

Peramalan Curah Hujan Dengan Pendekatan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System

Chrisman Bonor Sinaga¹, Haviluddin², Herman Santoso Pakpahan³, Anton Prafanto⁴,
Hario Jati Setyadi⁵

^{1,2,3,4,5} Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Mulawarman
chrismansinaga96@gmail.com; haviluddin@unmul.ac.id; pakpahan.herman891@gmail.com;
anton.prafanto@gmail.com; hario.setyadi@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Histori Artikel

Diterima : 16 Juni 2019
Direvisi : 28 Juli 2019
Diterbitkan : 30 Agustus 2019

Kata Kunci:

Peramalan
ANFIS
MSE
Rasio data
Curah hujan

ABSTRAK

Analisa peramalan curah hujan yang mendekati kenyataan berdasarkan akurasi yang akurat sangat diperlukan dalam berbagai aktivitas kehidupan manusia. Paper ini bertujuan untuk menerapkan metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) dalam peramalan curah hujan di Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Beberapa parameter ANFIS seperti MF (Fungsi Keanggotaan), Input MF type (Tipe Fungsi Keanggotaan), Learning Rate (Step Size), dan rasio data telah digunakan. Berdasarkan hasil percobaan akurasi peramalan yang diperoleh cukup akurat dengan nilai MSE adalah 0.063290962 untuk rasio data 3:2 dan adalah 0.020498283 rasio data 4:1. Hasil ini menunjukkan bahwa metode ANFIS dapat menjadi alternatif metode dalam meramalkan curah hujan di Kota Samarinda, Kalimantan Timur.

2019 SAKTI – Sains, Aplikasi, Komputasi dan Teknologi Informasi.

Hak Cipta.

I. Pendahuluan

Cuaca dan iklim merupakan salah satu faktor yang berpengaruh di berbagai aktivitas kehidupan manusia seperti perkebunan, pertanian, perikanan, perencanaan pembangunan, pelayanan transportasi darat, laut dan udara dan lain-lain. Oleh karena itu, analisa hasil olah data cuaca dan iklim yang mendekati kenyataan dengan akurasi yang baik sangat diperlukan. Salah satu hasil olah data cuaca dan iklim adalah peramalan curah hujan. Hasil olahan data ini diperoleh melalui beberapa cara seperti pengamatan dilapangan/di stasiun, analisis dan pengelolaan data. Berbagai pendekatan pengelolaan data banyak dilakukan para peneliti dalam melakukan peramalan curah hujan seperti metode statistik dan kecerdasan buatan (Aljandali, 2017; Asteriou & Hall, 2011; Poole & Mackworth, 2010). Peneliti (Maulana, 2018) telah menerapkan metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Box-Jenkins untuk meramalkan curah hujan di Kota Bogor. Data curah hujan yang digunakan adalah berasal dari 12 stasiun dalam rentang Januari 2013-Desember 2014 dalam periode 10 harian. Berdasarkan uji coba model deret waktu terbaik untuk 12 stasiun terdiri dari ARIMA(1,1,1), ARIMA(1,1,0), dan ARIMA(3,1,0). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ARIMA mampu digunakan untuk peramalan dengan jumlah data deret waktu yang sedikit. (Susanto, 2016) menerapkan metode ARIMA dan Feed Forward Neural Network (FFNN) untuk meramalkan curah hujan di Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur. Penelitian ini menggunakan pemodelan linier yaitu ARIMA dan non linier yaitu Feed Forward Neural Network (FFNN) dan Hybrid (ARIMA-NN). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ARIMA terbaik adalah ARIMA $([1,13,17],0,0)(1,0,0)_{12}$ dengan nilai RMSE in sample sebesar 0.909 dan RMSE out sample sebesar 1.351. Adapun, Model FFNN terbaik yang didapatkan adalah FFNN (3,3,1) dengan variabel input lag yang signifikan pada model ARIMA yaitu z_{t-1} , z_{t-12} dan z_{t-13} dengan nilai RMSE in sample sebesar 1,002 dan RMSE out sample sebesar 1,017. Sedangkan, pada pemodelan Hybrid, model utama yang digunakan adalah ARIMA $([1,13,17],0,0)(1,0,0)_{12}$ dengan model FFNN yang terbentuk adalah FFNN (4,5,1) dengan nilai RMSE berturut-turut 0,851 dan 1,231. Dimana, pemodelan terbaik adalah menggunakan metode FFNN (3,3,1) dengan nilai RMSE out sample yang paling kecil. Namun demikian, metode tradisional seperti ARMA, ARIMA, SARIMA, dan FARIMA masih mampu menghasilkan akurasi peramalan yang baik dengan kondisi dataset yang tidak banyak (Ahmar et al., 2018; Haviluddin & Alfred, 2014; Susanti et al., 2018a). Selanjutnya, berbagai metode kecerdasan buatan seperti backpropagation neural network (BPNN), K-Means, Fuzzy C_Means, self-organizing maps (SOM), support vector machine (SVM), naïve bayes (NB), Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) dan lain-lain, banyak digunakan untuk menyelesaikan peramalan dalam berbagai bidang termasuk peramalan curah hujan (Anggraini, 2018; Mislan, Gaffar, Haviluddin, & Puspitasari,

