

Model Evaluasi Iklim Maritim Tropis Berbasis Sistem Inferensi Fuzzy Jaringan Saraf Adaptif

Rahmat Gernowo ^{1*}, Denny Nugroho S ²

¹⁾ Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, UNDIP

²⁾ Program Studi Oseanografi, Jurusan Ilmu Kelautan, FPIK, UNDIP

Abstrak

Telah dilakukan studi model prediksi iklim maritim tropis berdasarkan data curah hujan (khususnya Pantai Pulau Jawa) dengan model sistem Inferensi Fuzzy jaringan saraf adaptif (ANFIS), untuk pengolahan data curah hujan dalam kurun waktu 10 tahun (tahun 1988 - 1998) sebagai data historis pada proses pembelajaran. Perangkat lunak yang dimanfaatkan antara lain ANFIS dari sistem fuzzy. Hasil yang diperoleh, dengan sistem fuzzy menunjukkan jangkauan estimasi untuk seluruh daerah penelitian diperoleh sebesar 89,51 % untuk pengolahan dengan anfis. Variabilitas curah hujan, khususnya daerah pengamatan pantai pulau Jawa menunjukkan pola curah hujan muson yaitu curah hujan tertinggi ada pada awal dan akhir pentad dan mulai menurun hingga pertengahan pentad.

Kata kunci : Prediksi, Iklim maritim tropis, ANFIS

Abstract

Study of tropical maritim climate base rainfall-data prediction modeling has been done by using ANFIS model.. As history data (Coastal of Java Island in particular) in learning process was taken from 10 years period (from 1988 to 1998). The ANFIS software was applied in the analysis. The ANFIS processing result show of estimation, with average estimation of the all experiment zone are 89,51 % by ANFIS processing. Rainfall variability of the ANFIS modeling processing with the special in Coastal of Java Island shows the monsoon rainfall pattern that reach top level at the first and final pentad and decrease until the middle pentad.

Key words : Prediction, Tropical maritim climate, ANFIS.

Pendahuluan

Kondisi geografis Indonesia yang berbentuk kepulauan, menyebabkan iklim di Indonesia menjadi iklim equator yang spesifik dan rumit dikarenakan adanya daerah tekanan Asia dan Australia serta pola angin musun. Akibat kondisi tersebut maka hujan yang jatuh di wilayah Indonesia digolongkan menjadi tiga jenis yaitu ; hujan konvektif, hujan orografik dan hujan konvergensi. (Bayong, 1999).

Variabilitas curah hujan, sangat menarik untuk diamati khususnya di wilayah iklim maritim tropis seperti Indonesia. Wilayah kontinen maritim Indonesia mempunyai dua musim yang sifatnya khas dan berbeda satu dengan lainnya yaitu musim hujan dan musim kemarau. Salah satu ciri yang membedakan kedua musim tersebut adalah variasi curah hujan yang terjadi dalam kedua musim tersebut. (Ratag, 1994).

Oleh karena hal tersebut di atas, maka timbul usaha-usaha untuk meneliti, mengkaji serta

memprediksi masalah variasi musim yang akan datang (Henderson et al., 1987) Dalam makalah ini akan dibahas model sistem fuzzy, yang menerapkan sistem analisa berdasarkan pembelajaran dari data-data masa lampau (Kushardono, 1997). Data curah hujan untuk suatu wilayah penelitian (dalam penelitian ini 10 tahun kebelakang 1988-1998) dipakai sebagai dasar pembelajaran untuk pengambilan analisa pada masa yang akan datang.

Materi dan Metode

Materi yang digunakan adalah data curah hujan, meliputi pantai-pantai di pulau Jawa yang diwakili oleh 4 stasiun pencatat curah hujan. Dari seluruh stasiun masing-masing mencatat data curah hujan harian dalam kurun waktu 10 tahun, yaitu dari tahun 1988 sampai tahun 1998. Data tersebut diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG). Dalam makalah ini akan dibatasi hanya untuk mengetahui hasil

prediksi dari curah hujan untuk dua tahun mendatang (tahun 1999 sampai tahun 2000). Dalam metoda tersebut, data diolah dalam bentuk *pentad* (total lima harian). Validasi hasil prediksi dilakukan dengan memperhatikan pengaruh efek global yaitu berupa El Niño maupun La Niña, serta pengaruh efek regional berupa monsun dan efek lokal ditinjau dari kondisi geografis daerah penelitian (Gernowo, 2000)

