

APLIKASI JARINGAN SARAF TIRUAN UNTUK INVENTARISASI LUAS SUMBER DAYA ALAM STUDI KASUS PULAU PARI

Putri Khatami Rizki¹⁾, Muchlisin Arief²⁾, Priadhana Edi Kresnha³⁾

^{1), 2), 3)} Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jl Cempaka Putih Tengah No. 27 Jakarta Pusat 10510

Email : putri.khatami@ftumj.ac.id¹⁾, muchlisin.arief@ftumj.ac.id²⁾, priadhana.edi@ftumj.ac.id³⁾

Abstrak

Pada penelitian ini, sumber daya Pulau Pari, Kepulauan Seribu, diinventarisasi menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Perceptron Multilayer Backpropagation. Perceptron Multilayer Backpropagation adalah se/buah model jaringan saraf tiruan *feedforward* yang memetakan set input data ke dalam suatu set output yang sesuai. Proses pemetaan input ke output melibatkan neuron-neuron yang diaktifkan dengan fungsi aktivasi *log-sigmoid* (*logsig*) yaitu fungsi transfer dengan rentang nilai output antara -1 hingga 1. JST yang siap disimulasikan diberi input citra Avnir-2 Pulau Pari. Citra Avnir-2 memiliki 4 Band (Merah, Hijau, Biru, dan Near Infra Red). Tiap pixel dalam citra ini mewakili 10m x 10m pada kondisi sebenarnya. Hasil dari JST adalah pengelompokan ekosistem Pulau Pari berdasarkan kemiripan fiturnya pada citra. Luas wilayah tiap ekosistem dianalisa melalui banyaknya pixel yang dikandung oleh ekosistem tersebut. Dari hasil analisa, ditemukan bahwa ekosistem terbesar di Pulau Pari adalah laut (87.55% wilayah) dan terkecil adalah pasir tipe-1 (0.08% wilayah).

Kata kunci: Perceptron Multilayer Backpropagation, Fungsi Aktivasi Log-Sig, Citra AVNIR-2, Pulau Pari.

1. Pendahuluan

Indonesia adalah Negara kepulauan dengan berbagai jenis ekosistem yang hidup di dalamnya. Ekosistem hayati akan menjadi rumah bagi binatang-binatang disekitar ekosistem tersebut. Misalnya, terumbu karang menjadi rumah bagi berbagai jenis ikan disekitar terumbu karang. Pulau-pulau konservasi, seperti Pulau Pari yang ada di Kepulauan seribu, memiliki berbagai jenis ekosistem hayati, seperti *mangrove*, lamun, dan berbagai jenis terumbu karang. Ekosistem ini hidup menyebar disekitar pulau penyebarannya dapat diinventarisasi dengan mengetahui luas masing-masing ekosistem.

Metode klasifikasi atau pengelompokan dapat dimanfaatkan untuk mengetahui penyebaran ekosistem tersebut. Cabang ilmu yang membahas mengenai pengklasifikasian salah satunya adalah Jaringan Saraf Tiruan (JST). Jaringan Saraf Tiruan (JST) adalah suatu simulasi abstrak dari sistem saraf buatan dalam otak

manusia yang mengandung *Pi* kelompok neuron yang saling terinterkoneksi yang kemampuannya untuk belajar[1]. Sedangkan untuk input JST sendiri dapat berupa media digital yaitu citra satelit.

Untuk menginventarisasi ekosistem di Pulau Pari dengan JST maka dibutuhkan citra satelit Pulau Pari. JST sendiri memiliki berbagai macam metode diantaranya adalah Perceptron Multilayer Backpropagation, yaitu sebuah model jaringan saraf tiruan *feedforward* yang memetakan set input data ke dalam suatu set output yang sesuai. Sebuah perceptron multilayer terdiri dari beberapa layer node di dalam graf berarah, dengan tiap-tiap layer saling terkoneksi satu dengan yang lain[2].

Berdasarkan penjelasan di atas, maka penelitian ini akan membahas mengenai pembuatan aplikasi jaringan saraf tiruan untuk inventarisasi luas sumber daya alam studi kasus Pulau Pari menggunakan perceptron multilayer backpropagation.