2018; Mislan, Havaluddin, Hardwinarto, & Aipassa, 2015). Peneliti (Anggraini, 2018) telah menggunakan metode ANFIS untuk melakukan peramalan curah hujan di daerah Kotabaru, Kalimantan Selatan. Pada penelitian ini menggunakan 1827 data (periode 2010-2015) yang diambil dari BMKG Stasiun Meteorologi Stagen. Skema ANFIS yang telah digunakan adalah data 2010-2014 sebagai pembangun logika (data training). Sedangkan, data 2015 digunakan sebagai validasi (checking). Himpunan keanggotaan fuzzy telah menggunakan fuzzy sugeno. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa jika tingkat kelembaban sebesar 58,4 % dan suhu sebesar 47,5 celcius maka curah hujan sebesar 32,2 mm yang berarti akan terjadi hujan dengan intensitas hujan rendah. Adapun, hasil akurasi berupa nilai RMSE diperoleh 0.73436. Dengan kata lain, metode ANFIS dapat menjadi alternative metode peramalan yang cukup baik.

Paper ini bertujuan untuk menerapkan metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) untuk melakukan peramalan curah hujan di Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Lebih lanjut, hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu memberikan informasi bagi masyarakat dan pihak-pihak terkait untuk lebih mengantisipasi dampak dari curah hujan yang ekstrim. Paper ini terdiri dari empat bagian. Bagian pertama adalah motivasi penelitian ini. Bagian kedua adalah menjelaskan metodologi dan teknik yang digunakan. Bagian ketiga adalah menerangkan hasil pengujian dengan metode ANFIS dan data yang telah ditetapkan. Dan, bagian terakhir adalah kesimpulan dan saran yang diperoleh setelah pengujian, serta rencana penelitian selanjutnya.

II. Material dan Metode

Pada bagian ini, akan dijelaskan secara singkat deret waktu, metode ANFIS dan pengukuran hasil simulasi peramalan yang digunakan dalam penelitian ini.

A. Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)

Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) adalah jaringan yang berbasis pada fuzzy inference system (FIS). Secara prinsip, parameter ANFIS dapat dipisahkan menjadi dua, yaitu parameter premis dan konsekuen yang dapat diadaptasikan dengan pelatihan hybrid. Dimana, pelatihan hybrid dilakukan dalam dua langkah, yaitu langkah maju dan langkah mundur. ANFIS merupakan arsitektur yang secara fungsional sama dengan fuzzy rule base model Sugeno dan juga sama dengan JST fungsi radial dengan sedikit batasan tertentu (Boyacioglu & Avci, 2010; He, Wen, Liu, & Du, 2014; Jang, 1993; Walia, Singh, & Sharma, 2015). Adapun, arsitektur ANFIS yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1. Dalam paper ini, tahapan metode ANFIS yang digunakan terdiri dari tiga tahapan. Tahap pertama, pengujian, data yang telah dinormalisasikan akan dimasukkan sebagai data latih dan data uji. Untuk model jaringan yang digunakan adalah model Sugeno. Tahap kedua, menentukan banyak anggota dan tipe fungsi keanggotaan, menentukan parameter seperti learning rate, epoch dan toleransi error. Tahap ketiga, proses pelatihan ANFIS dengan kondisi, jika error yang dihasilkan melebihi toleransi error, maka akan diulang dengan menentukan banyak anggota dan fungsi keanggotaan. Jika error masih dibawah toleransi error maka akan dibandingkan data hasil prediksi dan data aktualnya.

