

## PENGEMBANGAN METODE ANFIS UNTUK PREDIKSI LIPUTAN AWAN (Tbb) BERBASIS SATELIT MTSAT

Sinta Berliana S, Didi Satiadi, Haries Satyawardhana dan Edi Maryadi  
Peneliti Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer,  
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)  
E-mail: [sinta@bdg.lapan.go.id](mailto:sinta@bdg.lapan.go.id)

### Abstract

This paper mainly discusses the development of the method of ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*) for the prediction of top cloud temperature (defined as the Tbb, *Temperature black body*) based on the MTSAT (*Multi-Functional Satellite Transmission*) satellite data which is expected to be applied to monitor the flooding which could be due to the extreme rainfall. Based on the Tbb data analysis over Bandung for one year of observation (January to December 2010) with observation of hourly resolution, then obtained a temporal time-series data as much as 16278 hours of observation. From these data, 16269 data is used for the learning process (*training*), while the remaining of 9 hours is used for prediction of 3 and 24 hours, respectively. Validation is done by comparing the original training data with the data consisting of four stages, namely the prediction of the next month (January), predicted the next three months (January, February and March), prediction of the next six months (January, February, March, April, May and June) as well as predictions for the months July, August, September, October, November and December with hourly resolution. The results show that the Tbb of the top cloud temperature patterns and data on one-month training has a sinusoidal pattern with a correlation coefficient ( $r^2$ ) of 0.68, three hours into the future predictions with  $r^2$  of 0.92 and so on. While for the stage months others will be described in this paper. Another interesting case studied in this paper is more suitable ANFIS method was used for continuous data that is clearly seen from the obtained training data. **Keywords:** ANFIS, forecast and satellite

### Abstrak

Paper ini utamanya membahas pengembangan metoda ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*) untuk prediksi suhu puncak awan (didefinisikan sebagai Tbb) berbasis satelit MTSAT (*Multi-Functional Transmission Satellite*) yang diharapkan dapat diaplikasikan untuk memantau banjir yang diduga terjadi akibat adanya curah hujan ekstrem. Berbasis hasil analisis data Tbb di atas kota Bandung selama satu tahun pengamatan (Januari hingga Desember 2010) dengan resolusi pengamatan jam-jam-an, maka diperoleh satu data time-series temporal sebanyak 16278 jam pengamatan. Dari data tersebut, digunakanlah sebanyak 16269 data untuk proses pembelajaran (*training*), sementara sisanya sebanyak 9 jam, digunakan untuk prediksi 3 jam dan 24 jam ke depan. Validasi dilakukan dengan membandingkan data *training* dengan data aslinya yang terdiri dari empat tahapan yaitu prediksi satu bulan ke depan (Januari), prediksi tiga bulan ke depan (Januari, Februari dan Maret), prediksi enam bulan ke depan (Januari, Februari, Maret, April, Mei dan Juni) dan juga prediksi untuk bulan-bulan Juli, Agustus, September, Oktober, November dan Desember dengan resolusi pengamatan jam-jam-an. Hasilnya menunjukkan bahwa pola data liputan awan dan data training pada satu bulan mempunyai pola sinusoidal dengan nilai koefisien korelasi ( $r^2$ ) sebesar 0.68, prediksi tiga jam ke depan dengan  $r^2$  sebesar 0.92 dan seterusnya. Sementara untuk tahapan bulan-bulan yang lain akan diuraikan pada makalah ini. Hal lain yang

menarik dikaji dalam paper ini adalah ternyata metode ANFIS lebih cocok digunakan untuk data-data yang kontinu yang terlihat jelas dari data training yang didapat.  
Kata kunci: ANFIS, prediksi dan satelit

## 1. PENDAHULUAN

Penelitian tentang prediksi iklim sudah banyak dilakukan oleh para peneliti dengan menggunakan metode ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System). Metode ini adalah salah satu metode prediksi dengan menggunakan prinsip jaringan saraf tiruan dan logika fuzzy yang dipakai dalam berbagai disiplin ilmu dan menghasilkan prediksi yang baik. ANFIS pada umumnya digunakan untuk prediksi diantaranya prediksi gempa (Nugraha, 2002), prediksi puncak hujan dan pola (The H. L, 2009), Prediksi kekeringan yang berkaitan dengan ENSO dan IOD (The H. L. 2002), prediksi curah hujan bulanan (Witono A, 2010, dan prediksi curah hujan yang berhubungan debit aliran sungai Citarum (Ruminta (2008).