2. Pembahasan

a. Persiapan Klasifikasi

- Citra Satelit AVNIR-2

Citra satelit yang digunakan bersumber dari satelit ALOS sensor AVNIR-2. Citra AVNIR-2 terdiri atas empat band spectral yaitu Red (R), Green (G), Blue (B), dan Near Infra-Red (NIR). Tujuan utama dari AVNIR-2 adalah untuk pemetaan penutupan lahan, pemantauan bencana alam dan untuk pemantauan lingkungan regional. Sensor AVNIR-2 menghasilkan citra dengan resolusi spasial 10m² [3].

- Fungsi Aktivasi

Informasi atau input yang dikirim ke neuron memiliki bobot tertentu. Bobot kemudian diproses oleh suatu fungsi perambatan. Hasilnya dibandingkan dengan nilai ambang tertentu melalui fungsi aktivasi setiap neuron. Jika hasilnya melewati nilai ambang, maka neuron akan diaktifasi, jika tidak neuron tidak diaktifkan.

Fungsi aktivasi *log-sigmoid* (*logsig*) adalah fungsi transfer yang membawa input ke output dengan perhitungan *log-sigmoid*. Nilai output-nya antara -1 hingga 1.

Persamaan *log-sigmoid*:

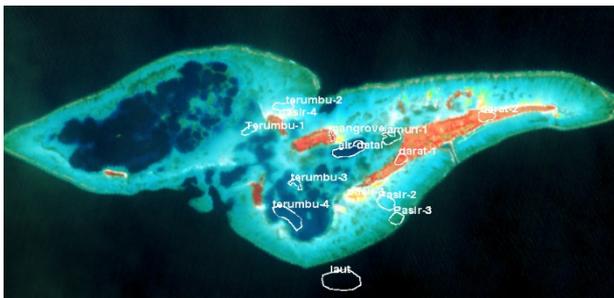
$$a = \text{logsig}(n) = \frac{1}{(1 + e^{-n})} \dots\dots\dots(1)$$

b. Pengolahan Data

Untuk mengetahui posisi objek pada keadaan sebenarnya, dilakukan survey ke lokasi penelitian terlebih dahulu. Berdasarkan hasil survey, terdapat 14 objek yang akan diklasifikasikan. Adapun ke-14 objek tersebut adalah:

- 2 objek darat (darat-1 dan darat-2)
- 4 objek pasir (pasir-1, pasir-2, pasir-3, dan pasir-4)
- 4 objek terumbu (terumbu-1, terumbu-2, terumbu-3, dan terumbu-4)
- mangrove
- lamun
- air
- laut

Posisi tiap objek pada keadaan sebenarnya kemudian ditandai pada citra. Gambar 1 menunjukkan posisi objek pada keadaan sebenarnya.



Gambar 1. Training Area RGB(432)

Berdasarkan posisi objek pada gambar 1 kemudian diambil 5 pixel untuk tiap-tiap objek. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, citra AVNIR-2 memiliki 4 band, yaitu Red, Green, Blue, dan Near Infrared. Sehingga, tiap 1 objek memiliki 20 pixel sampel; 5 titik sampel x 4 band hasilnya adalah 20 pixel sampel. Maka, 14 objek x 5 titik x 4 layer disimpan dalam matriks 2 dimensi 70x5. Data sampel ini kemudian disebut dengan *data training*. Berikut beberapa contoh *data training* tersebut:

Tabel 1. Data Training

Objek	Titik	Band			
		1	2	3	4
Darat-1	1	136	108	85	69
	2	137	107	76	72
	3	137	111	83	75
	4	138	108	80	65
	5	139	111	85	69
Mangrove	1	138	104	74	72
	2	141	107	92	60
	3	144	111	86	62
	4	140	113	89	63
	5	139	106	84	60
Lamun	1	146	116	82	19

Objek	Titik	Band			
		1	2	3	4
	2	147	121	91	27
	3	146	117	88	21
	4	146	115	83	18
	5	144	119	85	20
	Pasir -1	1	186	193	187
2		187	192	186	78
3		185	190	183	78
4		184	188	183	69
5		184	188	181	80
Terumbu-1	1	167	152	120	22
	2	165	151	120	23
	3	166	152	121	22
	4	166	152	119	21
	5	166	153	118	22
Air	1	148	118	69	16
	2	150	116	68	15
	3	145	114	68	16
	4	150	116	68	15
	5	146	114	69	16
Laut	1	132	86	57	15
	2	131	84	55	14
	3	132	84	56	14
	4	132	85	56	14
	5	130	85	55	14

c. Perancangan JST *Perceptron Multilayer Backpropagation*

Arsitektur JST *Perceptron Multilayer Backpropagation* memiliki 3 layer, yaitu *layer input*, *hidden layer*, dan *layer output*. *Hidden layer* dapat memiliki lebih dari 1 *layer hidden layer #1*, *hidden layer #2*, *hidden layer #n*. Ketiga *layer* ini saling terkoneksi satu dengan yang lainnya.

