

APLIKASI MODEL PREDIKSI CURAH HUJAN PADA DUA SENTRA PRODUKSI PADI DI JAWA BARAT

Application of Rainfall Prediction Model on Two Rice Production Centers, in West Java

Yayan Apriyana¹ dan Lindawati²

1. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi Bogor
2. Institut Pertanian Bogor

Jl. Tentara Pelajar No. 1A PO. BOX. 830, Bogor 16111
Telp. (0251) 8312760, Fax. (0251) 8323909
e-mail : yanapri@yahoo.com

(Makalah diterima 3 Desember 2014 – Disetujui 4 Desember 2015)

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah menyusun model prediksi curah hujan menggunakan teknik analisis jaringan syaraf tiruan, mengaplikasikan model prediksi di sentra produksi padi, dan membandingkan model prediksi di dua sentra produksi padi. Penelitian berupa *desk study* dengan mengambil contoh kasus di Kabupaten Indramayu dan Cianjur, Jawa Barat. Penelitian dilakukan dengan empat tahapan. Tahap pertama adalah pengumpulan data curah hujan dan peta informasi Stasiun Curah Hujan dan Klimatologi di setiap kecamatan menggunakan kombinasi input Anomali SST Nino3-4 dan DMI, data yang digunakan tahun 1990 - 2010. Tahap kedua penyusunan model prediksi curah hujan menggunakan teknik analisis jaringan syaraf propagasi balik. Tahap ketiga validasi data dengan membandingkan keluaran model yang telah terbentuk dengan data curah hujan aktual. Tahap keempat membandingkan hasil prediksi curah hujan dengan hasil prediksi iklim global. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyusunan dan validasi model menggunakan input anomali suhu muka laut di Nino3.4 dan DMI yang diaplikasikan di Indramayu mampu mengikuti nilai aktual variabilitas curah hujan, terutama pada musim kemarau. Di Cianjur, model kurang mampu menggambarkan dengan baik. Model yang dihasilkan untuk Kabupaten Cianjur memiliki nilai validasi yang rendah sehingga disarankan tidak menggunakan model tersebut untuk prediksi iklim.

Kata kunci: model, prediksi, curah hujan, sentra produksi padi

ABSTRACT

The primary objective of this study was to develop rainfall prediction model using artificial neural network analysis techniques, the second objective was to apply the prediction model in rice production centers, and the third objective was to compare the model predictions in rice production centers. Research is a desk study with case study in Indramayu and Cianjur districts, West Java. The primary step of this study was collection of rainfall data and map information and Climatology of Rainfall Stations in each district using a combination of input SST Anomaly Nino3.4 and DMI, using data from 1990 to 2010, the second step was preparation of rainfall prediction models using network analysis techniques nerve propagation, the third step was validation the model by comparing the output that has been formed with the actual rainfall data, and the fourth step was comparing rainfall prediction with the results of global climate predictions. The results showed that formulation and Validation of the model using input anomalies in the sea surface temperature Nino3.4 and DMI applied in Indramayu district was able to follow the actual value of the variability of rainfall, especially during the dry season, while in Cianjur district the model was less able to describe it well. The resulting model for Cianjur district validation was low value so it is advisable not to use the model for prediction.

Key words: model, prediction, rainfall, rice production centers

PENDAHULUAN

Anomali iklim ekstrim yang akhir-akhir ini sering terjadi menjadi faktor pemicu kekeringan dan banjir (Webb dan Collier, 2002; Singh *et al.*, 2011) sehingga berdampak terhadap pola dan waktu tanam yang pada gilirannya mengganggu stabilitas dan kontinuitas ketahanan pangan, terutama padi (Naylor *et al.*, 2001; Koesmaryono *et al.*, 2009; Takarama *et al.*, 2015). Kondisi tersebut bila terjadi di Jawa, terutama Jawa Barat, berpengaruh terhadap waktu dan pola tanam (kalender tanam) di wilayah tersebut sehingga mengganggu ketersediaan beras dan berdampak negatif terhadap sektor-sektor lainnya (Apriyana, 2011).

Curah hujan merupakan unsur iklim yang paling berperan dalam menentukan produksi padi (Yamagata *et al.*, 2001). Curah hujan mempunyai variabilitas yang relatif besar menurut ruang dan waktu. Keteraturan pola dan distribusi hujan di suatu wilayah menentukan keberlanjutan aktivitas pertanian (Apriyana, 2003. Slingo *et al.*, 2005; Koesmaryono *et al.*, 2008). Usaha pertanian akan mengalami gangguan jika terjadi anomali iklim ekstrim akibat perubahan suhu muka laut (Abram *et al.*, 2007; Partridge dan Mansur 2002) baik di wilayah Pasifik Equatorial maupun, Samudera Hindia (Boer, 1999; Saji *et al.*, 1999).

Informasi prediksi curah hujan diperlukan untuk memberikan informasi dini dalam perencanaan tanam ke depan mengingat ketidakpastian kondisi iklim di masa mendatang, terutama di wilayah yang sering terkena dampak anomali iklim. Prediksi curah hujan melalui pendekatan teknik analisis dan pemilihan model dalam menyusun peluang penyimpangan curah hujan sudah banyak dilakukan melalui analisis keterkaitan waktu seperti regresi *fourier*, analisis *fractal*, jaringan saraf (Dupe, 1999; Haryanto, 1999, Boer, 2002; Pramudia, 2008), atau pendekatan analisis hubungan curah hujan dengan anomali suhu muka laut Nino 3,4 (Pramudia, 2008). Penggunaan *Artificial Neural Network* atau Analisis Jaringan Syaraf Tiruan (JST) untuk menentukan penyimpangan curah hujan menjadi pilihan karena kemampuannya dalam merepresentasikan hubungan linier maupun nonlinear, terutama hubungan nonlinear yang rumit (Hecht-Nielsen, 1988; DARPA, 1998).

