

Jaringan Syaraf Tiruan untuk Pendugaan Porositas Tanah

Artificial Neural Networks for Estimating Soil Porosity

Siti Suharyatun^{1*)}, W. Rahmawati¹, C. Sugianti¹

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Lampung 35141

*Penulis untuk korespondensi: sitisuharyatun149@gmail.com

Sitasi: Suharyatun S, Rahmawati W, Sugianti C. 2019. Artificial neural networks for estimating soil porosity. In: Herlinda S *et al.* (Eds.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2019, Palembang 4-5 September 2019. pp. 424-429. Palembang: Unsri Press.

ABSTRACT

Texture is one of the physical properties of soil that is permanent and related to the other physical properties of soil. Its properties is included the ability to absorb the water which expressed by porosity. This study aims to develop an artificial neural network (ANN) model to estimate soil porosity based on soil texture. The research was conducted in several stages, namely: (1) measuring the physical properties of soil consisting of texture, moisture content, volume density, and particle density (2) calculating soil porosity, (3) Developing ANN models are correlated on textures and soil porosity. ANN models are made using 3 input layer neurons, 5 hidden layer 1 neurons, 5 hidden layer 2 neurons and 1 input layer neurom. The ANN model uses the logig-tansig-purelin activation function with a RMSE (Root Mean Square Error) value of 2.0242. Determination of the training model (R^2) was 0.957. The results of testing the validity of the models produce the same determination value $R^2 = 0.957$.

Keywords: artificial neural network, the ability of soil to absorb water, soil fraction, soil physical properties, soil texture

ABSTRAK

Tekstur merupakan salah satu sifat fisik tanah yang bersifat permanen dan berkaitan erat dengan sifat fisik tanah yang lain, diantaranya adalah kemampuan tanah menyerap air yang dinyatakan dengan porositas tanah. Penelitian ini bertujuan membangun model jaringan syaraf tiruan (JST) untuk menduga porositas tanah berdasarkan tekstur tanah. Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap yaitu: (1) mengukur sifat fisik tanah yang terdiri dari tekstur, kadar air, berat volume (BV) dan berat jenis (BJ) tanah (2) menghitung porositas tanah, (3) membangun model JST untuk menghubungkan tekstur dengan porositas tanah. Model JST yang dibuat menggunakan 3 neuron layer input, 5 neuron hidden layer 1, 5 neuron hidden layer 2 dan 1 neurom layer input. Model JST menggunakan fungsi aktivasi logsig-tansig-purelin dengan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) 2,0242. Nilai determinasi uji pelatihan model (R^2) sebesar 0,957. Hasil uji validitas model menghasilkan nilai determinasi yang sama $R^2=0,957$.

Kata kunci: jaringan syaraf tiruan, kemampuan tanah menyerap air, fraksi tanah, sifat fisik tanah, tekstur tanah

PENDAHULUAN

Porositas tanah didefinisikan sebagai ruang fungsional yang menghubungkan tubuh tanah dengan lingkungannya (Lal dan Shukla, 2004). Pori tanah memegang peranan penting dalam menentukan sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Proses fisika dan kimia tanah yang

Editor: Siti Herlinda *et. al.*

ISBN: 978-979-587-821-6

tak terjadi di dalam partikel atau permukaan tanah terjadi di dalam ruang pori tanah (ruang partikel antar partikel). Di dalam ruang pori tanah inilah udara, air, dan produk sisa biologis dan nutrient ditransmisi dari satu tempat ke tempat yang lain di dalam tanah (Mawardi, 2011).

Pori tanah merupakan sistem yang kompleks dan dipengaruhi oleh banyak faktor seperti jumlah bahan organik, jenis dan jumlah liat, kelembaban, pemadatan tanah dan manajemen tanah (Kutilek *et al.*, 2006; Wairiu and Lal, 2006; Chun *et al.*, 2008;). Karakteristik pori menggambarkan jumlah, ukuran, distribusi, kontinuitas dan stabilitas pori tanah (Kay, 1990).

Nilai porositas suatu tanah memiliki hubungan dengan bulk density dan particle density. Dengan mengetahui nilai bulk density dan particle density suatu tanah dapat diketahui kadar dan udara yang terdapat dalam pori tanah sehingga dapat menentukan kapan suatu tanah itu perlu untuk diberikan air atau udara yang terdapat dalam pori tanah agar keadaannya tetap gembur. Apabila suatu tanah memiliki ruang pori yang kecil maka tanaman yang tumbuh di atasnya akan kekurangan oksigen, diakibatkan oleh sulitnya pertukaran gas atau udara dengan pori yang terlalu kecil.