- *Layer Input*

Memiliki 5 *node*, 4 *node* adalah jumlah *layer* citra (Red, Green, Blue, dan NIR) dan 1 *node* adalah *bias*.

- *Hidden Layer*

Berisi neuron-neuron yang diaktifkan dengan fungsi aktivasi *log-sigmoid*. *Hidden layer* ini memiliki 20 *node* neuron dan 1 *node bias*. Neuron akan mengklasifikasikan input hingga didapatkan hasil sesuai dengan target klasifikasi.

- *Layer output*, berisi 14 *node* hasil klasifikasi.

- Target (T), adalah matrik berordo 70x14 bernilai 0 atau 1. 0 adalah bukan target, dan 1 adalah target. Target digunakan untuk mendapatkan nilai *error* dari *training* dengan cara membandingkan hasil saat ini dengan nilai target.

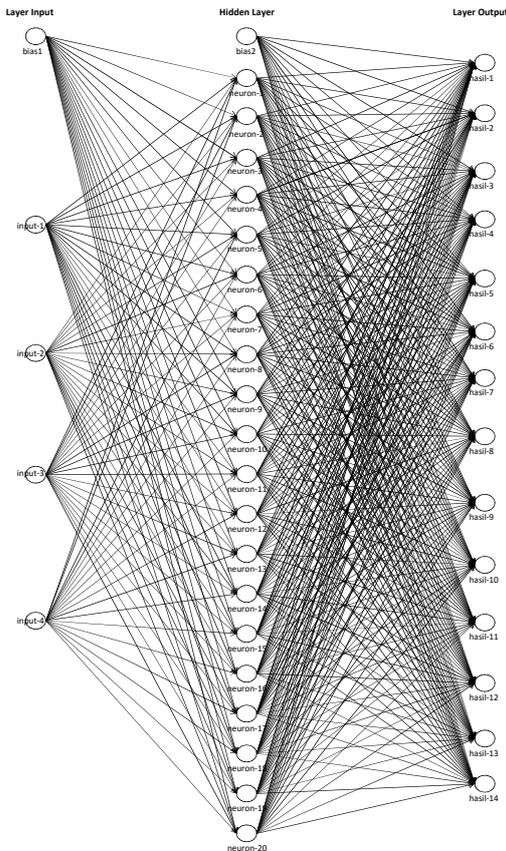
d. Mean Square Error

Mean Square Error (MSE) disebut juga sebagai sinyal pengukur ketepatan. Sasaran dari MSE adalah membandingkan dua sinyal dengan menyediakan nilai kuantitatif yang menggambarkan tingkat ketepatan atau sebaliknya, tingkat kesalahan/distorsi diantara kedua sinyal tersebut [4]. Rumus persamaan MSE adalah

$$MSE(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2 \dots\dots\dots (2)$$

N adalah jumlah kolom target. X_i adalah target ke i , dan Y_i adalah nilai output neuron ke- i .

Rancangan model JST yang dibangun dapat dilihat melalui gambar 2.



Gambar 2. Model JST Perceptron Multilayer Backpropagation

Empat node input dan satu node bias terhubung dengan 20 node neuron pada hidden layer. 20 node neuron dan 1 node bias hidden layer juga terhubung dengan 14 node hasil layer output. Tiap kabel jaringan (wires) memiliki nilai bobot yang akan terus berubah hingga memenuhi kondisi nilai error kecil dari error tolerance.

e. Mekanisme Pembelajaran

Mekanisme proses pembelajaran pada jaringan saraf tiruan backpropagation yaitu [5]:

