a) Perangkat keras

Processor : Intel core i3 2,27GHz (4 CPUs)

Memori : RAM 2 GB DDR3

b) Perangkat lunak

Sistem operasi : *Windows 7 Home Premium 32-bit Operating System*

Bahasa pemrograman : MATLAB 9.0 (R2009A)

Pengujian akurasi dari hasil klasifikasi yang dilakukan jaringan *backpropagation neural network* pada citra satelit menggunakan bentuk matriks kesalahan atau matriks konfusi karena matriks ini dapat mengidentifikasi kesalahan yang terjadi pada suatu kategori dan juga kesalahan klasifikasi antar kategori. Matriks kesalahan atau matriks konfusi ini akan menguji data dari hasil klasifikasi *backpropagation neural network* yaitu *data training*, *data validation*, *data test* dan *overall accuracy*.

Kesimpulan dan Saran

Tahapan ini berisikan tentang intisari penelitian ini dan hasil yang didapatkan dengan menggunakan ekstraksi fitur tekstur dan warna serta berisikan hal-hal yang disarankan penulis bagi pembaca untuk melakukan pengembangan terhadap penelitian ini kedepannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data citra satelit multitemporal yang dikumpulkan oleh peneliti adalah citra satelit

yang dipublikasikan pada media elektronik (*website*: <http://geospasial.bnpb.go.id> dan www.bbc.co.uk) dengan pertimbangan data ini memiliki informasi yang benar berdasarkan sumber terpercaya karena *website* <http://geospasial.bnpb.go.id> adalah *website* yang dikelola pemerintah dan www.bbc.co.uk merupakan *website* berita internasional. Citra satelit yang dikumpulkan secara subjektif adalah citra satelit multitemporal daerah terkena bencana alam yang sesuai dengan kebutuhan skema klasifikasi pada penelitian ini yaitu lahan hijau, pemukiman dan perairan dengan tampilan visual sudah sesuai kebutuhan tanpa perlu proses *preprocessing* untuk dijadikan data latih. Citra satelit multitemporal pada area terkena bencana bisa dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Citra satelit multitemporal daerah Natori, Jepang pada 4 April 2010 dan 12 Maret 2011 (sumber: geospasial.bnpb.go.id dan www.bbc.co.uk)

Analisa yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah analisa untuk membuat sebuah program analisa dan klasifikasi citra satelit multitemporal dengan menggunakan metode *backpropagation neural network* dimana pembuatan dan perancangan program ini akan dikembangkan menggunakan Matlab. Bagian analisa akan berfokus pada kebutuhan data, proses pelatihan data dan proses klasifikasi (*create learning data, training data dan classification*).

Data citra satelit yang digunakan pada proses *backpropagation* dibedakan menjadi data latih dan data uji. Pada data latih, citra yang digunakan adalah citra citra sebelum bencana. Data yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan dari skema klasifikasi pada penelitian ini yang mempunyai 3 kategori yaitu lahan hijau, pemukiman, dan perairan. Karena penelitian ini menggunakan fitur RGB maka tampilan warna secara visual adalah faktor utama.

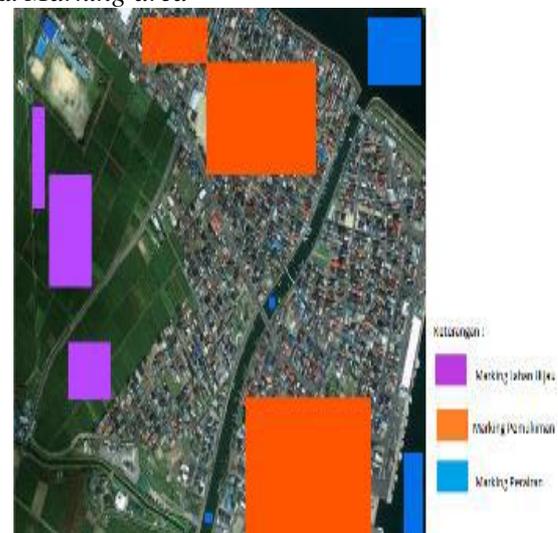


Gambar 2. Citra satelit 3 kategori

Proses yang akan dilakukan pada sistem ini dibagi menjadi 3 (tiga) tahapan proses yaitu *create learning data, data training dan classification*. Tahapan ini saling berhubungan. Proses awal yang akan dilakukan adalah proses *create learning data* selanjutnya hasil dari *create learning data* akan digunakan untuk diproses pada tahapan *data training*. Setelah tahap *data training* menggunakan algoritma *backpropagation* dilaksanakan maka akan mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan untuk mengenali pola yang digunakan selama pelatihan serta kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa (tetapi tidak sama) dengan yang dipakai selama pelatihan, setelah itu dilanjutkan proses *classification*.