B. Sampel Data

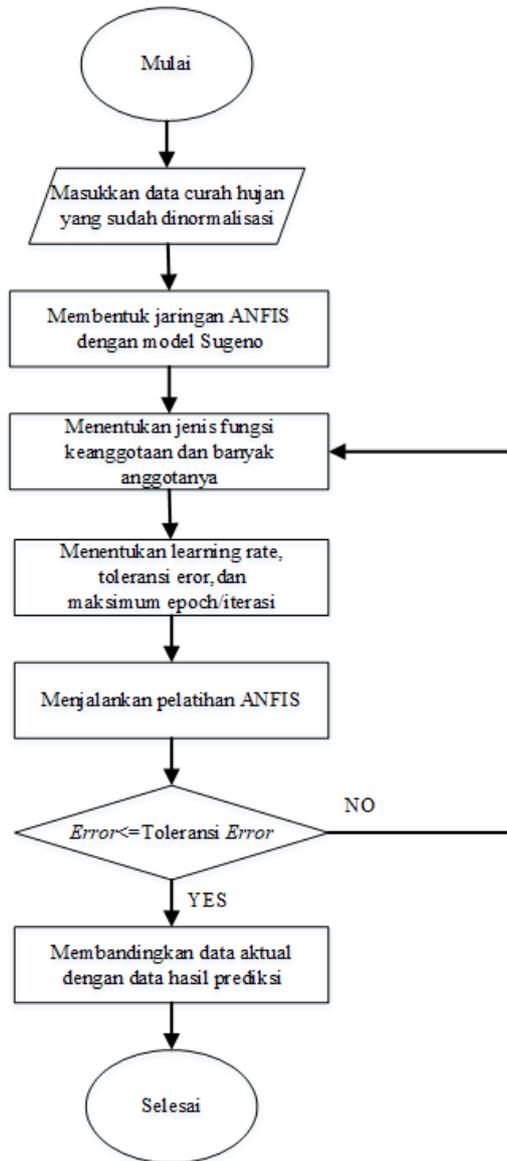
Dalam paper ini, data curah hujan didapatkan dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kota Samarinda, Kalimantan Timur sebanyak 60 bulan (Januari 2014-Desember 2018). Berdasarkan prinsip sistem cerdas maka data curah hujan dilakukan normalisasi. Adapun, rumus normalisasi menggunakan persamaan (1) dan hasil normalisasi data curah hujan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 2.