Aplikasi JST di bidang klimatologi telah diterapkan oleh Koesmaryono *et al.* (2007) di Kabupaten Karawang dan Subang. Model tersebut cukup sensitif dengan tingkat kesalahan masing-masing 5,1 mm dan 7,9 mm. Namun model tersebut belum mampu memprediksi nilai-nilai ekstrim curah hujan yang terjadi sewaktu-waktu. Selanjutnya dikembangkan model yang dibangun menggunakan data nilai anomali SST dan SOI menggunakan analisis jaringan syaraf propagasi terbalik. Diperoleh hasil ketepatan model antara 80-91% dan tingkat kesalahan prediksi berkisar antara 4,1 - 7,2 mm/bulan. Model ini menghasilkan nilai prediksi yang dibatasi oleh nilai minimum dan maksimum tertentu, sehingga hasilnya tidak lentur karena terbatas pada kisaran nilai tertentu (Pramudia, 2008).

Pada penelitian ini dikembangkan alternatif lain model prediksi curah hujan menggunakan teknik analisis jaringan

syaraf propagasi balik menggunakan input data Anomali suhu permukaan laut di *Nino3.4* dan *Dipole Mode Index* (DMI). Penelitian bertujuan untuk (1) menyusun model prediksi curah hujan menggunakan teknik analisis jaringan syaraf tiruan, (2) mengaplikasikan model prediksi di sentra produksi padi, dan (3) membandingkan model prediksi di dua sentra produksi padi. Diharapkan model prediksi curah hujan ini dapat menjadi perhitungan dasar dalam penetapan waktu dan pola tanam khususnya tanaman pangan sehingga dapat mendukung program Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu yang telah dan sedang dikembangkan Kementerian Pertanian dalam mengantisipasi dampak perubahan dan variabilitas iklim.

BAHAN DAN METODE

Penelitian berupa *desk study* dengan mengambil contoh kasus pada dua sentra produksi padi di Jawa Barat yang mempunyai karakteristik iklim berbeda, yaitu di Kabupaten Indramayu dan Cianjur. Tahap penelitian adalah:

(1) Pengumpulan data curah hujan periode 1990-2008 dan peta informasi Stasiun Curah Hujan dan Klimatologi di seluruh Kabupaten Indramayu dan Cianjur berdasarkan besar kecilnya dampak anomali iklim di setiap kecamatan. Analisis tersebut mengacu kepada analisis yang dilakukan oleh Koesmaryono *et al.* (2008) menggunakan kombinasi input anomali SST *Nino3-4* dan DMI. Nilai anomali SST yang terjadi pada zona *Nino3.4* di Samudera Pasifik pada tahun 1990-2008 (<http://www.cpc.noaa.gov/data/indices/sstoi.indices>) dan Nilai *Dipole Mode Index* (DMI) Samudera Hindia pada tahun 1990-2008 (www.jamstec.go.jp). Stasiun perwakilan dipilih berdasarkan besar kecilnya dampak ENSO (*El Niño Southern Oscillation*) dan IOD (*Indian Ocean Dipole*) di setiap kecamatan, kemudian dilakukan uji homogenitas untuk mengetahui kehomogenan data tiap stasiun. Selanjutnya dipilih stasiun yang memiliki kelengkapan data paling baik.

(2) penyusunan model prediksi curah hujan menggunakan teknik analisis jaringan syaraf propagasi balik. Model disusun menggunakan teknik analisis jaringan syaraf propagasi balik. Keluaran model adalah nilai curah hujan empat bulan ke depan ($Y=CH_{t+4}$). Data masukan yang digunakan adalah kode bulan (t) sebagai ($X_1=t$), nilai curah hujan empat bulan sebelumnya ($X_2=CH_{t-4}$), nilai curah hujan tiga bulan sebelumnya ($X_3=CH_{t-3}$), nilai curah hujan dua bulan sebelumnya ($X_4=CH_{t-2}$) dan nilai curah hujan satu bulan sebelumnya ($X_5=CH_{t-1}$), nilai *Dipole Mode Index* (DMI) pada waktu t ($X_6=DMI_t$), dan nilai anomali SST *Nino3.4* pada waktu t ($X_7=AnoNino3.4_t$). Data yang digunakan untuk pembentukan model adalah data tahun 1990-2008. Aturan penyelesaian formal dalam penetapan bobot atau koefisien persamaan dapat dijelaskan sebagai berikut: **Langkah 1.** Merupakan Inisialisasi dengan Normalisasi data input X_i dan nilai target t_k ke dalam kisaran [0 ... 1] kemudian menetapkan nilai acak untuk semua pembobot w_{ij} dan v_{jk} . dimana, w_{ij} adalah pembobot antara matrik X dengan matrik H (matrik antara yang tersembunyi)

dan v_{jk} adalah nilai-nilai pembobot antara matrik H dengan matrik Y. Model disusun dengan menambah jumlah simpul dari pengembangan model sebelumnya, H=8 (Eksawati, 2009) menjadi H=10. Nilai bobot awal ditetapkan secara acak (*trial and error*) pada kisaran nilai 0,1-1,0.

Langkah 2. Merupakan tahap langkah maju ke depan berupa pendugaan y (nilai hujan prediksi) dan t (nilai hujan aktual). Terdiri dari penentuan *training set* untuk input X_i dan nilai target T_k . dan perhitungan h_j melalui persamaan:

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

dimana : $\sum w_{ij} x_i = W_{0j} * X_0 + W_{1j} * X_1 + W_{2j} * X_2 + W_{3j} * X_3 + W_{4j} * X_4 + W_{5j} * X_5 + W_{6j} * X_6 + W_{7j} * X_7$

Dilanjutkan dengan menghitung Y_k melalui persamaan:

$$Y_k = \frac{1}{1 + e^{-\beta \sum v_{kj} h_j}} \quad \text{dimana: } Y_k = X_k$$

$\sum v_{kj} h_j = w_0 * h_0 + w_1 * h_1 + w_2 * h_2 + w_3 * h_3 + w_4 * h_4 + w_5 * h_5 + w_6 * h_6 + \dots + w_n * h_n$

Langkah 3. Penentuan nilai galat E per tahun, sebagai berikut:

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

dimana, t_{kp} = nilai target data ke-p dari *training set* node k, dan y_{kp} = nilai dugaan data ke-p dari *training set* node k.