1. Inisialisasi bobot (nilai bobot awal adalah nilai random yang cukup kecil)

2. Menghitung nilai feedforward dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - (a) Tiap-tiap input ($X_i \quad i=1,2,3,\dots,n$) menerima sinyal X_i , dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit pada lapisan yang ada di atasnya (lapisan tersembunyi)
 - (b) Tiap-tiap unit tersembunyi ($Z_j \quad j=1,2,3,\dots,p$) menjumlahkan sinyal-sinyal
 - (c) Mengaktifkan neuron dengan menggunakan fungsi aktivasi dan mengirimkan sinyal tersebut ke semua unit di lapisan atasnya (unit-unit output)
 - (d) Tiap-tiap unit output ($Y_k \quad k=1,2,3,\dots,m$) menjumlahkan sinyal-sinyal input berbobot
 - (e) Mengaktifkan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal output-nya dan mengirimkan sinyal tersebut ke semua unit di lapisan atasnya (unit-unit output).
 - (f) Tiap-tiap unit output ($Y_k \quad k=1,2,3,\dots,m$) menerima target pola yang berhubungan dengan pola input pembelajarannya untuk mendapatkan nilai error
 - (g) Menghitung koreksi bobot untuk mendapatkan nilai W baru
 - (h) Menghitung koreksi bias
 - (i) δ_k kemudian dikirim ke unit-unit yang ada di lapisan bawahnya.
 - (j) Tiap-tiap unit tersembunyi ($Z_j \quad j=1,2,3,\dots,p$) akan menjumlahkan delta input-nya (dari unit-unit yang berada pada lapisan di atasnya) yang dikalikan dengan nilai turunan fungsi aktivasi sehingga didapatkan nilai error.
 - (k) Menghitung koreksi bobot (untuk mendapatkan nilai V_{ij} baru)
 - (l) menghitung koreksi bias (untuk mendapat nilai V_{0j} baru)
 - (m) Tiap-tiap unit output ($Y_k \quad k=1,2,3,\dots,p$) memperbaiki bias dan bobotnya ($j=0,1,2,\dots,p$)

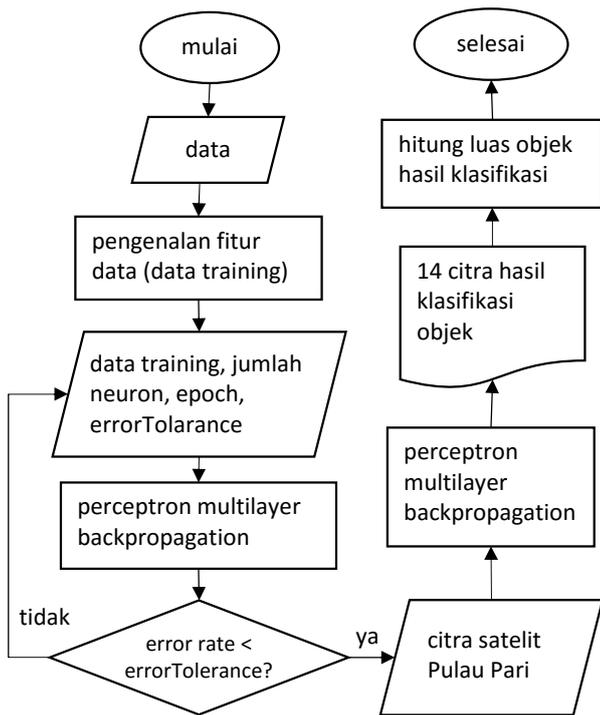
3. Tes kondisi berhenti

Kemudian dilakukan perhitungan untuk nilai mean square error atau nilai rata-rata kuadrat kesalahan. Mean square error (MSE) adalah suatu algoritma yang menandakan bahwa jaringan latihan yang terawasi (supervised training)

f. Alur Proses Pengklasifikasian Citra

Tahap klasifikasi dimulai dengan pengenalan fitur citra, kemudian mengambil data training dari citra tersebut. Data training diinputkan ke JST Perceptron Multilayer Backpropagation. Nilai lain seperti jumlah neuron, epoch, serta error tolerance diinputkan bersama citra. Error tolerance adalah parameter yang menjadi batas minimal error JST. Jika error JST lebih kecil dari error tolerance, maka JST siap untuk mengklasifikasikan citra satelit. Berdasarkan hasil pengklasifikasian, kemudian dihitung luas dari masing-masing citra hasil klasifikasi sehingga dapat diketahui ekosistem yang paling besar dan paling kecil luasnya. Hasil klasifikasi ini juga memungkinkan untuk dibuatnya peta tematik penyebaran sumber daya alam di Pulau Pari.