$$X' = \frac{X - b}{a - b} \quad (1)$$

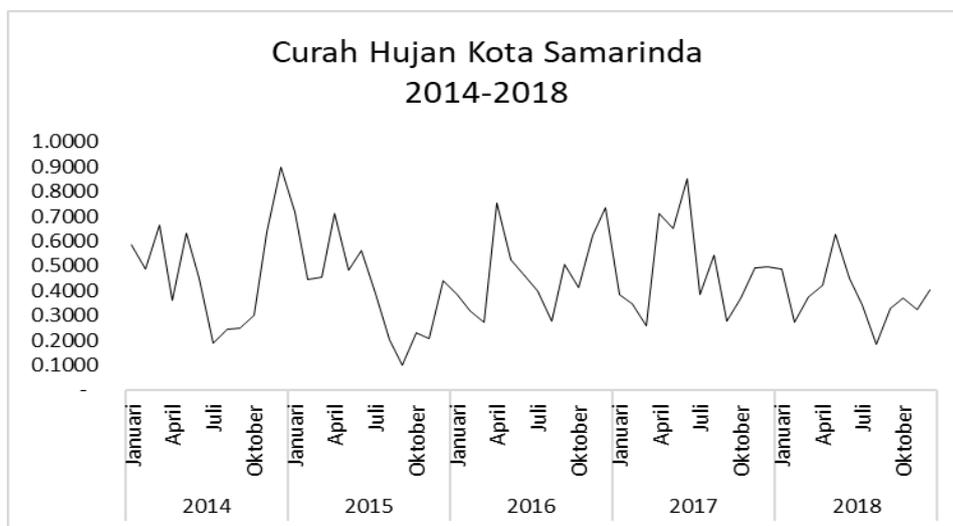
Dimana, X' adalah normalisasi; X adalah data asli; a adalah nilai maksimum; b adalah nilai minimum.

Tabel 1. Data curah hujan Kota Samarinda periode 2014-2018

Bulan	2014	2015	2016	2017	2018
Januari	0.6088	0.7700	0.3544	0.3591	0.4821
Februari	0.4828	0.4310	0.2736	0.3095	0.2182
Maret	0.7095	0.4417	0.2191	0.1967	0.3441
April	0.3296	0.7675	0.8187	0.7666	0.4024
Mei	0.6648	0.4768	0.5344	0.6907	0.6617
Juni	0.4399	0.5788	0.4511	0.9419	0.4399
Juli	0.1105	0.3633	0.3765	0.3593	0.3057
Agustus	0.1816	0.1286	0.2213	0.5576	0.1070
September	0.1854	-	0.5056	0.2233	0.2836
Oktober	0.2485	0.1635	0.3897	0.3394	0.3392
November	0.6713	0.1360	0.6519	0.4886	0.2829
Desember	1.0000	0.4274	0.7961	0.4982	0.3785



Gambar. 1. Arsitektur ANFIS



Gambar. 2. Plot curah hujan Kota Samarinda periode 2014-2018

C. Performa Akurasi Peramalan

Terdapat beberapa metode dalam statistik untuk melakukan pengukuran suatu model peramalan seperti mean absolute error (MAE), mean square error (MSE), root mean squared error (RMSE), dan normalize mean square error (NMSE). Pengukuran metode peramalan bertujuan untuk mendapatkan nilai terbaik antara nilai asli dan nilai hasil peramalan (Fürnkranz et al., 2010; Seymour, Brockwell, & Davis, 2006; Susanti et al., 2018b). Dalam penelitian ini, metode MSE dipilih untuk mengukur akurasi peramalan. Adapun, MSE menggunakan persamaan (2).

$$MSE = \frac{1}{M} \sum_{t=1}^M (x_t - \hat{x}_t)^2 \quad (2)$$

Dimana, x_t adalah nilai observasi data; \hat{x}_t adalah nilai hasil peramalan; M adalah nilai dari deret waktu.

III. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini adalah menerangkan hasil pengujian metode ANFIS yang diujikan pada data curah hujan di Kota Samarinda, Kalimantan Timur yang merupakan variabel uji dengan parameter-parameter seperti jumlah MF (Fungsi Keanggotaan), Input MF type (Tipe Fungsi Keanggotaan), dan Learning Rate (Step Size). Dalam percobaan ini, masing-masing parameter tersebut divariasikan sesuai pada Tabel 2.

