

Algoritma Adaptive Neuro Fuzzy Inference System Untuk Perkiraan Intensitas Curah Hujan

Ma'ruf Aziz Muzani¹, M. Iqbal Abdullah Sukri², Syifa Nur Fauziah³, Windha Mega Pradnya⁴, Andi Suyonto⁵

¹²³⁴⁵ Master in Informatics Engineering, University of Amikom Yogyakarta,
Slemen, Indonesia

ma'ruf_muzani@students.amikom.ac.id

Abstract

Rainfall is the amount of rain that pours or falls within a certain period of time in an area. Rainfall information is useful in many areas. Therefore, fast, accurate and detailed information is indispensable. The method used to predict rainfall is the Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) by utilizing daily rainfall data. Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) method is a combination of artificial neural network and fuzzy logic. In the learning process, Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) method is used LSE Recursive algorithm for advanced learning. The research phase starts from rainfall data collection, learning data, functional and non-functional analysis, ERD, Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) method, and Root Means Squared Error (RMSE) calculation and the program is created using PHP and MYSQL as database storage. In this study, two input variables used in the form of rainfall data one day before and rainfall data two days earlier, obtained root means square error (RMSE) results of 17.7 in 1200 training data and 9.4 in 200 test data.

Keywords - Prediction, Precipitation, Adaptive Neuro Fuzzy Inference System.

Abstrak

Curah hujan adalah banyaknya hujan yang turun atau turun dalam kurun waktu tertentu di suatu daerah. Informasi curah hujan berguna di banyak daerah. Oleh karena itu, informasi yang cepat, akurat dan detail sangat diperlukan. Metode yang digunakan untuk memprediksi curah hujan adalah Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) dengan memanfaatkan data curah hujan harian. Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) merupakan kombinasi dari jaringan syaraf tiruan dan logika fuzzy. Dalam proses pembelajarannya, metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) digunakan algoritma LSE Recursive untuk pembelajaran lanjutan. Tahap penelitian dimulai dari pendataan curah hujan, data pembelajaran, analisis fungsional dan non fungsional, ERD, metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS), dan perhitungan Root Means Squared Error (RMSE) dan program dibuat menggunakan PHP dan MYSQL sebagai penyimpanan basis data. Pada penelitian ini, dua variabel input yang digunakan berupa data curah hujan satu hari sebelumnya dan data curah hujan dua hari sebelumnya, diperoleh hasil root mean square error (RMSE) sebesar 17,7 pada 1200 data latihan dan 9,4 dalam 200 data uji.

Kata Kunci: Prediksi, Curah Hujan, Adaptive Neuro Fuzzy Inference System

1. Pendahuluan

Curah hujan merupakan salah satu unsur penting dalam iklim. Cuaca dan iklim merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam berbagai sektor kehidupan. Intensitas curah hujan perlu diprediksi dengan tepat dan akurat, karena hasil dari prediksi tersebut akan digunakan untuk pembuatan kebijakan pada berbagai sektor kehidupan.

Berbagai pendekatan pengelolaan data banyak dilakukan para peneliti dalam melakukan peramalan curah hujan seperti metode statistik dan kecerdasan buatan. Metode prediksi data rentet waktu (time series) yang digunakan seperti metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Box-Jenkins (Maulana, 2018), Feed Forward Neural Network (FFNN) (Susanto, 2016), Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) (Anggraini, 2018).

ARIMA mempunyai kelebihan yaitu merupakan model tanpa teori karena variabel yang digunakan adalah nilai – nilai lampau dan kesalahan yang mengikutinya, namun ARIMA memiliki kekurangan yaitu pada prosesnya dibutuhkan data dalam jumlah banyak serta tidak dapat

mengetahui variabel - variabel lain terhadap variabel dependent yang diamati di masa yang akan datang. Metode FFNN memiliki kelebihan dibandingkan metode yang lain karena dapat digunakan untuk kasus dengan hubungan antara data input dan output yang kompleks (Singh & Chauhan, 2009). Selain kelebihan tersebut, ANN juga memiliki kekurangan yaitu tidak ada aturan khusus untuk menentukan struktur ANN. Struktur jaringan yang tepat dicapai melalui pengalaman dan coba-coba (eksperimen), sehingga akurasi dari ANN belum maksimal (Mijwel, 2018) (Wu, Ren, Li, Kwak, & Jang, 2009).