*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)* diperkenalkan oleh Zadeh Lotfi A. (1965), bahwa manusia dapat membuat keputusan yang lebih baik berdasarkan informasi dengan memperkenalkan konsep variable linguistik. Variabel linguistik adalah suatu variable yang nilainya merupakan kata atau kalimat, dan bukan bilangan dikombinasikan dengan aturan IF-THEN, sehingga konsep ini merupakan awal dari teori fuzzy. Neuro Fuzzy merupakan teknik penggabungan Neural Network dan Fuzzy Logic. Neural network mengenal pola dan menyesuaikan terhadap perubahan pola. Sedangkan Fuzzy Logic menggabungkan pengetahuan manusia untuk membuat suatu keputusan. Neuro Fuzzy dapat diterapkan dalam analisis prediksi suatu time series yang akan digunakan untuk melatih ANFIS dengan fungsi keanggotaan tertentu yang nilainya antara 0 dan 1 dengan asumsi fuzzy inference system (FIS) hanya mempunyai dua input, x dan y, serta satu output yang dilambangkan z. Pada model sugeno orde satu.

himpunan aturan menggunakan kombinasi linier dari input-input yang ada, seperti berikut ini :

1. Bila  $x$  adalah  $A_1$  dan  $y$  adalah  $B_1$ , maka  $f_1 = p_1x + q_1y + r_1$

2. Bila  $x$  adalah  $A_2$  dan  $y$  adalah  $B_2$ , maka  $f_2 = p_2x + q_2y + r_2$

Maka fungsi keanggotaan fuzzy adalah  $A_i, B_i, i = 1, 2$ , be  $A_i B_i$ ,

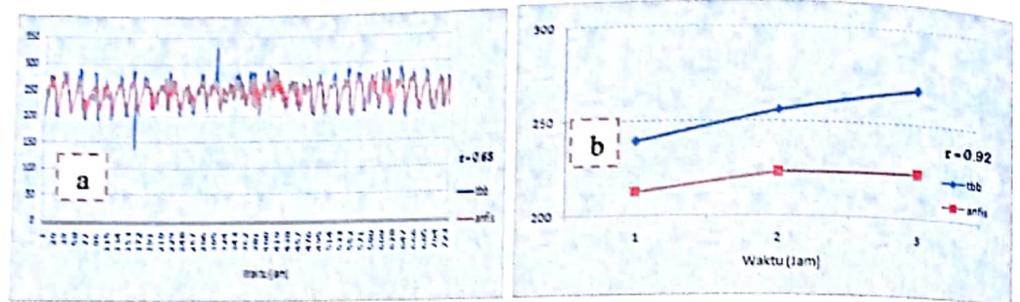
## 2. METODOLOGI

Data dari MTSAT berupa liputan awan (Tbb/suhu puncak awan) lokasi Bandung selama 1 (satu) tahun yaitu tahun 2010. Data tingkat kecerahan (brightness) kanal inframerah (IR1) dikonversi untuk mendapatkan suhu puncak awan dalam derajat Celsius. Metode yang digunakan adalah ANFIS (*Adaptive Neural Fuzzy Inference Systems*, Jang, 1993, 1995), untuk prediksi liputan awan. Suwarman dan Permadhi (2010) pernah mencoba untuk menggunakan ANFIS dalam memprediksi curah hujan bulanan di Jawa bagian barat dengan menggunakan data curah hujan. Hasil dari prediksi curah hujan dengan data pengamatan memperlihatkan korelasi yang baik, yaitu antara 69% – 98%. Sedangkan Ruminta (2008), menjelaskan bahwa penggunaan data bulanan hasil observasi curah hujan, evapotranspirasi, dan debit sungai dari Januari 1968 hingga Desember 2000 dan data bulanan *Global Temperature (GT)* dan *Central Indian Precipitation (CIP)* yang diperoleh dari *National Centers for Environmental Prediction (NCEP)* dengan metode ANFIS, curah hujan tahunan hasil prediksi model berkisar antara 2905 mm hingga 4539 mm, hal ini tidak berbeda nyata dengan curah hujan hasil observasi yang berkisar antara 2932 mm hingga 4642 mm.

## 3. HASIL DAN ANALISIS

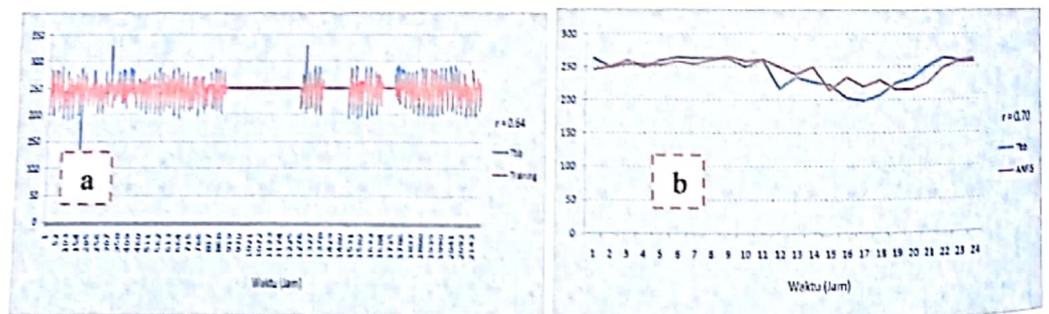
Dengan menggunakan data Tbb dari MTSAT selama 1 bulan (bulan Januari tahun 2010) lokasi Bandung, dengan resolusi temporal satu jam-an diperoleh

