

APLIKASI ARTIFICIAL NEURAL NETWORK UNTUK MENDUGA PRODUKSI TEBU (*Saccharum officinarum* L) DI PTPN VII PG. CINTA MANIS

*The Neural Artificial Network Application to Determine Sugarcane [*Saccharum officinarum* L] Production in PTPN. VII PG. Cinta Manis*

Amin Rejo¹

ABSTRACT

The objective of this research was to estimate the production of sugarcane by using artificial neural network algorithm. The training was done at some variety of iteration, those are 1000, 2000, 3000, and 4000 with the nodes at the hidden layer: 2, 4, 6, and 8. Based on the simulation, it showed that the more nodes and iteration could reduce sum of square error, for example iteration 1000 at node 2, sum of square error was 0.0148, and at the node 8, sum of squares error was 0.000196. In other side at the node 2, the iteration 1000, the sum of squares was 0.0148, and the iteration 4000, the sum of squares was 0.00345. The result of the model test showed that sugarcane productivity had the exact for prediction that was from 87.5 % to 97.15 %, for sugarcane production it had low prediction that was 40.0 % to 92.5 % and respectively, it had 94.2 % to 98.8 %.

Keywords : *Artificial neural network, backpropagation, estimate of sugarcane production*

Diterima: 18 Nopember 2007; Disetujui: 3 Desember 2007

PENDAHULUAN

Industri gula pasir dari waktu ke waktu selalu menghadapi berbagai masalah sehingga produksinya belum mencapai besarnya permintaan masyarakat. Meningkatnya konsumsi gula dari tahun ke tahun disebabkan oleh bertambahnya penduduk, peningkatan pendapatan penduduk dan bertambahnya industri yang memerlukan bahan baku berupa gula.

Melihat kenyataan yang ada di negara maju, perkembangan ekonominya sangat besar, berkat keberhasilan dalam sektor industri. Perkembangan dan keberhasilan suatu industri tidak akan lepas dari penanganan manajemen profesional, terutama dalam proses produksinya. Kondisi produktivitas tebu setiap rayon yang berbeda menyebabkan sulit dibuat standar produksi tebu. Untuk memenuhi permintaan dari konsumen secara ekonomis suatu pabrik gula harus bisa

¹ Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya
Indralaya 30662 Telepon (0711) 580664 Fax (0711) 580664

memperkirakan produksi tebu secara akurat. Syarat mutlak yang pertama harus dilaksanakan untuk mencapai tujuan diatas adalah pihak pabrik gula mengetahui produksi tebu yang akan datang. Karena itu pendugaan produktivitas tebu, produksi tebu dan rendemen merupakan tugas yang penting dalam perencanaan produksi tebu.

Berdasarkan kondisi di atas menyebabkan sulitnya memperkirakan standar produksi tebu yang memerlukan data yang banyak sehingga didapatkan informasi untuk beberapa tahun kedepan, tanpa adanya suatu model yang dapat mewakilinya. Salah satu cara yang dikembangkan untuk mengatasi kesulitan tersebut adalah melalui penelitian langsung pada sistem untuk mendapatkan sekumpulan data masukan dan keluaran sistem. Namun proses ini mempunyai kelemahan, yaitu diperlukan data yang banyak untuk mengestimasi spektral sinyal sehingga untuk mendapatkan informasi. Maka dengan demikian untuk melihat hubungan tersebut selama ini dibuatlah suatu model matematika yang bersifat linier.

Namun proses ini merupakan sistem yang sangat kompleks karena perilakunya yang selalu berubah sesuai dengan perubahan faktor yang mempengaruhi produktivitas, produksi dan rendemen tebu. Selain itu dengan strukturnya yang multi-input multi-output (MIMO) menjadikan hubungan tersebut sangat sulit untuk dimodelkan secara matematis. Karena model matematik mempunyai suatu keterbatasan untuk menyelesaikan permasalahan karena tidak bersifat adaptif, terlalu rumit dan kurang disukai bila memasuki model non-linier. Sejalan dengan permasalahan tersebut maka dipandang dengan cara mengembangkan model Neural Network akan mampu untuk memprediksi produktivitas, produksi dan rendemen tebu pada perkebunan PTPN VII PG. Ciata Manis.

