

## Model Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Indeks Plastisitas Tanah

### *Artificial Neural Networks Model to Predict Soil Plasticity Index*

**Winda Rahmawati**<sup>1\*)</sup>, S. Suharyatun<sup>1</sup>, C. Sugianti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Lampung 35141

<sup>\*)</sup>Penulis untuk korespondensi: windarahmawati89@gmail.com

**Sitasi:** Rahmawati W, Suharyatun S, Sugianti C. 2019. Artificial neural networks model to predict soil plasticity index. In: Herlinda S *et al.* (Eds.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2019, Palembang 4-5 September 2019, pp. 418-423. Palembang: Unsri Press.

### ABSTRACT

Soil index plasticity is an important soil physical property of the soil related to the tillage intensity, especially if it is done by machine such as a tractor. This study aim is to build an artificial neural network (ANN) model that connects the soil texture with the soil index plasticity. The research was conducted in several stages, namely: (1) soil texture determination, plastic limit and liquid limit in the laboratory, (2) plasticity index calculation, (3) Soil texture-soil plasticity index ANN model built. ANN models are created using 3 input variables, namely  $x_1$ : clay content,  $x_2$ : silt content and  $x_3$ : sand content. The model uses 2 layers, with a logsig-tangig-purelin activation function. The results of the model training resulted in a RMSE (Root Mean Square Error) value of 1.6542 and an  $R^2$  value of 0.9570. Model validation produces a correlation value of predictive data and  $R^2$  observation data of 0.9332.

Keywords: artificial neural network models, soil consistency, soil physical properties, soil texture

### ABSTRAK

Indeks plastisitas tanah merupakan sifat fisik tanah yang penting berkaitan dengan berat ringannya pengolahan tanah, terutama jika dilakukan menggunakan mesin pengolahan tanah seperti traktor. Penelitian ini bertujuan untuk membangun model jaringan syaraf tiruan (JST) yang menghubungkan tekstur tanah dengan indeks plastisitas tanah. Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap yaitu: (1) penetapan tekstur tanah, batas plastis dan batas cair di laboratorium, (2) menghitung indeks plastisitas, (3) mengembangkan model JST untuk menghubungkan tekstur tanah dengan indeks plastisitas. Model JST yang dibuat menggunakan 3 variabel input yaitu  $x_1$ : kadar liat,  $x_2$ : kadar debu dan  $x_3$ : kadar pasir. Model menggunakan 2 layer, dengan fungsi aktivasi *logsig-tansig-purelin*. Hasil pelatihan model menghasilkan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) 1,6542 dan nilai  $R^2$  0,9570. Validasi model menghasilkan nilai korelasi data prediksi dan data observasi  $R^2$  sebesar 0,9332.

Kata kunci: konsistensi tanah, model jaringan syaraf tiruan, sifat fisik tanah, tekstur tanah

### PENDAHULUAN

Tekstur tanah merupakan salah satu sifat tanah yang permanen (bersifat tetap) dan menentukan sifat-sifat fisika tanah yang lainnya (Mawardi, 2011). Salah satu sifat fisik tanah yang dipengaruhi oleh tekstur tanah adalah konsistensi tanah. Konsistensi tanah

merupakan daya kohesi dan adhesi diantara partikel-partikel tanah dan ketahanan (resistensi) massa tanah tersebut terhadap perubahan bentuk oleh tekanan atau berbagai kekuatan yang dapat mempengaruhi.

Kemampuan butir-butir tanah halus untuk mengalami perubahan bentuk tanpa terjadi perubahan volume atau pecah dinyatakan dengan plastisitas (Sutono, dkk, 2006). Plastisitas tanah memiliki dampak yang kuat pada pengolahan tanah, terutama di tanah dengan plastisitas tinggi atau tanah lempung yang mengandung mineral lempung 2:1 (Lal and Shukla, 2004). Penetapan plastisitas tanah dibidang pertanian khususnya diarahkan untuk mengetahui berat ringannya pengolahan tanah. Kemampuan tanah untuk tanah dengan jangka olah yang sama, akan makin sukar diolah dengan makin tingginya indeks plastisitas.

