

PENGLASIFIKASIAN JENIS TANAH MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN DENGAN ALGORITMA BACKPROPAGATION

¹Sari Nafisah, ²Sulistyo Puspitodjati, ³Sri Wulandari

¹Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma
(fizha_zafir1987@yahoo.com)

²Jurusan Sistem Informasi, Filkom Universitas Gunadarma
(sulistyo@staff.gunadarma.ac.id)

³Jurusan Teknik Sipil, FTSP Universitas Gunadarma
(sri_wulandari@staff.gunadarma.ac.id)

ABSTRAK

Pengklasifikasian jenis tanah menggunakan alat sondir masih sulit mengenali beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Dalam penelitian tanah diklasifikasikan ke dalam jenis gravel, sand, slit/sloam, clay, heavy clay, dan peat. Variabel-variabel yang digunakan dalam klasifikasi ini adalah Kedalaman, qc, Jumlah Hambatan (JH), Perlawanan Gesek, Hambatan Pelekat (HP), Jumlah Hambatan Pelekat (JHP), Hambatan Setempat (HS), Friction Ratio (Rf) dan deskripsi tanah. Data dalam pengklasifikasian adalah data proyek "Ruas Jalan Pontianak-Tayan". Ada 150 data yang terdiri dari data training dan data testing berdasarkan data penyelidikan lapangan dengan alat sondir. Dalam penelitian ini, klasifikasi dilakukan menggunakan jaringan syaraf tiruan Backpropagation dengan perangkat lunak (software) WEKA (Waikato Environment Knowledge Analysis) 3.5.7. Hasil terbaik yang diperoleh dengan parameter jumlah neuron hidden layer 10 ; learning rate 0,05 ; momentum 0,2 ; dan maksimum iterasi 5000 adalah 88 %.

Kata Kunci : Klasifikasi Jenis Tanah, Jaringan Syaraf Tiruan, Backpropagation, Weka

1. PENDAHULUAN

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) salah satu cabang ilmu kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) yang merupakan salah satu sistem pemrosesan informasi yang didesain dengan menirukan cara kerja otak manusia dalam menyelesaikan suatu masalah.

Dalam penelitian tanah diklasifikasikan kedalam jenis *gravel*, *sand*, *slit/sloam*, *clay*, *heavy clay*, dan *peat* berdasarkan data penyelidikan lapangan dengan alat sondir masih sulit mengenali beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya.

Jaringan syaraf tiruan (JST) merupakan metode yang dapat digunakan

untuk mengenali pola dalam pengklasifikasian jenis tanah ke dalam jenis *gravel*, *sand*, *slit/sloam*, *clay*, *heavy clay*, atau *peat* maka penulis menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* dengan perangkat lunak (software) Weka 3.5.7.

Penelitian ini bertujuan membangun model untuk dapat mengklasifikasikan jenis tanah. Model yang dibuat menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan dengan algoritma *Backpropagation*.

2. TINJAUAN PUSTAKA Metode Backpropagation

Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh *perceptron*

dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyinya. Secara umum model backpropagation ini adalah :

$$z_j = f(v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij}) \dots\dots\dots (1)$$

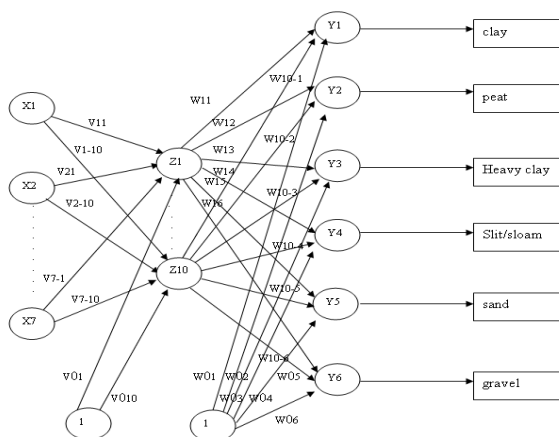
$$y_k = f(w_{0k} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk}) \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan : (1) : fungsi aktivasi terhadap sinyal-sinyal input berbobot x_i yang dikirim ke lapisan tersembunyi.