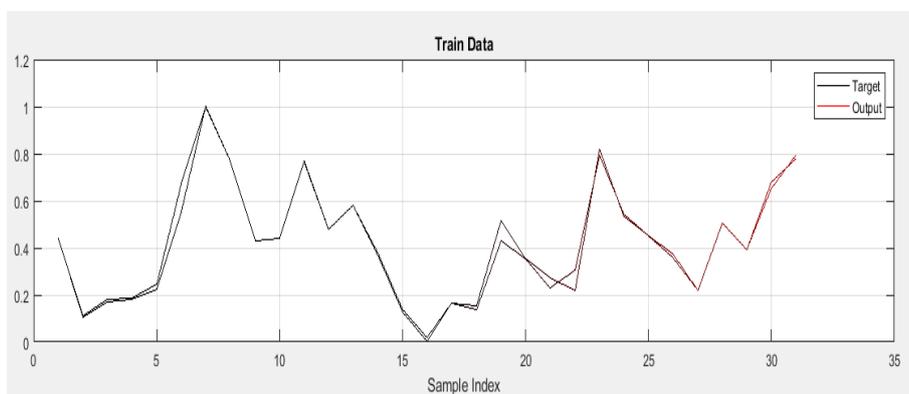
Tabel 2. Parameter pengujian variabel

Parameter	
Jumlah MF	2, 3, 4
Input MF type	trafmf, trimf, gaussmf
Learning rate	0.01 ; 0.03 ; 0.05 ; 0.07 ; 0.09 ; 0.1

Selanjutnya, pengujian parameter. Parameter-parameter yang sudah ditentukan akan diuji untuk meramal data curah hujan di Kota Samarinda. Uji coba juga akan dilakukan dengan menggunakan perbandingan rasio data latih dan data uji. Dalam pengujian ini rasio data yang digunakan adalah 3:2 dan 4:1. Sedangkan, nilai parameter yang akan menjadi nilai tetapan yaitu epoch dengan nilai maksimal sebesar 1000, toleransi error sebesar 0.01, Output MFtype dengan tipe linear. Hasil pengujian parameter akan ditampilkan pada Tabel 3. Adapun, plot hasil pelatihan dan pengujian dengan skema rasio data berbeda dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.

Tabel 3. Hasil Pengujian Dengan Parameter Terbaik

Rasio Data	Jumlah MF	Tipe MF	Learning Rate	MSE Pengujian
3:2	2	trapmf	0.01	0.06329096
4:1	2	trimf	0.1	0.02049828

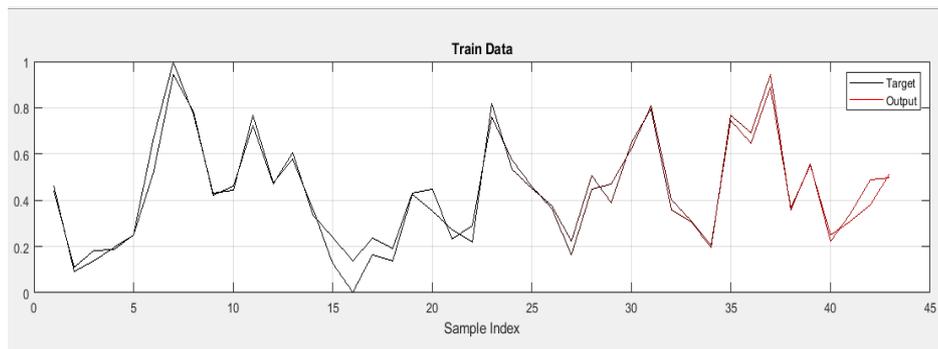


(a)

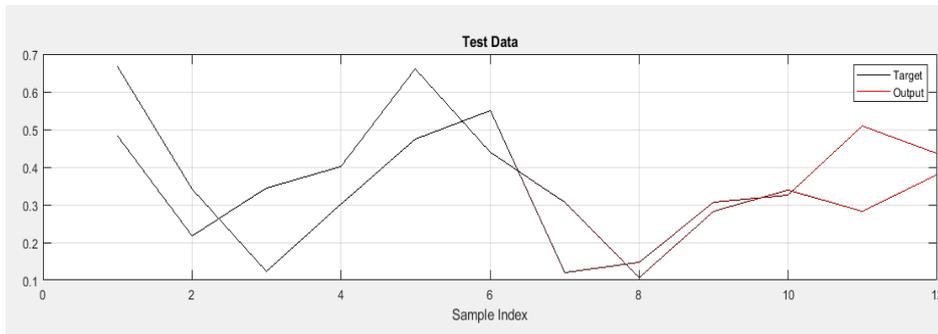


(b)

