

ESTIMASI EVAPOTRANSPIRASI POTENSIAL MENGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN

oleh :

Slamet Suprayogi *
Budi Indra Setiawan**
Suroso**

* Staf Pengajar Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

** Staf Pengajar Program Pasca Sarjana IPB, Bogor

INTISARI

Berbagai model evapotranspirasi potensial (ETp) telah dikembangkan, mulai dari model-model yang sederhana sampai dengan model-model yang kompleks membutuhkan konversi-konversi dan perhitungan rumit. Model ETp Penman termasuk model yang kompleks membutuhkan parameter-parameter iklim yang cukup banyak yaitu: : suhu udara, kelembaban relatif (relative humidity), kecepatan angin, tekanan uap jenuh (saturation vapor pressure), dan radiasi netto. Proses perhitungannya membutuhkan waktu relatif lama, karena harus melakukan konversi-konversi. Perhitungan ETp dapat dilakukan secara efisien yakni proses perhitungan cukup singkat dan hasilnya setara hasil perhitungan model Penman yaitu dengan model Jaringan Syaraf Tiruan (Artificial Neural Network), model tersebut merupakan penjabaran fungsi otak manusia (human brain) dalam bentuk fungsi matematik yang menjalankan proses perhitungan secara paralel.

Tujuan penelitian ini adalah mengestimasi ETp menggunakan model Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dengan penjalaran balik (backpropagation). Data yang digunakan adalah data parameter iklim stasiun Serang tahun 1999 s/d tahun 2001. Parameter iklim yang digunakan analisis adalah suhu udara, kecepatan angin, kelembaban relatif (RH), dan lama penyinaran matahari. Proses pembelajaran model Jaringan syaraf tiruan penjalaran balik menggunakan input parameter iklim dan output ETp hasil perhitungan model Penman. Data training dan test adalah ETp model Penman, parameter iklim tahun 1999, dan ETp, parameter iklim tahun 2000. Verifikasi digunakan ETp, parameter iklim tahun 2001, dengan indikator kesalahan Root Mean Squared Erros (RMSE) digunakan pula koefisien determinasi (R^2).

Hasil training dan test data menggunakan model jaringan syaraf tiruan penjalaran balik (backpropagation) menunjukkan bahwa data tahun 1999 dan 2000 merupakan data yang representatif dengan nilai RMSE adalah 0,00056 dan R^2 adalah 0,98, sehingga data tersebut dapat mewakili data parameter iklim stasiun Serang. Verifikasi dilakukan dengan cara membandingkan ETp harian tahun 2001 hasil perhitungan model jaringan syaraf tiruan dengan ETp harian tahun 2001 hasil perhitungan model Penman. Nilai RMSE ETp harian tahun 2001 model Jaringan syaraf tiruan dengan model Penman adalah 0,3262, sedangkan koefisien determinasi (R^2) adalah 0,88. Nilai tersebut menunjukkan ETp model jaringan syaraf tiruan penjalaran balik (backpropagation) mempunyai nilai yang setara dengan ETp model Penman. Dengan demikian nilai pembobot (weight) hasil pembelajaran model JST dapat digunakan untuk mengestimasi ETp stasiun Serang pada tahun-tahun berikutnya maupun tahun-tahun yang lalu.

PENDAHULUAN

Data evapotranspirasi potensial (ETp) suatu wilayah merupakan data yang penting untuk perencanaan pengembangan sumberdaya air dan pengaturan waktu irigasi pada wilayah tersebut. Menurut Handoko (1995) evapotranspirasi potensial (ETp) menggambarkan laju maksimum kehilangan air suatu pertanaman yang ditentukan oleh kondisi iklim pada keadaan penutupan tajuk tanaman pendek yang rapat dengan penyediaan air yang cukup. Capece *et al.*, (2002) menyatakan bahwa berbagai model ETp telah banyak dikembangkan, mulai dari model yang sederhana sampai dengan model yang kompleks. Model ETp yang sederhana dengan prosedur perhitungan mudah dan hanya membutuhkan dua parameter iklim yaitu suhu dan radiasi matahari (model Hargreaves, Jensen-Haise, model Turc). Model ETp yang kompleks dengan prosedur perhitungan rumit dan konversi-konversi satuan membutuhkan parameter iklim yang lebih banyak yaitu: suhu udara, kelembaban relatif (*relative humidity*), kecepatan angin, tekanan uap jenuh (*saturation vapor pressure*), dan radiasi netto, model tersebut diantaranya adalah Model Penman, dan Penman-Monteith.