Dalam kajian ini digunakan perangkat lunak sistim inferensi fuzzy jaringan saraf adaptif (*ANFIS*). Sebelum diproses dengan ANFIS data dinormalisasi (Enders, 1980) yaitu dibagi dengan curah hujan tertinggi selama pengukuran kemudian di rata-rata berjalan (*moving average*) dengan persamaan berikut:

$$X_n = \frac{X_{t-2} + 4X_t + 2X_{t-1} + 2X_{t+1} + X_{t+2}}{10} \quad 1$$

dengan ; X_n = hasil *moving average* data ke n

n = jumlah data

X_t = data ke t

t = waktu pengukuran ke t

Perlakuan data setelah diolah dengan persamaan (.1), selanjutnya untuk proses penganalisaan data dibagi menjadi dua bagian yaitu 2/3 dari banyaknya data untuk proses pembelajaran sedangkan 1/3 dari banyaknya data untuk validasi hasil perhitungan. Sedangkan untuk proses prediksi dua tahun kedepan dilakukan setelah hasil analisa dari sistim fuzzy dianggap layak (diterima) berdasarkan validasi dengan data tenukur.

Sistem inferensi fuzzy jaringan saraf adaptatif (*ANFIS*), yang merupakan kepanjangan dari *adaptive neuro fuzzy inference system* adalah salah satu model yang digunakan untuk memproses suatu data dengan struktur pengolahan secara paralel. Salah satu skema ANFIS yang dikembangkan oleh Sugeno yaitu : neuro fuzzy (Jang,1995) dan (Jang,1997)

Pada ANFIS Sugeno orde pertama, ada dua masukan yaitu x dan y serta satu keluaran z atau (f dalam skema). Menurut Kwan et al. (1994) kalimat pengandaian matematika yang dipakai pada struktur ini, yaitu :

baris 1. Jika x anggota A_1 dan y anggota B_1 , maka $f_1 = p_1 x + q_1 y + r_1$

baris 2. Jika x anggota A_2 dan y anggota B_2 , maka $f_2 = p_2 x + q_2 y + r_2$

Lapisan 1. Setiap titik ke i pada lapisan skema di atas adalah sebuah titik adaptif dengan fungsi titik.

(Notasi keluaran titik ke i pada lapisan I adalah : $O_{1,i}$)

$O_{1,i} = m_{A_i}(x)$, untuk $i = 1, 2$, atau

$O_{1,i} = m_{B_{i-2}}(y)$, untuk $i = 3, 4$,

Dengan x (atau y) adalah masukan dari titik ke i dan A_i (atau B_{i-2}) adalah label linguistik (" besar " atau " kecil ") yang berhubungan dengan titik ini. Dengan kata lain, $O_{1,i}$ adalah derajat keanggotaan dari himpunan fuzzy $A=(A_1, A_2, B_1$ atau $B_2)$ dan secara spesifik, derajat keanggotaan yang diberikan pada masukan x (atau y) sangat cocok dengan kuantitas A. Dimana fungsi keanggotan untuk A yaitu

$$\mu_A(x) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x - c_i}{a_i} \right|^{2b_i}} \quad .2$$

dengan (a_i, b_i, c_i) himpunan parameter (Benediktsson J.A., et. al. 1990)

Lapisan 2. Notasi Π pada lapisan ke 2 adalah menyatakan bahwa keluarannya merupakan hasil perkalian dari semua sinyal datang :

$O_{2,i} = \omega_i = \mu_{A_i}(x) \mu_{B_i}(y)$, $i = 1, 2$

Lapisan 3. Notasi N pada titik ke i adalah ;

$O_{3,i} = W_i = \omega_i / (\omega_1 + \omega_2)$, $i = 1, 2$ disebut faktor normalisasi.

Lapisan 4. Titik ke i pada lapisan ini adalah titik adaptif dengan fungsi titik.

$O_{4,i} = W_i f_i = W_i (p_i x + q_i y + r_i)$

Dimana W_i adalah faktor normalisasi pada lapisan ke 3 dan (p_i, q_i, r_i) himpunan parameter dan titik.