Gambar. 3. Plot hasil pelatihan (a) dan pengujian (b) Rasio Data 3:2

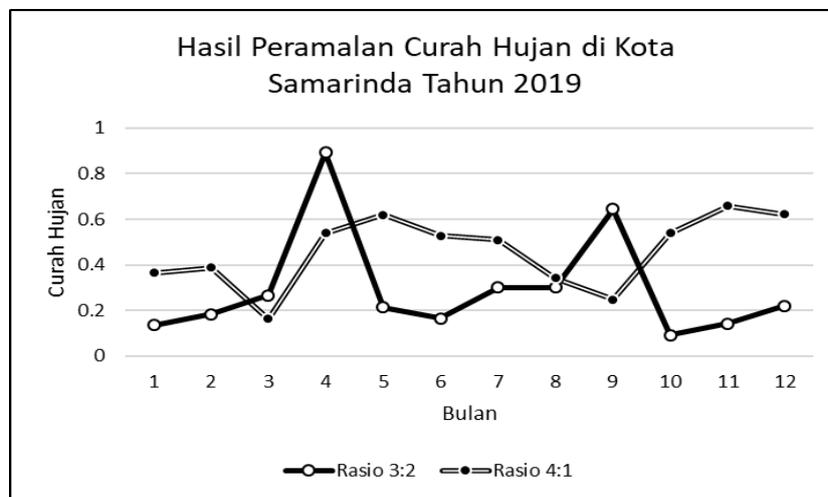


(a)



(b)

Gambar. 4. Plot hasil pelatihan (a) dan pengujian (b) Rasio Data 4:1



Gambar. 5. Hasil peramalan curah hujan pada tahun 2019 (rasio 3:2 dan 4:1)

Gambar 5 memperlihatkan bahwa perbandingan pola curah hujan dapat dilihat terdapat sedikit kesamaan peramalan curah hujan yang cukup dekat untuk beberapa bulan, misalnya pada bulan Maret dan Agustus saja, selebihnya perbedaan curah hujan cukup jauh. Bahkan, pola yang dihasilkan berbeda, misalnya pada bulan April ke bulan Mei, pada peramalan dengan rasio 3:2 terjadi penurunan curah hujan yang cukup drastis sedangkan pada peramalan dengan rasio 4:1 terjadi sedikit peningkatan curah hujan. Begitu juga pada bulan Agustus menuju bulan September, arah peramalan data yang berlawanan seperti pada bulan April dan Mei. Adapun, nilai peramalan curah hujan pada tahun 2019 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Peramalan curah hujan tahun 2019

Bulan	Rasio 3:2	Rasio 4:1
Januari	60.29364	162.9365
Februari	82.52803	173.8481
Maret	119.2323	73.12935
April	399.4279	241.7194
Mei	94.95314	277.7193
Juni	73.84927	236.4187
Juli	134.9451	228.3359
Agustus	134.0724	153.0027
September	288.5472	111.1023
Oktober	41.30682	240.9911
November	64.00801	294.5048
Desember	98.15270	278.4127

IV. Kesimpulan

Analisa peramalan curah hujan Kota Samarinda, Kalimantan Timur dengan menggunakan metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) telah diimplementasikan. Berdasarkan hasil percobaan, metode ANFIS dengan parameter seperti jumlah MF (Fungsi Keanggotaan), Input MF type (Tipe Fungsi Keanggotaan), Learning Rate (Step Size), rasio data 3:2 dan 4:1 mampu menghasilkan tingkat kesalahan peramalan yang cukup baik dengan nilai MSE untuk rasio data 3:2 adalah 0,063290962 dan rasio data 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. Penerapan kombinasi metode kecerdasan buatan lainnya akan menjadi penelitian selanjutnya.

