



**PERAMALAN CURAH HUJAN DI KOTA SEMARANG  
DENGAN METODE *HYBRID SEASONAL AUTOREGRESSIVE  
INTEGRATED MOVING AVERAGE (SARIMA) ADAPTIVE  
NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS)***

**JURNAL ILMIAH**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Statistika**

**Oleh  
Pravita Niza Ulum Rahayu  
B2A016014**

**PROGRAM STUDI S1 STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG  
2020**

**SURAT PERNYATAAN  
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Pravita Niza Ulum Rahayu  
NIM : B2A016014  
Fakultas/Jurusan : FMIPA/S1 Statistika  
Jenis Penelitian : Skripsi  
Judul : Peramalan Curah Hujan Di Kota Semarang Dengan Metode *Hybrid Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS)  
Email : [pravitarahayu2@gmail.com](mailto:pravitarahayu2@gmail.com)

Dengan ini menyatakan bahwa saya menyetujui untuk :

1. Memberikan hak bebas royalti kepada Perpustakaan UNIMUS atas penulisan karya ilmiah saya, demi pengembangan ilmu pengetahuan
2. Memberikan hak menyimpan, mengalih mediakan/mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, serta menampilkannya dalam bentuk *softcopy* untuk kepentingan akademis kepada Perpustakaan UNIMUS, tanpa perlu izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UNIMUS dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 5 Mei 2020

Yang membuat pernyataan,



Pravita Niza Ulum Rahayu  
B2A016014

**PERAMALAN CURAH HUJAN DI KOTA SEMARANG DENGAN METODE  
HYBRID SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE  
(SARIMA) ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS)**

**Pravita Niza Ulum Rahayu <sup>(1)</sup>, Rochdi Wasono <sup>(2)</sup> dan Tiani Wahyu Utami<sup>(3)</sup>**

<sup>(1,2,3)</sup> Program Studi Statistika Universitas Muhammadiyah Semarang

Email : [Pravitarahayu2@gmail.com](mailto:Pravitarahayu2@gmail.com)

| <b>Article history</b>                       | <b>Abstract</b>   |
|--|---|
| Submission :                                 | Semarang City which is the Capital of Central Java Province is one of the cities that is always flooded when the rainy season arrives. In this study the hybrid SARIMA ANFIS method to predict rainfall in the city of Semarang so that it can be used as a material consideration in the awareness of flooding. In this study using hybrid with the aim of being able to capture linear and non-linear patterns as well as to increase the value of accuracy. This method will be tested using data sourced from BMKG Meteorological Station Class II Semarang City from January 2000 to August 2019 and evaluated using the Symmetric Mean Absolute Percentage Error (SMAPE) value. The results of this study indicate that using the hybrid SARIMA ANFIS method gives better results with a SMAPE value of 29.57% which is smaller than the SARIMA model with a SMAPE value of 43.33%. So it can be concluded that the proposed method can provide better performance and can used for forecasting with an accuracy value of 70.43%. |
| Resvised :                                   |   |
| Accepted :                                   |   |
| <b>Keywords:</b>                             |   |
| Rainfall, Hybrid SARIMA-ANFIS, SMAPE, SARIMA |   |

**Pendahuluan**

Curah Hujan adalah butir-butir air yang jatuh atau keluar dari awan atau kelompok awan. Hujan memberikan

dampak positif dan negatif bagi masyarakat, salah satu dampak negatifnya adalah adanya banjir. Kota Semarang yang merupakan Ibu Kota Provinsi Jawa tengah menjadi salah satu

kota yang selalu dilanda banjir saat musim penghujan tiba. Untuk meningkatkan kewaspadaan akan adanya banjir perlu dilakukan peramalan curah hujan. Data pengamatan curah hujan merupakan data pengamatan dalam kurun waktu tertentu dengan interval pengamatan yang sama.