(2) : fungsi aktivasi terhadap penjumlahan sinyal-sinyal input berbobot z_j yang dikirim ke lapisan keluaran.

Arsitektur Jaringan

Jaringan saraf terdiri dari 3 lapisan, yaitu lapisan masukan/input terdiri atas 7 variabel masukan unit sel saraf, lapisan tersembunyi terdiri atas 10 unit sel saraf, dan lapisan keluaran/output terdiri atas 6 sel saraf. Lapisan masukan (x_i) digunakan untuk menampung 7 variabel yaitu Kedalaman, qc, Jumlah Hambatan (JH), Perlawanan Gesek, Hambatan Pelekat (HP), Jumlah Hambatan Pelekat (JHP), Hambatan Setempat (HS), sedangkan 6 lapisan keluaran (y_k) digunakan untuk mempresentasikan pengklasifikasian untuk jenis tanah clay, peat, heavy clay, slit/sloam, sand dan gravel.



Gambar 1 Arsitektur jaringan backpropagation

Keterangan :

x = Masukan (input)

$j = 1$ s/d n ($n = 10$).

v = Bobot pada lapisan tersembunyi.

w = Bobot pada lapisan keluaran.

n = Jumlah unit pengolah pada lapisan tersembunyi.

b = Bias pada lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran.

k = Jumlah unit pengolah pada lapisan keluaran.

Y = Keluaran hasil yaitu clay, peat, heavy clay, slit/sloam, sand, dan gravel.

Algoritma *backpropagation* menggunakan error output untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (*backward*).

1. Dimulai dengan lapisan masukan, hitung keluaran dari setiap elemen pemroses melalui lapisan luar.
2. Menghitung kesalahan pada lapisan luar yang merupakan selisih antara data aktual dan target.
3. Mentransformasikan kesalahan tersebut pada kesalahan yang sesuai di sisi masukan elemen pemroses.
4. Mempropagasibalikkan kesalahan-kesalahan ini pada keluaran setiap elemen pemroses ke kesalahan yang terdapat pada masukan. Mengulangi proses ini sampai masukan tercapai.
5. Mengubah seluruh bobot dengan menggunakan kesalahan pada sisi masukan elemen dan luaran elemen pemroses yang terhubung.

Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sebagian besar sistem klasifikasi tanah telah dikembangkan berdasarkan sifat-sifat tanah seperti tekstur, ukuran butiran, tingkat plastisitas tanah, dan distribusi butiran tanah. Sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan dikeluarkan oleh

Departemen Pertanian Amerika (USDA), *United Soil Classification System* – USCA yang dikeluarkan oleh US-Army, dan Departemen Jalan Raya Amerika – AASTHO.

Secara garis besar, tanah dibagi menjadi 2 bagian yaitu:

- a. Tanah berbutir kasar, terbagi menjadi kerikil (*gravel*), pasir (*sand*)
 Tanah pada kategori ini memiliki diameter antara 0,875 mm – 100 mm (berdasarkan *Unified Soil Classification System*, USCS).
- b. Tanah berbutir halus, terbagi menjadi lanau (*silt/sloam*), lempung (*clay*), lempung berat (*heavy clay*).
 Tanah pada kategori ini memiliki diameter 0,001 mm – 0,875 mm (berdasarkan *Unified Soil Classification System*, USCS).

Selain kedua kategori di atas, terdapat satu kategori tanah yang bersifat organik. Contoh tanah ini adalah tanah gambut (*peat soil*)

3. METODE PENELITIAN

Prosedur Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 150 data yaitu data training dan data testing dikumpulkan dalam satu file excel. Dari data tanah tersebut menggunakan rumus untuk setiap variabelnya. Variabel yang sudah diketahui yakni kedalaman, qc dan JH. Secara umum rumusan dari masing-masing variabel ini adalah:

$$PG = JH - qc$$

$$HP = D/hg ((JH-qc)$$

$$JHP = \sum HP$$

$$HS = (D/53,2).(JH-qc)$$

$$Rf = (fs / qc) . 100$$

Keterangan : harga D = 3,56 cm

harga hg = 13,3 cm

Pengklasifikasian jenis tanah dapat dilihat berdasarkan relasi empiris antara dimensi rasio selimut dan ilmu tanah. Interval tersebut bisa dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Relasi empiris antara rasio selimut dan deskripsi ilmu tanah