METODOLOGI

Metode Penelitian

Pada penelitian ini pengukuran meliputi beberapa tahapan yaitu: 1) Melakukan pengumpulan data sekunder, 2) Penyusunan model Neural Network dengan aturan belajar *Back propagation*, 3) Melakukan simulasi model, dan 5) Validasi Model. Data sekunder yang dikumpulkan dari PTPN VII PG. Ciata Manis yaitu sebagai data input adalah luas lahan, masa tanam, jenis tebu, umur tebang, jumlah batang, berat batang, tinggi batang dan data outputnya yaitu produktivitas tebu, produksi dan rendemen. Berupayang digunakan adalah 500 data untuk pelatihan model dan 279 data untuk validasi model. Ada tiga perhitungan penting yang harus dilakukan dalam satu langkah pelatihan, yaitu keluaran Neural Network dengan bobot sebelumnya, menghitung gradien, dan memperbaharui bobot. Kemampuan Neural Network terletak pada harga-harga bobot interkoneksinya. Untuk memperoleh harga bobot yang "benar", perlu dilatih berdasarkan suatu prosedur yang disebut "aturan belajar". Untuk kesederhanaan, dimisalkan hanya terdiri dari satu hidden layer. Dengan hidden layer lebih dari satu dapat diturunkan menggunakan hasil penurunan untuk Neural Network satu hidden layer. Vektor input (X) diberikan pada output layer. Simpul-simpul pada input layer akan mendistribusikan masukan tersebut ke simpul-simpul pada hidden layer.

Masukan total dari simpul ke- j pada hidden layer adalah:

$$M_j^h = \sum_{i=1}^N W_{ij}^h X_i \quad (1)$$

Keluaran dari simpul adalah:

$$X_j^h = O_j^h(M_j^h) \quad (2)$$

Pada lapis keluaran;

$$M_k^0 = \sum_{j=1}^{N1} W_{jk}^0 \cdot X_j^h \quad (3) \quad W_{ij}^h(t+Ts) = W_{ij}^h(t) + \eta \cdot \delta_j^h \cdot X_i \quad (7)$$

Aturan belajar diturunkan dengan mengoptimasi suatu *cost function*. Fungsi harga yang digunakan adalah *Sum of Squared Error*, yang didefinisikan sebagai berikut:

$$E = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{N2} (\delta_k^0) \quad (4)$$

Agar fungsi harga menuju harga minimum, perubahan bobot dibuat sebanding dengan harga negatif dari gradien, yaitu:

$$W_{jk}^0(t+Ts) = W_{jk}^0(t) - \eta \left(\frac{\partial E}{\partial W_{jk}^0} \right) \quad (5)$$

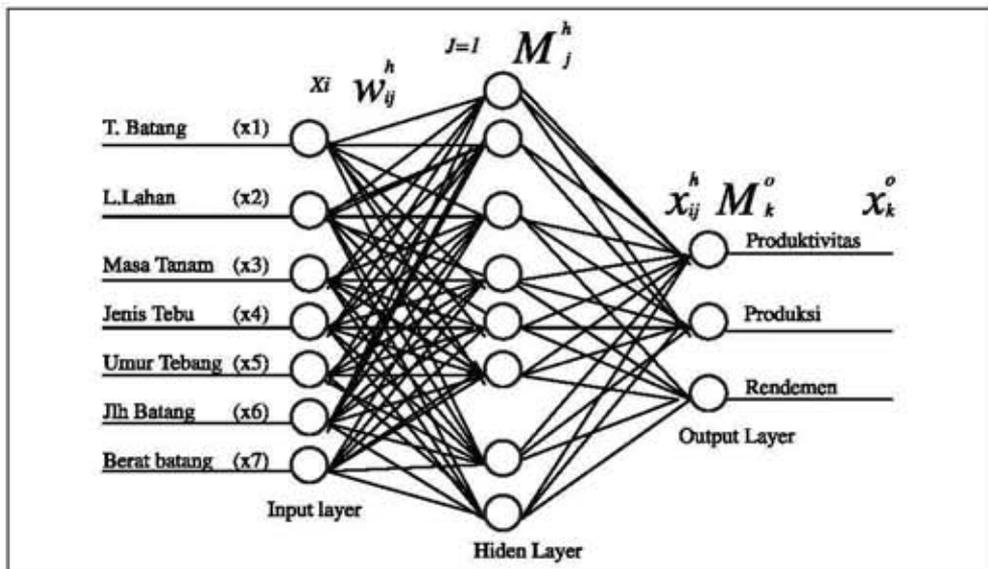
Jadi didapatkan persamaan (6):

$$W_{jk}^0(t+Ts) = W_{jk}^0(t) + \eta \cdot \delta_k^0 \cdot X_j^h \quad (6)$$

Selanjutnya adalah penurunan aturan perubahan harga bobot untuk lapisan tersembunyi, diperoleh seperti berikut ini. Perubahan bobot pada lapis tersembunyi menjadi:

Pelatihan Model

Struktur yang digunakan dalam pemodelan adalah *Multi Layer Perceptron* yang terdiri 7 vektor input yaitu luas lahan, masa tanam, jenis tebu, umur tebang, jumlah batang, berat batang, tinggi batang dan 3 vektor keluaran dengan terhubung penuh (Gambar 1) yaitu produktivitas, produksi dan rendemen tebu. Simulasi dibagi menjadi dua, yaitu *training* dan validasi model. Data yang diambil untuk *training* berupa data sekunder yang diperoleh dari PTP. Nusantara VII (Persero) Pabrik Gula Cinta Manis dari tahun 1994 sampai 2005. Data-data yang diperoleh meliputi : 1) luas lahan, 2) masa tanam, 3) jenis tebu, 4) umur tebang, 5) jumlah batang, 6) berat batang, 7) tinggi batang, 8) produktivitas tebu, 9) produksi tebu dan 10) rendemen. 2/3 dari data keseluruhan digunakan untuk training data, sedangkan validasi model sebanyak 1/3. Simulasi dilakukan pada kondisi berbagai simpul (2, 4, 6, dan 8) dan iterasi (1000, 2000, 3000, dan 4000). Proses



Gambar 1. Aplikasi Neural Network Multi Layer

Tabel 1. Tingkat Kesalahan Klasifikasi dan Error pada Berbagai Iterasi dan Simpul

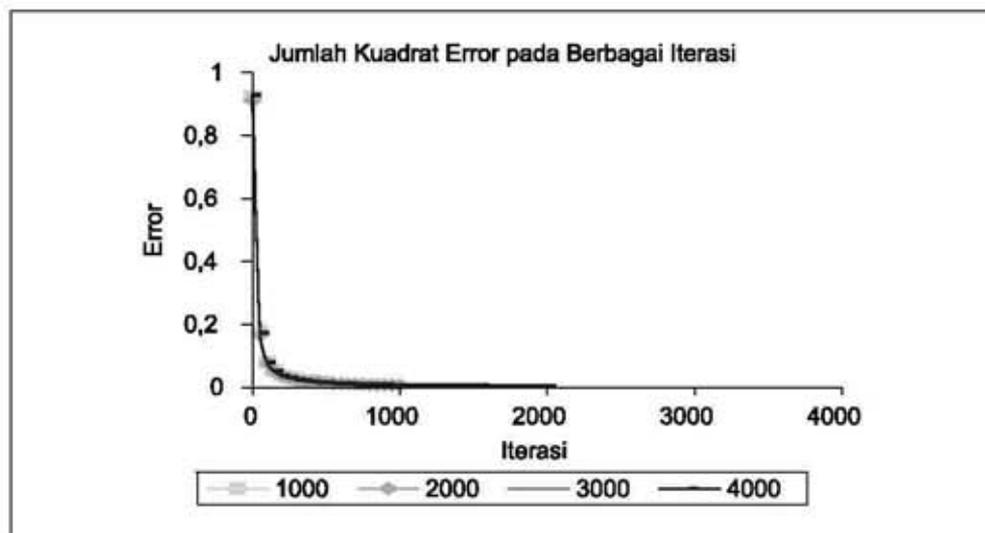
Simpul	Iterasi 1000	Iterasi 2000	Iterasi 3000	Iterasi 4000
2	0.01480	0.00698	0.00462	0.00345
4	0.00700	0.00345	0.00229	0.00171
6	0.00465	0.00230	0.00230	0.00171
8	0.00085	0.00114	0.00114	0.00085

