

# PREDIKSI AWAL MUSIM HUJAN DAN KEMARAU DAERAH SUKABUMI BERDASARKAN METODE ANFIS

Lely Qodrita Avia dan Nani Cholianawati

Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer-Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)

lely@bdg.lapan.go.id

## Abstract

*Climate change may have an impact on changes in rainfall patterns inducing the early rainy and dry seasons in Indonesia. The negative impact caused by the rain and prolonged droughts can lead to disaster in some areas such as floods and landslides, drought, reduced water availability, crop failure, forest and land fires. Sukabumi is one area that is very prone to this meteorological disaster. Therefore, in an effort to anticipate the impact of meteorological disasters, information of early rainy and the dry season prediction for the region is needed. This research was conducted by using ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) which combines fuzzy mechanism with artificial neural networks. Precipitation data from TRMM satellite with resolution of 10 daily used in this study. The results obtained in this study is prediction of early of the rainy season and the dry season for a period of one year ahead (the period April I 2012 to March III 2013), which appeared the prediction the early of the rainy season varied between October II to October III and prediction of early of the dry season varied from May I to May III.*

*Keywords: prediction, rainy season, dry season, ANFIS method, TRMM*

## Abstrak

Perubahan iklim dapat memberikan dampak terhadap perubahan pola curah hujan termasuk mempengaruhi awal musim hujan dan musim kemarau di Indonesia. Dampak negatif akibat musim hujan maupun musim kemarau yang berkepanjangan dapat menimbulkan bencana di beberapa daerah diantaranya banjir dan longsor, kekeringan, berkurangnya ketersediaan air bersih, gagal panen, kebakaran hutan dan lahan. Sukabumi merupakan salah satu daerah yang sangat rawan terhadap bencana meteorologis ini. Oleh karena itu dalam upayaantisipasi terhadap dampak bencana meteorologis tersebut sangat diperlukan suatu informasi prediksi awal musim hujan dan musim kemarau untuk daerah tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode ANFIS (*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*) yang menggabungkan mekanisme fuzzy dengan jaringan syaraf tiruan. Data curah hujan satelit TRMM resolusi 10 harian (dasarian) digunakan pada penelitian ini. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini merupakan prediksi awal musim hujan dan musim kemarau untuk periode satu tahun kedepan (periode April dasarian I tahun 2012 sampai Maret dasarian III tahun 2013), tampak prediksi awal musim hujan bervariasi antara Oktober II sampai Oktober III dan awal musim kemarau antara Mei I sampai Mei III.

*Kata kunci : Prediksi, musim hujan, musim kemarau, metode ANFIS, TRMM*

## 1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim dapat memberikan dampak terhadap peningkatan suhu udara, kenaikan permukaan air laut, dan perubahan pola hujan sebagaimana dikemukakan Vladu *et al.* (2006).

Christensen *et al.* (2007) juga mengungkapkan bahwa perubahan iklim diperkirakan akan meningkatkan suhu global dan perubahan pola curah hujan. Perubahan iklim juga akan meningkatkan resiko suhu dan curah hujan ekstrim yang berhubungan dengan cuaca dan iklim. Namun efeknya akan relatif berbeda-beda untuk masing-masing daerah.

Untuk wilayah Indonesia variabilitas curah hujan lebih tinggi dibanding parameter iklim lainnya sehingga musim hujan dan kemarau ditentukan berdasarkan parameter curah hujan tersebut. Oleh karena itu perubahan iklim yang memberikan dampak terhadap adanya perubahan pola curah hujan akan sangat mempengaruhi awal musim hujan dan kemarau. Dampak negatif akibat musim hujan maupun musim kemarau yang berkepanjangan dapat menimbulkan bencana meteorologis di beberapa daerah diantaranya banjir dan longsor, kekeringan, berkurangnya ketersediaan air bersih, gagal panen, kebakaran hutan dan lahan.