Langkah 4. Proses *learning* atau *training set*. Proses ini untuk menentukan nilai bobot v_{jk} dan w_{ij} melalui iterasi. Target dari proses iterasi adalah menentukan nilai y (prediksi) sedekat mungkin dengan nilai t (aktual) sehingga menghasilkan galat yang mendekati nilai nol. Proses dihentikan jika galat pada iterasi ke-(m) dengan iterasi ke-($m-1$) berselisih 0,0001.

(3) Validasi dengan membandingkan keluaran model yang telah terbentuk dengan data curah hujan aktual. Uji validasi adalah membandingkan keluaran model yang telah terbentuk dengan data curah hujan aktual. Validasi model menggunakan data tahun 2004-2008

(4) Prediksi curah hujan dibandingkan dengan hasil prediksi iklim global berdasarkan nilai prediksi anomali SST Nino 3.4 dan DMI tahun 2009 - 2010 (<http://www.bom.gov.au/climate>). Model terbaik ditentukan dengan mempertimbangkan nilai R2, MSE, jumlah iterasi serta kesesuaian antara plot hasil prediksi dengan nilai aktual. Model terbaik adalah model yang memiliki nilai R2 besar, nilai MSE terkecil, jumlah iterasi yang lebih sedikit serta memiliki kesesuaian yang paling baik antara nilai prediksi dengan nilai aktual. Model terbaik setelah melalui tahap pembentukan dan uji validasi digunakan untuk prediksi nilai curah hujan tahun 2009-2010 yang dibandingkan dengan hasil prediksi global yang diprediksi oleh Australian Government-Bureau of Meteorology (<http://www.bom.gov.au/climate>) pada rentang waktu yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyusunan Model Prediksi Curah Hujan

Model prediksi dibangun dengan beberapa peubah masukan, yaitu curah hujan, nilai Anomali SST zona Nino3.4 dan nilai DMI. Penyusunan model dilakukan dengan cara *trial and error* menggunakan jumlah simpul H=8 dan H=10 yang dikombinasikan dengan nilai bobot awal antara 0,1-1,0. Kabupaten Indramayu diwakili oleh Stasiun Bongas dan Anjatan, sedangkan Kabupaten Cianjur diwakili oleh Stasiun Karangtengah dan Warungkondang sehingga dihasilkan empat model yang mewakili stasiun tersebut. Keempat stasiun memiliki korelasi yang paling kuat dengan kejadian anomali SST di Pasifik Equatorial dan Samudera Hindia (Koesmaryono *et al.*, 2008).

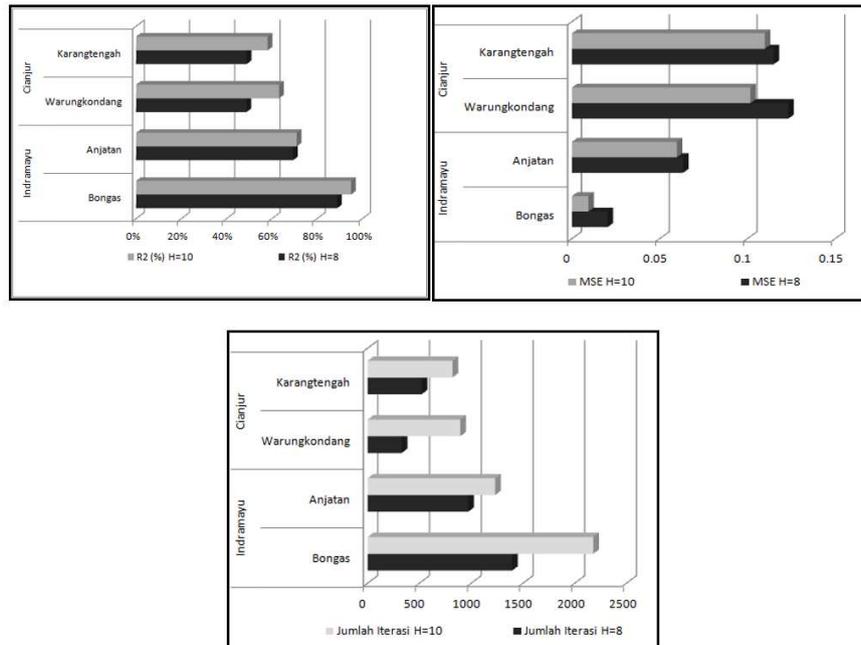
Hasil iterasi model prediksi di Kabupaten Indramayu (stasiun Anjatan dan Bongas) maupun di Kabupaten Cianjur (stasiun Karangtengah dan Warungkondang) dengan jumlah simpul H=10 memperoleh nilai koefisien determinan (R^2) 0,58-0,95. Nilai tersebut lebih besar dibandingkan dengan R2 yang diperoleh pada simpul H=8 dengan kisaran 0,49-0,89 (Gambar 1a). Nilai kesalahan pangkat rata-rata (MSE) pada simpul H=10 berkisar antara 0,1018-0,1099 untuk Kabupaten Cianjur dan 0,0598 - 0,0094 untuk Kabupaten Indramayu (Gambar 1b). Nilai R^2 yang tinggi ternyata diikuti oleh jumlah iterasi yang besar (Gambar 1c). Secara keseluruhan hasil iterasi model prediksi di Kabupaten Indramayu lebih baik dibandingkan dengan di Kabupaten Cianjur.