1. Create learning data

a. Marking area



Gambar 3. Marking area

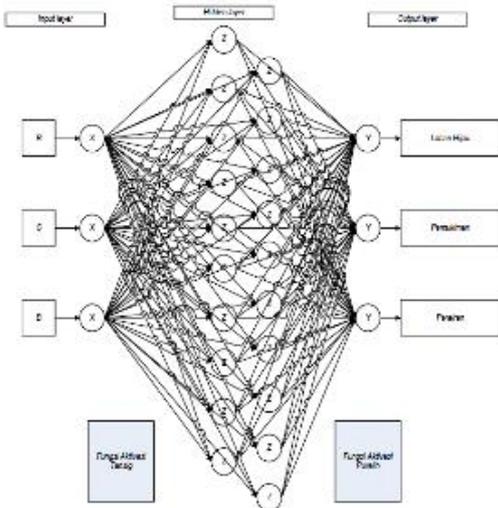
2. Data training

a. Data input dan data target

Tabel 1 sampel skema klasifikasi

Citra	Target			Skema Klasifikasi
	I	II	III	
	1	0	0	Lahan Hijau
	0	1	0	Pemukiman
	0	0	1	Perairan

b. Pelatihan *backpropagation*



Gambar 4. Arsitektur *backpropagation*

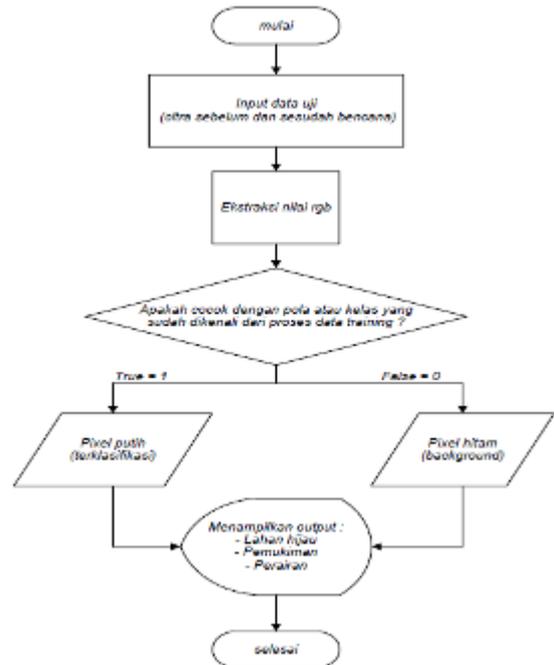
3. Classification

a. Pengenalan pola



Gambar 5. Flowchart proses pengenalan pola

b. Klasifikasi data uji



Gambar 6. Flowchart proses klasifikasi data

Implementasi merupakan tahap sistem siap dioperasikan pada *tools* matlab yang berguna untuk melakukan klasifikasi citra satelit berdasarkan skema klasifikasi yang sudah ditentukan yaitu lahan hijau, pemukiman dan perairan.



Gambar 7. Tampilan indeks system



Gambar 8. Tampilan halaman klasifikasi

Pengujian

Uji akurasi klasifikasi citra satelit dilakukan dengan cara menggunakan matriks

kesalahan atau matriks konfusi. Berdasarkan *confusion matrix overall accuracy* didapatkan hasil yaitu 98,2%.



Gambar 9. Nilai Akurasi dan *Error Rate*

Hasil pengujian performa sistem sebagai berikut:

Pada citra satelit sebelum bencana, proses pelatihan *backpropagation neural network* melakukan 106 iterasi atau epoch dalam waktu 11 menit 14 detik dengan nilai mse 0,00624. Dan pada citra satelit sesudah bencana, proses pelatihan *backpropagation neural network* melakukan 106 iterasi atau epoch dalam waktu 11 menit 29 detik dengan nilai mse 0,00659. Hasil dari *neural network training tool* menunjukkan bahwa jaringan syaraf tiruan yang dibangun dapat melakukan pembelajaran dengan baik tanpa melewati batas toleransi yang telah ditetapkan sebelumnya pada sub bab 4.22 Perancangan *Backpropagation Neural Network*.