Terdapat banyak teknik yang dapat digunakan untuk peramalan, diantaranya yaitu *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*, regresi linier, *Artificial Neural Network (ANN)*. Model umum dari runtun waktu salah satunya yaitu ARIMA, telah banyak digunakan dalam peramalan. Namun terdapat beberapa kelemahan pada metode peramalan *time series* seperti ARIMA, diantaranya yaitu menghasilkan *error* yang besar, ketidakstabilan data, dan asumsi linieritas yang sering tidak terpenuhi. (Kristiana, 2105)

Seiring dengan berkembangnya teknologi dan kecerdasan manusia maka proses komputasi pun terus berkembang. Banyak metode-metode peramalan yang baru, salah satu metode peramalannya yaitu menggunakan teknik integrasi atau semacam menggabungkan dua metode. Peramalan yang sesuai dengan data pola curah hujan yang termasuk data musiman yaitu menggunakan metode SARIMA. Dimana jika kita menggunakan metode SARIMA merupakan pengolahan dengan data linier sedangkan ANFIS secara individu dinilai kurang baik untuk memodelkan data dengan pola linier maupun non linier. Oleh karena itu digunakan model gabungan integrasi SARIMA ANFIS agar model dapat menangkap adanya pola linier dan non linier pada data. Serta diharapkan dapat meningkatkan akurasi peramalan dibandingkan hanya menggunakan satu metode saja. Pada penelitian ini akan diambil studi kasus untuk memprediksi curah hujan di Kota Semarang menggunakan metode Integrasi SARIMA ANFIS.

## Landasan Teori

### Deret Waktu

*Deret waktu (Time Series) adalah sekumpulan data pengamatan yang diukur selama kurun waktu tertentu, berdasarkan waktu dengan interval yang sama. Jika waktu dipandang bersifat diskrit (waktu dapat dimodelkan bersifat kontinu), frekuensi pengumpulan selalu sama. Dalam kasus diskrit frekuensi dapat berupa detik, menit, jam, hari, minggu, bulan bahkan tahun. (Hani'ah, 2015)*

### *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)*

Dalam pembentukan model analisis deret waktu mempunyai ciri yaitu mengasumsikan bahwa data penelitian dalam keadaan stasioner.

Dalam menentukan model pada metode data runtun waktu perlu adanya alat untuk mengidentifikasi data yang akan diramalkan yaitu dengan menggunakan Fungsi Autokorelasi / *Autocorrelation Function (ACF)* dan Fungsi Autokorelasi Parsial / *Partial Autocorrelation Function (PACF)*.

Proses *White Noise* adalah deret variabel acak yang independen, identik dan terdistribusi. Suatu proses  $\{\alpha_t\}$  dapat dikatakan *white noise* jika data terdiri dari variabel acak yang tidak berkorelasi dan berdistribusi normal dengan rata-rata konstan  $E(\alpha_t) = 0$ , variansi konstan.

Proses *white noise* dapat diprediksi menggunakan uji autokorelasi residual pada analisis *error*-nya. Uji korelasi residual digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya korelasi residual antar *lag*.

Model ARIMA Box-Jenkins dibagi kedalam 3 kelompok, yaitu : *Autoregressive (AR)*, *Moving Average (MA)*, dan model campuran ARIMA (*Autoregressive Moving Average*) yang merupakan campuran dari kedua model.

Dalam deret ARIMA adanya konstanta tambahan yaitu  $d$  yang dikenal dengan konstanta untuk diferensiasi membuat data stasioner, dan untuk konstanta lainnya yaitu  $p$  dan  $q$ . nilai konstanta  $p$  dan  $q$  didapatkan dari estimasi parameter ACF dan PACF. Sedangkan untuk nilai  $d$  dilakukan dengan *trail error* terhadap nilai  $p$  dan  $q$  yang sudah didapatkan. Secara umum model ARIMA dirumuskan dengan notasi berikut :

ARIMA ( $p,d,q$ )

Model SARIMA yaitu pada dasarnya Model ARIMA akan tetapi datanya merupakan data musiman atau seasional. Secara umum model SARIMA dinotasikan sebagai berikut :

ARIMA ( $p, d, q$ )( $P, D, Q$ )<sup>S</sup>

Dimana :

( $p,d,q$ ) = bagian tidak musiman dari model

( $P,D,Q$ ) = bagian musiman dari model  
S = jumlah periode musiman

Model SARIMA secara umum adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \Phi_p(B)\Phi_p(B^S)(1-B)^d(1-B^S)^D Z_t \\ = \theta_q(B)\Theta_Q a_t \end{aligned}$$

Untuk menentukan model terbaik dapat digunakan perhitungan model residual yang sesuai berdasarkan kesalahan peramalan. Kriteria yang digunakan yaitu menggunakan nilai *Akaike's Information Criterion* (AIC).