Jaringan syaraf tiruan (JST) atau *artificial neural network* (ANN) merupakan sistem komputasi dengan arsitektur dan operasi berdasarkan pengetahuan tentang sel syaraf biologis dalam otak, yang merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia. JST dapat digambarkan sebagai model matematis dan komputasi untuk fungsi aproksimasi non-linier, klasifikasi data *cluster*, dan regresi nonparametrik atau sebuah simulasi dari koleksi model syaraf biologi. Selain itu, JST mampu menangani sistem yang kompleks, rumit, dan tidak linier, serta mampu belajar dengan variabel-variabel keputusan (*decision variabels*). JST sangat sesuai digunakan untuk pemodelan dinamik karena tidak membutuhkan parameter-parameter model fisik dan mampu belajar dari data eksperimen (Mittal dan Zhang, 2001; Siang, 2005; Hermawan, 2006; Boeri *et al.*, 2011).

JST telah banyak digunakan untuk memprediksi hubungan antar variabel pada berbagai bidang ilmu, namun demikian belum ada model JST untuk memprediksi hubungan antara sifat fisik tanah, dalam hal ini indeks plastisitas dengan tekstur tanah.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan model JST untuk memprediksi indeks plastisitas tanah berdasarkan variabel input tekstur tanah yang dinyatakan dengan persentase fraksi penyusun tanah.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: sampel tanah, air, soil sampler, timbangan analitik, cawan dan oven, seperangkat alat pengukur fraksi penyusun tanah, seperangkat alat uji plastisitas tanah metode *cassagrande*. Komputer yang dilengkapi dengan software MATLAB.

### **Pelaksanaan Penelitian**

Penelitian dilaksanakan dalam tiga tahap, yaitu:

1. Pengambilan sampel tanah, diambil dari 8 tempat yang berbeda.
2. Menentukan komposisi fraksi penyusun sampel tanah dengan metode dispersi dan sedimentasi (Agus dkk., 2006). Komposisi fraksi penyusun tanah digunakan untuk menentukan tekstur tanah dengan menggunakan segitiga *USDA*.
3. Menentukan batas cair (LL) dan batas plastis (PL) tanah dengan metode *cassagrande* (Sutopo dkk. 2006). Masing-masing jenis tanah menggunakan 3 ulangan.
4. Menentukan indeks plastisitas tanah.
5. Membuat model JST dengan 3 variabel input dan 1 variabel output.

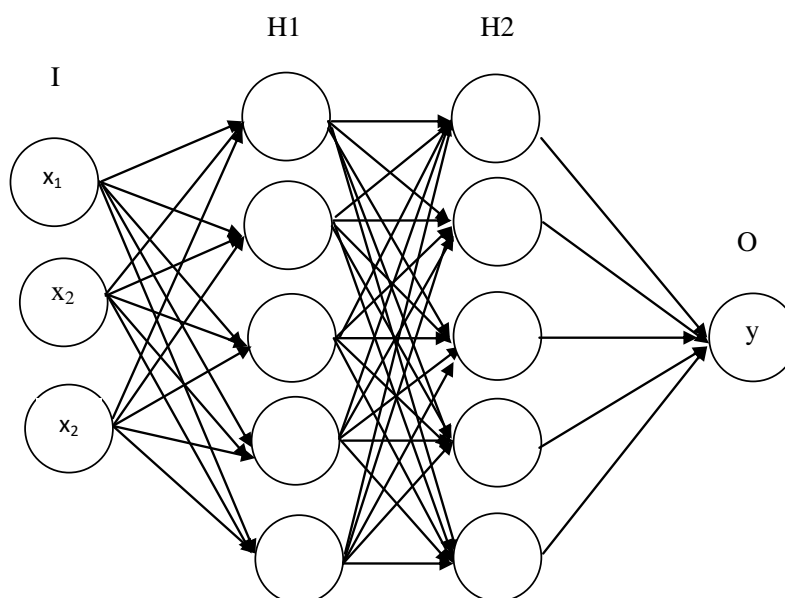
Variabel input yang digunakan adalah x1: persentase fraksi liat; x2: persentase fraksi debu dan x3: persentase fraksi pasir.