Selanjutnya dilakukan *training set* untuk mengetahui kelenturan model terhadap nilai aktualnya. Training set di Kabupaten Indramayu dengan nilai akurasi tertinggi disajikan pada Gambar 2. Model yang diperoleh di Stasiun Bongas dan Anjatan dapat menggambarkan nilai aktual dengan baik. Kelenturan model terlihat dengan jelas yang dibuktikan oleh hampir semua nilai-nilai ekstrim tinggi dapat dijangkau oleh model dengan baik, demikian juga nilai yang rendah.

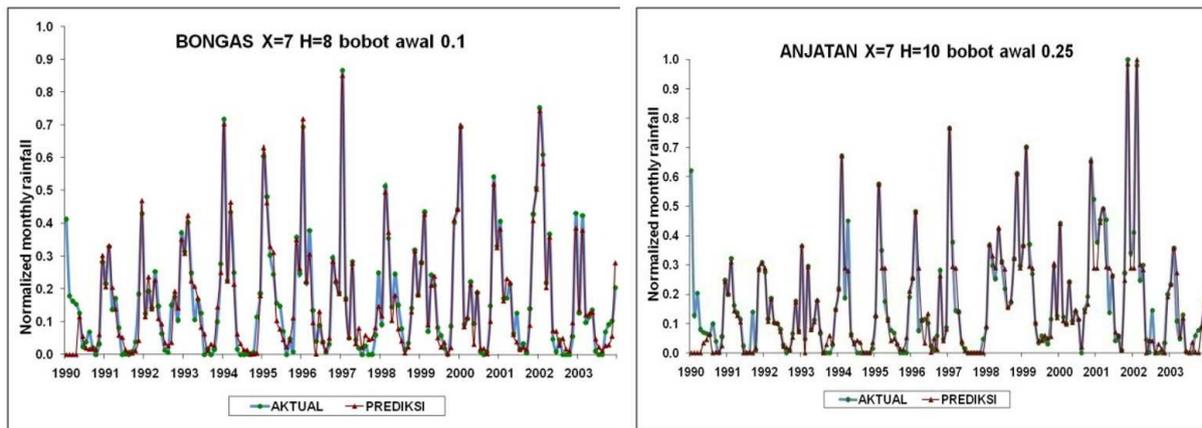
Model yang disusun dengan parameter curah hujan empat bulan sebelumnya dan nilai anomali SST Nino3.4 dan DMI ternyata cukup mampu menggambarkan variabilitas curah hujan di Kabupaten Indramayu. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Koesmaryono *et al.* (2009), yang menyatakan anomali iklim di Kecamatan Bongas dan Anjatan, baik disebabkan oleh ENSO maupun IOD, berpengaruh pada level sedang sampai tinggi.

Hasil *training set* pembentukan model terbaik di Kabupaten Cianjur ditunjukkan pada Gambar 3. Model di Stasiun Warungkondang pada awalnya mampu mengikuti pola nilai aktual dengan baik, tetapi kemudian tidak mampu menggambarkan nilai-nilai ekstrim. Di stasiun Karang Tengah, model dapat mengikuti pola nilai aktual, tetapi tidak mampu menggambarkan nilai-nilai ekstrim dengan baik. Hal ini disebabkan oleh faktor ENSO dan DMI yang tidak berpengaruh kuat terhadap curah hujan di Cianjur dan adanya pengaruh faktor lokal yang lebih kuat (Koesmaryono *et al.*, 2008)

Hampir semua hasil *training set* terbaik diberikan



Gambar 1. a) nilai koefisien determinan (R2), b) nilai kesalahan pangkat rata-rata (MSE), dan c) jumlah iterasi model prediksi curah hujan di Kabupaten Indramayu dan Cianjur



Gambar 2. Hasil training set pembentukan model dengan akurasi tertinggi di Stasiun a) Bongas dan b) Anjatan Kabupaten Indramayu.

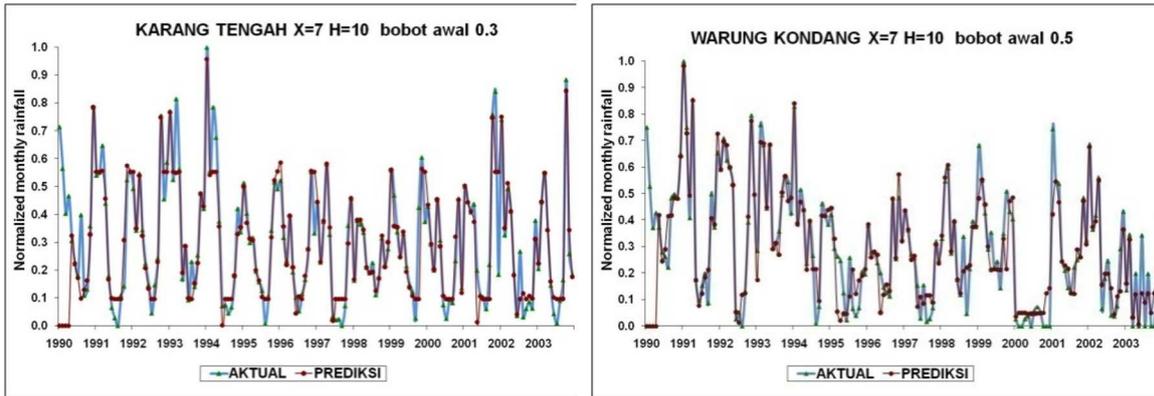
penggunaan 10 simpul, sesuai dengan hasil yang diperoleh Syarifuddin (2009), yang menyatakan penambahan lapisan antara (*hidden layer*) dapat meningkatkan ketelitian model. Akan tetapi penambahan lapisan tersebut juga menyebabkan jumlah iterasi yang lebih banyak, sehingga dibutuhkan waktu yang lebih lama dan memperbesar kemungkinan terjadinya *overfitting*.