Porositas tanah dipengaruhi oleh tekstur tanah, struktur, dan kandungan bahan organik. Pada tanah berpasir, porositas tanah didominasi oleh pori makro yang berfungsi sebagai lalu lintas air sehingga infiltrasi meningkat. Sedangkan pada tanah berlempung, pori mikro lebih berperan dan daya hantar air-nya rendah sehingga infiltrasi menurun (Soepardi, 1983). Porositas tanah dinyatakan dalam berbagai cara, termasuk jumlah porositas, aerasi porositas, rasio udara, dan indeks porositas tanah.

Tekstur merupakan sifat fisik tanah yang permanen sehingga lebih mudah membuat hubungan antara tekstur dengan porositas tanah dibanding hubungannya dengan sifat tanah yang lain yang selalu berubah. Penelitian ini ingin membuat hubungan antar porositas dengan tekstur tanah dalam bentuk model jaringan syaraf tiruan (JS).

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. JST mampu menangani sistem yang kompleks, rumit, dan tidak linier, serta mampu belajar dengan variabel-variabel keputusan (*decision variables*). JST sangat sesuai digunakan untuk pemodelan dinamik karena tidak membutuhkan parameter-parameter model fisik dan mampu belajar dari data eksperimen (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 porositas dengan tekstur tanah. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model JST untuk memprediksi indeks porositas tanah berdasarkan variabel input persentase fraksi penyusun tanah (tekstur tanah).

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: sampel tanah, air, soil sampler, ring sampel timbangan analitik, cawan dan oven, seperangkat alat untuk mengukut berat jenis tanah, serta komputer yang dilengkapi dengan software MATLAB.

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam tiga tahap, yaitu:

1. Pengambilan sampel tanah, diambil dari 6 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 berat volume tanah (BV) dan berat jenis tanah (BJ).
4. Menentukan indeks porositas.
5. Membuat model JST dengan 3 variabel input dan 1 variabel output.

Variabel input yang digunakan adalah x_1 : persentase fraksi liat; x_2 : persentase fraksi debu dan x_3 : persentase fraksi pasir.

Variabel output yang digunakan adalah indeks porositas tanah.

Pelatihan model dan validasi model masing-masing menggunakan 18 data dari 6 jenis tanah dengan komposisi fraksi penyusun tanah yang berbeda

HASIL

Hasil pengujian tekstur tanah menyatakan bahwa 6 jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 2 jenis tanah bertekstur liat (*clay*), 1 tanah bertekstur geluh berpasir (*sandy loam*), 2 tanah bertekstur pasir bergeluh (*loamy sand*), dan 1 tanah bertekstur liat berpasir (*sandy clay*). Persentase fraksi liat penyusun tanah yang digunakan untuk pelatihan dan validasi model:

- a. Fraksi liat (*clay*): berkisar antara: 8,4 % sampai 53,63%.
- b. Fraksi debu (*silt*): berkisar antara: 12% sampai 42,96%
- c. Fraksi pasir (*sand*): berkisar antara: 13,69% sampai 79,60%.

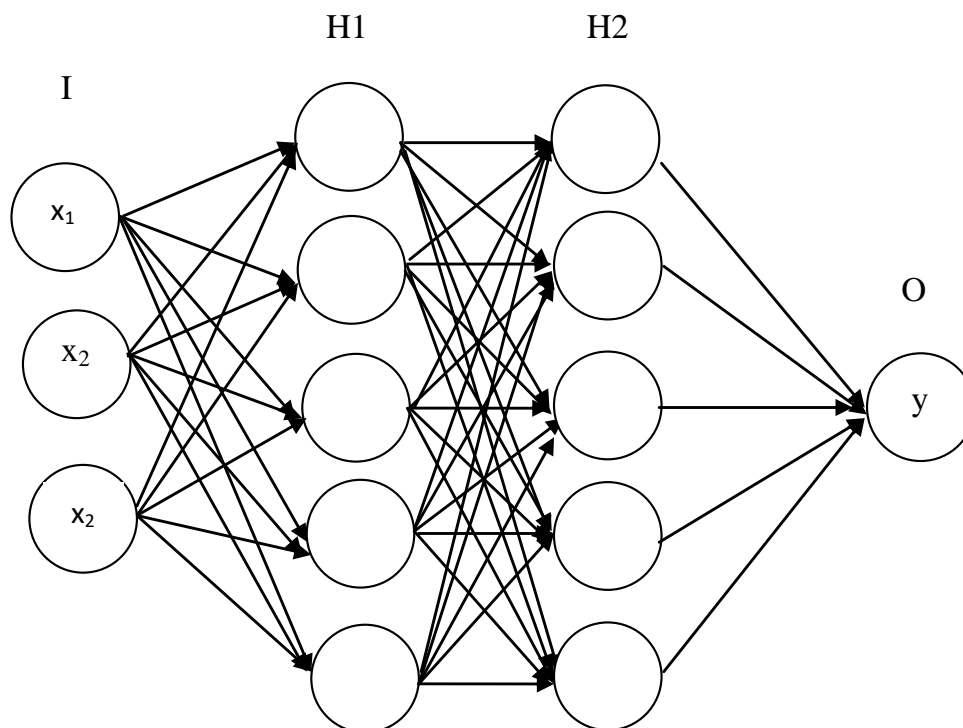
Tanah yang digunakan memiliki berat volume (BV) antara 0,99 gr/cm^3 sampai 1,63 gr/cm^3 dan berat jenis tanah berkisar antara 2,27 sampai 2,74. Sedangkan indeks porositas tanah berkisar antara 28,19% sampai 62,64%.