Parameter-parameter iklim yang diamati pada stasiun meteorologi pada umumnya adalah suhu udara, lama penyinaran matahari, kelembaban relatif (RH), dan kecepatan angin. Doorenbos dan Pruitt (1977) menyatakan bahwa *input* parameter iklim radiasi neto pada ETp model Penman dapat dihitung berdasarkan lama penyinaran matahari dan konversi-konversi berdasarkan letak lintang, sedangkan *input* kecepatan angin, data pengamatan tidak dapat secara langsung digunakan sebagai *input*, data tersebut harus dilakukan konversi berdasarkan ketinggian pengukuran kecepatan angin.

Prosedur perhitungan ETp model Penman yang rumit dan membutuhkan konversi-konversi tersebut, apabila digunakan menghitung ETp harian untuk ETp satu tahun membutuhkan waktu yang lama, apalagi perhitungan ETp harian untuk beberapa tahun dibutuhkan waktu yang lebih lama. Prosedur perhitungan tersebut dapat disederhanakan dengan pembelajaran (*training*) menggunakan model Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Pembelajaran dengan *input* data suhu udara, kecepatan angin, kelembaban relatif, dan lama penyinaran matahari, sedangkan *output* berupa ETp hasil perhitungan model Penman.

Jaringan Syaraf Tiruan merupakan penjabaran fungsi otak manusia (*human brain*) dalam bentuk fungsi matematik yang menjalankan proses perhitungan secara paralel. Fauset (1994) menyatakan bahwa Jaringan Syaraf Tiruan merupakan sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik-karakteristik kinerja tertentu dengan mengadaptasi dari jaringan biologi manusia. Fu (1994) menyatakan bahwa *neural network* adalah bentuk hubungan sejumlah *node* terdistribusi secara paralel, dimana setiap titik simpul dari satu *node* ke *node* lainnya dikaitkan dengan faktor pembobot (*weight*). Suroso *et al.*, (2000) menyatakan bahwa faktor pembobot merupakan faktor yang menentukan seberapa besar

Penerapan JST telah dilakukan pada berbagai bidang, termasuk bidang pengembangan sumberdaya air. Tahir (1998) menyatakan bahwa JST hasilnya sangat memuaskan untuk memprediksi evapotranspirasi di daerah kering. Data yang digunakan sebagai masukan adalah kelembaban relatif (RH), radiasi matahari, suhu, kecepatan angin, dan data evapotranspirasi hasil pengukuran sebagai *output*. Hasil pembelajaran JST untuk perhitungan evapotranspirasi didapatkan nilai $R^2 = 0,96$, dan nilai $MSE = 0,00015$, sedangkan perhitungan evapotranspirasi dengan metoda konvensional didapatkan nilai $R^2 = 0,88$ dan $MSE = 0,0056$. Dekker *et al.*, (2001) menyatakan bahwa model JST sangat baik untuk mengoreksi kesalahan model transpirasi hutan, JST mampu mendapatkan tren yang sistematis dan dapat diterapkan secara baik.

Model JST, bila dibandingkan dengan metoda komputasi konvensional, model JST lebih mudah beradaptasi dan dapat memecahkan persoalan yang tidak memiliki model matematik yang cukup baik. Model JST mudah diterapkan pada berbagai disiplin ilmu, hal ini berkaitan dengan karakteristik dari model JST. Model JST mempunyai tiga karakteristik seperti berikut (Patterson, 1996): a). mempunyai sifat adaptif, JST mampu mengubah parameter dan strukturnya berdasarkan masukan yang diberikan. JST mampu memecahkan masalah pada masukan yang belum pernah dikenal, b). merupakan pemrosesan *nonlinear*, fungsi aktivasi merupakan unit *nonlinear*, c). merupakan pemrosesan paralel, bekerja secara paralel dan masing-masing bagian melakukan suatu proses secara bersamaan atau simultan.

Tujuan penelitian ini adalah estimasi evapotranspirasi potensial menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST), pembelajaran yang digunakan adalah penjalaran balik (*back-propagation*).

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan analisis adalah parameter iklim hasil pengamatan stasiun Serang. Secara geografis letak stasiun tersebut adalah $6^{\circ} 7'$ Lintang Selatan dan $106^{\circ} 8'$ Bujur Timur, pada ketinggian 25 m dpl., lokasi penelitian disajikan pada Lampiran 1. Data yang digunakan adalah data tahun 1999 s/d tahun 2001, data tahun 1999 dan 2000 digunakan pembelajaran, data tahun 2001 untuk verifikasi. Pada proses pembelajaran sebagai *output* model JST adalah ET_p hasil perhitungan model Penman. Input model JST untuk pembelajaran adalah suhu udara, kelembaban relatif (RH), kecepatan angin, dan lama penyinaran matahari.