Friction ratio (Rf)	Inferred lithology
0.2 – 0.6	Gravel
0.6 – 1.2	Sand
1.2 – 4.0	Silt/loam
3.0 – 5.0	Clay
5.0 – 7.0	Heavy clay (incl. "pot clay")
5.0 – 10.0	Peat

Sumber : Lunne et al (1997) dan Coerts (1996)

Pada perangkat lunak Weka ada tiga preprocessing yaitu load, analyze, dan filter. Proses Load, data yang sudah dihitung menggunakan rumus disimpan dalam file CSV. Data tanah tersebut dimasukkan ke dalam Weka pada panel *open file*. Proses analyze, digunakan untuk menganalisis variabel-variabel tanah. Proses pengklasifikasian jenis tanah ini tidak menggunakan preprocessing filter karena data tersebut sudah baik untuk diolah. Selanjutnya menuju tab classify menggunakan algoritma backpropagation yaitu multilayer perceptron. Pada tab classify ini parameter yang digunakan bisa diubah-ubah.

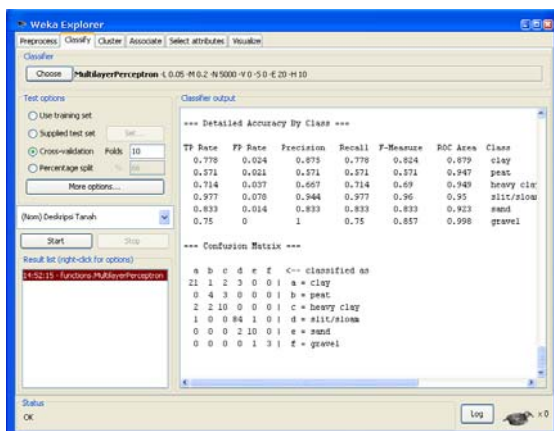
Untuk menganalisa algoritma jaringan syaraf backpropagation adalah menganalisis bobot. Tiap unit masukan ($x_i, i=1,2,3,4,5,6,7$) menerima sinyal x_i dan menghantarkan sinyal ke lapisan unit tersembunyi. Unit masukan (x_i) terdiri dari Kedalaman, qc, Jumlah Hambatan (JH), Perlawanan Gesek, Hambatan Pelekat (HP), Jumlah Hambatan Pelekat (JHP), Hambatan Setempat (HS). v_{ij} adalah bobot yang dikalikan dengan nilai unit masukan (x_i). Setiap unit tersembunyi ($x_i, i=1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$) dijumlahkan dengan bobot sinyal masukannya. v_{0j} adalah bias pada unit tersembunyi. Fungsi aktivasi tersebut untuk menghitung sinyal keluarannya dan dikirimkan ke seluruh unit pada lapisan unit keluaran. Tiap unit keluaran ($y_k, k=1,2,3,4,5,6$) dijumlahkan bobot sinyal masukannya. w_{0k} adalah bias pada unit keluaran. Fungsi aktivasi tersebut untuk menghitung sinyal keluarannya.

Nilai keluarannya menentukan jenis tanah clay, peat, heavy clay, slit/sloam, sand, atau gravel.

Teknik Penelitian

Data tanah yang digunakan adalah dalam format CSV. Parameter yang digunakan untuk mengklasifikasikan jenis tanah terdiri dari 2,4,6,8,10 neuron hidden layer; learning rate 0,01; 0,03; 0,05; 0,1; 0,2; Momentum 0,2; dan jumlah iterasi 5000. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi sigmoid.

Proses jaringan syaraf dengan MultilayerPerceptron ini menggunakan pelatihan mode *test options cross-validation* yaitu data training dan data testing diproses menjadi 10 bagian (*fold*) secara berulang-ulang. Dari 150 data, perangkat lunak Weka akan membagi dan memproses data tersebut 9/10 untuk data training dan 1/10 untuk data testing. Proses berhenti hingga *fold* mencapai 10.