Model JST hubungan fraksi penyusun tanah dengan indeks porositas 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.

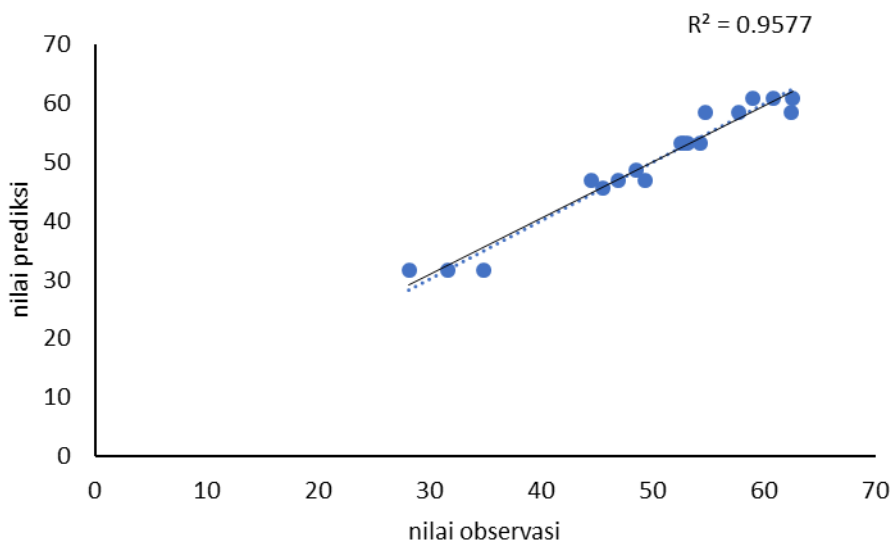
Selanjutnya dilakukan pelatihan dan pengujian model JST dengan menggunakan data latih dan data uji. Pelatihan model menggunakan 18 data observasi yang terdiri dari data input (persentase liat, debu dan pasir) dan data output (indeks porositas) Pelatihan model menghasilkan nilai RMSE sebesar 2,0242.

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

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



Gambar 1. Arsitektur JST untuk menduga indeks porositas tanah dengan 3 variabel input, 2 hidden layer dan 1 variabel output



Gambar 2. Grafik hubungan nilai observasi dan prediksi indeks porositas tanah pelatihan model jaringan syaraf tiruan

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran persentase fraksi penyusun tanah sebagai input, model yang dibangun berlaku valid pada rentang persentase fraksi tersebut. Penggunaan input data di luar rentang tersebut memerlukan pelatihan model lagi dengan menggunakan rentang data yang akan digunakan

Struktur JST pada gambar 1 menunjukkan bahwa model JST yang digunakan untuk memprediksi indeks porositas tanah dalam penelitian ini menggunakan 3 neuron input (I),

Editor: Siti Herlinda et. al.