Model Evapotranspirasi

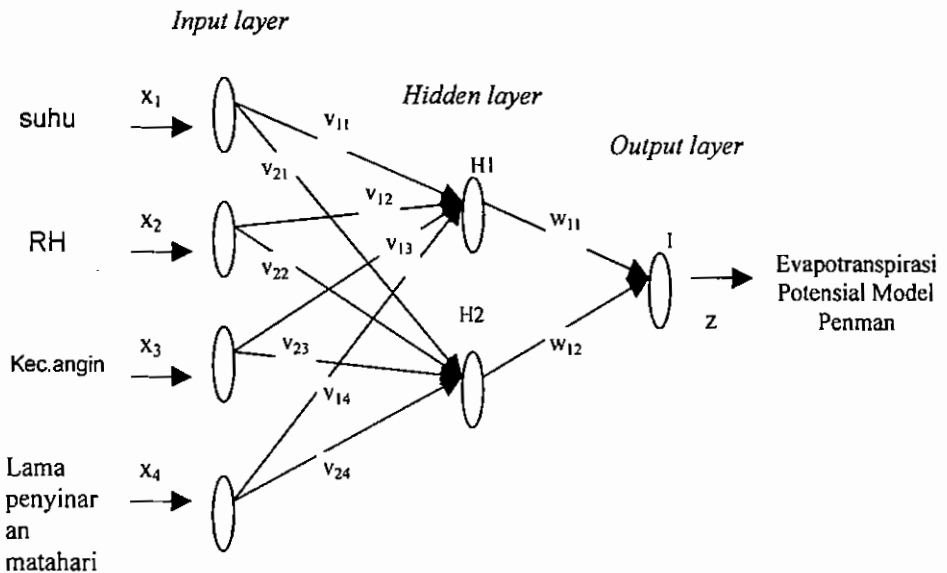
Untuk menghitung evapotranspirasi potensial digunakan model Penman dengan persamaan sebagai berikut (Doorenbos dan Pruitt, 1977):

$$ET_p = c[WxRn + (1 - W)f(u)(ea - ed)] \dots\dots\dots (1)$$

- Etp = Evapotranspirasi potensial (mm/hari),
 W = Faktor pembobot yang berkaitan dengan suhu,
 Rn = Radiasi netto ekuivalen evaporasi (mm/hari),
 $f(u)$ = Fungsi yang berkaitan dengan angin,
 $(ea-ed)$ = Perbedaan antara tekanan uap jenuh pada suhu udara rata-rata dengan tekanan uap aktual rata-rata udara (mbar), dan
 c = Faktor koreksi,

Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Model Jaringan Syaraf Tiruan (JST) yang diterapkan untuk memprediksi evapotranspirasi, proses pembelajaran (*training*) yang digunakan adalah penjaralan balik (*back-propagation*). Data masukan (*input*) untuk pembelajaran adalah suhu, kecepatan angin, kelembaban relatif (RH), dan lama penyinaran matahari. Evapotranspirasi hasil perhitungan model Penman sebagai keluaran (*output*). Skema pembelajaran (*training*) data model JST untuk menghitung evapotranspirasi disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema pembelajaran *backpropagation*

Untuk menyelesaikan perhitungan digunakan persamaan-persamaan berikut: (Patterson, 1996)

$$H_j = \sum_i v_{ji} x_i \quad j=1,2,\dots,h \dots\dots\dots(2)$$

$$I_k = \sum_j w_{kj} y_j \quad k=1,2,\dots,m \dots\dots\dots(3)$$

H_j adalah masukan pada layer tersembunyi (*hidden layer*) unit j , I_k masukan pada layer keluaran (*output layer*) unit k . Perhitungan *output* unit j pada *hidden layer* dan unit k pada *output layer* adalah sebagai berikut:

$$y_j = f(H_j) \quad j=1,2,\dots,h \dots\dots\dots(4)$$

$$z_k = f(I_k) \quad k=1,2,\dots,m \dots\dots\dots(5)$$

Keluaran unit k mendapat masukan x persamaannya menjadi:

$$z_k = f(I_k) = f\left(\sum_j w_{kj} y_j\right) = f\left(\sum_j w_{kj} f(H_j)\right) = f\left(\sum_j w_{kj} f\left(\sum_i v_{ji} x_i\right)\right) \dots\dots\dots(6)$$