Metode ANFIS merupakan penggabungan dari metode logika fuzzy dan jaringan syaraf tiruan yang memiliki kelebihan dalam melakukan prediksi berdasarkan data historis dari pembelajaran data serta pengambilan keputusan berdasarkan rules yang diterapkan. Namun metode ini memiliki kekurangan jika data yang digunakan sebagai pelatihan tidak melalui proses preprocessing untuk menghilangkan data data error serta data yang digunakan memiliki nilai yang tidak bervariasi, maka dapat menyebabkan penurunan akurasi.

Preprocessing merupakan teknik awal data mining untuk mengubah data mentah atau biasa dikenal dengan raw data yang dikumpulkan dari berbagai sumber menjadi informasi yang lebih bersih dan bisa digunakan untuk pengolahan selanjutnya. Kemudian pada tahap preprocessing ini, data curah hujan tersebut di normalisasi dengan mengasumsikan setiap bulan terdiri dari 31 hari yang dilanjutkan dengan melakukan konversi struktur data. Data yang telah dikonversi menjadi baris kemudian dilakukan training neural network yang membagi data menjadi 3 yaitu data training, data validation, dan data testing. Preprocessing dapat digunakan untuk memecahkan masalah dan mampu menjadi solusi untuk optimasi metode ANFIS.

Pada penelitian ini akan digunakan teknik preprocessing untuk mengoptimasi metode ANFIS sehingga dapat meningkatkan tingkat akurasi prediksi. Berdasarkan latar belakang yang ditemukan, maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah “Bagaimana penerapan preprocessing untuk mengoptimasi metode ANFIS?”.

Agar pembahasan masalah yang dilakukan dapat teratur dengan baik dan tidak menyimpang dari pokok permasalahan, maka penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas yakni, penentuan prediksi dilakukan dengan menggunakan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS), data yang digunakan acuan berdasarkan data dari website Badan Meteorologi, Klimatologi, Dan Geofisika Kabupaten Sleman, data yang digunakan yaitu data curah hujan pada periode Januari 2017 sampai Oktober 2020, variabel utama yang digunakan adalah variable curah hujan, variabel input yang digunakan adalah data curah hujan 1 hari sebelum dan data curah hujan 2 hari sebelum, fungsi keanggotaan yang digunakan adalah jenis *generalized bell* (*gbell*).

Menerapkan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) untuk memprediksi tingkat curah hujan di kabupaten Sleman berdasarkan riwayat curah hujan sebelumnya.

Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) untuk memprediksi curah hujan dan untuk mendapat hasil prediksi dengan kesalahan yang minimum dan mengetahui karakteristik data curah hujan Kabupaten Sleman dalam kurun waktu beberapa tahun terakhir.

2. Metode Penelitian

ANFIS dengan Membership Function Untuk Prediksi Curah Hujan Pada Data Rentet Waktu *Multivariate*. Hasil perhitungan prediksi yang dilakukan, mendekati data yang sebenarnya dengan nilai RMSE 0,73436. Nilai tersebut didapat dari fungsi keanggotaan *bellmf* yang mempunyai akurasi nilai tertinggi dari pada fungsi keanggotaan *trapmf*, fungsi keanggotaan *trimf* dan fungsi keanggotaan *gaussmf*. Dengan menggunakan data pendukung seperti kelembapan 58.4% dan suhu 47.5 celsius maka curah hujan sebesar 32.2 mm yang berarti akan terjadi hujan dengan intensitas rendah dengan hasil

akurasi / RMSE 0,73436 pada fungsi segitiga yang memiliki error terkecil dari fungsi keanggotaan yang lainnya [2].

Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) Di Kabupaten Malang. Pada penelitian tersebut data dibagi menjadi 3 kelompok yaitu rendah, menengah, dan tinggi dengan menggunakan algoritma *K-Means Clustering*. Hasil dari penelitian dengan menggunakan 150 data latih yang merupakan pengujian dengan nilai RMSE terbaik kemudian dengan jumlah iterasi sebanyak 400 dapat dihasilkan nilai RMSE sebesar 1,88 menunjukkan bahwa data hasil prediksi mendekati data asli [3].