(1000, 2000, 3000, dan 4000). Proses training bertujuan untuk memperoleh harga bobot interkoneksi antar neuron yang optimum sehingga Neural Network tersebut mampu memodelkan sistem yang diidentifikasi dengan error yang sekecilnya. Training dilakukan dengan metoda Back Propagation dengan tingkat belajar dan momentum antara 0 sampai 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Training dilakukan dengan pemberian nilai 1 untuk matang, 0.6 setengah matang dan 0 untuk belum matang. Dari

hasil training bahwa dari 500 data pada iterasi 1000 dan simpul 2 didapatkan 9 data yang menyimpang dan pada iterasi 4000 pada simpul 8 didapatkan 5 data menyimpang dari kriteria yang ditentukan. Dari tabel 1 dan Gambar 2, menunjukkan bahwa jumlah kuadrat error yang dihasilkan pada iterasi 1000 adalah 0,01480 sedangkan terjadi penurunan pada iterasi 4000 adalah 0,00345. Untuk berbagai simpul pada iterasi 1000 menunjukkan bahwa pada simpul 2 didapatkan 0,01480 dan menurun sampai simpul 8 adalah 0,00085. Hal ini menunjukkan bahwa dari kondisi training yang dilakukan pada tingkat iterasi 1000 sampai 5000 dan simpul 2 sampai 8 sudah menunjukkan kondisi yang cukup baik. Pernyataan ini didukung oleh Rejo (2002) yang menyatakan bahwa semakin kecil simpul yang digunakan mengakibatkan RMSE yang dihasilkan semakin besar dan sebaliknya. Senoaji, Y.B. 2001 mengemukakan bahwa galat sisa akan semakin menurun dengan adanya peningkatan iterasi yang digunakan seperti pada 1000 iterasi menghasilkan 0.015 dan menurun pada 1900 iterasi menjadi galat sisa 0.00059.



Gambar 2 Jumlah Kuadrat Error pada Berbagai Iterasi

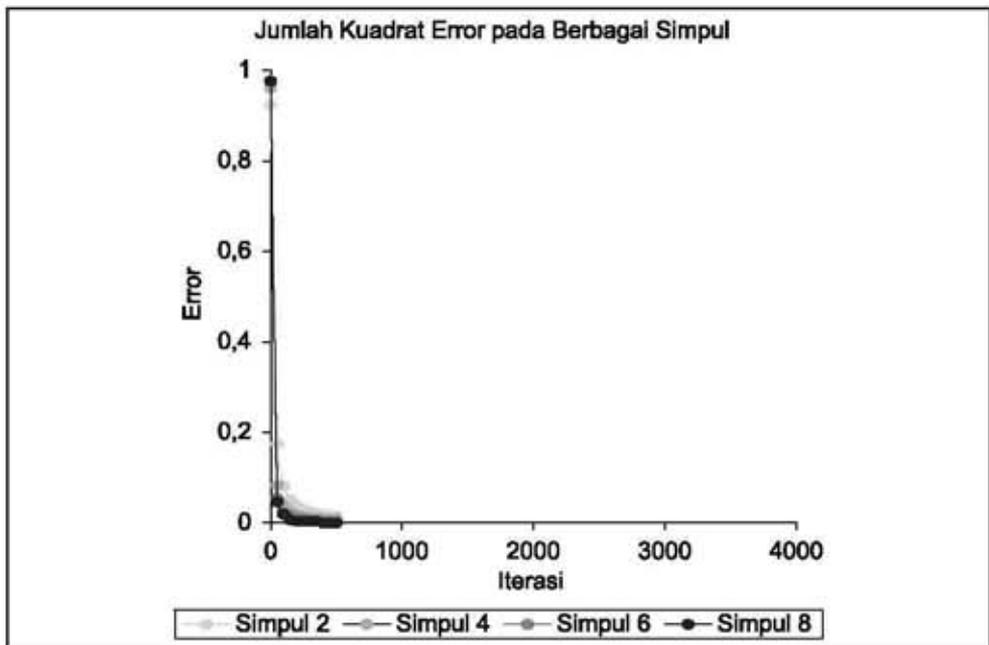
Tabel 2. Hasil Persentase Ketepatan pada Berbagai Iterasi dan Simpul

Simpul	Iterasi 1000			Iterasi 2000			Iterasi 3000			Iterasi 4000		
	Produktivitas	Prod	Rendemen									
2	87.5	40.0	94.6	91.5	65.9	97.3	92.1	81.5	97.1	94.3	81.5	98.5
4	89.4	65.1	94.7	95.7	78.4	97.6	94.5	85.2	97.5	94.5	85.6	98.8
6	91.2	75.4	97.6	93.1	84.5	98.5	96.7	89.5	98.2	95.2	90.1	97.5
8	92.5	81.3	98.1	90.6	90.1	98.7	97.1	92.2	98.6	96.1	92.5	97.1