Daftar Pustaka

- Ahmar, A. S., Guritno, S., Abdurakhman, Rahman, A., Awi, Alimuddin, ... Arifin, A. N. M. (2018). Modeling Data Containing Outliers using ARIMA Additive Outlier (ARIMA-AO). *Journal of Physics: Conference Series*, 954(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/954/1/012010>
- Aljandali, A. (2017). *The Box-Jenkins Methodology*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56481-4_3
- Anggraini, L. (2018). Anfis Dengan Membership Function Untuk Prediksi Curah Hujan pada Data Rentet Waktu Multivariate. *Technologia*.
- Asteriou, D., & Hall, S. G. (2011). ARIMA Models and the Box-Jenkins Methodology. *Applied Econometrics (Second Ed.)*. Palgrave MacMillan.
- Boyacioglu, M. A., & Avci, D. (2010). An adaptive network-based fuzzy inference system (ANFIS) for the prediction of stock market return: The case of the Istanbul stock exchange. *Expert Systems with Applications*. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.04.045>
- Fürnkranz, J., Chan, P. K., Craw, S., Sammut, C., Uther, W., Ratnaparkhi, A., ... De Raedt, L. (2010). Mean Squared Error. In *Encyclopedia of Machine Learning*. https://doi.org/10.1007/978-0-387-30164-8_528
- Haviluddin, H., & Alfred, R. (2014). Forecasting Network Activities Using ARIMA Method. *Journal of Advances in Computer Networks (JACN)*, 2(106), 173–177. Retrieved from <http://www.jacn.net/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=34&id=132>
- He, Z., Wen, X., Liu, H., & Du, J. (2014). A comparative study of artificial neural network, adaptive neuro fuzzy inference system and support vector machine for forecasting river flow in the semiarid mountain region. *Journal of Hydrology*. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.11.054>
- Jang, J. S. R. (1993). ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. <https://doi.org/10.1109/21.256541>
- Maulana, H. A. (2018). Pemodelan Deret Waktu Dan Peramalan Curah Hujan Pada Dua Belas Stasiun Di Bogor. *Jurnal Matematika Statistika Dan Komputasi*. <https://doi.org/10.20956/jmsk.v15i1.4424>

- Mislan, Gaffar, A. F. O., Haviluddin, & Puspitasari, N. (2018). Water Level Prediction of Lake Cascade Mahakam Using Adaptive Neural Network Backpropagation (ANNBP). *1st International Conference on Tropical Studies and Its Application (ICTROPS)*.
- Mislan, Haviluddin, H., Hardwinarto, S., & Aipassa, M. (2015). Rainfall Monthly Prediction Based on Artificial Neural Network: A Case Study in Tenggarong Station, East Kalimantan - Indonesia. *Procedia - Procedia Computer Science*, 59, 142–151. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.528>
- Poole, D. L., & Mackworth, A. K. (2010). Artificial intelligence: Foundations of computational agents. In *Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents*. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511794797>
- Seymour, L., Brockwell, P. J., & Davis, R. A. (2006). Introduction to Time Series and Forecasting. *Journal of the American Statistical Association*. <https://doi.org/10.2307/2965440>
- Susanti, A., Suhartono, Setyadi, H. J., Taruk, M., Haviluddin, & Widagdo, P. P. (2018a). Forecasting Inflow and Outflow of Money Currency in East Java Using a Hybrid Exponential Smoothing and Calendar Variation Model. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/979/1/012096>
- Susanti, A., Suhartono, Setyadi, H. J., Taruk, M., Haviluddin, & Widagdo, P. P. (2018b). Forecasting Inflow and Outflow of Money Currency in East Java Using a Hybrid Exponential Smoothing and Calendar Variation Model. *Journal of Physics: Conference Series*, 979, 012096. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/979/1/012096>
- Susanto, Y. (2016). Pemodelan Curah Hujan dengan Pendekatan Model ARIMA , Feed Forward Neural Network. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*.
- Walia, N., Singh, H., & Sharma, A. (2015). ANFIS : Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System- A Survey. *International Journal of Computer Applications (0975 – 8887)*, 123(13), 32–38.