Validasi Model

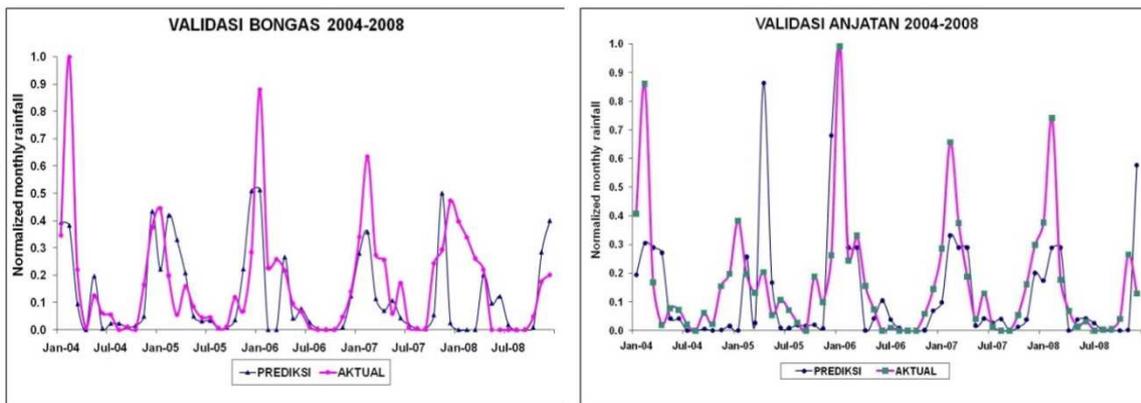
Validasi model dilakukan dengan menggunakan data periode 2004-2008. Hasil validasi untuk Indramayu ditampilkan pada Gambar 4, secara umum menunjukkan model dapat mengikuti nilai aktual, tetapi pada nilai-nilai ekstrim sering terjadi *overfitting*. Di stasiun Bongas diperoleh nilai MSE rata-rata tahunan sebesar 0,180, dengan nilai MSE terkecil pada tahun 2005 dan 2006

sedangkan hasil MSE rata-rata dari stasiun Anjatan diperoleh nilai 0,212, dengan nilai terbaik pada tahun 2007 sebesar 0,246. Dari hasil validasi keseluruhan di Kabupaten Indramayu dapat dilihat bahwa validasi model terbaik terjadi pada saat musim kemarau terutama bulan Juni-Juli-Agustus. Hasil ini sejalan dengan studi Giannini (2006) yang menunjukkan bahwa di Indonesia tingkat kemampuan prediksi relatif tinggi untuk musim transisi dan kemarau, sedangkan untuk musim hujan kemampuan prediksi relatif rendah.

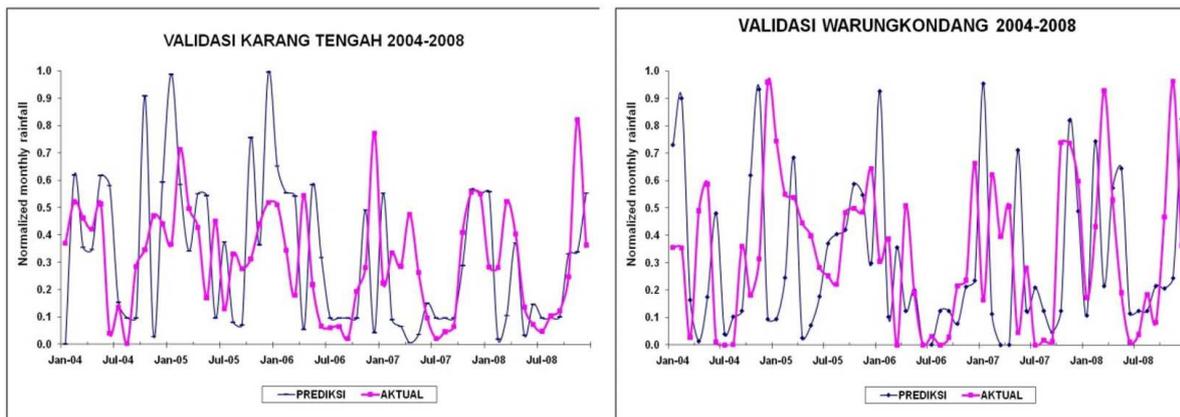
Validasi yang diperoleh di Kabupaten Cianjur ditampilkan pada Gambar 5. Terlihat model kurang mampu menggambarkan nilai aktual variabilitas curah hujan. Nilai rata-rata MSE yang diperoleh di Karang Tengah adalah 0.278, dengan nilai terkecil terjadi pada tahun 2007 dengan rata-rata 0.204. Di Warung Kondang



Gambar 3. Hasil *training set* pembentukan model dengan akurasi tertinggi pada a) stasiun Karang Tengah dan b) Warung Kondang, Kabupaten Cianjur



Gambar 4. Validasi model Prediksi curah hujan di a) stasiun Bongas dan b) stasiun Anjatan, Kabupaten Indramayu



Gambar 5. Validasi model Prediksi curah hujan di Karang Tengah dan Warung Kondang, Kabupaten Cianjur

diperoleh nilai MSE yang besar yaitu 0.830 dengan nilai terkecil 0.483.

