

Penyusunan Model Prediksi Curah Hujan dengan Teknik Analisis Jaringan Syaraf (*Neural Network Analysis*) di Sentra Produksi Padi di Jawa Barat dan Banten

Rainfall Prediction Modeling using Neural Network Analysis Technics at Paddy Production Centre Area in West Java and Banten

A. PRAMUDIA¹, Y. KOESMARYONO², I. LAS³, T. JUNE⁴, I W. ASTIKA⁵, DAN E. RUNTUNUWU¹

ABSTRAK

Curah hujan memiliki sifat sangat berfluktuasi dan acak. Sehingga, seringkali dalam budidaya tanaman pangan, seperti padi, sulit menyesuaikan bahkan terlambat mengantisipasi perubahan curah hujan yang tiba-tiba dan ekstrim. Dengan demikian, diperlukan suatu sistem peringatan dini dalam sistem pertanaman padi. Dalam makalah ini disajikan penyusunan model prediksi curah hujan menggunakan teknik analisis jaringan syaraf di wilayah sentra produksi padi di Pantura Banten dan Pantura Jawa Barat. Data yang digunakan adalah data curah hujan stasiun Baros di Banten, serta stasiun Karawang, dan stasiun Kasomalang Subang di Jawa Barat. Keluaran model adalah nilai curah hujan tiga bulan ke depan ($Y=CH_{t+3}$), sedangkan data masukan yang digunakan adalah nomor bulan ($X_1=t$), curah hujan pada bulan sekarang ($X_2=CH_t$), curah hujan bulan depan ($X_3=CH_{t+1}$) dan curah hujan dua bulan berikutnya ($X_4=CH_{t+2}$), nilai indeks osilasi selatan pada bulan ini ($X_5=SOI_t$) dan nilai anomali suhu permukaan laut zone NINO-3,4 pada bulan ini ($X_6=AnoSST_t$). Penyusunan model dilakukan menggunakan data tahun 1990-2002, sedangkan validasi model menggunakan data tahun 2003-2006. Model yang tervalidasi digunakan untuk prediksi curah hujan tahun 2007-2008. Model prediksi curah hujan yang disusun menggunakan teknik analisis jaringan syaraf mampu menjelaskan 88-91% keragaman data dengan maksimum kesalahan prediksi sebesar 4-8 mm bulan⁻¹. Di Baros Serang, curah hujan tahun 2007-2008 diprediksi berada pada kondisi Normal hingga Atas Normal. Di Karawang dan Kasomalang Subang, curah hujan diprediksi akan tinggi pada akhir 2007 hingga awal 2008, kemudian rendah pada pertengahan 2008, dan meningkat lagi pada akhir 2008.

Kata kunci : Model prediksi curah hujan, Analisis jaringan syaraf, Prediksi curah hujan

ABSTRACT

Rainfall fluctuates with time and changes randomly, which unfavorable for most of the cropping, such as paddy. An early warning system is required to ensure a productive paddy cropping system. This paper describes the rainfall prediction modelling using a neural network analysis at paddy production centre area in the northern coast of Western Java and Banten. Rainfall data from Baros in the northern coast of Banten, Karawang, and Kasomalang Subang in the northern coast of West Java have been used for setting and validating the model. The model provides rainfall prediction for the next three months ($Y=CH_{t+3}$), using the inputs data of the number of month ($X_1=t$), the rainfall at the current month ($X_2=CH_t$), the rainfall at the following month ($X_3=CH_{t+1}$), the rainfall at the following two

months ($X_4=CH_{t+2}$), the southern oscillation index (SOI) at the current month ($X_5=SOI_t$) and the NINO-3,4 sea surface temperature anomaly at the current month ($X_6=AnoSST_t$). Rainfall data recorded in the 1990-2002 period have been used for composing the model, and those in the 2003-2006 periods have been used for validating the model. The validated model has been used to predict rainfall in the 2007-2008. The best model are those that using a combination of those six input variables. These models are able to explain 88-91% of the data variability with 4-8 mm month⁻¹ of the maximum prediction error. At Baros Serang, the predicted rainfall in the 2007-2008 periods will be varied from Normal to Above Normal. At Karawang and Kasomalang Subang, predicted rainfall will be high at the end of 2007 until early 2008, and then will be low in the middle of 2008 and increases at the end of 2008.

Key words : Rainfall prediction model, Neural network analysis, Rainfall prediction.

PENDAHULUAN

Curah hujan merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan pertumbuhan dan produksi tanaman padi, sehingga budidaya tanaman padi perlu disesuaikan terhadap fluktuasi curah hujan. Namun, karena curah hujan sangat berfluktuatif dan acak, budidaya tanaman padi seringkali sulit disesuaikan bahkan terlambat antisipasi perubahan yang tiba-tiba dan ekstrim. Sebagian tanaman padi mengalami puso karena kekeringan atau banjir (Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan (2006a,b). Untuk itu, suatu sistem peringatan dini sangat diperlukan dalam budidaya padi. Hal tersebut dapat

1. Peneliti pada Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi, Bogor.
2. Guru Besar pada Departemen Geofisika dan Meteorologi, Fakultas MIPA, IPB, Bogor.
3. Peneliti pada Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.
4. Pengajar pada Departemen Geofisika dan Meteorologi, Fakultas MIPA, IPB, Bogor.
5. Pengajar pada Departemen Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.

diawali dengan membuat dan memanfaatkan model prediksi curah hujan, sehingga gambaran curah hujan beberapa periode ke depan dapat diperoleh dengan lebih awal.