Rumus untuk menentukan nilai AIC dinyatakan dengan persamaan:

$$AIC = n \log \left( \frac{\sum_{i=1}^n \hat{\epsilon}_1^2}{n} \right) + 2k$$

Salah satu kriteria untuk menilai ketetapan hasil peramalan yaitu menggunakan nilai *Symmetric Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan rumus sebagai berikut.

$$SMAPE = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|Z_t - \hat{Z}_t|}{\frac{|Z_t + \hat{Z}_t|}{2}} \right) \times 100$$

Dengan

$Z_t$  = data aktual output sample ke- $t$ ,  
 $t = 1, 2, \dots, T$

$\hat{Z}_t$  = data hasil ramalan out sample ke- $t$

Dalam peramalan menggunakan metode ARIMA atau SARIMA perlu adanya uji normalitas. Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah populasi data berdistribusi normal atau tidak. Analisis menggunakan metode parametric maka persyaratan normalitasnya harus terpenuhi.

Jaringan Syaraf

Menurut Sinaga (2012:2) Jaringan Syaraf Tiruan adalah salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran otak manusia tersebut. Jaringan syaraf tiruan (JST) atau yang biasa disebut *Artificial Neural Network* (ANN) atau *Neural Network* (NN) saja, merupakan sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf pada makhluk hidup. *Neural network* berupa suatu model sederhana dari suatu syaraf nyata dalam otak manusia seperti suatu unit threshold yang biner.

Logika Fuzzy

Konsep logika fuzzy (logika samar) pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh dari University of California, Barkeley pada tahun 1965, yang merupakan alternatif dari logika tegas (crisp logic). Dalam teori logika fuzzy, sistem fuzzy tidak dimaksudkan untuk mengacu pada sistem yang tidak jelas atau kabur. Sebaliknya, yang dimaksud dengan sistem fuzzy adalah sebuah sistem yang dibangun dengan definisi, cara kerja, dan deskripsi yang jelas berdasar pada teori logika fuzzy.

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu fungsi yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotaannya. Ada beberapa fungsi yang dapat digunakan melalui pendekatan fungsi untuk mendapatkan nilai keanggotaan, seperti *Triangular*, *Trapezoidal*, *Gaussian*, dan *Generalized Bell*.

#### Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)

ANFIS adalah arsitektur yang secara fungsional samadengan *fuzzy rule base* model Sugeno. Arsitektur ANFIS juga sama dengan jaringan syaraf dengan fungsi radial dengan sedikit batasan tertentu. Bisa dikatakan bahwa ANFIS adalah suatu metode yang mana dalam 23 melakukan penyetelan aturan digunakan algoritma pembelajaran terhadap sekumpulan data. Pada ANFIS juga memungkinkan aturan-aturan untuk beradaptasi.

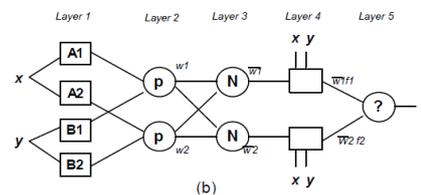
ANFIS dikembangkan oleh J.S.R Jang pada tahun 1992. Menurut Jang kelas adaptive network secara fungsional ekuivalen dengan *fuzzy inference system*. ANFIS adalah arsitektur yang secara fungsional sama dengan *fuzzy rule base* model Sugeno orde satu. Jika diasumsikan *fuzzy inference system* mempunyai dua input *x* dan *y* serta mempunyai satu output *z*, maka menurut model Sugeno orde satu, ada dua aturan sebagai berikut :

Rule 1 : If *x* is  $A_1$  and *y* is  $B_1$ , then  $f_1 = p_1x + q_1y + r$

Rule 2 : If *x* is  $A_2$  and *y* is  $B_2$ , then  $f_2 = p_2x + q_2y + r$

ANFIS (*Adaptif Neuro Fuzzy Inference System*) adalah metode jaringan neural yang fungsinya sama dengan sistem inferensi *fuzzy*. Pada ANFIS, proses belajar pada jaringan *neural* dengan sejumlah pasangan data berguna untuk memperbaharui parameter-parameter sistem inferensi *fuzzy*. Jaringan ANFIS yang ditunjukkan

pada Gambar 1. berikut.