Aturan pembelajaran diturunkan dengan mengoptimalkan nilai fungsi yang dikenal dengan jumlah kuadrat galat dengan persamaan:

$$E = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^m (t_k^p - z_k^p)^2 \quad I_k = \sum_j w_{kj} y_j \quad \text{dan} \quad z_k = f(I_k) \dots\dots\dots(7)$$

dengan t = target dan z = keluaran dari JST

Perbaikan nilai pembobot unit keluaran digunakan kesalahan aktual untuk mendapatkan aturan perbaikan dengan persamaan

$$\frac{\partial E}{\partial w_{kj}} = \frac{\partial E}{\partial I_k} \frac{\partial I_k}{\partial w_{kj}} = \frac{\partial E}{\partial I_k} \left(\frac{\partial}{\partial w_{kj}} \sum_j y_j w_{kj} \right) \quad \text{dalam hal ini} \quad \frac{\partial}{\partial w_{kj}} \sum_j y_j w_{kj} = y_j \dots\dots\dots(8)$$

Aturan perbaikan pembobot pada *hidden layer* adalah sebagai berikut:

$$\Delta w_{kj} = \eta \delta_k y_j = \eta (t_k - z_k) f'(I_k) y_j \quad \text{dalam hal ini} \quad \delta_k = (t_k - z_k) f'(I_k) \dots\dots\dots(9)$$

dengan η = konstan laju pembelajaran

Perbaikan pembobot antara *hidden layer* dan *input layer* adalah:

$$\Delta v_{ji} = \eta \delta_j x_i = \eta x_i f'(H_j) \sum_k \delta_k w_{kj} \quad \text{dalam hal ini} \quad \delta = f'(H_j) \sum_k \delta_k w_{kj} \quad \dots\dots\dots(1)$$

Berdasarkan persamaan-persamaan tersebut, persamaan perbaikan pembobot dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$w_{kj}^{new} = w_{kj}^{old} + \Delta w_{kj} = w_{kj}^{old} + \eta y_j (t_k - z_k) f'(I_k) \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$v_{ji}^{new} = v_{ji}^{old} + \Delta v_{ji} = v_{ji}^{old} + \eta x_i f'(H_j) \sum_k \delta_k w_{kj} \quad \dots\dots\dots(1)$$

Proses perhitungan dilakukan dengan program komputer, bahasa yang digunakan dalam program adalah Visual Basic ver.6.0.

Pada proses pembelajaran model JST tahap pertama yang dikerjakan adalah menghitung ETp tahun 1999, 2000, dan tahun 2001 menggunakan model Penman. Pada tahap pembelajaran terdapat dua set data yaitu data *training* dan data *test*. Data tersebut disusun dalam bentuk *txt. file*, format data *training* dan *test* adalah sebagai berikut:

A. Data Training (data tahun 1999)

4	1	365			
1	ETp ₁	Suhu ₁	RH ₁	Kec.Angin ₁	LPM ₁
2	ETp ₂	Suhu ₂	RH ₂	Kec.Angin ₂	LPM ₂
3	ETp ₃	Suhu ₃	RH ₃	Kec.Angin ₃	LPM ₃
.
.
.
365	ETp ₃₆₅	Suhu ₃₆₅	RH ₃₆₅	Kec.Angin ₃₆₅	LPM ₃₆₅

Catatan : LPM = lama penyinaran matahari

B. Data Test (data tahun 2000)

4	1	365			
1	ETp ₁	Suhu ₁	RH ₁	Kec.Angin ₁	LPM ₁
2	ETp ₂	Suhu ₂	RH ₂	Kec.Angin ₂	LPM ₂
3	ETp ₃	Suhu ₃	RH ₃	Kec.Angin ₃	LPM ₃
.
.
.
365	ETp ₃₆₅	Suhu ₃₆₅	RH ₃₆₅	Kec.Angin ₃₆₅	LPM ₃₆₅

Baris pertama data *training* maupun data *test* merupakan identitas data, bilangan 4 menunjukkan jumlah *input*, bilangan 1 menunjukkan jumlah *output*, dan 365 menunjukkan jumlah hari dalam satu tahun. Berdasarkan pembelajaran data *training* dan data *test* didapatkan nilai pembobot ($v_{11}, v_{21}, \dots, v_{24}$, dan w_{11}, w_{12}) yang disajikan pada Gambar 1. Nilai pembobot (*weight*) selanjutnya digunakan prediksi ETp tahun 2001, format data seperti data *training* dengan *input* parameter iklim tahun 2001 dan kolom ETp diisi dengan angka satu atau nol.