Hasil informasi piksel citra terklasifikasi pada citra satelit sebelum bencana adalah :

- Lahan hijau = 17595 pixel dengan persentase 26,067%
- Pemukiman = 44971 pixel dengan persentase 66,624%
- Perairan = 4934 pixel dengan persentase 7,310%

Hasil informasi piksel citra terklasifikasi pada citra satelit sesudah bencana adalah :

- Lahan hijau = 6 pixel dengan persentase 0,009%
- Pemukiman = 65436 pixel dengan persentase 96,818%
- Perairan = 2148 pixel dengan persentase 3,182%

Dari hasil klasifikasi citra sebelum dan sesudah bencana maka didapatkan hasil berupa informasi yang menjelaskan pada citra satelit sebelum bencana dimana lahan hijau 26,067%, pemukiman 66,624% dan perairan 7,310%. Sedangkan pada citra satelit sesudah bencana lahan hijau menjadi 0,009% yang menjelaskan bahwa lahan hijau hampir tidak terdeteksi lagi

pada citra satelit sesudah bencana. Hasil klasifikasi pada kategori pemukiman pada citra satelit sesudah bencana adalah 96,818% yang menunjukkan bahwa hampir seluruh area pada citra satelit menjadi berwarna coklat yang merepresentasikan kategori pemukiman. Sedangkan perairan pada kategori perairan menjadi 3,182%.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Program jaringan syaraf tiruan yang telah dibuat dengan menggunakan metode *backpropagation* berhasil melakukan klasifikasi citra satelit multi temporal pada area bencana alam berdasarkan ekstraksi nilai rgb dengan *overall accuracy* sebesar 98,2%.
- Berdasarkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan maka didapatkan hasil klasifikasi dengan menggunakan metode *backpropagation neural network* pada citra satelit sebelum bencana dimana lahan hijau 26,1% , pemukiman 66,6% dan perairan 7,3%. Sedangkan pada citra satelit sesudah bencana lahan hijau menjadi 0,009% yang menjelaskan bahwa lahan hijau tidak terdeteksi lagi pada citra satelit sesudah bencana. Hasil klasifikasi pada kategori pemukiman pada citra satelit sesudah bencana adalah 98,8% yang menunjukkan bahwa hampir seluruh area pada citra satelit menjadi berwarna coklat yang merepresentasikan kategori pemukiman. Sedangkan perairan pada kategori perairan menjadi 3,2%.
- Berdasarkan informasi yang diperoleh dari data citra satelit sebelum bencana (data latih) maka informasi hasil proses klasifikasi dikonfersi kedalam bentuk Luas (m^2) dan didapatkan hasil luas area sebelum bencana yaitu lahan hijau 1027,204 m^2 , pemukiman 2625,406 m^2 dan perairan 288,060 m^2 . Pada area sesudah bencana yaitu lahan hijau 0,354 m^2 , pemukiman 3815,240 m^2 dan perairan 125,390 m^2 .
- Program ini memiliki kekurangan pada tahap *create learning data* yang masih dilakukan secara manual.

DAFTAR PUSTAKA

- Aria E.H, Amini J, Saradjian M.R . 2003. *Backpropagation neural network for*

- classification of IRS-ID satellite image.*
Iran : Departement of geomantics, faculty of engineering, Tehran University Iran.
- BBC news Asia-Pacifik. 2011. Japan Disaster : before and after.
<http://www.bbc.co.uk/news/world-asia-pacific-12731781>. Tanggal Akses : 30 Maret 2014
- BNPB. 2011. Citra Satelit Pra-Pasca Tsunami Jepang.
<http://geospasial.bnpb.go.id/2011/03/14/citra-satelit-pra-pasca-tsunami-jepang/>. Tanggal Akses : 30 Maret 2014
- Ioannis M, Meliadis M. 2011. *Multitemporal landsat image classification and change analysis of land cover/use in the prefecture of thessaloiniki, Greece.* Greece : Departement of forest management and remote sensing, School of forestry and natural environment, Aristotele University of Thessaloiniki Greece
- Karegowda A G, Nasiha A, Jayaram M A, Manjunath A S . 2011. *Exudates detection in retinal image using backpropagation neural network.* India : Siddaganga Institute Of Technology India
- Nugroho, KW., Yuliasmara, F. 20012. *Penggunaan Metode Scanning Untuk Pengukuran Luas daun Kakao.* Jember : Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia
- Park SB, Lee JW, Kim SK. 2004. *Content-based image classification using neural network.* South Korea : Departement of Computer Science, Inje University.
- Puspaningrum, D. 2006. *Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan.* Yogyakarta : Andi Offset.
- Siang, Jong Jek. 2005. *Jaringan Syaraf Tiruan Teori dan pemrogramannya menggunakan matlab.* Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.