Lapisan 5. Notasi Σ adalah jumlah total dari keluaran sinyal yang datang;

$$O_{5,i} = \sum_i W_i f_i = \frac{\sum_i \omega_i f_i}{\sum_i \omega_i}$$

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan tabel.1, maka pemodelan dengan menggunakan sistem ANFIS termasuk dalam jangkauan estimasi yang masih bisa diterima, hal ini karena mempunyai nilai estimasi rata-rata untuk seluruh zona penelitian adalah 89,85 % untuk perhitungan dengan sistem Anfis. Hal ini dapat diambil kesimpulan bahwa dengan pendekatan matematis model Anfis, cukup baik digunakan untuk memprediksi kejadian variabilitas curah hujan dimasa yang akan datang.

Dari hasil prediksi untuk dua tahun (tahun 1999 dan 2000) dari data historis yang tersedia (tahun 1988-1998) diperoleh bentuk atau pola jenis curah hujan secara umum untuk seluruh daerah pengamatan terjadi pola dengan dua musim penghujan dan satu musim kemarau untuk semua jenis tempat pengamatan, hal ini karena bentuk atau pola grafik curah hujan tertinggi pada pentad pertama dan terakhir kemudian menurun pada pertengahan pentad dalam satu tahun.

Untuk stasiun pengamatan Semarang dan Jakarta dari Gambar 1.dan Gambar 2. prediksi pola jenis curah hujan telah terpenuhi khususnya untuk tipe hujan di Pulau Jawa, dalam arti bahwa terjadi curah hujan tertinggi pada pentad-pentad pertama dan terakhir dan terendah pada pentad menengah. Adapun ada penyimpangan pola pada sekitar pentad ke 12 hingga 17 (sekitar bulan Maret) yaitu bertambahnya nilai curah hujan, hal ini terjadi di daerah penelitian Banyuwangi dan Surabaya Gambar 3. dan Gambar 4., dikarenakan pada pentad-pentad tersebut merupakan masa transisi sehingga masih terdapat masa udara dari arah Barat daya yang membawa uap air dari samudra Indonesia ke arah pulau Jawa.

Pengaruh El Niño maupun La Niña secara umum akan berpengaruh pada pola jenis curah hujan khususnya di pulau Jawa, hal ini dapat diamati (Tabel 2.) bahwa pada tahun 1999 terjadi La Niña pada bulan Januari, Februari dan Maret sangat kuat, sedangkan pada bulan April, Mei dan Juni terjadi La Niña yang sedang. Adapun bulan Juli, Agustus dan September terjadi La Niña yang rendah sebagaimana hasil penelitian (Djarnaludin *et al.*, 1997) dan selanjutnya pada periode Oktober, Nopember dan Desember serta Januari, Februari dan Maret masih dalam daerah La Niña Hal di atas akan mengakibatkan terjadinya penyimpangan fluktuasi curah hujan di pulau Jawa secara umum (Zadrach dan The, 2000).

Dengan mengacu pada jenis dan kondisi pola variabilitas curah hujan dari gambar evaluasi model untuk masing-masing zona penelitian, secara umum dari keseluruhan lokasi penelitian pola curah hujan pentadean dalam satu tahun memperlihatkan tendensi

pada pola monsun yaitu bernilai besar pada pentad-pentad awal (sekitar bulan Januari), menurun hingga pentad-pentad menengah (sekitar bulan Juli) yang kemudian cenderung bertendensi naik hingga diakhir pentad (bulan Desember).

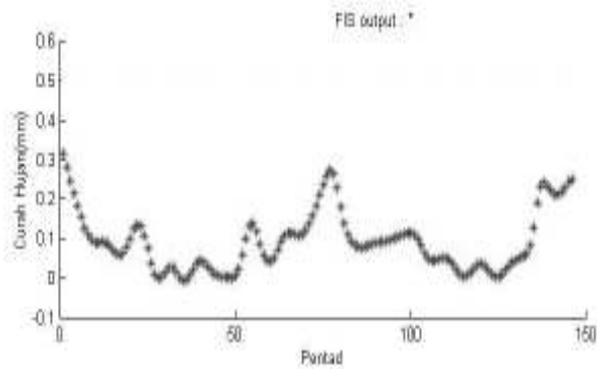
Untuk daerah pengamatan Jakarta, Semarang, Surabaya dan Banyuwangi termasuk daerah dengan tipe hujan konvektif, berdasarkan hal di atas pulau Jawa terdiri dari 80 % untuk seluruh wilayahnya mengalami hujan konvektif, hal ini akibat pengaruh monsun dan hanya sekitar 20 % yang merupakan hujan orografis. Hal ini sesuai dengan penelitian (Ratag,1994)) bahwa pulau Jawa secara khusus memiliki tipe hujan sebagian besar konvektif dan hanya pada zona-zona tertentu saja yang bersifat orografis.