Sukabumi merupakan salah satu daerah yang sangat rawan terhadap bencana meteorologis ini. Oleh karena itu sangat diperlukan informasi prediksi awal musim hujan dan musim kemarau untuk daerah tersebut. Dari penelitian yang dilakukan ini diharapkan dapat memberikan informasi dalam upaya antisipasi terhadap dampak bencana meteorologis tersebut.

Curah hujan mempunyai peran yang sangat penting. Prediksi awal musim hujan dan kemarau tak lepas dari prediksi curah hujan. Namun tidak dapat dipungkiri bahwa curah hujan ini tidaklah mudah dimengerti mekanismenya. Oleh karena itu prediksi curah hujan untuk wilayah Indonesia bukanlah hal yang mudah sehingga kajian pemodelan iklim untuk wilayah Indonesia masih sangat terbatas.

Beberapa model iklim global dan regional pada umumnya diaplikasikan untuk simulasi atau prediksi variabel iklim. Model iklim GCM-CSIRO9 (*General Circulation Model-Commonwealth Scientific Industrial Research Organization level 9*) dan model regional CSIRO/DARLAM telah dikembangkan sejak tahun 1990an di Australia (Renwick *et al.*, 1998). Model tersebut juga telah dikembangkan untuk simulasi iklim wilayah Asia Tenggara (Walsh and McGregor, 1997). Simulasi model iklim untuk parameter curah hujan di wilayah tropis memiliki akurasi yang masih kurang baik (Gates, 1992).

Pada tahun 2000 (Ratag *et al.*) telah meneliti perbandingan dari curah hujan dan suhu maksimum untuk 23 kota terpilih di seluruh wilayah Indonesia dengan berbagai output RCM SARCS. Secara umum, ditemukan bahwa siklus tahunan curah hujan dapat ditangkap oleh simulasi model, terutama untuk Indonesia bagian tengah. Analisis wavelet untuk curah hujan Indonesia menunjukkan puncak tahunan dalam model jauh lebih kuat daripada observasi dan puncak dua tahunan untuk model agak lemah. Simulasi prediksi unsur iklim berupa angin dan curah hujan



untuk Indonesia telah dilakukan menggunakan Model Atmospheric Global Circulation Model (AGCM), yang melakukan *forcing* kepada sirkulasi atmosfer berskala regional maupun lokal (Swarinoto, 2001). Selain itu, dengan menggunakan model REMO (*Regional Model*) Aldrian et al. (2004) mengemukakan bahwa umumnya model mampu mereproduksi spasial pola curah hujan bulanan dan musiman. Ini menghasilkan variabilitas yang benar selama tahun-tahun ENSO tapi gagal untuk menunjukkan kontras monsun yang baik.

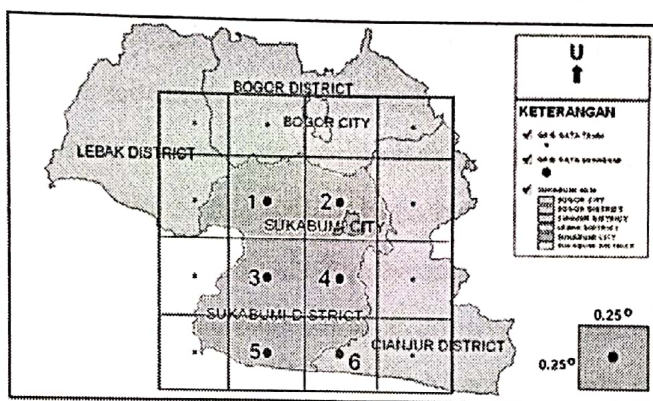
Pada penelitian ini, prediksi curah hujan untuk daerah Sukabumi akan dilakukan dengan menggunakan metode ANFIS (*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*). Metode ANFIS adalah penggabungan mekanisme *fuzzy* dengan jaringan saraf tiruan. Salah satu metode yang digunakan dalam peramalan data runtun waktu nonlinier adalah *Neural Network* (McCulloch & Pitts, 1943) dan *Fuzzy Logic* (Zadeh, 1965). Walaupun teknik *neural network* dan *fuzzy logic* dapat memecahkan masalah kompleks, akan tetapi tetap memiliki keterbatasan. *Fuzzy logic* tidak memiliki kemampuan untuk belajar dan beradaptasi. Sebaliknya *neural network* memiliki kemampuan untuk belajar dan beradaptasi tetapi tidak memiliki kemampuan penalaran seperti yang dimiliki pada *fuzzy logic*. Oleh karena itu dikembangkan metode yang mengkombinasikan kedua teknik itu yaitu biasa disebut sistem *hybrid*, salah satunya adalah *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* atau ANFIS (Jang, 1993). ANFIS merupakan metode yang menggunakan jaringan saraf tiruan (*neural network*) untuk mengimplementasikan sistem inferensi *fuzzy* (*fuzzy inference system*).