Gambar 2. Jendela Classify

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan bobot antara lapisan input dan lapisan tersembunyi akhir serta bias antara lapisan input dengan lapisan tersembunyi akhir setelah epoch ke-5000 seperti terlihat pada tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 2. Bobot Akhir Lapisan Input ke Lapisan Tersembunyi

i \ j	W_{ij}									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-1.99270918	-1.97946766	0.778935331	3.367751139	-7.073128922	0.668238097	3.634120139	-5.283014819	-0.780288806	-1.667041908
2	-2.97090117	-11.26592982	-0.47380337	0.424434973	-1.283703629	24.53422419	-3.643594311	0.177190924	8.712931073	-4.545032641
3	-1.70016275	-8.893604045	2.970588019	-1.073974366	-3.790631866	17.1264026	-2.833910427	-1.866283336	5.619330035	-1.651683947
4	2.627534494	10.14674573	10.14014032	-4.089380694	-8.284163021	-25.93907702	14.35940036	-7.194963337	-6.900272893	7.774921082
5	3.254112921	-1.287837011	5.436752837	1.562339628	-1.11744707	1.101728445	-0.9722842535	-1.654931877	-1.82688236	3.932613282
6	-1.04501117	0.011448032	-2.93080851	1.572849122	3.002088883	-1.710510544	2.267586999	0.347842909	-0.213752139	-5.869824828
7	-2.89830413	1.988294232	-4.25371304	6.568488823	-5.964291483	-1.026816886	2.277686322	-5.387261122	-0.698888288	-0.14883452

Tabel 3. Bias Akhir Lapisan Input ke Lapisan Tersembunyi

W_{0j}										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2.141083253	-11.54883942	6.610759410	-3.33840388	-4.664297935	1.510472584	0.478683599	-1.88047226	-2.819383269	2.822725708	

Sedangkan bobot akhir lapisan tersembunyi ke lapisan output (w), dan bias akhir lapisan tersembunyi ke lapisan output (w_0), terlihat pada tabel 4 dan tabel 5.

Tabel 4. Bobot Akhir Lapisan Tersembunyi ke Lapisan Output

i \ j	W_{ij}					
	1	2	3	4	5	6
1	-0.121548664	-5.383296533	4.781858213	3.090143252	2.345704216	-5.097931874
2	-11.60648821	8.89941398	1.150666897	-11.08294914	-2.307942143	-1.664011845
3	-8.971410446	4.386785081	-7.898399601	0.925102929	6.420577901	-6.839314532
4	5.720815179	-2.588652309	-1.206085186	-2.52524956	3.31178502	-2.252177222
5	9.090415779	2.577704616	0.056429402	-8.363382235	-0.824813658	2.879207494
6	-22.09235477	-8.494522211	-12.80134184	19.99907386	-1.97677659	0.165172682
7	0.549182526	3.383918322	-4.633117934	-2.584118294	-0.276785284	-2.37413624
8	4.580506363	2.895720557	-3.491804124	-2.0698663104	-5.270638919	1.759376211
9	-2.18841433	-1.447592366	-1.538611545	-16.12900776	7.521024496	2.161336097
10	0.388390588	-2.969888474	3.826773982	8.222829342	-9.527021369	-2.883712921

Tabel 5. Bias Akhir Lapisan Tersembunyi ke Lapisan Output

W_{0j}						
1	2	3	4	5	6	
-1.027401819	-7.101969126	1.231841235	-5.190972592	-3.529635354	-1.281114402	

Output Klasifikasi

Hasil pengklasifikasian jenis tanah dengan metode jaringan syaraf tiruan backpropagation pada Weka dapat dilihat berdasarkan tabel *correctly classified*, *kappa statistic* dan *confusion matrix*.

Tabel 6. Correctly Classified

LR HL	0.01	0.03	0.05	0.1	0.2
2	64 %	74,6667 %	78,6667 %	80,6667 %	78 %
4	69,333 %	80,6667 %	83,333 %	85,333 %	82,6667 %
6	74 %	86,6667 %	84,6667 %	85,333 %	85,333 %
8	76 %	86 %	84,6667 %	83,333 %	86 %
10	76,6667 %	85,333 %	88 %	84,6667 %	85,333 %