Beberapa peneliti membuat model prediksi curah hujan dengan pendekatan analisis keterkaitan antar waktu maupun keterkaitan ruang antar stasiun, misalnya: regresi, ARIMA, analisis Fourier, dan analisis Kalman Filter (Askari dan Bey, 2000; Dupe, 1999; Estiningtyas dan Amien, 2006), serta pendekatan analisis keterkaitan ruang atau keterkaitan antara parameter, seperti hubungan antara curah hujan dengan anomali suhu muka laut di Nino-3,4 (Haryanto, 1999; Pramudia, 2002), dan lain sebagainya. Model-model yang disusun umumnya menggambarkan adanya ketidakseimbangan antara aspek analisis ruang (*spatial analysis*) dengan analisis deret waktu (*time series analysis*). Model-model peramalan deret waktu umumnya cenderung tidak tajam dalam membahas aspek keterkaitan ruang. Sebaliknya pada model-model prediksi yang menggunakan analisis keterkaitan ruang antar stasiun atau analisis hubungan antar parameter umumnya diterapkan pada satu periode waktu tertentu dan mengabaikan keterkaitan deret waktu.

Metode Fourier, memiliki kemampuan yang hampir sempurna dalam memodelkan pola dari parameter terukur dalam satu periode tertentu. Metode ini menerapkan model yang sinusoidal, sehingga akan menghasilkan nilai prediksi yang sama untuk setiap waktu t pada periode mana pun. Pada kenyataannya, fluktuasi curah hujan sangat acak dan akan memiliki nilai yang berbeda dan acak meskipun pada waktu t yang sama pada periode yang berbeda. Sehingga teknik ini pun sangat berpotensi menghasilkan bias yang tidak kecil. Metode ARIMA merupakan pengembangan lebih lanjut dari model *Autoregressive Moving Average* (ARMA) yang berdasar pada konsep regresi linier dan keterkaitan antar waktu terhadap data yang berurutan. Kelemahan model *autoregresif* atau *moving average* seperti ini adalah tidak mampu memprediksi untuk periode yang jauh ke depan,

karena semakin jauh memprediksi hasilnya semakin konstan mendekati nilai tertentu, umumnya semakin mendekati nilai tengahnya. Filter Kalman adalah salah satu metode statistik yang merupakan pengembangan dari metode autoregresi. Teknik ini menggabungkan antara model deterministik dengan model stokastik yang digunakan untuk tujuan peramalan segera dan dapat diterapkan pada suatu sistem dinamik. Selain itu, Filter Kalman dapat diaplikasikan untuk masalah estimasi dalam sistem dinamik. Teknik ini pernah dimanfaatkan oleh Estiningtyas dan Amien (2006) untuk peramalan hujan yang diaplikasikan pada skenario massa tanam dengan menggunakan input data anomali suhu permukaan laut. Pemodelan tersebut masih dalam kerangka analisis hubungan antar parameter dan tidak terlihat ketajaman dalam analisis deret waktu secara simultan.

Dengan demikian, terbuka kesempatan untuk mengembangkan suatu model peramalan curah hujan yang menerapkan keterkaitan deret waktu dengan keterkaitan ruang antar stasiun atau keterkaitan dengan parameter iklim dan parameter fisik lainnya. Lee *et al.* (1998) serta Halide dan Ridd (2000) memanfaatkan teknik analisis jaringan syaraf (*neural network analysis, NNA*) pada bidang hidrologi. Teknik ini mampu menggabungkan aspek analisis waktu dan ruang secara simultan. Apriyanti (2005) menggambarkan bahwa teknik analisis jaringan syaraf memungkinkan diterapkan pada model prediksi curah hujan yang memfokuskan pada aspek skala waktu dan skala ruang secara bersamaan.

Tujuan dari penulisan makalah ini adalah untuk mengemukakan suatu penyusunan model prediksi curah hujan menggunakan teknik analisis jaringan syaraf yang memadukan aspek hubungan antar waktu (*time series analysis*) dan hubungan antar parameter (*spatial analysis*) secara simultan dalam analisisnya. Sebagai studi kasus, digunakan data curah hujan dari stasiun Baros yang mewakili sentra produksi padi di Pantura Banten, serta stasiun Karawang dan Kasomalang Subang yang mewakili sentra produksi padi di Pantura Jawa Barat.