Hasil prediksi untuk daerah pengamatan Jakarta, Semarang dan Surabaya yang merupakan daerah di sepanjang pesisir pulau Jawa mulai dari Barat hingga Timur, khususnya Semarang menunjukkan pola variabilitas curah hujan yang cukup besar. Hal ini terjadi karena pengaruh langsung dari komponen Monsun Asia, dimana pada wilayah tersebut massa udara di Asia (Polar Asiatic) merupakan penyebab terbesar dari kondisi variabilitas curah hujan yang terjadi, namun jika ditinjau dari pengelompokan iklim pesisir, untuk daerah pesisir utara termasuk daerah iklim kurang basah dibanding daerah iklim pesisir selatan (Bayong, 1999).

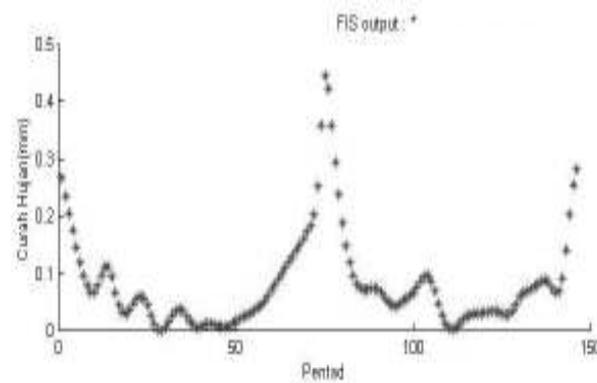
Berdasarkan rata-rata fluktuasi variabilitas curah hujan untuk seluruh daerah pengamatan dapat dikatakan bahwa daerah pulau Jawa memiliki karakteristik yang hampir sama, dalam hal ini pengaruh monsun, baik monsun Asia maupun Australia merupakan penyebab utama dari fenomena hujan di atas wilayah pulau Jawa, serta dengan adanya pegunungan yang memanjang di sepanjang bagian tengah pulau yang merupakan efek lokal yang mendistorsi pengaruh monsun tersebut. Hal lain yang menyumbang pola variabilitas curah hujan tersebut adalah pengaruh dari efek global berupa fenomena atmosfer yang lain seperti La Niña maupun El Niño dan gangguan tropis yang lain, sehingga ikut menyebabkan terjadinya kondisi tersebut.

Kesimpulan

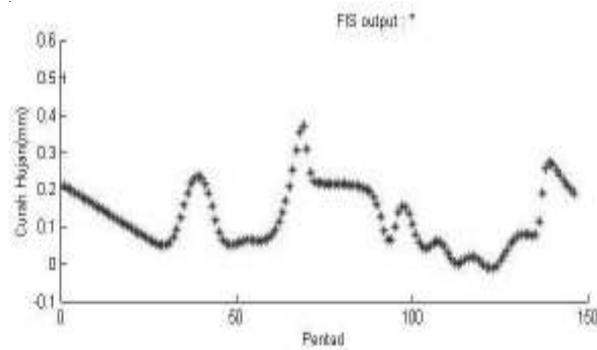
Dari keseluruhan daerah pengamatan diperoleh tingkat estimasi rata-rata adalah 89,85 % untuk sistem ANFIS. Besarnya variabilitas curah hujan, dengan model sistem Anfis diperoleh bentuk pola curah hujan musunal dalam satu tahun pengamatan, hal ini karena secara umum untuk seluruh daerah pengamatan dijumpai curah hujan tertinggi pada awal dan akhir pentad.