#### Hybrid SARIMA ANFIS

*Hybrid* adalah kombinasi dari dua atau lebih system dalam satu fungsi, dimana dalam hal ini adalah kombinasi antara SARIMA dengan ANFIS. Sudah banyak peneliti yang menggunakan metode integrasi dikarenakan hasil yang diharapkan dapat saling melengkapi karena pada dasarnya daam dunia nyata jarang ditemukan kejadian deret waktu yang murni linier ataupun murni non-linier. Secara umum kombinasi deret waktu dituliskan sebagai berikut :

$$y_t = L_t + E_t$$

Dimana  $L_t$  adalah komponen linier dan  $E_t$  adalah komponen non-linier . terdapat dua komponen yang harus diestimasi dari data, yaitu model SARIMA digunakan untuk menyelesaikan kasus linier, dimana residual dari model linier yang masih mengandung informasi hubungan non-linier.

#### Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari BKMGS Stasiun meteorologi Kelas II Ahmad Yani Semarang. Data yang digunakan adalah data bulanan curah hujan di Kota Semarang dari Januari 2000 hingga Agustus 2019 dengan data sejumlah 236 data.

Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Input data penelitian

2. Melakukan identifikasi terhadap karakteristik data pada curah hujan di Kota Semarang dengan statistika deskriptif.
3. Melakukan peramalan curah hujan di Kota Semarang menggunakan model SARIMA.
4. Meramalkan data curah hujan di Kota Semarang menggunakan model *Hybrid* SARIMA-ANFIS.
5. Membandingkan hasil peramalan dari model SARIMA dan *Hybrid* SARIMA-ANFIS yang memiliki nilai kebaikan terbaik berdasarkan nilai SMAPE.

Berikut ini uraian langkah-langkah analisis dalam melakukan peramalan dengan model SARIMA melalui prosedur *Box-Jenkins*.

1. Input data penelitian.
2. Melakukan identifikasi model SARIMA dengan memeriksa kestasioneran data terhadap *mean* dan *varians* pada data *in-sample*. Apabila data tidak stasioner terhadap *mean* maka perlu dilakukan *differencing* dan apabila data tidak stasioner terhadap *varians* maka dilakukan transformasi *Box-Cox*.
3. Melakukan Identifikasi orde model pada SARIMA ( $p,d,q$ ) berdasarkan plot ACF dan PACF.
4. Mengestimasi parameter berdasarkan model yang terpilih dengan metode *least square*.
5. Melakukan Uji Signifikansi untuk mendapatkan model-model yang signifikan.
6. Mencari nilai kebaikan model
7. Melakukan uji diagnostik untuk *white noise* dan normalitas residual melalui uji *Ljung-Box* dan *Kolmogorov-Smirnov*.
8. Melakukan peramalan data dengan model SARIMA.

9. Mencari kebaikan peramalan dengan menghitung nilai SMAPE. Nilai SMAPE terkecil itulah model terbaik.

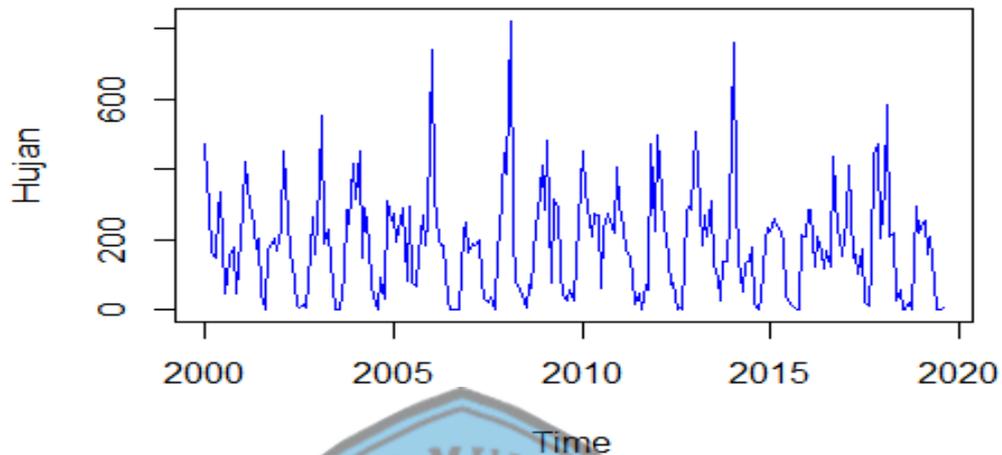
Berikut ini uraian langkah-langkah analisis dalam melakukan peramalan dengan model *hybrid* SARIMA ANFIS.