Peramalan Curah Hujan Dengan Pendekatan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*. Hasil perhitungan dengan menggunakan parameter seperti MF (fungsi keanggotaan), input MF (tipe fungsi keanggotaan), *Learning Rate* (*Step size*) dengan rasio data 3:2 dan 4:1 mampu menghasilkan tingkat kesalahan yang cukup baik dengan nilai MSE untuk rasio 3:2 adalah 0,063290962 dan rasio 4:1 adalah 0,020498283. Hal ini menunjukkan bahwa metode ANFIS dapat menjadi alternative metode dalam meramalkan curah hujan di Kota Samarinda, Kalimantan Timur dengan data yang berjenis *time series* [4].

ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*) adalah arsitektur yang secara fungsional sama dengan *fuzzy rule base* model Sugeno. Arsitektur ANFIS juga sama dengan jaringan syaraf dengan fungsi radial dengan sedikit batasan tertentu. Pada ANFIS juga memungkinkan aturan – aturan untuk beradaptasi [5]. Agar jaringan dengan fungsi basis radial ekuivalen dengan *fuzzy* berbasis aturan model Sugeno orde 1, diperlukan batasan [5] diantaranya, aturan-aturan harus memiliki metode agregasi yang sama untuk menghasilkan semua outputnya, jumlah fungsi aktivasi harus sama dengan jumlah aturan *fuzzy* (*IF - THEN*), jika ada beberapa input pada basis aturannya, maka tiap – tiap fungsi aktivasi harus sama dengan fungsi keanggotannya tiap – tiap inputnya, fungsi aktivasi dan aturan – aturan *fuzzy* harus memiliki fungsi yang sama untuk *neuron - neuron* dan aturan – aturan yang ada di sisi outputnya.

Dalam pemodelan deret berkala, sebagian data yang diketahui dapat digunakan untuk meramalkan data berikutnya. Selisih besaran (ukuran kesalahan peramalan) data peramalan terhadap data aktual yang terjadi merupakan suatu data penting untuk menilai ketepatan suatu metode peramalan. Dengan membandingkan ukuran kesalahan beberapa metode peramalan, akan diperoleh metode mana yang mempunyai ukuran kesalahan terkecil, sehingga nilai peramalan dapat dipakai sebagai acuan dalam menentukan kebutuhan-kebutuhan dimasa yang akan datang.

Terdapat beberapa ukuran kesalahan dalam peramalan antara lain RMSE, MAD, dan MAPE [6].

1. *Root Mean Squared Error (RMSE)*.

RMSE adalah rata-rata kuadrat dari perbedaan nilai estimasi dengan nilai observasi suatu variabel. Jika nilai RMSE semakin kecil maka estimasi model atau variabel tersebut semakin valid. Rumus RMSE sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - w_i f_{i_t})^2}{n}} \quad (1)$$

Dengan:

- Y = nilai keluaran (nilai target)
- Wifi = nilai keluaran peramalan
- N = jumlah data

Mean Absolute Deviation (MAD).

Mean Absolute Deviation (MAD) mengukur ketepatan ramalan dengan merata-rata kesalahan dugaan (nilai absolut masing-masing kesalahan). MAD paling berguna ketika orang yang menganalisa ingin mengukur kesalahan ramalan dalam unit yang sama sebagai deret asli. Rumus MAD sebagai berikut:

$$MAD = \frac{\sum |A_t - F_t|}{n} \quad (2)$$

Dengan:

- A_t = Data aktual
- F_t = nilai keluaran peramalan
- N = jumlah data

Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

MAPE merupakan persentase yang dihitung dari nilai absolut kesalahan di masing-masing periode dan dibagi dengan nilai data aktual periode tersebut, kemudian dicari rata-rata kesalahannya. Rumus MAPE sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{X_t} \right|}{n} 100\% \quad (3)$$

Dengan:

- E_t = error untuk periode waktu t
- N = jumlah data
- X_t = perbedaan hasil peramalan dengan nilai sesungguhnya
- MAPE = rata-rata persen error

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan *Root Mean Square Error (RMSE)* untuk mengukur kesalahan dalam peramalan. Sedangkan metode pengumpulan data yang digunakan yaitu, observasi, dengan cara melakukan pengamatan secara langsung pada data-data curah hujan di Kabupaten Sleman

yang terdapat di website BMKG dan kepastakaan, dengan mempelajari teori-teori yang diperoleh dari buku bertemakan algoritma, jurnal dengan tema prediksi atau peramalan menggunakan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)*.