Hasil prediksi ETp model jaringan syaraf tiruan tahun 2001 dibandingkan dengan ETp model Penman tahun 2001. Kajian ETp model jaringan syaraf tiruan dan ETp model Penman digunakan indikator kesalahan *Root Mean Square Error (RMSE)* dan digunakan tolok ukur koefisien determinasi (R^2). Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut (Setiawan *et al.* 2003):

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (ETp_{JST} - ETp_{PM})^2} \quad \dots\dots\dots(13)$$

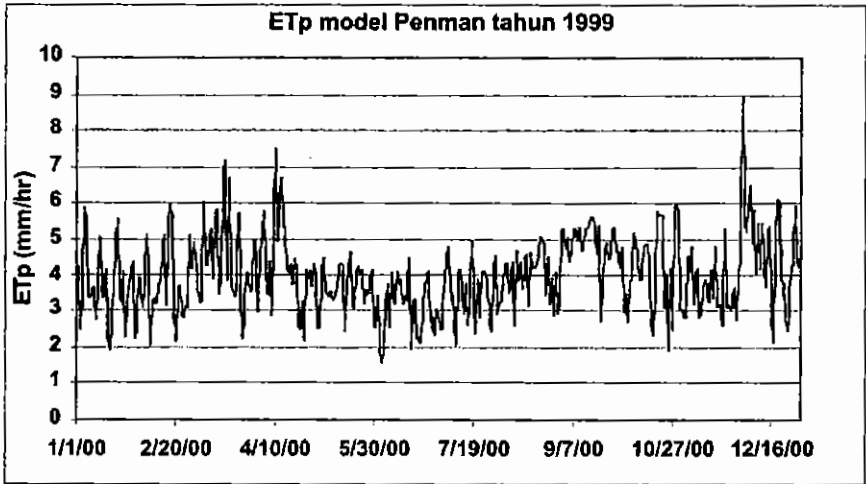
$$R^2 = 1 - \left[\frac{\sum (ETp_{JST} - ETp_{PM})^2}{\sum (ETp_{JST} - ETp_{PM})^2} \right] \quad \dots\dots\dots(14)$$

dengan ETp_{JST} adalah ETp hasil perhitungan model jaringan syaraf tiruan ETp_{PM} adalah ETp hasil perhitungan model Penman, ETp_{PM} adalah ETp model Penman Rata-rata, sedang N adalah jumlah data.

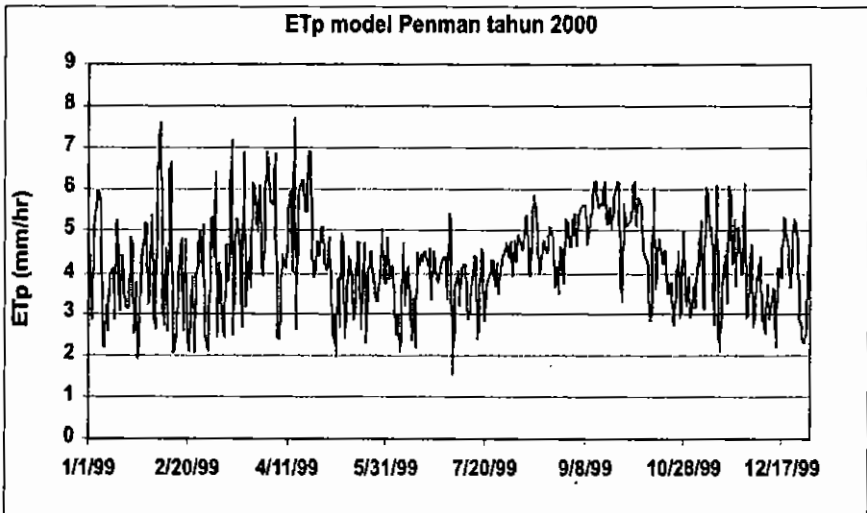
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan ETp harian model Penman berdasarkan data parameter iklim tahun 1999, nilai ETp harian berkisar antara 1,6 mm/hari sampai dengan 8,6 mm/hari. Nilai ETp harian terendah terjadi pada bulan Juni, sedangkan tertinggi pada bulan Desember. Hasil perhitungan ETp harian model Penman tahun 1999 secara rinci disajikan pada Gambar 2. Nilai ETp harian model Penman tahun 2000 berkisar antara 1,6 mm/hari sampai dengan 7,7 mm/hari. Nilai ETp harian terendah pada bulan Juli, sedangkan tertinggi terjadi pada bulan April. Nilai ETp harian model Penman tahun 2000 disajikan pada Gambar 3.

Berdasarkan hasil pembelajaran dengan iterasi 2000 didapatkan nilai pembobot, seperti yang disajikan pada Tabel 1, sedangkan *application software* pembelajaran model jaringan syaraf tiruan disajikan pada Lampiran 2.