1. Menentukan input data residual hasil dari SARIMA dengan syarat variabel tersebut harus signifikan dan tidak mengandung trend / non linier.
2. Menentukan jumlah fungsi keanggotaan.
3. Menentukan jenis fungsi keanggotaan.
4. Melakukan peramalan dari kombinasi jenis fungsi dan jumlah keanggotaan.
5. Memilih hasil model *Hybrid* SARIMA-ANFIS terbaik dari nilai SMAPE terkecil.

#### Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pada data analisis deskriptif data curah hujan di Kota Semarang periode Bulan Januari 2000 hingga Bulan Agustus 2019 diperoleh bahwa curah hujan tertinggi yaitu sebesar 822,2 mm yaitu pada Bulan Februari 2008. Sedangkan curah hujan terendah sebesar 0.0 mm atau dapat dikatakan bahwa pada bulan tersebut tidak terjadi hujan sama sekali. Bulan yang tidak mengalami hujan pada periode penelitian diantaranya yaitu Bulan Agustus 2003 dan 2004, Juli-Oktober 2006, September 2007, Agustus 2011, September 2012, September 2014, Oktober 2015, Juli-Agustus dan Oktober 2018. Untuk rata-rata yaitu sebesar 182.6 mm dengan nilai standar deviasi sebesar 147.84 mm. Plot data untuk curah hujan di Kota Semarang dapat dilihat pada Gambar 1. Berikut.

## Plot Curah Hujan di Kota Semarang

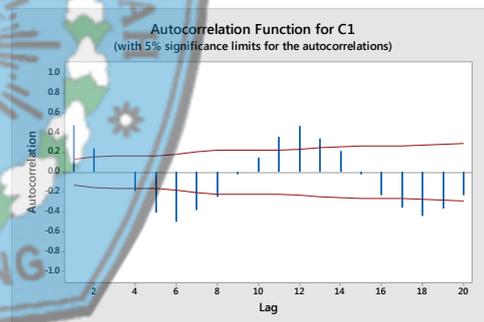


Curah Hujan di Kota Semarang Periode Januari 2000 hingga Agustus 2019

Berdasarkan gambar diatas didapatkan bahwa data curah hujan di Kota Semarang membuat sebuah *trend* yaitu pola musiman dimana curah hujan terjadi dipengaruhi oleh faktor bulanan.

digunakan. Didapatkan plot ACF pada Gambar 2. berikut.

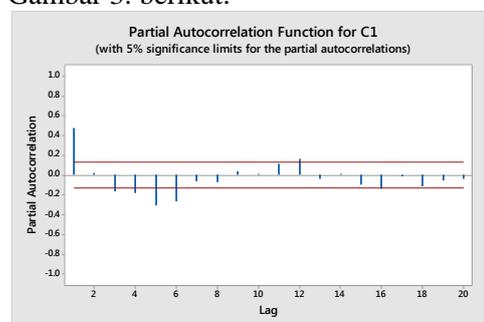
Dalam melakukan peramalan data curah hujan dibagi menjadi dua. Data curah hujan dari Bulan Januari Tahun 2000 hingga Bulan Agustus Tahun 2018 sebagai data *in-sample* atau *training* . Data curah hujan dari Bulan Oktober Tahun 2018 hingga Bulan Agustus Tahun 2019 sebagai data *out-sample* atau *testing*.



Plot ACF

Dalam pembentukan model SARIMA data yang digunakan harus mengasumsikan bahwa data tersebut dalam keadaan stasioner. Dimana uji yang dapat dilakukan untuk mengetahui kestasioneran data yaitu Uji *Augmented Dicky-Fuller* (ADF). Didapatkan nilai nilai p-value sebesar 0.01 hal tersebut menandakan  $p\text{-value} = 0.01 < \alpha = 0.05$  yang artinya data sudah stasioner.

Didapatkan plot PACF pada Gambar 3. berikut.



Plot PACF

Identifikasi model dapat dilakukan dengan membuat plot ACF dan PACF untuk menentukan nilai yang

Berdasarkan gambar plot ACF dan PACF didapatkan lag yang keluar yang nantinya dijadikan model SARIMA. Dimana model tersebut harus dilakukan uji signifikansi serta mencari nilai kebaikan model menggunakan kriteria nilai *Akaike's Information Criterion* (AIC). Dengan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) didapatkan hasil seperti pada Tabel 1. berikut.