Setelah diuji coba dengan menggunakan perangkat lunak Weka, ternyata dengan jumlah 10 neuron *hidden layer* dan 0,05 learning rate diperoleh jumlah persentase terbesar adalah 88 %. Jadi, dari 150 data yang diteliti ada 132 data yang terklasifikasi kebenarannya, sedangkan sisanya 18 data terjadi kesalahan klasifikasi. Sebagai pertimbangan kedua akan dilihat besarnya kappa statistic dari percobaan yang dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Kappa Statistic

LR HL	0.01	0.03	0.05	0.1	0.2
2	0,3211	0,5726	0,6382	0,6736	0,6203
4	0,449	0,6839	0,7269	0,7608	0,7144
6	0,5463	0,7813	0,7511	0,7605	0,7605
8	0,5834	0,7713	0,7496	0,7308	0,7726
10	0,6012	0,7606	0,8014	0,7484	0,7627

Pada tabel 7 dapat dilihat bahwa dengan jumlah neuron 10 dan learning rate 0,05 jaringan syaraf dapat mencapai 0,8014. Nilai kappa statistic mempunyai nilai antara -1 hingga +1. Nilai kappa statistic $\geq 0,75$ menunjukkan hasil yang sangat layak. $0 < \text{kappa} < 0,4$ menunjukkan hasil yang layak untuk beberapa tingkat. $\text{Kappa} = 0$, menunjukkan hasilnya sama dengan probabilitas acak. $\text{Kappa} < 0$, menunjukkan buruknya

probabilitas acak dan hasilnya tidak mempunyai arti. Jadi, dengan nilai kappa statistic mencapai 0,8014 menunjukkan hasil yang sangat layak dalam kebenaran pengklasifikasian. Sebagai pertimbangan yang ketiga akan dilihat confusion matrix dari percobaan penelitian tersebut pada tabel 8.