Tahapan Penelitian yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya dengan melakukan analisis data yang menjelaskan mengenai apa saja data yang dibutuhkan untuk dapat melakukan proses peramalan dengan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)*, perancangan model permasalahan yang ada menggunakan diagram alir (*Flowchart*) untuk menggambarkan urutan proses peramalan dan hubungan satu proses dengan proses lainnya menggunakan simbol-simbol tertentu, sebagai kinerja metode *Adaptive Neuro Inference System (ANFIS)*, implementasi dengan proses perhitungan peramalan dengan menggunakan data data yang telah tersedia sehingga dapat menghasilkan suatu hasil peramalan dan pengujian dengan menggunakan metode *Root Mean Square Error (RMSE)* untuk melakukan perhitungan akurasi dari peramalan yang didapat.

3. **Hasil dan Pembahasan**

Pada perhitungan metode ANFIS ini akan dilakukan perhitungan pada setiap lapisannya. Sistem inferensi fuzzy yang diterapkan adalah inferensi fuzzy model Takagi Sugeno Kang orde satu dengan menggunakan persamaan (1). Data yang digunakan dalam perhitungan adalah data curah hujan pada Januari 2017 – Oktober 2020.

Tabel 1 Data Curah Hujan

Data ke-	Tanggal	x1 (y-1)	x2 (y-2)	y
1	2017-01-01	0	0	0
2	2017-01-02	0	0	11.4
3	2017-01-03	11.4	0	13.7
4	2017-01-04	13.7	11.4	0.5
5	2017-01-05	0.5	13.7	6
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
366	2018-01-01	0.4	0.2	0
367	2018-01-02	0	0.4	8.6
368	2018-01-03	8.6	0	2.9
369	2018-01-04	2.9	8.6	100.1
370	2018-01-05	100.1	2.9	4.6
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1065	2019-12-01	34.9	0	2
1066	2019-12-02	2	34.9	0
1067	2019-12-03	0	2	0
1068	2019-12-04	0	0	13
1069	2019-12-05	13	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1396	2020-10-27	65.1	11.2	0
1397	2020-10-28	0	65.1	29
1398	2020-10-29	29	0	18.1
1399	2020-10-30	18.1	29	0
1400	2020-10-31	0	18.1	9.8

Pada perhitungan pengujian data latih digunakan data sebanyak 1200 data dengan parameter data masukan 1 hari sebelum dan 2 hari sebelumnya.

Hasil perhitungan dari lapisan 1 sampai dengan lapisan 5 menggunakan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* menghasilkan nilai prediksi seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Prediksi

Data ke-	Target	$\sum \bar{w}_i f_i$
1	13.7	12.9
2	0.5	1.2
3	6	8.5
4	18.8	12.7
5	0	1.4
⋮	⋮	⋮
1194	7.2	7.9
1195	25.6	14
1196	1.6	13.7
1197	0	0.9
1198	0	0.4

Tahapan selanjutnya dilakukan pengukuran kesalahan dengan RMSE yang merupakan metode alternative untuk mengevaluasi teknik peramalan, RMSE adalah rata-rata kuadrat dari perbedaan nilai estimasi dengan nilai observasi suatu variable. Jika Nilai RMSE semakin kecil maka estimasi model atau variable tersebut semakin valid.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - w_i f_{i_t})^2}{n}} \tag{4}$$

Dengan:
 Y = nilai keluaran aktual
 WiFi = nilai keluaran prediksi
 n = jumlah data

$$RMSE = \sqrt{\frac{(13.7 - (12.9))^2 + \dots + (0 - (0.4))^2}{1198}} = 16.4 \tag{5}$$

Tahapan selanjutnya yaitu pengujian program aplikasi peramalan ini dilakukan untuk menguji dan memastikan bahwa program aplikasi peramalan yang telah dibuat sesuai dengan perancangan yang telah dirancang sebelumnya.