Pada Gambar 2 nilai RMSE bervariasi baik pada setiap simpul dan iterasi. Hal tersebut dikarenakan keluaran yang diperoleh yaitu produktivitas tebu dan produksi tebu bervariasi. Sejauh ini tidak ada aturan baku tentang jumlah lapisan tersembunyi dan jumlah simpul dalam setiap lapisan tersembunyi dari suatu ANN. Pada dasarnya Karayiannis (1998) menyatakan bahwa semakin banyak lapisan tersembunyi dan jumlah simpul dalam lapisan tersembunyi tersebut untuk identifikasi kiln semen maka model ANN yang dibuat semakin baik (mendekati sistem yang diidentifikasi). Rejo (2002)

dan Dwinanto. 2001 menyatakan bahwa masih menggunakan cara *'trial and error'* untuk menentukan konfigurasi yang optimal untuk pelatihan.

Dari tabel 2 bahwa hasil validasi model untuk produktivitas tebu pada berbagai iterasi dan simpul menunjukkan sudah sangat baik yaitu didapatkan tingkat ketepatan berkisar 87,5 % pada simpul 2 iterasi 1000 dan 97,1% pada simpul 8 iterasi ke 4000. Untuk produksi tebu pada iterasi 1000 simpul 2 belum menunjukkan hasil yang baik yaitu hanya terdapat tingkat ketepatan 40,0 %, namun pada iterasi 2000 sampai 4000 sudah



Gambar 3. Jumlah Kuadrat Error pada Berbagai Simpul

menunjukkan hasil yang baik yaitu menghasilkan 65,9 % sampai 92,5 %. Sedangkan pada rendemen tebu sudah menunjukkan ketepatan yang sangat baik, hal ini dilihat dari hasil pada Tabel 2, tingkat ketepatan pada berbagai iterasi dan simpul adalah berkisar 94,6 % sampai 98,8 %. Hal ini menunjukkan bahwa kalau dilihat dari iterasi dan simpul yang digunakan berarti semakin tinggi iterasi dan simpul yang digunakan sudah dapat meningkatkan ketepatan dan ini menunjukkan bahwa model yang digunakan sudah valid.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut: Model Artificial Neural Network dapat diterapkan untuk menduga produktivitas, produksi, dan rendemen tebu pada PTPN VII PG. Cinta Manis dengan ketelitian yang tinggi yaitu pada RMSE rendah

Validasi model menunjukkan bahwa untuk produktivitas dan rendemen dapat menggunakan berbagai simpul dan iterasi yaitu sudah menghasilkan tingkat ketepatan di atas 90 persen. Untuk produksi tebu pada iterasi diatas 2000 pada berbagai simpul sudah dapat menghasilkan tingkat ketepatan diatas 80 persen.

Saran

Untuk menduga produksi, produktivitas dan tendemen tebu disarankan menggunakan dapat menggunakan model Artificial neural network dengan 7 data masukan yaitu luas lahan, masa tanam, jenis tebu, umur tebang, berat batang, tinggi batang dan jumlah batang dengan 8 simpul pada lapisan tersembunyi dan iterasi diatas 2000..

DAFTAR PUSTAKA

- Dwinanto. 2001. Penerapan Teknologi Image Processing dan Artificial Neural Network untu Menduga Keberadaan Air dan Nutrisi pada Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian, IPB, Bogor.
- Karayiannis N.B and Venetsanopoulos A.N. 1993. Artificial Neural Networks : Learning Algorithms, Performance Evaluation, and Application. Kluwer Academic Publisher. Boston. Dordrecht. London.
- Rejo, A., Suroso, I W. Budiastira, H.K Purwadaria. 2000. Pengembangan model untuk penentuan tingkat kematangan buah durian dengan neural network. Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian, Bogor 11-12 Juli 2000 Vol (2): 183-188.
- Senoaji, Y.B. 2001. Pendugaan Mutu Ketimun Jepang (*Cucumis sativus* L.) Berdasarkan Bentuk dengan Artificial Neural Network. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.