METODOLOGI

Penyusunan model

Model prediksi curah hujan yang dikembangkan adalah model untuk memprediksi data curah hujan bulanan, disusun menggunakan teknik analisis jaringan syaraf (*neural network analysis, NNA*) propagasi balik. Keluaran model adalah nilai curah hujan tiga bulan ke depan ($Y=X_{t+3}$), sedangkan peubah masukan merupakan kombinasi dari (1) kode bulan ($X_1=t$), (2) nilai-nilai curah hujan pada bulan ini ($X_2=X_t$), (3) curah hujan bulan depan ($X_3=X_{t+1}$), (4) curah hujan dua bulan berikutnya ($X_4=X_{t+2}$), (5) nilai SOI pada bulan ini ($X_5=SOI_t$) dan (6) nilai Anomali SST pada bulan ini ($X_6=AnoSST_t$). Data yang digunakan untuk pembentukan model (*training set*) adalah data hasil pengamatan tahun 1990-2002. Penyusunan model dilakukan melalui lima langkah, sebagai berikut:

Langkah 1

Normalisasi atau transformasi data masukan X_i dan nilai keluaran aktual $T_k (=Y_k)$ kedalam kisaran $[0...1]$. Curah hujan yang bernilai nol ditransformasi menjadi angka normal 0, curah hujan yang bernilai maksimum ditransformasi menjadi angka normal 1, sedangkan nilai-nilai curah hujan lainnya ditransformasi menjadi angka antara 0 dan 1 melalui intrapolasi linear.

Langkah 2

Penetapan nilai awal untuk semua pembobot w_{ij} untuk matriks X dan v_{jk} untuk matrik H , yaitu suatu matrik antara yang tersembunyi. Nilai awal bersifat acak, namun untuk memudahkan kontrol nilai awal untuk semua pembobot dibuat sama dengan nilai antara 0 dan 1.

Langkah 3

Menghitung h_j dan y_k melalui persamaan berikut (Patterson, 1996):

$$h_j = \frac{1}{1 + e^{-\beta \sum w_{ij} x_i}}$$

$$y_k = \frac{1}{1 + e^{-\beta \sum v_{jk} h_j}}$$

$$\sum w_{ij} x_i = w_{0j} + w_{1j} * x_1 + w_{2j} * x_2 + w_{3j} * x_3 + w_{4j} * x_4 + w_{5j} * x_5 + w_{6j} * x_6$$

$$\sum v_{jk} h_k = v_{0k} + v_{1k} * h_1 + v_{2k} * h_2 + v_{3k} * h_3 + v_{4k} * h_4 + v_{5k} * h_5 + v_{6k} * h_6 + v_{7k} * h_7 + v_{8k} * h_8$$

$$Y_k = X_{t+3}$$

dimana:

h_j = elemen-elemen matriks H pada lapisan tersembunyi (*hidden layer*)

y_k = elemen-elemen matriks Y pada lapisan keluaran (*output layer*)

x_i = elemen-elemen matriks X pada lapisan masukan (*input layer*)

w_{ij} = pembobot untuk setiap elemen x_i

v_{jk} = pembobot untuk setiap elemen h_k

Langkah 4

Penentuan nilai galat E per tahun, sebagai berikut:

$$\forall E = \sum_p 0.5 (t_{kp} - y_{kp})^2$$

dimana:

t_{kp} = nilai target data ke-p dari *training set node k*

y_{kp} = nilai dugaan data ke-p dari *training set node k*

Langkah 5

Proses *learning* atau *training set* untuk menentukan nilai bobot v_{jk} dan w_{ij} melalui iterasi menggunakan modul *solver* pada Microsoft Excel. Target dari proses iterasi adalah menentukan nilai Y sedekat mungkin dengan nilai T sehingga menghasilkan galat yang mendekati nilai nol.

Tabel 1. Hasil penyusunan model prediksi curah hujan menggunakan enam peubah masukan di Stasiun Baros Pantura Banten, Stasiun Karawang, dan Stasiun Kasomalang Subang Pantura Jabar

Table 1. Training set of rainfall prediction model using six input-variables at Station Baros, Northern of Banten, Station Karawang, and Station Kasomalang Subang, Northern of West Java

No.	Stasiun/ lokasi	Data masukan *)		Jumlah iterasi	Sensitivitas model*) (data 1990-2002)	Cakupan keragaman	Kesalahan maksimum	MSE validitas (data 2003-2006)
		Rata-rata	Simpangan baku					
1.	Baros-Serang	0,309	0,210	934	0,000-0,848	% 90	mm 4,1	0,091-0,116
2.	Karawang	0,177	0,160	35	0,010-0,348	91	5,1	0,021-0,129
3.	Kasomalang-Subang	0,360	0,291	450	0,000-0,835	88	7,9	0,309-0,462

*) Dalam bentuk bilangan terstandarisasi dengan skala [0,1]

Validasi model

Dari berbagai kombinasi antara jumlah peubah masukan dan berbagai nilai awal dari setiap pembobot, maka di masing-masing lokasi dipilih satu model yang memiliki galat terendah dan memiliki sensitivitas tertinggi sebagai model terbaik. Dalam proses validasi, model terbaik di setiap lokasi digunakan untuk memprediksi kondisi tahun 2003-2006. Hasil prediksi tersebut kemudian dibandingkan dengan data aktualnya.

Aplikasi model

Model yang sudah divalidasi kemudian digunakan untuk memprediksi kondisi curah hujan tahun 2007-2008. Hasil prediksi curah hujan akan dibandingkan dengan kondisi rata-rata di masing-masing lokasi. Interpretasi terhadap hasil prediksi akan memberikan gambaran apakah kondisi curah hujan tahun 2007-2008 akan meningkat hingga berada pada kondisi Atas Normal (>115% rata-rata), Normal (85-115% rata-rata) atau Bawah Normal (<85% rata-rata).