Hasil Uji Signifikansi Parameter Model dan Kebaikan Model

| No | Model                               | Keterangan | AIC     |
|----|-------------------------------------|------------|---------|
| 1  | ARIMA (1,0,0) (1,0,1) <sup>12</sup> | Signifikan | 2752.26 |
| 2  | ARIMA (1,0,0) (1,0,0) <sup>12</sup> | Signifikan | 2797.08 |
| 3  | ARIMA (1,0,0) (0,0,1) <sup>12</sup> | Signifikan | 2806.68 |
| 4  | ARIMA (0,0,1) (1,0,1) <sup>12</sup> | Signifikan | 2754.16 |
| 5  | ARIMA (0,0,1) (1,0,0) <sup>12</sup> | Signifikan | 2802.91 |
| 6  | ARIMA (0,0,1) (0,0,1) <sup>12</sup> | Signifikan | 2816.54 |
| 7  | ARIMA (1,0,0) (2,0,0) <sup>12</sup> | Signifikan | 2788.75 |
| 8  | ARIMA (0,0,1) (2,0,0) <sup>12</sup> | Signifikan | 2792.03 |

Uji diagnostik dilakukan dengan tujuan agar model memenuhi asumsi *white noise* serta nilai residualnya berdistribusi normal. Untuk uji *white noise* dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya korelasi pada residual antar lag. Uji yang dapat digunakan menggunakan Uji *Ljung-Box*. Uji

normalitas digunakan untuk mengetahui apakah residual berdistribusi normal. Dapat juga menggunakan Uji *Lileforfce* (*Kolmogorof Smirnof*). Setelah dilakukan uji akan tetapi tidak satupun yang memenuhi asumsi normalitas sehingga dilakukan transformasi. Sehingga didapatkan hasil seperti pada Tabel 2. berikut.

Hasil Uji Normalitas dan *White Noise*

| No | Model                               | Normalitas      | <i>White Noise</i> |
|----|-------------------------------------|-----------------|--------------------|
| 1  | ARIMA (1,0,0) (1,0,1) <sup>12</sup> | Terpenuhi       | Terpenuhi          |
| 2  | ARIMA (1,0,0) (1,0,0) <sup>12</sup> | Terpenuhi       | Terpenuhi          |
| 3  | ARIMA (1,0,0) (0,0,1) <sup>12</sup> | Terpenuhi       | Terpenuhi          |
| 4  | ARIMA (0,0,1) (1,0,1) <sup>12</sup> | Terpenuhi       | Terpenuhi          |
| 5  | ARIMA (0,0,1) (1,0,0) <sup>12</sup> | Tidak Terpenuhi | Terpenuhi          |
| 6  | ARIMA (0,0,1) (0,0,1) <sup>12</sup> | Terpenuhi       | Terpenuhi          |
| 7  | ARIMA (1,0,0) (2,0,0) <sup>12</sup> | Tidak Terpenuhi | Terpenuhi          |
| 8  | ARIMA (0,0,1) (2,0,0) <sup>12</sup> | Terpenuhi       | Terpenuhi          |

Dari 8 model yang ada didapatkan 6 model yang memenuhi semua asumsi sehingga dilanjutkan proses peramalan. Dimana didapatkan model *ARIMA* (1,0,0)(0,0,1)<sup>12</sup> dimana model tersebut memiliki nilai SMAPE 43.33%.

Peramalan model terbaik yaitu model *ARIMA* (1,0,0)(0,0,1)<sup>12</sup> dengan nilai persamaan sebagai berikut:

$$Z_t = a_t + 0.4210 Z_{t-1} + 0.2596 a_{t-12}$$

Akan tetapi dalam metode SARIMA memiliki nilai SMAPE yang masih cukup besar sehingga perlu ditingkatkan dengan metode *hybrid* dengan tujuan meminimalkan nilai SMAPE. Metode selanjutnya yang akan digunakan yaitu ANFIS dimana nilai input yang digunakan adalah nilai dari residual dengan model terbaik yang ada.