## 2. DATA DAN METODE

Basis data curah hujan dari satelit TRMM digunakan sebagai data utama pada penelitian ini. Data satelit tersebut memiliki resolusi spasial 0.25 x 0.25 derajat lintang bujur dan memiliki resolusi temporal 10 harian (dasarian). Pada penelitian ini dilakukan prediksi untuk 6 lokasi di daerah Sukabumi (meliputi kabupaten Sukabumi dan kota Sukabumi) sesuai dengan posisi grid data satelit TRMM sebagaimana yang tampak pada Gambar 1. Data periode Januari dasarian I 1998 sampai Maret dasarian III 2011 digunakan sebagai data training untuk mendapatkan formula prediksi sedangkan periode April dasarian I tahun 2011 sampai maret dasarian III 2012 digunakan sebagai data testing.

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan metode ANFIS, dimana terdapat tiga proses. Tahap pertama dengan menggunakan data curah hujan dari satelit TRMM selama periode Januari dasarian I tahun 1998 sampai Maret dasarian III tahun 2011 atau sebanyak 477 set data curah hujan dasarian sebagai data training. Model ANFIS ini dijalankan untuk melakukan pembelajaran guna mendapatkan formula prediksi yang terbaik. Tahap kedua melakukan

validasi data. Dengan menggunakan formula yang diperoleh dilakukan prediksi curah hujan selama periode April dasarian I tahun 2011 sampai Maret dasarian III tahun 2012 atau 36 set data digunakan sebagai data testing. Pada tahap ini dilakukan perbandingan pola curah hujan dan validasi antara data prediksi curah hujan ANFIS terhadap data curah hujan satelit TRMM untuk periode waktu yang sama. Hasil yang diperoleh perlu dilakukan koreksi terhadap data prediksi berdasarkan rata-rata bias yang diperoleh pada validasi data testing dari kegiatan proses kedua. Tahap ketiga dimana periode April dasarian III tahun 2012 sampai Maret dasarian III tahun 2013 adalah merupakan data prediksi 1 tahun kedepan. Selanjutnya dari tahapan ketiga ini berdasarkan data prediksi curah hujan ANFIS terkoreksi ditentukan awal musim hujan dan kemarau daerah Sukabumi.



**Gambar 1.** Batasan daerah penelitian sesuai posisi dan ukuran grid data satelit TRMM.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengolahan validasi data testing antara pada penelitian ini menunjukkan nilai prediksi curah hujan ANFIS untuk beberapa periode tampak tidak dapat mengikuti pola curah hujan yang sangat tinggi dan sangat rendah dari data curah hujan satelit TRMM. Oleh karena itu, dilakukan koreksi terlebih dahulu terhadap data curah hujan prediksi ANFIS. Koreksi disini dilakukan dengan menggunakan bias rata-rata curah hujan prediksi ANFIS terhadap curah hujan satelit TRMM sebagai faktor koreksi. Pada tabel 1 tampak koefisien korelasi antara curah hujan prediksi ANFIS terkoreksi terhadap curah hujan satelit TRMM, dimana tampak untuk setiap lokasi di Sukabumi memiliki nilai yang baik yaitu diatas 80%.

**Tabel 1.** Koefisien korelasi antara curah hujan prediksi ANFIS terkoreksi terhadap curah hujan satelit TRMM untuk setiap lokasi di Sukabumi.