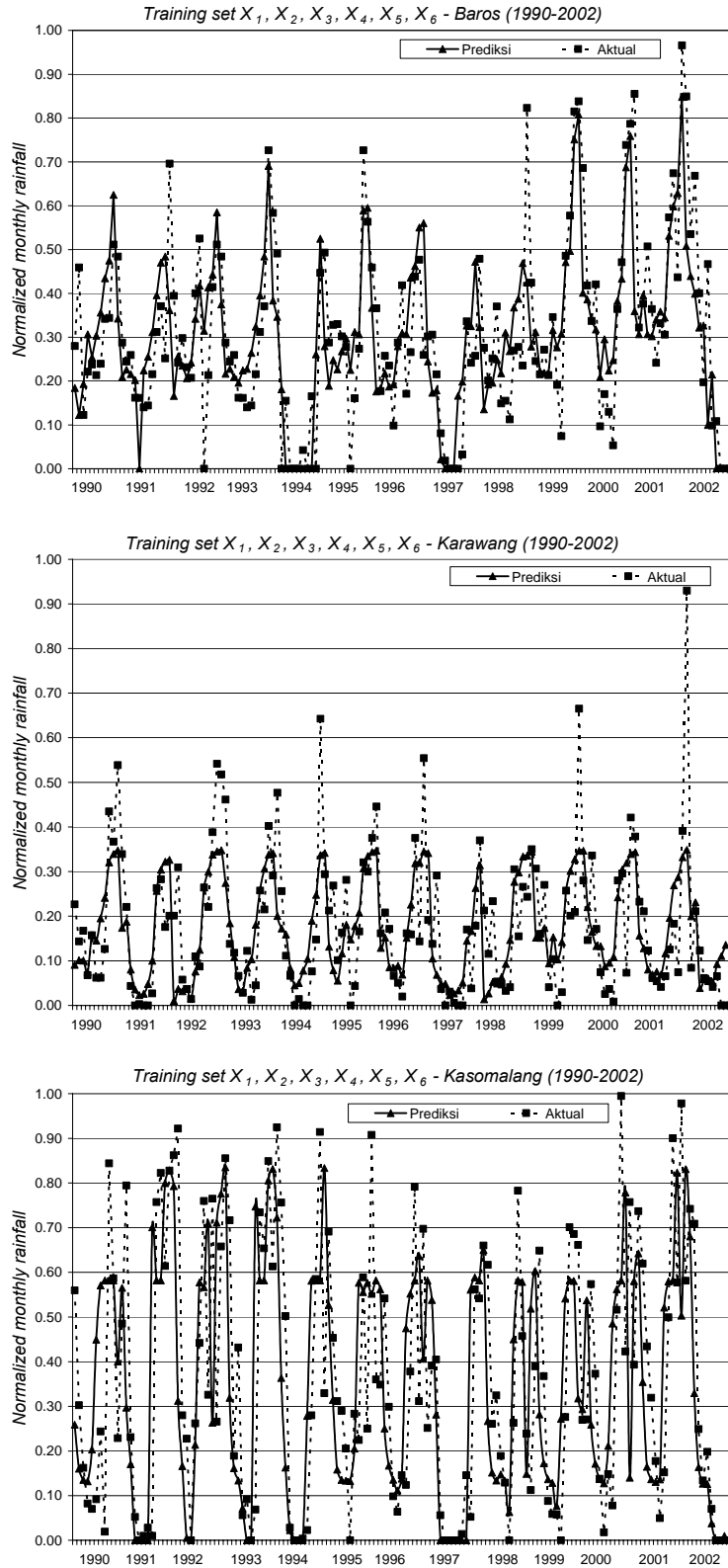
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyusunan model prediksi curah hujan

Proses *trial and error* yang melibatkan berbagai kombinasi peubah masukan X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , X_5 dan X_6 menunjukkan bahwa, di ketiga stasiun curah

hujan, model yang paling baik adalah model yang mengkombinasikan keenam peubah masukan karena menghasilkan tingkat kesalahan yang paling kecil dan memiliki sensitivitas yang paling tinggi diantara kombinasi lainnya. Di stasiun Baros Serang, proses pembelajaran (*training set*) menghasilkan model yang memiliki sensitivitas prediksi pada kisaran 0,000-0,848 dan mampu menjelaskan 90% keragaman data dengan maksimum kesalahan prediksi sebesar 4 mm bulan⁻¹. Di stasiun Karawang, model memiliki sensitivitas prediksi pada kisaran 0,010-0,348 dan mampu menjelaskan 91% keragaman data dengan maksimum kesalahan prediksi sebesar 5 mm bulan⁻¹. Di stasiun Kasomalang Subang, model memiliki sensitivitas prediksi pada kisaran 0,000-0,835 dan mampu menjelaskan 88% keragaman data dengan maksimum kesalahan prediksi sebesar 8 mm bulan⁻¹ (Tabel 1).