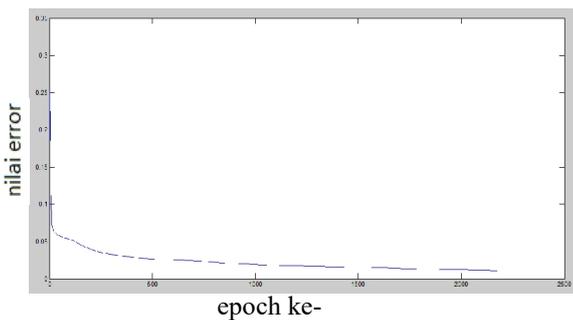
Alur proses klasifikasi dapat dilihat melalui gambar 3.



Gambar 3. Alur Pengklasifikasian Citra dengan JST

d. Hasil

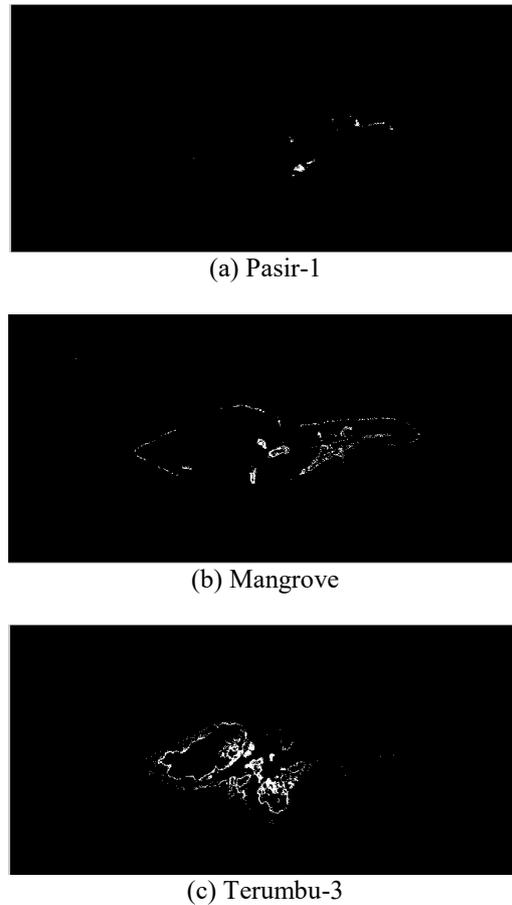
Hasil training JST mendapatkan nilai *error* terkecil pada epoch ke-2500 dengan 20 neuron dan 0.1 *error tolerance*. Adapun ketepatan pengukuran atau *Mean Square Error (MSE)* JST ini dapat dilihat melalui gambar. Grafik *MSE* atau nilai rata-rata kuadrat kesalahan dapat dilihat melalui gambar 4.



Gambar 4. Grafik Mean Square Error (TA, 2011)

Epoch pelatihan dilakukan sebanyak kurang dari 2500 *epoch*. Perubahan nilai *error* secara signifikan terjadi pada awal perulangan yaitu dibawah *epoch* ke-500. Setelah itu, perubahan nilai *error* berubah dengan angka yang cukup kecil. Citra Pulau Pari disimulasikan ke JST terlatih tersebut. Dan menghasilkan 14 citra *bw* (*black and white*)

terklasifikasi sesuai dengan objek target. Gambar 5 menunjukkan citra BW hasil klasifikasi.



Gambar 5. Citra Bw Hasil Klasifikasi Menggunakan JST Perceptron Multilayer Backpropagation

1 citra mewakili 1 objek klasifikasi dengan *pixel* yang terdiri dari 1 dan 0. *Pixel* bernilai 1 adalah target hasil klasifikasi. Kemudian dihitung luas masing-masing objek berdasarkan citra hasil tersebut yaitu jumlah *pixel* 1 dikali 10 m² (skala citra AVNIR-2 1:10m²). Persamaan untuk mengetahui luas:

$$L_m = \sum_{i,j=1}^{i=x,j=y} A_{m,i,j} \dots\dots\dots (3)$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ pixel} &= 10 \text{ m}; \\ L_{1\text{pixel}} &= 10 \text{ m} \times 10 \text{ m} \\ &= 100 \text{ m}^2; \\ L_m &= L_{1\text{pixel}} \times 100 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Keterangan :
- L = Luas
 - i = baris
 - x = nilai akhir baris
 - m = objek
 - j = kolom
 - y = nilai akhir kolom
 - A = citra hasil masing-masing objek

Luas tiap objek hasil perhitungan persamaan (3) dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Luas Hasil Klasifikasi Pulau Pari dengan JST *Perceptron Multilayer Backpropagation*