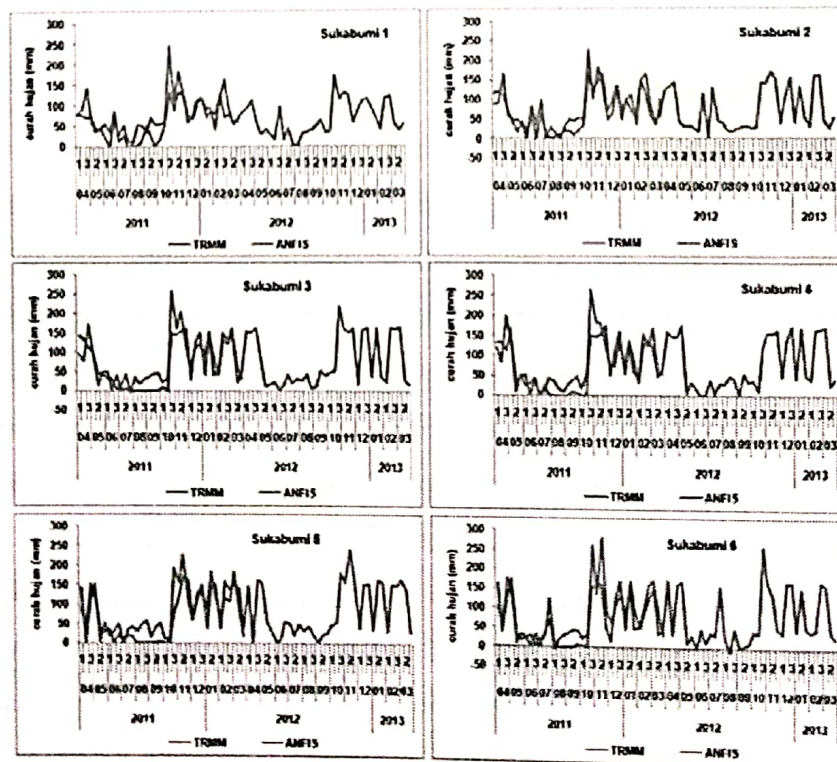
Posisi	Lintang (°LS)	Bujur (°BT)	Koefisien Korelasi ANFIS vs TRMM
Grid 1	6,875	106,625	81,02%
Grid 2	6,875	106,875	87,70%



Grid 3	7,125	106,625	83,58%
Grid 4	7,125	106,875	83,74%
Grid 5	7,375	106,625	81,44%
Grid 6	7,375	106,875	82,57%