Uji linieritas digunakan untuk mengetahui ada tidaknya pola pada model SARIMA yang nantinya nilai residual tersebut digunakan dalam metode ANFIS. Uji yang digunakan yaitu uji *rest test* dimana didapatkan nilai p-value sebesar 0.0000 sehingga dapat dikatakan model tidak linier atau tidak mengandung suatu trend dan dapat dilanjutkan untuk menggunakan metode ANFIS.

Dalam proses ANFIS harus sudah ditentukan *number of membership function* (jumlah fungsi keanggotaan) dan *membership function type* (jenis keanggotaan). Dalam penelitian ini jumlah fungsi keanggotaan yang digunakan yaitu sebanyak 10 dimana untuk jenis keanggotaannya ada 4 yaitu *Terapizoidal*, *Gaussian*, *Generalized Bell* dan *Triangular*.

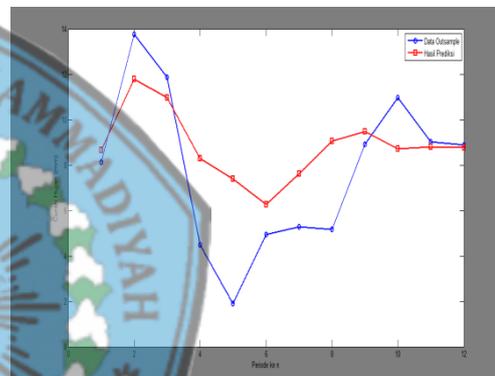
Hasil peramalan menggunakan *Hybrid SARIMA ANFIS* didapatkan hasil nilai kebaikan peramalan pada Tabel 3. berikut.

Nilai Kebaikan Peramalan

| Fungsi Keanggotaan      | SMAPE        |
|-------------------------|--------------|
| <i>Terapizoidal</i>     | <b>29.57</b> |
| <i>Gaussian</i>         | 29.64        |
| <i>Triangular</i>       | 29.74        |
| <i>Generalized Bell</i> | 31.02        |

Dari keempat jenis keanggotaan yang memiliki nilai SMAPE terkecil yaitu untuk fungsi keanggotaan *Terapizoidal* dengan nilai SMAPE sebesar 29.57% . Sedangkan untuk nilai SMAPE terbesar yaitu pada fungsi keanggotaan *Generalized Bell* yaitu sebesar 31.02% . Sehingga untuk peramalan yang digunakan yaitu untuk fungsi keanggotaan *Terapizoidal*.

Grafik perbedaan antara data *outsample* dan nilai peramalan dengan fungsi keanggotaan *Terapizoidal* dapat dilihat pada Tabel 4. berikut.



Grafik Perbandingan Data *Outsample* dan Hasil Prediksi

Didapatkan bahwa dari grafik data *outsample* dan hasil prediksi memiliki pola yang hampir sama akan tetapi nilainya memiliki selisih. Nilai selisih yang kecil ada pada periode 1, 3, 9, 11, dan 12 sedangkan yang terbesar yaitu pada periode ke 5. Karena memiliki perbedaan nilai yang beragam sehingga menghasilkan nilai SMAPE yang cukup besar.

Hasil peramalan menggunakan metode SARIMA dan *Hybrid SARIMA ANFIS* menghasilkan hasil ketepatan peramalan yang berbeda. Dimana nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 4. berikut.

#### Nilai SMAPE dan Ketepatan Peramalan

| Metode                     | SMAPE  | Ketepatan Peramalan |
|----------------------------|--------|---------------------|
| SARIMA                     | 43.33% | 56.67%              |
| <i>Hybrid</i> SARIMA ANFIS | 29.57% | 70.43%              |

Suatu metode dapat dikatakan baik apabila memiliki nilai SMAPE yang kecil atau nilai ketepatan peramalannya besar. Berdasarkan Tabel 4. didapatkan bahwa untuk metode SARIMA memiliki nilai SMAPE sebesar 43.33% dengan ketepatan peramalan sebesar 56.67%. Sedangkan untuk metode *Hybrid* SARIMA ANFIS memiliki nilai SMAPE yang lebih kecil yaitu sebesar 29.57% dengan nilai ketepatan peramalan lebih besar yaitu 70.43%. Hal tersebut menunjukkan bahwa *Hybrid* SARIMA ANFIS lebih baik dibandingkan metode SARIMA.