Gambar 1 menyajikan fluktuasi prediksi curah hujan hasil prediksi dalam proses penyusunan model (garis) dan perbandingannya terhadap data aktual (garis putus-putus). Terlihat bahwa teknik analisis jaringan syaraf memiliki kemampuan yang bagus dalam meniru atau mereplikasi fluktuasi curah hujan yang acak ke dalam bentuk persamaan atau model buatan yang memiliki fluktuasi yang hampir sama. Namun demikian terdapat ketidakcocokan hasil prediksi dengan nilai aktual, terutama pada bulan-bulan pengamatan yang memiliki nilai ekstrim tinggi, dimana besaran curah hujan hasil prediksi terlihat umumnya lebih rendah dari data aktual, misalnya



Gambar 1. Hasil penyusunan model prediksi curah hujan pada Stasiun Baros Pantura Banten, Stasiun Karawang, dan Stasiun Kasomalang Subang, Pantura Jawa Barat

Figure 1. Training set of rainfall prediction model at station Baros, northern of Banten, station Karawang, and station Kasomalang Subang, northern of West Java

terlihat jelas di stasiun Karawang. Hal ini menunjukkan bahwa model memiliki keterbatasan dalam memprediksi nilai ekstrim. Secara fisik, masih ada faktor lain yang belum mampu diperhitungkan dalam model buatan tersebut. Nilai-nilai curah hujan ekstrim umumnya terjadi pada bulan-bulan September, Oktober, Februari, dan Maret, dimana saat itu bertepatan dengan adanya lintasan matahari yang tepat berada di atas lokasi studi dan berkonotasi dengan pembentukan awan yang intensif dan menghasilkan banyak curah hujan (*inter-tropical convergence zone, ITCZ*). Kondisi tersebut tidak tergambarkan secara matematika dalam model jaringan syaraf yang menggunakan kombinasi resiprok (kebalikan) dan ordo negatif dari eksponen berbasis angka *napier (e)*, diduga merupakan salah satu sebab yang menghasilkan prediksi yang berpola *sigmoid* dan memiliki nilai maksimum dan minimum (*asymtoot*) pada besaran tertentu.

Validasi data 2003-2006

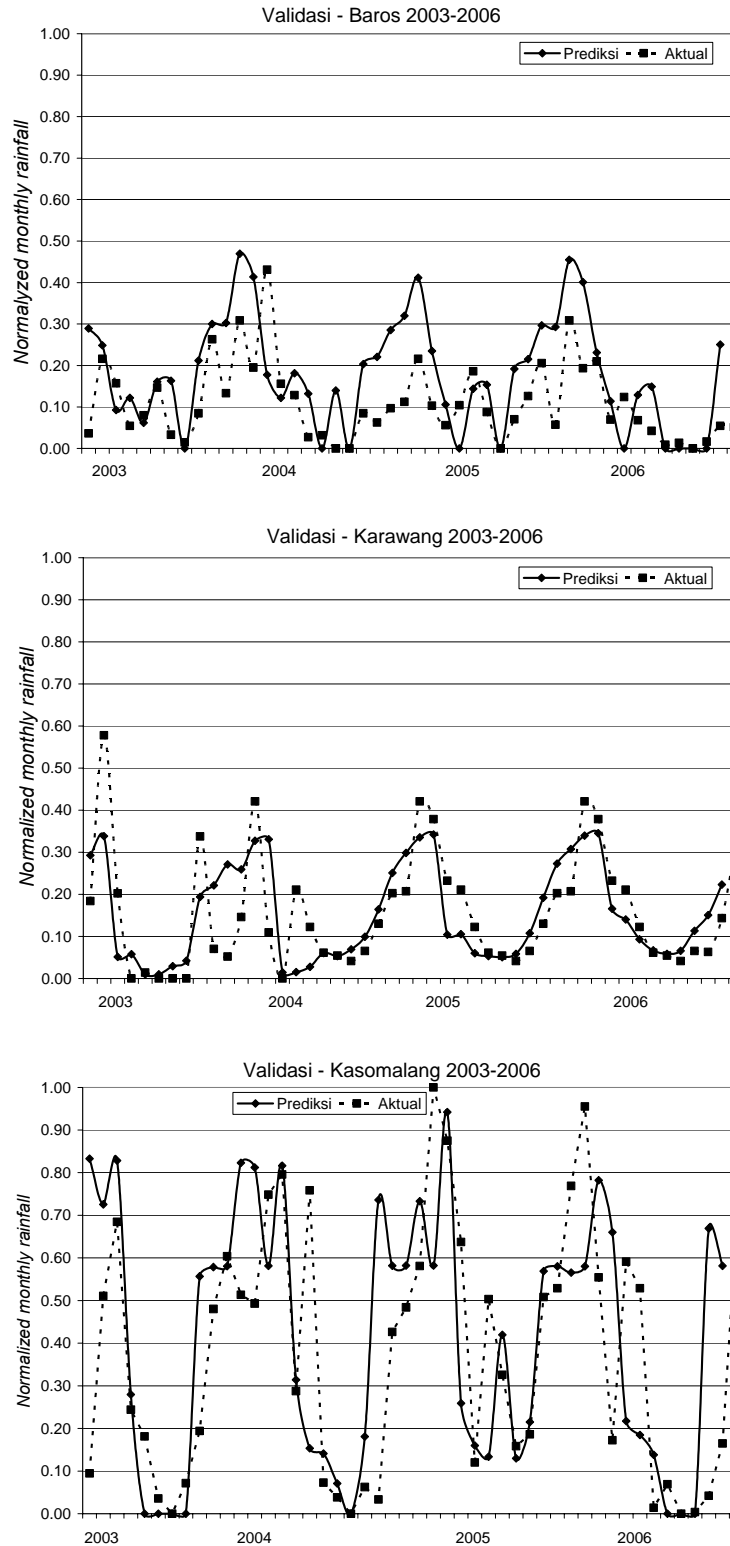
Dalam proses validasi model terhadap data tahun 2003-2006 pada lokasi yang sama, didapatkan bahwa nilai galat rata-rata hasil validasi per tahun di stasiun Baros berkisar antara 0,091-0,116 atau setara dengan kesalahan prediksi 4-5 mm bulan⁻¹, di stasiun Karawang didapatkan nilai galat rata-rata hasil validasi per tahun berkisar antara 0,021-0,129 atau setara dengan kesalahan prediksi 1-8 mm bulan⁻¹, sedangkan di stasiun Kasomalang Subang didapatkan nilai galat rata-rata hasil validasi per tahun berkisar antara 0,309-0,462 atau setara dengan kesalahan prediksi 20-30 mm bulan⁻¹ (Tabel 1). Hasil validasi yang kurang bagus di stasiun Kasomalang Subang diperkirakan akibat adanya pergeseran awal musim hujan 1-2 bulan lebih lambat dibandingkan pola fluktuasi periode 1990-2002 yang tergambarkan pada model (Gambar 2).