Kecenderungan hasil validasi untuk kedua wilayah menunjukkan model yang memiliki nilai R2 yang besar akan diikuti oleh nilai MSE validasi yang besar. Hasil penelitian Eksawati (2009) dan Syarifuddin (2009) menunjukkan hal yang sama. Kemungkinan penyebab nilai validasi model kurang akurat adalah karena perbedaan pola curah hujan yang digunakan saat pembentukan model dan saat validasi model serta

penggunaan interval waktu yang berbeda antara proses pembentukan dan validasi model. Penyebab lain bisa ditimbulkan oleh *overfitting*, karena banyaknya jumlah iterasi pada model dengan nilai R2 terbesar.

Perbandingan Model Prediksi di Kabupaten Indramayu dan Cianjur

Hasil penyusunan model dan prediksi di kedua wilayah, menunjukkan model menggambarkan variabilitas hujan

dengan baik. (Tabel 1). Nilai R² Kabupaten Indramayu yang diwakili oleh stasiun Bongas dan Anjatan di atas 90%, sedangkan di Kabupaten Cianjur (Karang Tengah dan Warung kondang) di bawah 90%. Nilai tersebut menunjukkan model yang dihasilkan di Indramayu lebih baik dibandingkan dengan Cianjur. Hal ini didukung oleh nilai MSE model dan MSE validasi Indramayu lebih kecil dibanding Cianjur.

Indramayu memiliki curah hujan musonal, mampu digambarkan model dengan input anomali SST dan DMI. Di wilayah ini, musim kemarau dan musim transisi hujan dipengaruhi oleh ENSO/El-Niño (Kishore *et al.*, 2000; Liong *et al.*, 2003). Evaluasi yang dilakukan pada setiap stasiun menunjukkan Kabupaten Indramayu dipengaruhi oleh fenomena El-Niño (Suciantini *et al.*, 2004).

Analisis yang dilakukan Koesmaryono *et al.* (2009) menunjukkan pada bulan Juni-Agustus pengaruh ENSO terjadi di sebagian wilayah Indramayu dan Cirebon, pengaruh IOD mendominasi pada bulan September-November di sebagian selatan wilayah Cianjur dan Sukabumi. Secara bersamaan ENSO dan IOD mempengaruhi hampir seluruh wilayah Jawa Barat, kecuali sebagian besar wilayah barat.

Meskipun menggunakan input model yang sama, model di Kabupaten Cianjur tidak dapat menggambarkan variabilitas hujan sebaik di Kabupaten Indramayu. Hasil ini disebabkan karena pengaruh masing-masing anomali iklim bervariasi di berbagai wilayah (Banu, 2003) dan pengaruh lokal terutama topografi. Menurut Las (2000), besarnya pengaruh anomali iklim terhadap curah hujan ditentukan oleh tiga faktor, yaitu: 1) posisi ekuatorial yang terkait dengan peranan angin pasat, 2) pengaruh musonal dalam kaitannya dengan peranan angin monsun, terutama monsun barat, dan 3) pengaruh lokal

terutama aspek topografi, pegunungan, sistem hidrologi dan lain-lain.

Prediksi Curah Hujan

Hasil prediksi curah hujan di Indramayu untuk periode 2009 - 2010 disajikan pada Gambar 6. Puncak hujan di Stasiun Bongas terjadi di bulan Maret dan terendah pada bulan Agustus-September. Nilai hujan berkisar antara 7,4-319,8 mm. Di stasiun Anjatan puncak hujan terjadi pada bulan Januari dan hujan terendah terjadi di bulan Juli-September. Nilai hujan berkisar antara 0,2-567,4 mm.

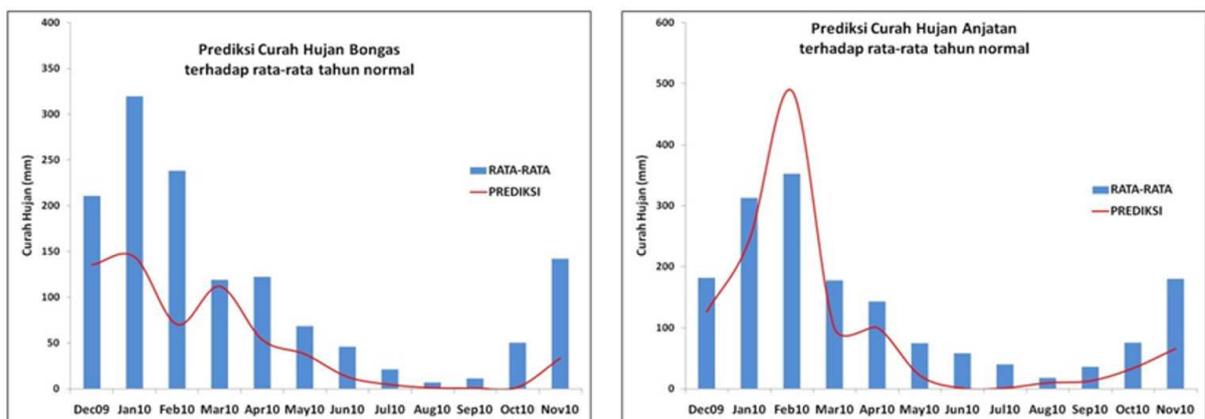
Hampir sepanjang tahun curah hujan di stasiun perwakilan Indramayu berada di bawah normal. Hal ini terutama dipengaruhi oleh kondisi anomali SST pada awal tahun 2010. Diprediksi bahwa oleh Australian Government-Bureau of Meteorology kondisi terus menghangat sampai puncak musim panas di belahan bumi selatan dan mulai menurun pada bulan Maret. IOD berada pada kondisi normal sampai Agustus 2010.

Model yang dihasilkan untuk Kabupaten Cianjur memiliki nilai validasi yang rendah sehingga disarankan tidak menggunakan model tersebut untuk prediksi (Gambar 7). Terlihat hasil prediksi memiliki pola yang berbeda dengan rata-rata tahun normal.