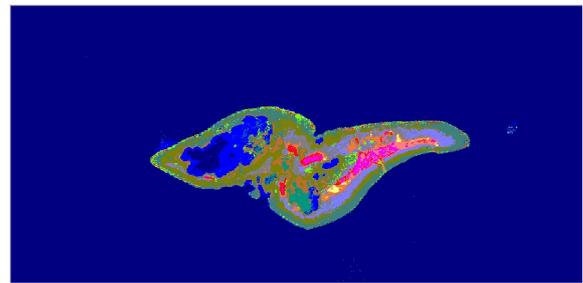
No	Nama Objek	Jumlah Pixel	Luas dalam m ²
1	Darat-1	2628	262800
2	Darat-2	2370	237000
3	Mangrove	3216	321600
4	Lamun	5061	506100
5	Pasir-1	684	68400
6	Pasir-2	11792	1179200
7	Pasir-3	24267	2426700
8	Pasir-4	4563	456300
9	Terumbu-1	21013	2101300
10	Terumbu-2	7307	730700
11	Terumbu-3	8009	800900
12	Terumbu-4	4351	435100
13	Air	15307	1530700
14	Laut	777732	77773200
15	Jumlah	888300	88830000

Objek terluas adalah Laut dengan jumlah *pixel* 777.732, luas dalam m² 77.773.200, atau 87.55% dari luas wilayah keseluruhan. Sedangkan objek dengan luas terkecil adalah Pasir-1 dengan jumlah *pixel* 684, luas dalam m² 68.400, atau 0.08% dari luas wilayah keseluruhan.

Citra *bw* hasil klasifikasi diberi warna berbeda yang mengidentifikasi objek. Kemudian ke-14 citra hasil klasifikasi dengan warna yang berbeda-beda tersebut disatukan menjadi satu citra. Penggabungan ini menghasilkan citra atau peta tematik yang menyajikan lokasi 14 sumber daya alam di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta (Gambar 6).

3. Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini adalah, jaringan saraf tiruan *Perceptron Multilayer Backpropagation* dapat digunakan untuk pengklasifikasian citra digital dan dapat bekerja dengan baik. Objek terluas di Pulau Pari adalah laut dengan luas 77.773.200 m² (87.55% wilayah) dan terkecil adalah pasir-1 dengan luas 68.400m² (0.08% wilayah).



Gambar 6. Citra Tematik Inventarisasi Sumber Daya Alam Pulau Pari Menggunakan *Perceptron Multilayer Backpropagation*

Saran untuk penelitian berikutnya adalah pengklasifikasian citra dengan JST *Perceptron Multilayer Backpropagation* dengan fungsi aktivasi berbeda seperti fungsi *sigmoid* atau dari citra satelit berbeda.

Daftar Pustaka

- [1] Kusumadewi, Sri. "Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Matlab & Excel Link". Yogyakarta, Graha Ilmu. 2004.
- [2] Papagelis, Anthony J., Kim, Dong Soo. "Multi-Layer Perceptron". New South Wales, Australia, 2001.
- [3] Wikipedia, "ALOS", id.wikipedia.org, 7 Juli 2011 15:59 WIB. <http://id.wikipedia.org/wiki/ALOS>
- [4] Zhou Wang and Alan C. Bovik, "Mean Squared Error: Love it or Leave it?," *IEEE Signal Processing Magazine*, 98, January 2009
- [5] Muis, Saludin. "Teknik Jaringan Syaraf Tiruan". Yogyakarta: Graha Ilmu. 2006.

Biodata Penulis

Putri Khatami Rizki, ST., memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.), Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, lulus tahun 2011. Saat ini menjadi Dosen Kader di Jurusan Teknik Informatika FT UMJ.

Muchlisin Arief, Ph. D., memperoleh gelar Doktorandus (Drs.), di Bidang Ilmu Otomata Institute Teknologi Bandung, lulus tahun 1980. Memperoleh gelar *Doctor of Philosophy (Ph. D.)*, di Bidang Ilmu *Computer Science-Digital Image Process*, *ESIEE Paris*, lulus tahun 1991. Saat ini menjadi Dosen Jurusan Teknik Informatika FT UMJ.

Priadhana Edi Kresnha, M. Kom., memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom), Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia, lulus tahun 2007. Memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom) Program Pasca Sarjana Magister Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia, lulus tahun 2010. Saat ini menjadi Dosen di Jurusan Teknik Informatika FT UMJ.