Variabel output yang digunakan adalah indeks plastisitas tanah (IP)

## HASIL

Hasil pengujian tekstur tanah menyatakan bahwa 8 jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 3 jenis tanah bertekstur liat (*clay*), 2 bertekstur pasir bergeluh (*loamy sand*), 1 bertekstur liat debu (*silty clay*), 1 bertekstur liat berpasir (*sandy clay*) dan 1 bertekstur geluh berpasir (*sandy loam*). Hasil perhitungan indeks plastisitas pada menunjukkan bahwa jenis tanah yang digunakan sebagai input dan output data memiliki tekstur dan indeks plastisitas yang bervariasi. Tanah dengan tekstur yang sama belum tentu memiliki indeks plastisitas yang sama karena kemungkinan komposisi fraksi penyusun tanahnya juga tidak sama. Sebagai contoh, tanah A dan B yang memiliki klasifikasi tekstur yang sama, yaitu tanah liat (*clay*), tetapi memiliki kriteria indeks plastisitas yang berbeda. Tanah A termasuk jenis tanah bertekstur liat dengan indeks plastisitas tinggi sedangkan tanah B termasuk jenis tanah bertekstur liat dengan indeks plastisitas sedang. Indeks plastisitas tanah yang digunakan dalam penelitian ini bervariasi dari indeks plastisitas rendah (tanah C dan G), sedang (tanah B dan E), tinggi (A, F dan H), serta sangat tinggi (tanah D). Dengan jangkauan indeks plastisitas yang luas diharapkan model JST ini berlaku pada jangkauan tekstur tanah yang luas juga.

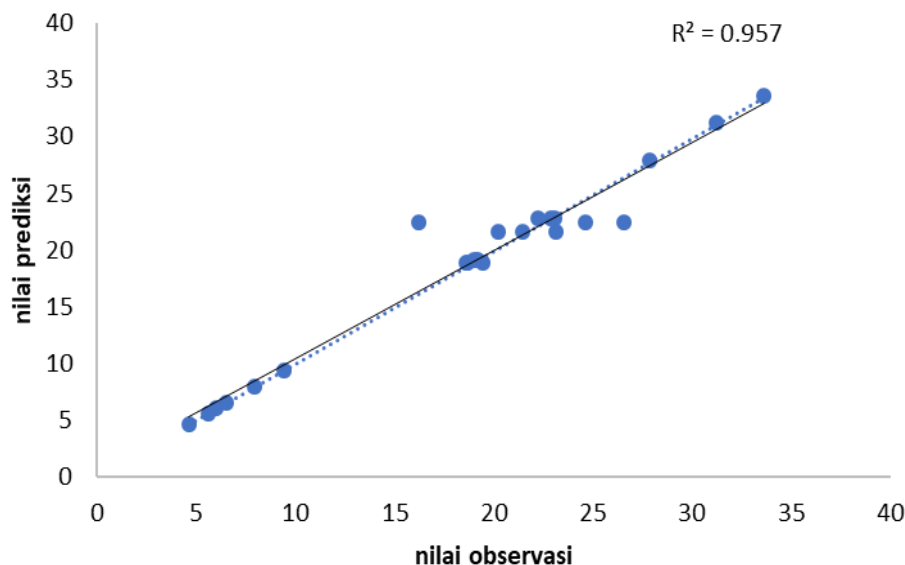
Model JST hubungan fraksi penyusun tanah dengan indeks plastisitas tanah menggunakan 3 variabel pada layer input ( $x_1$ ,  $x_2$  dan  $x_3$ ), 2 hidden layer dan 1 variabel pada layer output. Fungsi aktivasi yang digunakan antara layer input dengan hidden layer dan layer output adalah *logsig-tansig-purelin*. Struktur JST yang digunakan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur JST dengan 3 variabel input, 2 hidden layer dan 1 variabel output