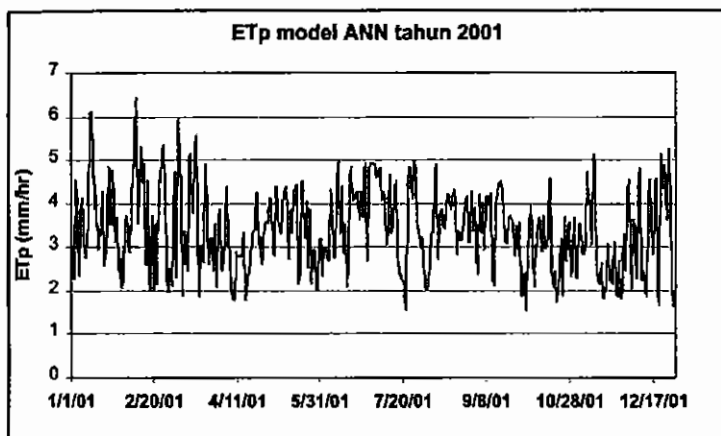
Gambar 2. ETp harian tahun 1999 hasil perhitungan model Penman



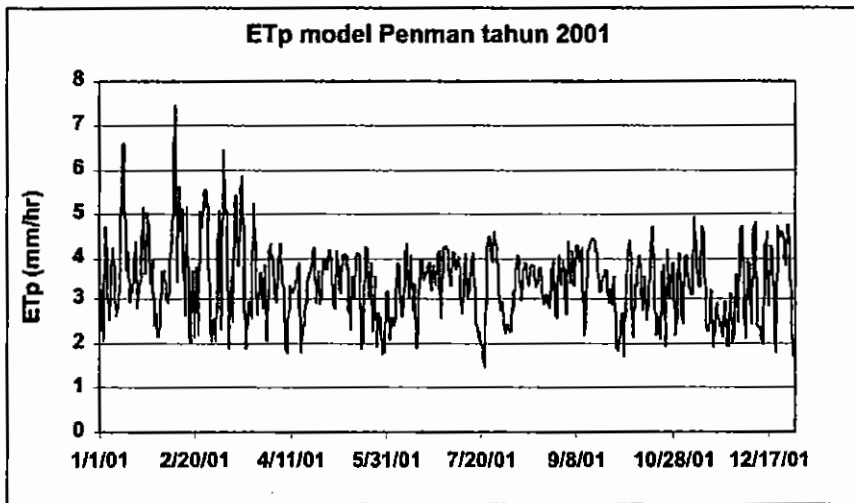
Tabel 1. Nilai pembobot hasil pembelajaran *backpropagation* model JST

Pembobot	Nilai	Pembobot	Nilai
v_{11}	- 0,4174	v_{23}	0,6085
v_{21}	1,8556	v_{14}	0,9237
v_{12}	- 1,2977	v_{24}	0,5860
v_{22}	- 0,8233	w_{11}	-2, 4435
v_{13}	0,2938	w_{12}	0,9621
RMSE = $5,56 E^{-04}$, dan $R^2 = 0,98$			

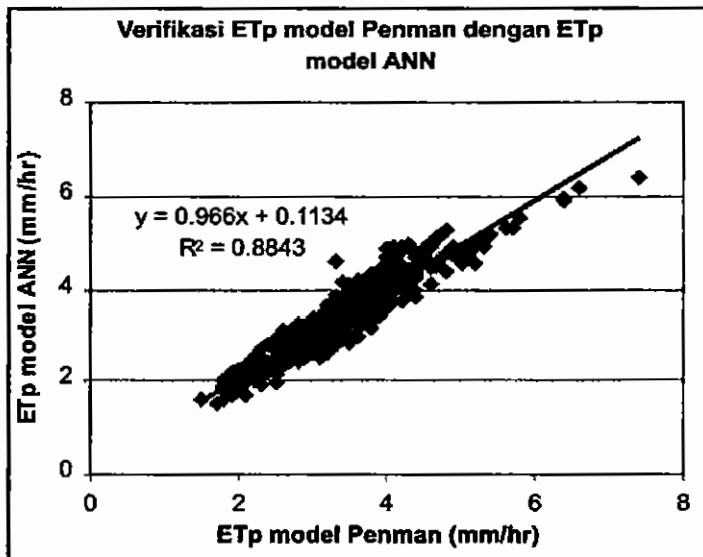
Proses pembelajaran antara data *training* dan data *test* didapat nilai *RMSE* yang relatif kecil yaitu 0,00056 dan $R^2 = 0,98$ (Tabel 1), hal ini menunjukkan bahwa data *training* dan data *test* merupakan data yang representatif untuk mewakili data stasiun Serang. Nilai pembobot pada Tabel 1 tersebut digunakan prediksi ETp tahun 2001, dengan *input* data parameter iklim (data tahun 2001 meliputi: suhu, RH, kecepatan angin, dan lama penyinaran matahari) sedangkan *output* diisi bilangan nol atau satu. Proses perhitungan ETp harian tahun 2001 dengan model jaringan syaraf tiruan setelah didapatkan faktor pembobot (*weight*) tersebut tidak sampai 10 detik. Hasil perhitungan ETp harian tahun 2001 disajikan pada Gambar 4.