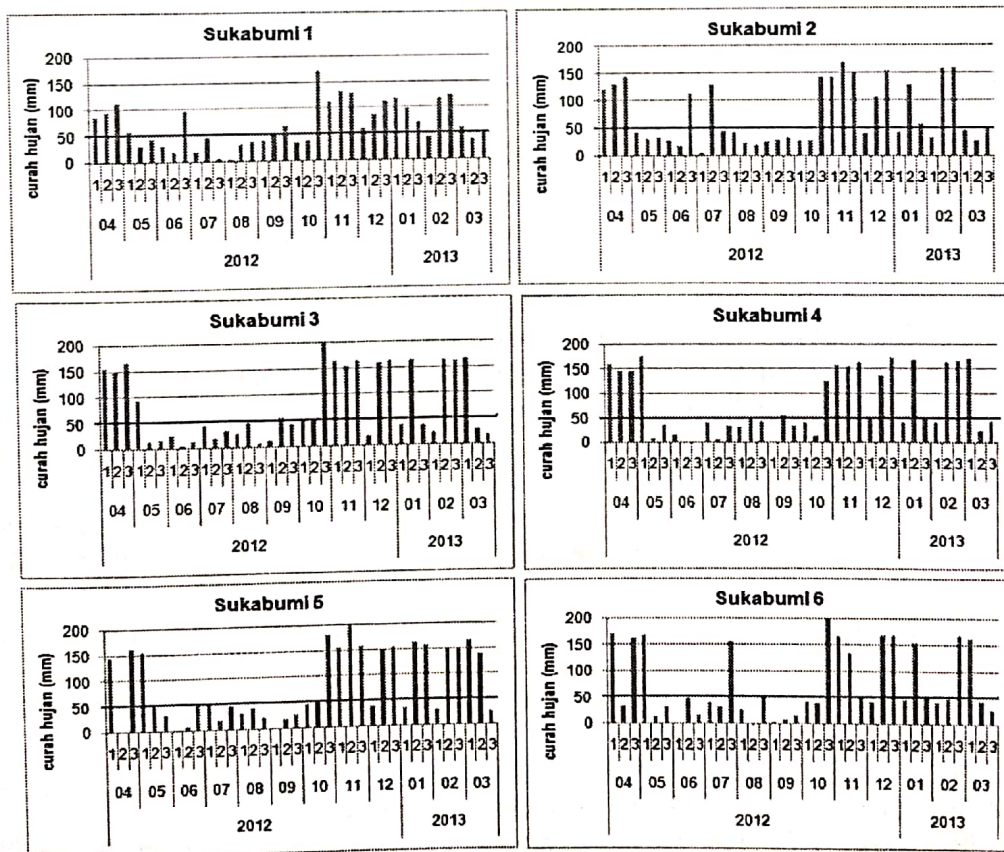
Berdasarkan hasil pengolahan data diperoleh timeseries data prediksi curah hujan ANFIS terkoreksi untuk daerah Sukabumi seperti Gambar 2 (grafik berwarna merah). Sedangkan untuk mengetahui perbandingan pola grafik tersebut terhadap timeseries data curah hujan satelit TRMM juga tampak pada Gambar 2 (grafik berwarna biru).

Mengacu pada hasil penelitian (Avia dan Bambang, 2012) dimana berdasarkan data satelit TRMM telah diperoleh informasi normal awal musim hujan untuk daerah Sukabumi bervariasi antara dasarian ke-29 (Oktober II) dan dasarian ke-30 (Oktober III), yang secara detail untuk tiap lokasi yaitu dasarian ke-29 (lokasi 1), dasarian ke-30 (lokasi 2), dasarian ke-30 (lokasi 3), dasarian ke-29 (lokasi 4), dasarian ke-30 (lokasi 5), dan dasarian ke-30 (lokasi 6). Begitupun untuk normal awal musim kemarau daerah Sukabumi tampak bervariasi antara dasarian ke-14 (Mei II) dan dasarian ke-15 (Mei III), secara detil untuk tiap lokasi berlangsung pada dasarian ke-14 (lokasi 1), dasarian ke-15 (lokasi 2), dasarian ke-14 (lokasi 3), dasarian ke-14 (lokasi 4), dasarian ke-14 (lokasi 5), dan dasarian ke-15 (lokasi 6).



**Gambar 2.** Perbandingan pola timeseries curah hujan prediksi ANFIS terkoreksi (merah) terhadap curah hujan satelit TRMM.

Kriteria awal musim hujan dan kemarau menurut BMKG dimana musim hujan telah tiba jika akumulasi curah hujan dasarian tersebut lebih besar atau sama dengan 50 mm dan diikuti dasarian berikutnya, serta awal musim kemarau telah tiba jika akumulasi curah hujan dasarian kurang dari 50 mm dan diikuti dasarian berimutnya. Kriteria BMKG tersebut tampak dapat diaplikasikan pada hasil pengolahan data prediksi curah hujan ANFIS terkoreksi daerah Sukabumi untuk periode 1 tahun ke depan (36 dasarian) yang diperoleh. Berdasarkan hasil pengolahan data pada penelitian ini diperoleh untuk tahun 2012 di daerah Sukabumi prediksi awal musim hujan bervariasi antara dasarian ke 29 (Oktober II) dan dasarian ke-30 (Oktober III) dan prediksi awal musim kemarau bervariasi antara dasarian ke-13 (Mei I) sampai dasarian ke-15 (Mei III) sebagaimana yang tampak pada Gambar 3. Secara detail tampak prediksi awal musim hujan daerah Sukabumi terjadi pada dasarian ke-30 (lokasi 1), dasarian ke-30 (lokasi 2), dasarian ke-29 (lokasi 3), dasarian ke-30 (lokasi 4), dasarian ke-29 (lokasi 5), dan dasarian ke-30 (lokasi 6). Sedangkan prediksi awal musim kemarau daerah Sukabumi akan terjadi pada dasarian ke-14 (lokasi 1), dasarian ke-13 (lokasi 2), dasarian ke-14 (lokasi 3), dasarian ke-14 (lokasi 4), dasarian ke-15 (lokasi 5), dan dasarian ke-14 (lokasi 6).