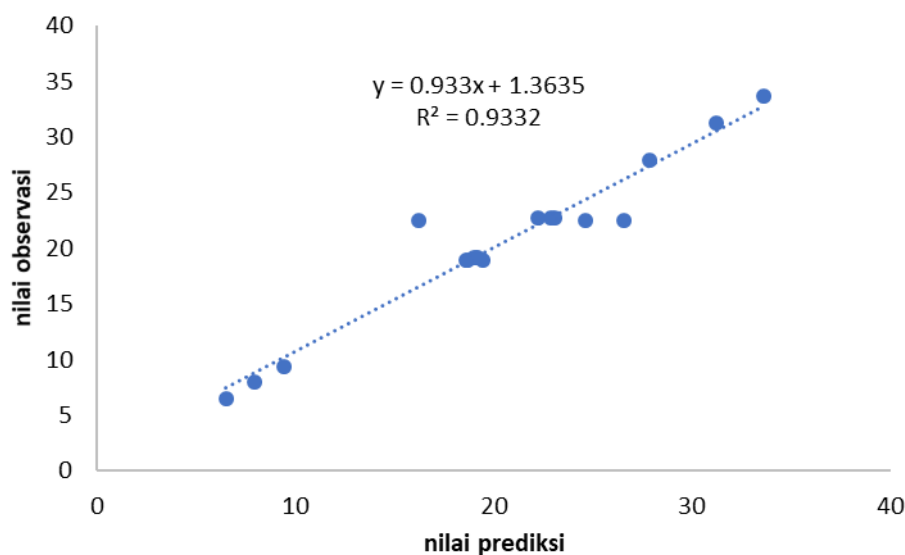
Selanjutnya dilakukan pelatihan dan pengujian model JST dengan menggunakan data latih dan data uji. Pelatihan model menggunakan 24 data observasi yang terdiri dari data input (persentase liat, debu dan pasir) dan data output (indeks plastisitas) Pelatihan model menghasilkan nilai RMSE sebesar 1,6542.

Untuk menentukan nilai validitas dari hasil pelatihan model JST tersebut, dilakukan perbandingan antara indeks plastisitas tanah (IP) prediksi dengan indeks plastisitas observasi menggunakan analisis regresi. Grafik hasil analisis regresi, hubungan antara IP prediksi dengan IP observasi hasil pelatihan model JST, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan nilai observasi dan prediksi indeks plastisitas tanah peatunan model jaringan syaraf tiruan

Model JST yang telah dilatih, kemudian diuji menggunakan data observasi indeks plastisitas tanah yang berbeda. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan model JST yang telah terlatih tersebut, untuk membaca data dalam memprediksi indeks plastisitas tanah atau *target* model JST. Keakuratan model dalam memprediksi data yang diujikan ditandai dengan nilai *error* yang dihasilkan. Gambar 3 menunjukkan grafik hubungan IP prediksi dan IP observasi hasil pengujian model JST.



Gambar 3. Grafik hubungan Indeks plastisitas prediksi dan observasi hasil validasi model jaringan syaraf tiruan

## PEMBAHASAN

Struktur JST pada gambar 1 menunjukkan bahwa model JST yang digunakan untuk memprediksi Indeks Plastisitas tanah dalam penelitian ini menggunakan 3 neuron input (I) yaitu persentase liat ( $x_1$ ), persentase debu ( $x_2$ ) dan persentase pasir ( $x_3$ ), 5 neuron hidden

layer 1 (H1), 5 neuron hidden layer 2 (H2) dan 1 neuron output yaitu indeks plastisitas tanah. Dari neuron input ke hidden layer 1 dihubungkan dengan fungsi aktivasi logsig. Dari neuron hidden layer 1 ke neuron hidden layer 2 dihubungkan dengan fungsi aktivasi tansig. Dari neuron hidden layer 2 ke neuron output dihubungkan dengan fungsi aktivasi purelin.