Tabel 8. Confusion Matrix

LR HL	001	002	005	01	02
2	a b c d e f ←-classified us 1 0 3 2 3 0 0 a = clay 1 0 5 1 0 0 b = peat 2 0 9 3 0 0 c = heavy clay 1 0 1 8 2 2 0 d = siltstone 0 0 0 0 4 0 e = sand 0 0 0 0 4 0 f = gravel	a b c d e f ←-classified us 14 0 4 9 0 0 a = clay 0 0 7 0 0 0 b = peat 2 0 1 2 0 0 c = heavy clay 3 0 1 8 0 2 0 d = siltstone 0 0 0 0 4 0 e = sand 0 0 0 0 4 0 f = gravel	a b c d e f ←-classified us 20 0 3 4 0 0 a = clay 1 0 6 0 0 0 b = peat 2 0 1 2 0 0 c = heavy clay 1 0 1 8 2 2 0 d = siltstone 0 0 0 0 4 0 e = sand 0 0 0 1 3 0 f = gravel	a b c d e f ←-classified us 21 0 3 3 0 0 a = clay 1 0 5 1 0 0 b = peat 2 0 1 1 0 0 c = heavy clay 1 0 1 8 2 2 0 d = siltstone 0 0 0 6 6 0 e = sand 0 0 0 0 4 0 f = gravel	a b c d e f ←-classified us 22 0 2 3 0 0 a = clay 2 0 3 2 0 0 b = peat 7 0 5 2 0 0 c = heavy clay 0 0 1 8 4 0 0 d = siltstone 0 0 0 4 0 0 e = sand 0 0 0 0 0 0 f = gravel
4	a b c d e f ←-classified us 2 2 3 2 0 0 a = clay 0 4 3 0 0 0 b = peat 2 4 0 0 0 0 c = heavy clay 0 0 0 0 4 2 0 d = siltstone 0 0 0 6 6 0 0 e = sand 0 0 0 0 4 0 0 f = gravel	a b c d e f ←-classified us 19 2 3 3 0 0 a = clay 1 4 2 0 0 0 b = peat 2 2 1 0 0 0 c = heavy clay 2 0 1 8 1 2 0 d = siltstone 0 0 0 5 7 0 0 e = sand 0 0 0 0 4 0 0 f = gravel	a b c d e f ←-classified us 21 2 2 0 0 0 a = clay 1 4 2 0 0 0 b = peat 2 2 1 0 0 0 c = heavy clay 3 0 0 2 1 0 d = siltstone 0 0 0 5 7 0 0 e = sand 0 0 0 0 3 1 0 f = gravel	a b c d e f ←-classified us 21 2 2 0 0 0 a = clay 0 5 2 0 0 0 b = peat 2 2 1 0 0 0 c = heavy clay 0 0 0 3 3 0 0 d = siltstone 0 0 0 4 0 0 e = sand 0 0 0 0 3 1 0 f = gravel	a b c d e f ←-classified us 20 1 3 3 0 0 a = clay 0 4 3 0 0 0 b = peat 2 3 9 0 0 0 c = heavy clay 0 0 0 8 3 3 0 d = siltstone 0 0 0 5 7 0 0 e = sand 0 0 0 0 3 1 0 f = gravel
6	a b c d e f ←-classified us 7 2 3 1 5 0 0 a = clay 1 3 3 0 0 0 b = peat 2 3 9 0 0 0 c = heavy clay 0 0 1 0 4 1 0 d = siltstone 0 0 0 5 6 1 0 e = sand 0 0 0 0 2 2 0 f = gravel	a b c d e f ←-classified us 21 1 2 3 0 0 a = clay 0 4 3 0 0 0 b = peat 2 2 1 0 0 0 c = heavy clay 1 0 0 8 2 2 0 d = siltstone 0 0 0 4 0 0 e = sand 0 0 0 0 4 0 f = gravel	a b c d e f ←-classified us 21 1 2 3 0 0 a = clay 0 4 3 0 0 0 b = peat 2 2 1 0 0 0 c = heavy clay 1 1 1 8 1 2 0 d = siltstone 0 0 0 4 0 0 e = sand 0 0 0 0 1 3 0 f = gravel	a b c d e f ←-classified us 22 1 1 3 0 0 a = clay 0 4 3 0 0 0 b = peat 2 2 1 0 0 0 c = heavy clay 1 0 0 8 1 4 0 d = siltstone 0 0 0 5 7 0 0 e = sand 0 0 0 0 4 0 f = gravel	a b c d e f ←-classified us 22 1 1 3 0 0 a = clay 0 3 4 0 0 0 b = peat 2 3 9 0 0 0 c = heavy clay 1 0 0 8 2 3 0 d = siltstone 0 0 0 4 0 0 e = sand 0 0 0 0 0 4 0 f = gravel
8	a b c d e f ←-classified us 10 2 2 1 3 0 0 a = clay 1 3 3 0 0 0 b = peat 2 2 1 0 0 0 c = heavy clay 1 0 0 8 4 1 0 d = siltstone 0 0 0 5 6 1 0 e = sand 0 0 0 0 3 1 0 f = gravel	a b c d e f ←-classified us 21 1 2 3 0 0 a = clay 0 4 3 0 0 0 b = peat 2 2 1 0 0 0 c = heavy clay 2 0 0 8 2 2 0 d = siltstone 0 0 0 4 0 0 e = sand 0 0 0 0 4 0 f = gravel	a b c d e f ←-classified us 21 1 2 3 0 0 a = clay 0 3 4 0 0 0 b = peat 2 3 9 0 0 0 c = heavy clay 2 0 0 8 2 2 0 d = siltstone 0 0 0 4 0 0 e = sand 0 0 0 0 4 0 f = gravel	a b c d e f ←-classified us 21 1 2 3 0 0 a = clay 0 3 4 0 0 0 b = peat 2 2 1 0 0 0 c = heavy clay 1 0 0 8 0 4 0 d = siltstone 0 0 0 4 0 0 e = sand 0 0 0 0 1 3 0 f = gravel	a b c d e f ←-classified us 21 1 2 3 0 0 a = clay 0 5 2 0 0 0 b = peat 2 2 1 0 0 0 c = heavy clay 1 1 1 8 1 2 0 d = siltstone 0 0 0 4 0 0 e = sand 0 0 0 0 1 3 0 f = gravel
10	a b c d e f ←-classified us 12 1 2 1 2 0 0 a = clay 1 3 3 0 0 0 b = peat 2 3 9 0 0 0 c = heavy clay 2 1 0 8 2 1 0 d = siltstone 0 0 0 5 6 1 0 e = sand 0 0 0 0 1 3 0 f = gravel	a b c d e f ←-classified us 21 1 2 3 0 0 a = clay 0 4 3 0 0 0 b = peat 2 2 1 0 0 0 c = heavy clay 1 0 0 8 2 3 0 d = siltstone 0 0 0 4 0 0 e = sand 0 0 0 0 1 3 0 f = gravel	a b c d e f ←-classified us 21 1 2 3 0 0 a = clay 0 4 3 0 0 0 b = peat 2 2 1 0 0 0 c = heavy clay 1 0 0 8 4 1 0 d = siltstone 0 0 0 2 1 0 0 e = sand 0 0 0 0 1 3 0 f = gravel	a b c d e f ←-classified us 21 1 2 3 0 0 a = clay 0 3 4 0 0 0 b = peat 2 3 9 0 0 0 c = heavy clay 1 1 0 8 3 1 0 d = siltstone 0 0 0 4 0 0 e = sand 0 0 0 0 1 3 0 f = gravel	a b c d e f ←-classified us 21 1 2 3 0 0 a = clay 0 5 2 0 0 0 b = peat 3 1 1 0 0 0 c = heavy clay 2 1 0 8 1 2 0 d = siltstone 0 0 0 4 0 0 e = sand 0 0 0 0 1 3 0 f = gravel