Gambar 3. Prediksi awal musim hujan dan kemarau berdasarkan metode ANFIS terkoreksi.



#### 4. KESIMPULAN

Prediksi curah hujan menggunakan Metode ANFIS masih perlu pengembangan lebih lanjut, sangat diperlukan lebih banyak trial & error terutama untuk data training sehingga diperoleh fungsi yang lebih baik dan pola curah hujan prediksi yang dapat mengikuti pola curah hujan satelit TRMM. Berdasarkan analisis pada penelitian ini untuk daerah Sukabumi tahun 2012 diperoleh prediksi awal musim hujan yang bervariasi antara dasarian ke 29 (Oktober II) dan dasarian ke-30 (Oktober III) sedangkan prediksi awal musim kemarau bervariasi antara dasarian ke-13 (Mei I) sampai dasarian ke-15 (Mei III).

#### DAFTAR RUJUKAN

- Aldrian, E., L.D. Gates, D. Jacob, R. Podzun, (2004), Long-term simulation of Indonesian rainfall with the MPI regional model, *Climate Dynamics*, Vol 22: 795–814
- Avia, L.Q. dan Bambang S., (2012), Pergeseran awal musim hujan dan kemarau daerah Sukabumi berdasarkan data satelit TRMM-3B42v6, *Prosiding Seminar Nasional Sains Atmosfer dan Antariksa 2012*, In press.
- Christensen, J.H., B. Hewitson, A. Busuioc, A. Chen, X. Gao, I. Held, R. Jones, R.K. Kolli, W.-T. Kwon, R. Laprise, V. Magaña Rueda, L. Mearns, C.G. Menéndez, J. Räisänen, A. Rinke, A. Sarr, and P. Whetton, (2007), Regional climate projections. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, pp. 847-940
- Gates, W.L. (1992), AMIP : The Atmospheric Model Intercomparison Project, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 73, 1962-1970.
- Jang, J.S.R.. (1993). ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System. *IEEE Transactions on System, Man, and Cybernetics* Volume 23. Hal 665-685.
- McCulloch, W. and Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 7:115 - 133.
- Ratag, M.A., Bambang S., Eddy S., (2000), Comparisons of the model with observation for Indonesia, dalam Final Report to : Asia-Pacific Network for Global Change Research, Analisis of Climate Change Simulations of Southeast Asia, APN Workshop 10January-10 February 2000.
- Renwick, J.A.; Katsfey, J.L.; Nguyen, K.C.; and McGregor, J.L., (1998), Regional Model Simulations of New Zealand Climate, *Journal of Geophysical Research*, 103[D6], 5973-5982.
- Swarinoto Y.S., (2001), Downscaling of wind and precipitation overIndonesia. Report of intensive course on dynamical downscaling of seasonal to interannual climate prediction. Ward M.N. & Sun L. (Ed.). *The International Research Institute for Climate and Society*, Palisades, New York, UAS, hal.85-101.
- Vladu, I.F. (2006), Adaptation as part of the development process. *Technology Sub-programme. Adaptation, Technology and Science Programme. UNFCCC*.
- Walsh, K. and McGregor, J.L. (1997), An Assesment of Simulation of Climate Variability Over Australia with a Limited Area Model. *Int. J. Climatol.*, 17, 201-223.

Zadeh, L.A. (1965). "Fuzzy sets". *Information and Control* 8 (3): 338–353. doi:10.1016/S0019-9958(65)90241-X. ISSN 0019-9958.