Grafik hubungan nilai observasi dan nilai prediksi pelatihan model JST pada Gambar 2 menunjukkan bahwa hubungan indeks plastisitas prediksi dengan indeks plastisitas observasi pada proses pelatihan model JST valid dan sah karena nilai koefisien determinasi ( $R^2$  latih) yang diperoleh mendekati 1 (satu) yaitu 0,957 atau 95,7%.

Grafik hubungan nilai prediksi dan nilai observasi validasi model JST pada Gambar 3 memiliki kecenderungan pola yang sama dengan grafik pada hasil pelatihan. Persamaan regresi dari perbandingan antara IP prediksi dengan observasi hasil validasi model JST adalah  $IP_{prediksi} = 0,933 \cdot IP_{obs} + 1,3635$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9332. Nilai 1,3635 merupakan konstanta yang menunjukkan bahwa jika tidak ada penambahan IP observasi, maka IP prediksi naik sebesar 1,3635. Sedangkan nilai 0,933 merupakan koefisien regresi yang menunjukkan bahwa untuk setiap penambahan IP observasi, maka IP prediksi naik sebesar 0,933.

Grafik hasil analisis regresi hubungan antara IP prediksi dengan IP observasi hasil validasi model JST pada Gambar 3 menunjukkan bahwa hubungan Indeks Plastisitas tanah prediksi dengan Indeks Plastisitas tanah observasi pada proses pengujian model JST adalah valid dan sah. Hal ini karena nilai koefisien determinasi ( $R^2$  uji) yang diperoleh mendekati 1 (satu), yaitu 0,9332 atau 93,32%. Nilai koefisien determinasi antara hasil pelatihan dengan hasil pengujian model JST tersebut hampir sama yaitu 0,957 dan 0,9332. Menurut Shrivastav dan Kumbar (2009) model JST dengan nilai  $R^2$  mendekati 1 (satu), dianggap sukses digunakan dalam model prediksi. Hal ini menunjukkan bahwa model JST yang dihasilkan pada penelitian ini, valid digunakan untuk memprediksi indeks plastisitas tanah berdasarkan komposisi fraksi penyusun tanah.

## KESIMPULAN

Model Jaringan Syaraf Tiruan untuk memprediksi indeks plastisitas tanah berdasarkan komposisi fraksi penyusun tanah dalam penelitian ini menggunakan 3 neuron input, 5 neuron hidden layer 1, 5 neuron hidden layer 2 dan 1 neuron output (3-5-5-1). sebagai Fungsi aktivasi yang digunakan antar neuron adalah *logsig-tansig-purelin*. Pelatihan model JST menghasilkan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) 1,6542, dan nilai korelasi ( $R^2$ ) 0,9570. Validasi model JST memberikan nilai korelasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9332.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sampaikan terimakasih pada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan, Kemenristek Dikti yang telah memberikan dana penelitian melalui skim Hibah Penelitian Dasar Tahun Anggaran 2019, dengan kontrak penelitian nomor : 065/SP2H/LT/DRPM/2019.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus F, Yusrial, Sutopo. 2006. Penetapan Tekstur Tanah. *Di dalam: Undang K et. al.* (eds), *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian. p. 43-62.
- Boeri CN, da Silva FJN, Ferreira JAF. 2011. Use of artificial neural networks for prediction of codish drying optimal paramters. *GJP&A Sc and Tech*. 12: 1-14.

- Hermawan A. 2006. *Jaringan Syaraf Tiruan: Teordan Aplikasi*. Yogyakarta. Andi.
- Lal R, Shukla KM. 2004. *Principles of soil physics*. Ohio. Marcel Dekker Inc.
- Mawardi M. 2011. *Tanah Air dan Tanaman: Asas Irigasi dan Konservasi Air*. Yogyakarta. Bursa Ilmu
- Shrivastav S, Kumbhar BK. 2009. Modeling and optimization for prediction of moisture content, drying rates, and moisture ratio. *International Journal Agricultural & Biological Engineering*. 2(1): 58-64.
- Siang JJ. 2005. *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Andi Offets.
- Sutono S. Maswar, Yusrial. 2006. Penetapan Plastisitas Tanah. *Di dalam: Undang K et. al.* (eds), *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian. pp. 251-620.