Prediksi curah hujan 2007-2008

Pada akhir 2007 hingga 2008 curah hujan di Baros Serang sepanjang tahun diprediksi akan berada di atas Normal. Curah hujan tertinggi terjadi

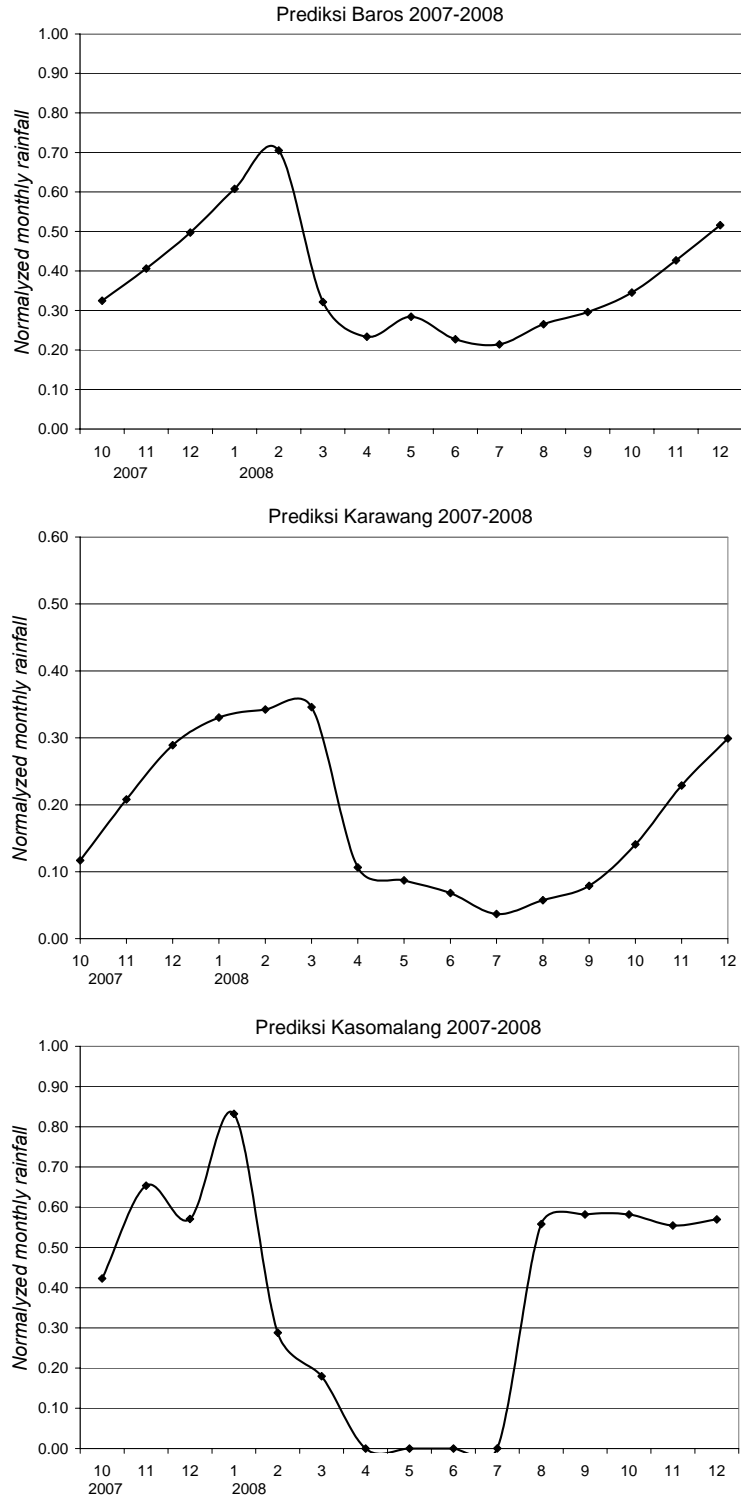
pada bulan Januari-Februari 2008 dengan intensitas kira-kira 302 mm (Atas Normal, 119% rata-rata) dan 350 mm (Atas Normal, 146% rata-rata), selanjutnya akan berfluktuasi lebih rendah dan mencapai titik terendah pada bulan Juli 2008 (106 mm, Atas Normal, 133% rata-rata). Di Karawang, curah hujan diprediksi akan semakin meningkat sejak akhir 2007 dan mencapai titik tertinggi pada bulan Maret 2008 (229 mm, Atas Normal, 138% rata-rata), selanjutnya akan menurun selama periode April hingga Juli 2008 umumnya Normal-Bawah Normal, kemudian meningkat kembali hingga bulan Desember 2008 (198 mm, Atas Normal, 134% rata-rata). Di Kasomalang Subang, curah hujan diprediksi akan berfluktuasi dalam intensitas yang tinggi selama periode Oktober 2007 hingga Januari 2008, dengan intensitas 331-651 mm (Normal-Atas Normal, 100-164% rata-rata). Selama periode Maret-Juli 2008 curah hujan menurun dan mencapai titik terendah (Bawah Normal). Selama periode Agustus-Desember 2008 curah hujan berfluktuasi dengan intensitas yang sangat tinggi berkisar antara 434-456 mm (Normal-Atas Normal, 100-600% rata-rata) (Tabel 2 dan Gambar 3).