**Gambar 4. ETp harian tahun 2001 hasil perhitungan model JST**

Verifikasi dilakukan dengan cara membandingkan ETp harian tahun 2001 hasil perhitungan model jaringan syaraf tiruan dengan ETp harian tahun 2001 hasil perhitungan model Penman. Nilai ETp harian tahun 2001 model Penman disajikan pada Gambar 5. Nilai *RMSE* ETp harian tahun 2001 model jaringan syaraf tiruan dengan model Penman adalah 0,2262, sedangkan koefisien determinasi (R^2) adalah 0,98. Verifikasi antara ETp harian tahun



Gambar 5. ETp harian tahun 2001 hasil perhitungan model Penman



Gambar 6. Verifikasi ETn harian tahun 2001

Nilai *RMSE* yang relatif kecil dan R^2 yang cukup besar menunjukkan bahwa model JST untuk memprediksi ETp harian hasilnya setara dengan ETp harian model Penman. Dengan demikian nilai pembobot hasil pembelajaran penjarangan balik (*backpropagation*), dapat digunakan untuk memprediksi ETp harian stasiun Serang untuk tahun-tahun berikutnya, atau tahun-tahun sebelumnya. Nilai pembobot tersebut dapat dikatakan sebagai konstanta stasiun Serang untuk menghitung ETp harian dengan *input* data suhu udara rata-rata harian, kecepatan angin, lama penyinaran matahari, dan RH harian.

KESIMPULAN

1. Pembelajaran model JST dengan penjarangan balik (*backpropagation*) didapatkan hasil yang baik yaitu *RMSE* antara data training dan data test sebesar 0,00056. Nilai tersebut menunjukkan bahwa data yang digunakan untuk pembelajaran adalah data yang representatif, dapat mewakili data parameter iklim stasiun Serang.
2. Hasil verifikasi antara ETp harian model JST dengan ETp harian model Penman didapatkan nilai *RMSE* 0,3262, dan koefisien determinasi (R^2) 0,88. Nilai tersebut menunjukkan bahwa ETp harian model JST setara dengan ETp model Penman. Nilai pembobot (*weight*) hasil pembelajaran model JST dengan penjarangan balik (*backpropagation*) dapat digunakan untuk memprediksi ETp harian stasiun Serang untuk tahun-tahun berikutnya maupun tahun-tahun sebelumnya.