perbandingan antara data aslinya dengan data training pada waktu yang sama di Bandung seperti pada gambar 1a, adanya pola keteraturan berbentuk sinusoidal, pola menunjukkan kesamaan antara data observasi dan data training dengan koefisien korelasi 0.68.



**Gambar 1:** Pola antara data asli Tbb dengan data training Tbb ANFIS per 1 jam (a) dan prediksi tiga jam kedepannya (b) pada bulan Januari 2010 di Bandung

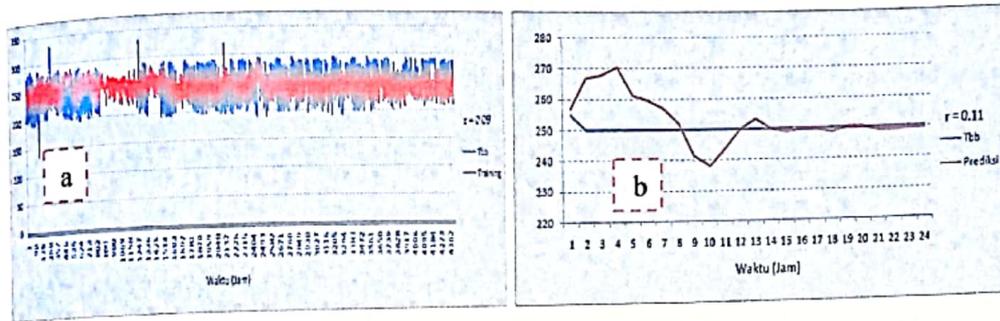
Pada gambar 1b dapat kita lihat prediksi 3 jam ke depan yaitu dari jam pertama (1) ke jam kedua (2) ternyata menunjukkan sama-sama terjadi kenaikan, namun pada jam ketiga (3) hasil prediksi terjadi penurunan sedangkan data suhu puncak awan pengukuran terjadi kenaikan dalam hal ini mempunyai koefisien korelasi 0.92.



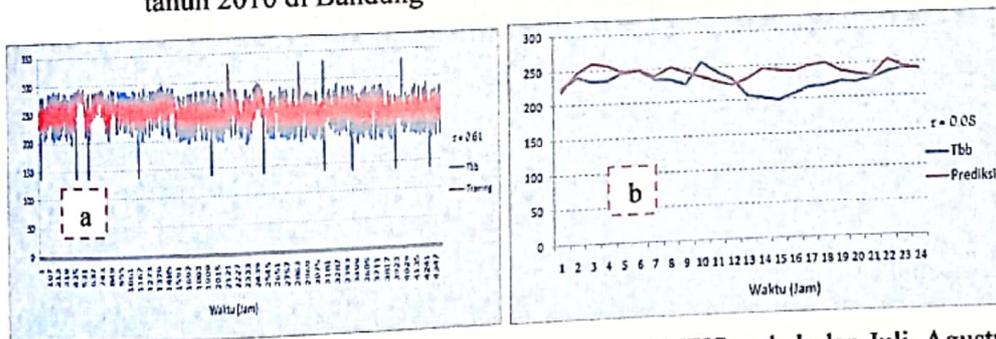
**Gambar 2:** Pola antara data Tbb dengan data training ANFIS pada bulan Januari, Februari dan Maret (a), dan prediksi Tbb 24 jam kedepan (b) tahun 2010 di lokasi Bandung

Seperti halnya dengan gambar 2a, analisis dilakukan terhadap perbandingan terhadap pola suhu puncak awan dengan suhu puncak awan data training untuk periode 3 bulan, yakni Januari, Februari dan Maret 2010, dimana didapat  $r = 0.64$ , sedangkan pada

gambar 2.b prediksi satu (1) hari atau 24 jam kedepan ternyata didapat nilai  $r$  lebih kecil yaitu 0.70. Hal yang sama pada gambar 3a dan 3b per 6 bulan pada bulan Januari, Februari, Maret, April, Mei dan Juni dengan koefisien korelasi 0.09 dan 0.11, begitu pula dengan 6 bulan yang lainnya di saat musim kering, maka didapat prediksinya dengan nilai koefisien korelasi yang relatif kecil, yakni 0.08 seperti pada gambar 4a dan 4b.