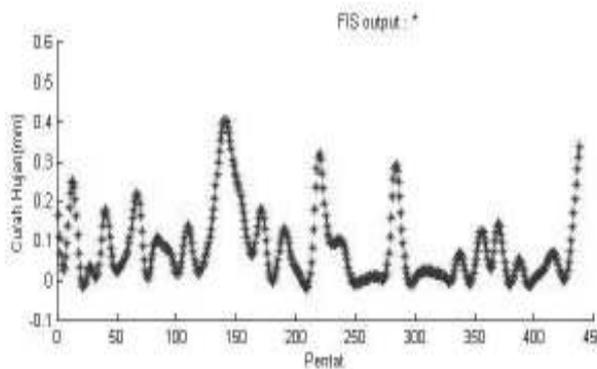
Gambar 1. Evaluasi 2 tahun (1999 - 2000) Stasiun Jakarta



Gambar 2. Evaluasi 2 tahun (1999 - 2000) Stasiun Semarang



Gambar 3. Evaluasi 2 tahun (1999 - 2000) Stasiun Tanjung Perak Surabaya



Gambar 4. Evaluasi 6 tahun (1995 - 2000) Stasiun Banyuwangi

Tabel 1. Estimasi Ceking data ANFTS Dengan Data Curah Hujan Hasil Pembelajaran dengan ANFTS

No	Stasiun Pengamatan	Estimasi Ceking Data (%)
1	Jakarta	91,19
2	Semarang	92,36
3	Surabaya	89,85
4	Banyuwangi	85,98
	Rata-rata	89,85

Tabel 2. Data terjadinya La Niña (C= cold) dan El Niño (W= warm) tahun 1988 - 1999

TAHUN	JFM	AMJ	JAS	O N D
1988	W +		C-	C-
1989	C+	C-		
1990			W-	W-
1991	W +	W-	W	W
1992	W +	W +	W-	W-
1993	W-	W	W	W-
1994			W	W
1995	W			C-
1996	C-			
1997		W	W +	W +
1998	W +	W	C-	C
1999	C+	C	C-	

Keterangan : JFM = Bulan Januari - Februari - Maret
 AMJ = Bulan April - Mei - Juni
 JAS = Bulan Juli - Agustus - September
 O N D = Bulan Oktober - Nopember - Desember

Daftar Pustaka

Benediktsson, J.A. , Swain P.H. and Ersoy O.K. 1990, Neural Network Approaches versus statistical methods in classification of multisource remote sensing data, *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing* 28 :540-552

Bayong, Tj. H.K. 1999. *Klimatologi Umum*. Penerbit ITB Bandung.

Djamaludin T. , Admiranto G. A., dan Sinambela W., 1997. Pengaruh Aktivitas Matahari dan Faktor Lainnya Pada Suhu Atmosfer Permukaan Di Indonesia, *Majalah LAPAN Bandung*.

Enders. A. R., 1980. *Physical Applications of Stationary Time Series*. Charles Griffn & Company LTD London.

Gernowo, R. 2000, Model Sistem Fuzzy Jaringan Syaraf Adaptif Untuk Prediksi Anomali Curah hujan Daerah Jakarta. *Berkala Fisika MIPA UNDIP*, 3(4):112 - 115

Henderson S.A. and McGuffie K., 1987. *A Climate Modelling Primer*. John Wiley & Sons New York.

Jang J.S.R. 1997" *Neuro Fuzzy and Soft Computing*" Prentice Hall International, Inc USA.

Jang J.S.R., 1995, *Fuzzy Logic Toolbox for Use With Matlab*. The Math Work, Inc. USA.

Kwan H.K. and Cai Y. 1994. A Fuzzy neural network and its Application to pattern recognition. *IEEE Trans. On Fuzzy System*, 2(3):185-193

Kushardono D. , 1997, *Metoda Fuzzy Neural Network Untuk Klasifikasi Penutup Lahan dari data Pengideraan Jauh Serta Perbandingannya Dengan Back Propagation Neural Network dan Maximum Likelihood*. Majalah LAPAN Bandung.

Ratag, M. A. 1994, *Laporan Tim Iklim*, LAPAN Bandung

Zadrach L.D. and The Houw Liong. 2000. *Prediction Nino 3.4 SST Anomaly Using Simple Harmonic Model*. Prosiding HAGI ke 25, Bandung