Saran

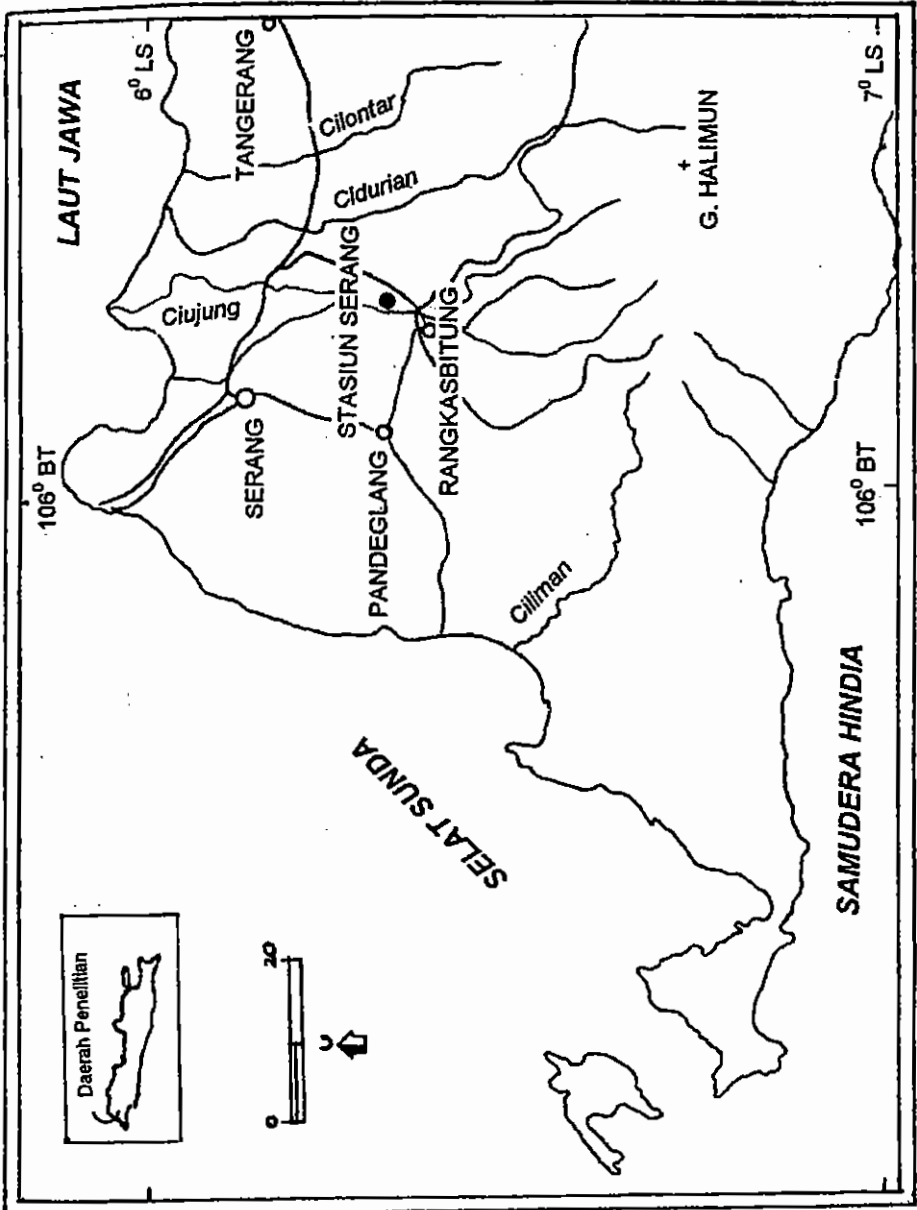
1. Data yang digunakan sebagai output pada proses training sebaiknya data Etp hasil pengukuran langsung, sehingga akan didapatkan hasil yang lebih baik.
2. Data parameter iklim yang tidak tercatat atau hilang dapat diprediksi dengan model JST berdasarkan pembelajaran data yang ada, setelah didapatkan data parameter iklim dapat digunakan untuk memprediksi Etp.

DAFTAR PUSTAKA

- Capece, J.C, Catteneo D, Lim Y.S, Rodriguez E.E, Upham L, Campbel K.L., 2002. *Comparison of Evapotranspiration Estimation Methods*. <http://www.SouthernDataStream.com>. [12 Mei 2003]:35 p
- Dekker, C.D., W.Bouten, and M.G.Schap. 2001. Analysing Forest Transpiration Model Errors with Artificial Neural Networks. *J.Hydrol.* 246, 197-208
- Doorenbos, J., and W.O. Pruitt. 1977. *Guideline for Predicting Crop Water Requirement*. FAO.Rome. 144 p
- Fausett, L., 1994. *Fundamentals of Neural Networks Architectures, Algorithm and Applications*. Prentice-Hall.Inc.New York.

- Fu, L.M., 1994. *Neural Network in Computer Intelligence*. McGraw-Hill, Inc. New York. 459p
- Handoko, 1995. *Klimatologi Dasar Landasan Pemahaman Fisika Atmosfer dan Unsur-unsur Iklim*. Pustaka Jaya. Jakarta
- Patterson, D.W., 1996. *Artificial Neural Networks Theory and Application*. Printice Hall. New York: 141-179 p
- Setiawan, B.I., T.Fukuda and Y.Nakano, 2003. *Developing Procedures for Optimization of Tank Models Parameters. Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development*. Manuscript LW 01 006. June, 2003.
- Suroso dan R. Tsenkova, 2000. Pengembangan Model Pendugaan Komposisi Susu dengan Menggunakan Artificial Neural Network. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian* 11-12 Juli 2000. Bogor: vol2 253-259.
- Tahir, A.A., 1998. *Estimating Potential Evapotranspiration Using Artificial Neural Network. International Commission on Irrigation and Drainage. Tenth Affro, Asia Conference*. 24th Oct 1998. Bali : A-28.1-A-28.12.

Lampiran 1. Peta lokasi stasiun Serang



Lampiran 2. *Application software* pembelajaran model JST