**Gambar 3:** Pola antara data Tbb dengan data training ANFIS pada bulan Januari, Februari, Maret, April, Mei dan Juni (a), dan prediksi 24 jam ke depan tahun 2010 di Bandung



**Gambar 4:** Pola antara data Tbb dengan hasil training ANFIS pada bulan Juli, Agustus, September, November dan Desember (a), dan prediksi 24 jam ke depan (b) tahun 2010 di Bandung

Begitu pula pada penggunaan data selama satu tahun dari bulan Januari hingga Desember pada tahun 2010 untuk lokasi Bandung. Pola antara data suhu puncak awan dengan hasil training ANFIS (per 1 jam) selama satu tahun dapat ditunjukkan pada gambar 6a dengan koefisien korelasi 0.66. Begitu pula prediksi suhu puncak awan 24 jam kedepan selama satu tahun (2010) di Bandung dapat ditunjukkan pada gambar 6b.

Perlu dicatat bahwa hasil prediksi selama satu tahun tidak dapat menunjukkan hasil sempurna seperti yang diharapkan, dikarenakan banyaknya data dalam kondisi kosong.

#### 4. KESIMPULAN

Membandingkan data prediksi ANFIS dengan data suhu puncak awan ( $T_{bb}$ ) dari satelit pada waktu yang sama maka diperoleh prediksi 3 jam atau 24 jam depannya. Validasi dilakukan terlebih dahulu membandingkan data training dengan data aslinya yang terdiri dari lima tahapan yaitu prediksi satu bulan (Januari) dengan  $r = 0.92$ , prediksi tiga bulan (Januari, Februari dan Maret)  $r = 0.70$ , prediksi enam bulan (Januari, Februari, Maret, April, Mei dan Juni)  $r = 0.11$ , juga prediksi (Juli, Agustus, September, Oktober, November dan Desember)  $r = 0.08$ . Perbandingan antara suhu puncak awan hasil observasi satelit MTSAT dengan suhu puncak awan hasil prediksi menggunakan metode ANFIS, jangka waktu yang relatif singkat, memberikan hasil yang relatif baik, yakni dengan nilai koefisien korelasi masing-masing sebesar 0.68 dan 0.92 untuk lokasi Bandung pada bulan Januari 2010. Hasil ini akan jauh berbeda, bilamana dilakukan untuk jangka waktu perbandingan yang cukup lama (lebih dari 6 bulan), apalagi dilakukan di saat musim kering, maka akan didapat nilai koefisien korelasi yang relatif kecil, yakni 0.08.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adi Witono, Bambang Siswanto, Haries Satyawardhana., 2010; *Prediksi Curah Hujan dan Aplikasinya untuk Kekeringan Meteorologis*. Prosiding Seminar Penerbangan dan Antariksa 2010, Sub Seminar Sains Atmosfer dan Iklim, Serpong, 15 Nopember 2010
- Jang, J.S.R., 1993. ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System. *IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics*, 23 (3), 665-685.

- Jang J.S.R. and N. Gulley, Natick, MA., 1995: The Fuzzy Logic Toolbox for use with MATLAB, The MathWorks Inc.,
- Nugraha, A.D., 2002, Analisis Data Gempa Bumi Indonesia dengan Menggunakan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS), Tugas Akhir, Dept. Geofisika dan Meteorologi, ITB.
- Ruminta (2008), Model temporal Curah Hujan dan Debit sungai Citarum Berbasis ANFIS. Jurnal Sains Dirgantara. Vol. 6. No. 1. Desember 2008.
- a. *Suwarman R dan Permadhi Y, F. (2010). Aplikasi Metode ANFIS untuk Prediksi Curah Hujan di Pulau Jawa Bagian Barat*
- The Houw Liong, Bannu, dan P.M. Siregar (2003). Peranan Pengelompokan Samar dalam Prediksi Kekeringan di Indonesia Berkaitan dengan ENSO dan IOD. Jurnal Matematika dan Sains Vol. 8 No. 2, Juni 2003, hal 57 – 61
- The H. L., Bayong Tj HK., Martuani P. S., Gernowo R., Bramantyo B., dan H Widodo, Prediksi Banjir DKI Jakarta Tahun 2006. Temu Ilmiah Nasional, LAPAN Bandung. 2005.
- Wijaya, H., 2003, Metoda Principle Component Analysis (PCA) dan Adaptive Neuro Fuzzy System (ANFIS) Untuk Prediksi Cuaca Jangka Pendek Menggunakan Data Satelit, Tugas Akhir, Geofisika dan Meteorologi ITB, Bandung.
- Zadeh, Lofti A; (1965). "Fuzzy sets and systems". In: Fox J, editor. System Theory. Brooklyn, NY: Polytechnic Press, 1965: 29–39.