Hasil prediksi tersebut memberikan gambaran bahwa curah hujan di Baros Banten diperkirakan akan tinggi sepanjang tahun 2008. Sementara di Karawang dan Subang curah hujan diperkirakan akan tinggi hingga Maret 2008, kemudian diperkirakan akan disambung dengan adanya periode kering pada periode April-Juli 2008, dan diperkirakan diikuti dengan periode basah basah lagi pada periode Agustus-Desember 2008. Angka-angka hasil prediksi tersebut menggambarkan bahwa musim kemarau 2008 akan lebih rendah dari rata-ratanya, serta diikuti dengan awal musim hujan yang maju lebih cepat 1-2 bulan. Apabila prediksi curah hujan tersebut mewakili kondisi yang akan dihadapi tahun 2008 yang akan datang, maka hal tersebut sangat berimplikasi terhadap perilaku pertanian, khususnya tanaman padi, di lokasi penelitian. Musim tanam kedua (MK1) di lokasi studi akan lebih kering



Gambar 2. Validasi model terhadap data aktual periode 2003-2006 di Stasiun Baros Pantura Banten, Stasiun Karawang, dan Stasiun Kasomalang Subang, Pantura Jawa Barat

Figure 2. Validation of model to actual data of 2003-2006 periods at Station Baros, northern of Banten, Station Karawang, and Station Kasomalang Subang, northern of West Java



Gambar 3. Prediksi curah hujan periode Oktober 2007 hingga Desember 2008 menggunakan model jaringan syaraf di stasiun Baros Pantura Banten, stasiun Karawang, dan stasiun Kasomalang Subang Pantura Jawa Barat

Figure 3. Rainfall prediction on the October 2007 to December 2008 by using neural network model at station Baros, Northern of Banten, station Karawang, and station Kasomalang Subang, Northern of West Java

Tabel 2. Prediksi curah hujan selama periode Oktober 2007 hingga Desember 2008 menggunakan model jaringan syaraf dan perbandingannya dengan kondisi rata-rata

Table 2. Rainfall prediction during the October 2007 to December 2008 by using neural network model and its comparing to average condition

No. Stasiun/ lokasi	Parameter	Oct-07	Nov-07	Dec-07	Jan-08	Feb-08	Mar-08	Apr-08	May-08	Jun-08	Jul-08	Aug-08	Sep-08	Oct-08	Nov-08	Dec-08
1. Baros-Serang	CH dugaan	161	202	247	302	350	160	116	141	113	106	132	147	172	212	256
	CH rata-rata	107	155	184	254	240	143	122	129	80	80	69	72	107	155	184
	Persentase	151	130	134	119	146	112	96	110	140	133	190	206	160	137	139
	Status	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN
2. Karawang	CH dugaan	77	138	191	218	226	229	70	58	45	24	38	52	93	151	198
	CH rata-rata	93	144	147	299	269	165	150	87	44	39	30	46	93	144	147
	Persentase	83	95	130	73	84	138	47	66	103	63	129	112	100	105	134
	Status	BN	N	AN	BN	BN	AN	BN	BN	N	BN	AN	N	N	N	AN
3. Kasomalang-Subang	CH dugaan	331	512	447	651	225	141	0	0	0	0	437	456	456	434	446
	CH rata-rata	202	424	446	495	389	482	464	251	134	68	58	76	202	424	446
	Persentase	164	121	100	132	58	29	0	0	0	0	751	600	226	103	100
	Status	AN	AN	N	AN	BN	BN	BN	BN	BN	BN	AN	AN	AN	N	N

Keterangan: AN = di Atas Normal
N = Normal
BN = di Bawah Normal

sehingga pengelolaan air menjadi hal yang sangat penting dalam budidaya selama periode tersebut, atau bahkan di beberapa tempat perlu ada diversifikasi pangan dari tanaman padi sawah menjadi palawija. Musim tanam ketiga (MK2) tidak memungkinkan untuk dilakukan budidaya. Musim hujan yang akan datang lebih cepat sehingga diperkirakan akan terjadi pergeseran waktu tanam menjadi lebih cepat.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

1. Proses penyusunan model (*training set*) menghasilkan model terbaik dengan mengkombinasikan enam peubah penduga. Model terbaik memiliki sensitivitas 0,000-0,848 di Baros Serang, 0,010-0,348 di Karawang, dan 0,000-0,835 di Kasomalang Subang. Model mampu menjelaskan 88-91% keragaman data dengan maksimum kesalahan prediksi sebesar 4-8 mm bulan⁻¹. Model jaringan syaraf yang disusun mampu mereplikasi fluktuasi acak curah hujan di ketiga lokasi, namun sensitivitas model terhadap nilai-nilai curah hujan yang ekstrim masih perlu ditingkatkan.