Pada tabel 8 dapat dilihat bahwa dengan jumlah neuron hidden layer 10 dan learning rate 0,05 mempunyai confusion matrix yang sangat layak untuk melihat distribusi klasifikasi yang error. Dalam confusion matrix, yang menentukan jumlah kebenaran klasifikasi ditunjukkan dengan pembentukan diagonal dari matrik tersebut.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Beberapa pengukuran ketelitian dapat disimpulkan dari penelitian klasifikasi tanah ini menggunakan backpropagation Weka. Salah satunya dilihat dari tingkat keberhasilan klasifikasi sebesar 88 %, *kappa statistic* sebesar 0,8041 dan diagonal yang dihasilkan dari *confusion matrix* mempunyai perbedaan

selisih terkecil dari data sebenarnya. Semakin banyak jumlah neuron hidden layer dan iterasi yang dilakukan, maka semakin besar waktu yang dibutuhkan untuk membangun jaringan. Hal tersebut membuktikan bahwa jaringan syaraf tiruan dengan algoritma backpropagation dapat digunakan untuk mengklasifikasikan jenis tanah yang sulit diklasifikasikan kedalam jenis tanah *gravel, sand, slit/sloam, clay, heavy clay*, atau *peat*.

Saran

Tingkat keberhasilan kebenaran klasifikasi yang dicapai pada penelitian ini baru sebesar 88 %. Tingkat keberhasilan kemungkinan dapat ditingkatkan dengan penambahan data yang mewakili beberapa jenis tanah yang beragam. Satu hal lagi yang perlu diperhatikan adalah penggunaan fungsi-fungsi pada Weka seperti *used training set, supplied test set*, dan *percentage split*. Sehingga perlu dikembangkan lagi pada tahap memproses data training dan data testing.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Hermawan. A., 2006, *Jaringan Saraf Tiruan Teori dan Aplikasi*, Penerbit Andi Yogyakarta.
- [2]. Das. B.M., Endah.N., dan Indrasurya.M. 1995, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta
- [3]. Hendarsin, S.L., 1994, *Penuntun Praktis Geoteknik dan Mekanika Tanah*, Penerbit Nova, Bandung.
- [4]. Tan, P.N., Steinbach, M., and Kumar, V., 2006, *Introduction of Data Mining*, Pearson Education Inc, USA.
- [5]. Frank E., Hall, M.A., Holmes,G., Kirkby,R., Pfahringer,B.,Witten,I.A., and Trigg,L., 2005, Weka - A Machine Learning Workbench For Data mining, *The Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*, pages 1305-1314, Departement of Computer Science, The University of Waikato, New Zealand, www.cs.waikato.ac.nz, diunduh tanggal 4 Juli 2008.
- [6]. Witten, H.I., Frank Eibe, 2005, " *Data Mining Partical Machine Learning Tools and Technique* ", Morgan Kaufmann, San Fransisco.