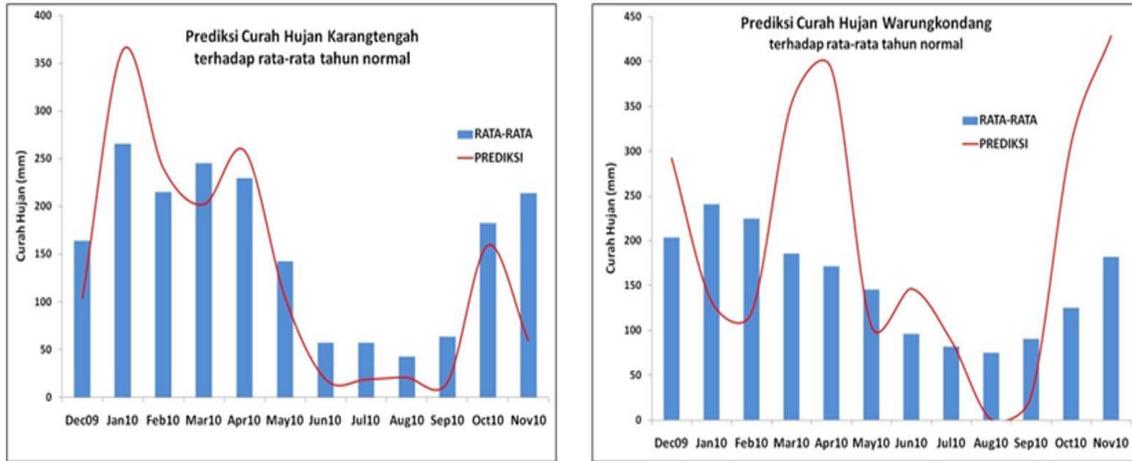
Di Stasiun Karang Tengah diprediksi hujan berada di atas normal pada bulan Januari-April, dan di bawah normal pada bulan Juni-November dengan nilai prediksi antara 15,1-363,8 mm. Di stasiun Warung kondang puncak curah hujan terjadi pada bulan April dan November masing-masing sebesar 391,9 mm dan 428,5 mm, terendah pada bulan Agustus rata-rata 0,2 mm.

Tabel 1. Tabel Perbandingan Pengembangan Model di Kabupaten Indramayu dan Cianjur

Kabupaten	Stasiun	R ² Model	MSE Model	MSE Validasi
Indramayu	Bongas	98 %	0.008	0.180
	Anjatan	96 %	0.009	0.212
Cianjur	Karang tengah	87 %	0.035	0.471
	Warung kondang	87 %	0.035	0.830



Gambar 6. Hasil prediksi curah hujan di Indramayu



Gambar 7. Hasil prediksi curah hujan di Cianjur

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil penyusunan model dan prediksi hujan pada dua sentra produksi padi di Jawa Barat (Kabupaten Indramayu dan Cianjur), memiliki variabilitas dengan baik. Penyusunan model yang diaplikasikan di wilayah yang sering terpengaruh oleh kejadian ENSO dan IOD (Kabupaten Indramayu) lebih baik dibandingkan dengan wilayah yang tidak terpengaruh oleh kejadian tersebut (Kabupaten Cianjur).

Validasi menggunakan input anomali suhu muka laut di Nino3-4 dan DMI menunjukkan model yang diaplikasikan di Indramayu mampu mengikuti nilai aktual variabilitas curah hujan terutama pada saat musim kemarau. Di Cianjur, model kurang mampu menggambarkan nilai aktual dengan baik.

Model yang dihasilkan untuk Kabupaten Cianjur memiliki nilai validasi yang rendah sehingga disarankan tidak menggunakan model tersebut untuk prediksi.

Saran

Validasi model prediksi hujan pada wilayah yang tidak terkena dampak ENSO dan IOD seperti di Cianjur kurang baik, dan dapat dimodifikasi dengan menambahkan peluang kejadian hujan di wilayah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Abram N.J, Gagan M.K, Liu Z, Hantoro W.S, McCulloch MT and Suwargadi B.W. 2007. Seasonal characteristics of the Indian Ocean Dipole during the Holocene epoch. *Nature* 445, doi: 10.1038/nature05477.

Apriyana, Y. 2003. Contribution de l'analyse agro climatique a l'évaluation des possibilités de développer les cultures maraichers de Java, Indonésie (Cas de Pagerejo, Java Central et de Selpoamioro, Yogyakarta). Thèse de Master of Science. Centre National d'études agronomiques des régions chaudes. 115p.

Apriyana, Y. 2011. Penetapan Kalender Tanam Padi Berdasarkan Fenomena ENSO (El Nino Southern Oscillation) dan IOD (Indian Ocean Dipole) di Wilayah Monsunal dan Equatorial. Disertasi. Sekolah Pascasarjana IPB. 187 hlm.

Banu. 2003. Analisis interaksi monsoon, ENSO dan DM serta kaitannya dengan variabilitas curah hujan dan angin permukaan di benua maritim Indonesia. Tesis. Prodi OSA-ITB. Bandung.

Boer, R. 1999. Peranan Informasi Iklim dan Cuaca untuk Perdagangan Komoditas Pertanian. Laboratorium Klimatologi, Jurusan Geofisika dan Meteorologi, FMIPAIPB, Bogor. Disampaikan pada Indofutop Derivates Training, 12-16 Juli 1999.

Boer, R. 2002. Analisis Risiko Iklim untuk Produksi Pertanian. Pelatihan Dosen PT Se Sumatera-Kalimantan dalam Bidang Pemodelan dan Simulasi Pertanian dan Lingkungan, Bogor 1-13 Juli 2002.

[DARPA] Defense Advanced Research Project Agency. 1988. Neural Network Study Alexandria, VA: AFCEA International Press, p. 60.

Dupe, Z.L. dan B. Tjasyono. 1998. El Niño Dampaknya terhadap Cuaca dan Musim di Indonesia. Makalah disampaikan pada Semiloka El Niño, Jurusan Geofisika dan Meteorologi, ITB, Bandung.