1. Analisa

Pengujian pada data latih dilakukan pada 300, 600, 800, 100, dan 1200 data dari januari 2017 hingga april 2020 untuk mencari nilai RMSE terkecil.

Pengujian dengan RMSE:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - w_i f_{i_t})^2}{n}} \tag{6}$$

Hasil pengujian data latih pada masing masing banyak data dapat dilihat pada Tabel 3 Hasil Pengujian Data Latih.

Tabel 3. Hasil Pengujian Data Latih

Data ke-	Banyak Data	RMSE
1	400	22.4
2	600	19.7
3	800	19.1
4	1000	18.7
5	1200	16.4

Dari hasil pengujian data latih pada tabel 3, dapat disimpulkan bahwa nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) terkecil didapat pada pengujian data latih menggunakan 1200 data. Dengan demikian pada sistem ini digunakan data sebanyak 1200 data untuk proses data latih.

Berdasarkan pengujian data latih, pada pengujian data uji ini dilakukan pada 200 data dari april 2020 hingga oktober 2020. Hasil prediksi pada data latih dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pengujian Data Uji

Data ke-	Target	Output
1	1	0.2
2	55	4.2
3	1.8	17.6
4	10.4	14.7
5	0	1.5
⋮	⋮	⋮
194	0	2.3
195	29	14.2
196	18.1	12
197	0	1.5
198	9.8	7.1

Pengujian dengan RMSE:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - w_i f_{i_t})^2}{n}} \tag{7}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{(1 - (0.2))^2 + \dots + (9.8 - (7.1))^2}{198}} = 9.5$$

4. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan banyak data yang diberikan pada pelatihan data sangat berpengaruh terhadap hasil parameter konsekuen dan parameter konsekuen akan digunakan dalam pengujian data uji dan prediksi curah hujan kedepannya.

Hasil prediksi curah hujan kedepannya sangat terpengaruh oleh hasil pelatihan yang dilakukan sebelum pengujian, jika error pada saat pelatihan menghasilkan error yang besar pada bobot-bobot tertentu, maka pada saat pengujian beberapa data akan menghasilkan error yang besar dan sebaliknya.

Pada pengujian data uji didapat hasil RMSE terkecil sebesar 9.5% dengan parameter konsekuen yang didapat dari hasil pengujian data latih sebanyak 1200 data.

Pada data curah hujan, terdapat masalah jika variasi nilai terlalu sama. Hal tersebut dapat menimbulkan masalah pada perhitungan LSE. Jika variasi nilai terlalu sama maka LSE

tidak dapat memberikan nilai invers yang mana akan mempengaruhi nilai dari output jaringan.

Daftar Pustaka

- [1] BPS, "Statistic rata rata suhu, tekanan udara, kecepatan angin, arah angin, curah hujan, hari hujan Kabupaten Sleman 2018," 9 Juli 2019. [Online]. Available: <https://slemankab.bps.go.id/statictable/2019/07/09/511/rata-rata-suhu-udara-kelembaban-tekanan-udara-kecepatan-angin-arahan-angin-curah-hujan-dan-hari-hujan-di-wilayah-kabupaten-sleman-2018.html>.
- [2] L. Anggraini, "Anfis Dengan Membership Function Untuk Prediksi Curah Hujan Pada Data Rentet Waktu Multivariate," *Technologia Vol 9, No.*, p. 1, 2018.
- [3] M. I. Azhar and W. F. Mahmudy, "Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode Adaptive Neuro Fuzzy," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN: 2548-964X*, pp. 4932-4939, 2018.
- [4] Haviluddin, H. S. Pakpahan and C. B. Snaga, "Peramalan Curah Hujan Dengan Pendekatan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System," *SAKTI*, vol. 1, pp. 1-7, 2019.
- [5] s. kusumadewi and s. hartati, "Neuro-Fuzzy "Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf Edisi 2," in *Neuro-Fuzzy "Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf Edisi 2*, Yogyakarta, Graha Ilmu, 2010, pp. 377 - 380.
- [6] S. Makridakis, S. C. Wheelright and V. E. McGee, *Metode dan Aplikasi Peramalan - edisi ke-2, jilid I*, Jakarta: Erlangga, 1995.
-