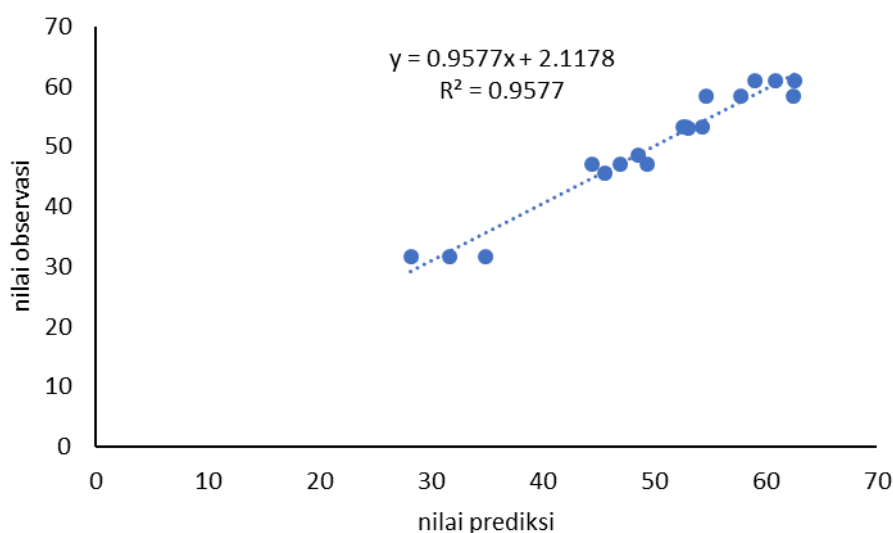
ISBN: 978-979-587-821-6

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 porositas tanah (y). 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. Selanjutnya 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 porositas tanah prediksi dengan indeks porositas tanah observasi pada proses pelatihan model JST valid dan sah karena nilai koefisien determinasi (R^2) latih yang diperoleh mendekati 1 (satu) yaitu 0,9577 atau 95,77%.

Hasil uji validasi model yang dinyatakan dalam 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 indeks porositas tanah prediksi (x) dengan observasi (y) hasil validasi model JST adalah $y = 0,9577x + 2,1178$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9577. Nilai 2,1178 merupakan konstanta yang menunjukkan bahwa jika tidak ada penambahan indeks porositas observasi, nilai indeks porositas prediksi naik sebesar 2,1178. Nilai 0,9577 merupakan koefisien regresi yang menunjukkan bahwa untuk setiap penambahan indeks porositas tanah observasi, maka indeks porositas tanah prediksi naik sebesar 0,933.

Grafik hasil analisis regresi hubungan antara indeks porositas tanah prediksi dengan indeks porositas tanah observasi hasil validasi model JST (Gambar 3) menunjukkan bahwa hubungan indeks porositas tanah prediksi dengan indeks porositas tanah observasi pada proses validasi model JST adalah valid dan sah. Hal ini ditunjukkan oleh nilai koefisien determinasi (R^2 uji) yang diperoleh mendekati 1 (satu), yaitu 0,9577 atau 95,77%. Nilai koefisien determinasi antara hasil pelatihan dengan hasil pengujian model JST sama yaitu 0,9577 dan 0,9577. Menurut Shrivastav dan Kumbar (2009) model JST dengan nilai R^2 mendekati 1 (satu), dianggap sukses digunakan dalam model prediksi.



Gambar 3. Grafik hubungan indeks porositas tanah prediksi dan observasi hasil validasi model jaringan syaraf tiruan

KESIMPULAN

Hubungan tekstur tanah dengan indeks porositas tanah dapat dinyatakan dalam bentuk model Jaringan Syaraf Tiruan. Model menggunakan tekstur dalam bentuk komposisi fraksi penyusun tanah sebagai input dan indeks porositas tanah sebagai output. Model JST yang dibangun 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*) 2,0242, dan nilai determinan antara nilai observasi dan prediksi (R^2) 0,9577. Validasi model JST memberikan nilai determinan antara nilai prediksi dan observasi (R^2) sebesar 0,9577.

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, dan 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, dan Ferreira JAF. 2011. Use of artificial neural networks for prediction of codish drying optimal paramters. *GJP&A Sc and Tech*. 12: 1-14.
- Chun, H. C., Gimenez, D. and Yoon, S. W. 2008. Morphology, lacunarity and entropy of intra-aggregate pores: Aggregate size and soil management effects. *Geoderma*. 146: 83-93.
- Hermawan A. 2006. *Jaringan Syaraf Tiruan: Teordan Aplikasi*. Yogyakarta: Andi.
- Kay, D. 1990. Rates of changes of soil structure under different cropping systems. *Adv. Soil Sci*. 12:1-52.
- Kutilek, M., Jendele, L. and Panayiotopoulos, K. P. 2006. The influence of uniaxial compression upon pore size distribution in bi-modal soils. *Soil Till. Res*. 86: 27-37.
- Lal R. dan Shukla K. M. 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 dan 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.
- Soepardi, G., 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Bogor: IPB.
- Wairiu, M. and Lal, R. 2006. Tillage and land use effects on soil microporosity in Ohio, USA and Kolombangara, Solomon Islands. *Soil Till. Res*. 88: 8084.