2. Nilai galat rata-rata (*mean square error, MSE*) validasi model terhadap data tahun 2003-2006 pada lokasi yang sama menunjukkan bahwa nilai galat rata-rata hasil validasi per tahun di stasiun Baros berkisar antara 0,091-0,116 atau setara dengan kesalahan prediksi 4-5 mm bulan⁻¹, di stasiun Karawang berkisar antara 0,021-0,129 atau setara dengan kesalahan prediksi 1-8 mm bulan⁻¹, sedangkan di stasiun Kasomalang Subang berkisar antara 0,309-0,462 atau setara dengan kesalahan prediksi 20-30 mm bulan⁻¹. Nilai galat yang tinggi untuk stasiun Kasomalang Subang diduga akibat adanya perubahan atau pergeseran pola fluktuasi curah hujan pada periode 2003-2006 terhadap periode pembentukan model tahun 1990-2002.

3. Hasil prediksi tersebut memberikan gambaran bahwa curah hujan di Baros Banten diperkirakan akan tinggi sepanjang tahun 2008 (Normal-Atas Normal). Sementara di Karawang dan Subang curah hujan diperkirakan akan tinggi hingga Maret 2008 (Normal-Atas Normal), kemudian diperkirakan akan disambung dengan adanya periode kering pada periode April-Juli 2008 (Bawah Normal), dan diperkirakan diikuti dengan

periode basah basah lagi pada periode Agustus-Desember 2008 (Normal-Atas Normal). Angka-angka hasil prediksi berimplikasi bahwa perilaku pertanian di lokasi penelitian bisa berubah atau bergeser akibat bergesernya periode ketersediaan air di lokasi studi.

4. Mengingat bahwa dampak implikasi kondisi prediksi curah hujan terhadap perilaku pertanian tanaman pangan sangat besar, maka disarankan bahwa prediksi curah hujan pada tahun 2008 dan seterusnya perlu dilakukan terus menerus secara simultan dengan memanfaatkan data masukan terbaru. Hal ini diperlukan untuk mengantisipasi risiko pertanian yang diduga akan muncul akibat menurunnya curah hujan atau bergesernya pola hujan.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanti, N. 2005.** Optimasi Jaringan Syaraf Tiruan dengan Algoritma Genetika untuk Peramalan Curah Hujan. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Askari, M. dan A. Bey. 2000.** Analisis Deret Waktu (Analisis Data Iklim dengan Metode Box-Jenkins). Bahan Praktikum Metode Klimatologi pada Program Pencangkakan Agroklimatologi. Jurusan Geofisika dan Meteorologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. 2006a.** Luas Banjir pada Tanaman Padi tahun 1998-2005. Direktorat Perlindungan Tanaman, Direktorat Jenderal Bina Produksi Tanaman Pangan. http://www.deptan.go.id/ditlin-tp/basisdata/data_ba/banjir_kering_padi.html (12 Oktober 2007).
- Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. 2006b.** Luas Kekeringan pada Tanaman Padi tahun 1998-2004. Direktorat Perlindungan Tanam-
- an, Direktorat Jenderal Bina Produksi Tanaman Pangan. http://www.deptan.go.id/ditlin-tp/basisdata/data_ba/kering_padi.html (12 Oktober 2007).
- Dupe Z.L. 1999.** Prediction Nino-3.4 SST anomaly using simple harmonic model. Paper presented at the Second International Conference on Science and Technology for the Assessment of Global Climate Change and Its Impact on Indonesian Maritime Continent, 29 November-1 Desember 1999.
- Estiningtyas, W. dan L.I. Amien. 2006.** Pengembangan model prediksi hujan dengan metode filter kalman untuk menyusun skenario masa tanam. Jurnal Sumber Daya Lahan. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Halide, H. and P. Ridd. 2000.** Modeling Inter-Annual Variation of Local Rainfall Data using a Fuzzy Logic Technique. International Forum on Climate Prediction, Agriculture and Development, James Cook Univ. 26-28 April 2000.
- Haryanto, U. 1999.** Response to climate change: simple rainfall prediction based on Southern Oscillation Index. Paper presented at the Second International Conference on Science and Technology for the Assessment of Global Climate Change and Its impact on Indonesian Maritime Continent, 29 November-1 December 1999.
- Lee, S., S. Cho, and P.M. Wong. 1998.** Rainfall prediction using artificial neural networks. J. of Geographic Information and Decision Analysis 2(2):233-242.
- Patterson, D.W. 1996.** Artificial Neural Network. Singapore. Prentice Hall.
- Pramudia, A. 2002.** Analisis Sensitivitas Tingkat Kerawanan Produksi Padi di Pantai Utara Jawa Barat terhadap Kekeringan dan El-Nino. Tesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.