Eksawati, R. 2009. Penggunaan Analisis Jaringan Syaraf (Neural Network Analysis) Untuk Menyusun Model Prediksi Curah Hujan Di Kabupaten Ngawi Jawa Timur. Skripsi. Departemen Geofisika dan Meteorologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Giannini, A. 2006. Seasonality in the predictability of Indonesian monsoonal climate. Paper presented at International Workshop on Use of Ocean Observations to Enhance Sustainable Development-Training and Capacity Building Workshop for the Eastern Indian Ocean, Bali, 7-9 June 2006.
- Hecht-Nielsen, R. 1988. Applications on Counterpropagation Networks. *Neural Networks* 1:131-139.
- Kishore, K.A., R. Subbiah, T. Sribimawati, S. Diharto, S. Alimoeso, P. Rogers, and A. Setiana. 2000. Indonesia Country Study. Asian Disaster Preparedness Center (ADPC) with sponsored by UNEP/NCAR/WMO/UNU/ISDR and Office of Foreign Disaster and NOAA. Pathumthani, Thailand.
- Koesmaryono, Y., I. Las, E. Runtuuwu, T. June, dan A. Pramudia. 2007. Analisis dan Prediksi Curah Hujan Untuk Pendugaan Produksi Padi Dalam Rangka Antisipasi Kerawanan Pangan. Laporan Hasil Penelitian Kerjasama IPB dengan Badan Litbang Pertanian.
- Koesmaryono, Y., I. Las, E. Aldrian, E. Runtuuwu, H. Syahbuddin, Y. Apriyana, F. Ramadhani, dan W. Trinugroho. 2008. Sensitivitas Dan Dinamika Kalender Tanam Padi Terhadap Parameter Enso (El-Nino-Southern Oscillation) dan IOD (Indian Ocean Dipole Mode) di Daerah Monsunal dan Equatorial. Laporan Hasil Penelitian Kerjasama IPB dengan Badan Litbang Pertanian. 74 hlm.
- Koesmaryono Y., I. Las, E. Aldrian, E. Runtuuwu, A. Pramudia, Y. Apriyana, F. Ramadhani, dan W. Trinugroho. 2009. Pengembangan Standar Operasional Prosedur Adaptasi Kalender Tanaman Padi Terhadap ENSO-IOD Berbasis Sumberdaya Iklim dan Air.Pangan. Laporan Hasil Penelitian Kerjasama IPB dengan Badan Litbang Pertanian. 73 hlm.
- Las, I. 2000. Peluang Kejadian El Niño dan La Niña Tahun 1900-2000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Litbang Pertanian. Bogor. Tidak Dipublikasikan.
- Liong, H., Bannu dan P.M Siregar. 2003. Peranan Pengelompokan Samar dalam Prediksi Kekeringan di Indonesia Berkaitan dengan ENSO dan IOD *Jurnal Matematika dan Sains* 8(2) : 57 – 61.
- Naylor, R.L., W.P. Falcon, D. Rochberg, and N. Wada. 2001. Using El-Niño/Southern Oscillation Climate Data to Predict Rice Production inIndonesia. *Climatic Change* 50: 255-265.
- Partridge, I.J. dan M. Mansur. 2002. Kapan Hujan Turun? Dampak Osilasi Selatan dan El-Niño di Indonesia. The State of Queensland, Department of Primary Industries. Publishing Services, DPI, Brisbane.
- Pramudia, A. 2008. Pewilayahan Hujan dan Model Prediksi Curah Hujan Untyuk Mendukung Analisis Ketersediaan san Kerentanan Pangan di Sentra Produksi Padi. Disertasi. Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor.
- Saji, N.H., B.N. Goswami, P.N. Vinayachandran, and T. Yamagata. 1999. A dipolemode in the tropical Indian Ocean. *Nature* 401: 360-363.
- Singh, A., V.S. Phadke, and Anand Pathwarhan. 2011. Impact of Drought nad Flood on Indian Food Grain Production. Challenges and Opportunities in Agrometeorology. Springer Berlin Heidelberg. p. 421-433.
- Slingo, J.M, Challinor A.J, Hoskins, B.J, and Wheeler T.R. 2005. Introduction: food crops in a changing climate. *Phil. Trans. R. Soc. B* 360, 1983-1989. (doi:10.1098/rstb.2005.1755).
- Suciantini, Boer R., dan Hidayati R. 2004. Evaluasi Prakiraan Sifat Hujan dan Penyusunan Model Prediksi Musim; Studi Kasus Kabupaten Indramayu. Sebagian dari Thesis. Fakultas Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Syarifuddin, M. 2009. Pengembangan Model Jaringan Syaraf Tiruan untuk Prediksi Curah Hujan Bulanan dan Pemanfaatannya Bagi Perencanaan Pertanian di Kabupaten Subang dan Karawang. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Thesis. 84 hlm.
- Syarifuddin, M. 2009. Validasi Model Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Curah Hujan dan Aplikasinya Bagi Perencanaan Pertanian di Pantai Utara Jawa Barat. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Thesis. 84 hlm.
- Takarama, T., P. Setyani and E. Aldrian. 2015. Climate Change Vulnerability to Rice Paddy Production in Bali, Indonesia. *Handbook of Climate Change Adaptation*. Springer Berlin Heidelberg. p. 1731-1757.
- Webb, R.H. and M. Collier. 2002. *Floods, Droughts, and Climate*. University of Arizona Press. 160 pp.
- Yamagata, T., A. Karumuri, and G. Zhaoyong. 2001. Indian Ocean Dipole Phenomenon's Impact on Correlation between Indian Monsoon and El-Niño/Southern Oscillation. NASDA and JAMSTEC. <http://www.jamstec.go.jp/>.