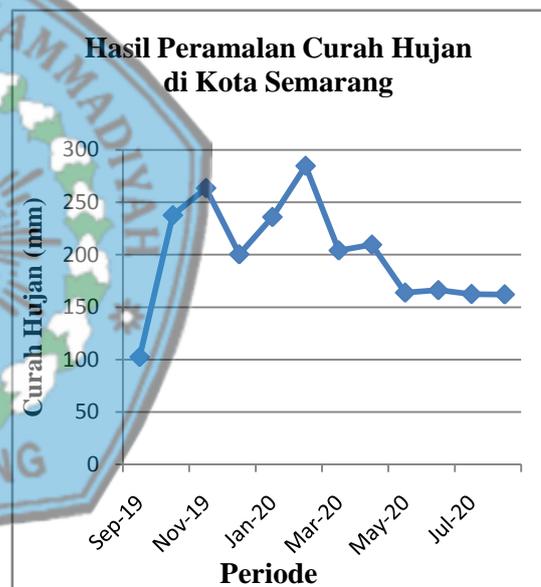
Hasil peramalan curah hujan di Kota Semarang menggunakan metode *Hybrid* SARIMA ANFIS dapat dilihat pada Tabel 5. berikut.

#### Hasil Peramalan Curah Hujan

| Periode        | Hasil Peramalan |
|----------------|-----------------|
| September 2019 | 102.229         |
| Oktober 2019   | 237.541         |
| November 2019  | 263.443         |
| Desember 2019  | 200.223         |
| Januari 2020   | 235.855         |
| Februari 2020  | 284.632         |
| Maret 2020     | 203.93          |
| April 2020     | 209.43          |

| Periode      | Hasil Peramalan |
|--------------|-----------------|
| Mei 2020     | 163.687         |
| Juni 2020    | 166.028         |
| Juli 2020    | 162.355         |
| Agustus 2020 | 162.004         |

Berdasarkan Tabel 5. dapat dilihat hasil peramalan curah hujan di Kota Semarang pada periode Bulan September 2019 hingga Bulan Agustus 2020. Hasil peramalan dapat juga dilihat pada Gambar 5. berikut.



Grafik Hasil Peramalan Curah Hujan di Kota Semarang

Berdasarkan grafik diatas didapatkan bahwa curah hujan tertinggi terjadi pada Bulan Februari 2020 yaitu sebesar 284. 263 mm sedangkan untuk terendah terjadi pada bulan September 2019 sebesar 102.229 mm. Terdapat pula curah hujan yang stabil setiap bulannya pada periode Bulan Mei hingga Bulan Agustus tahun 2020 dengan rentang nilai 160 mm hingga 170 mm.

## Kesimpulan dan Saran

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Model peramalan terbaik dari SARIMA yaitu model ARIMA (1,0,0) (0,0,1)<sup>12</sup> dengan nilai AIC sebesar 2806 dengan nilai SMAPE 43.33%. Persamaan model tersebut yaitu sebagai berikut.  
$$Z_t = a_t + 0.4210 Z_{t-1} + 0.2596 a_{t-12}$$
2. Hasil peramalan curah hujan di Kota Semarang menggunakan metode *Hybrid SARIMA ANFIS* memiliki curah hujan tertinggi akan terjadi pada bulan Februari tahun 2020 sebesar 284.623 mm sedangkan yang terendah terjadi pada bulan September tahun 2020 sebesar 102.229 mm.
3. Hasil peramalan menunjukkan nilai ketepatan peramalan menggubakan metode *Hybrid SARIMA ANFIS* sebesar 70.43% sedangkan metode SARIMA sebesar 56.67%. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan metode *Hybrid SARIMA ANFIS* terjadi peningkatan nilai ketepatan peramalan.

### Saran

Dalam penelitian ini masih banyak kekurangan yang perlu diperbaiki dalam penelitian selanjutnya. Maka saran yang dapat pendiberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu.

1. Menggunakan data yang lebih stabil serta terpenuhi dalam uji diagostik residual.
2. Menggunakan data input yang lebih dari satu variabel.

3. Metode dalam penelitian ini dikembangkan lagi menggunakan data penelitian lainnya.

### Daftar Pustaka

- Arba, I. T. 2017. Peramalan Kecepatan Angin Di Surabaya Menggunakan metode ARIMA *Box-Jenkins*. *Skripsi*. Departemen Statistika Bisnis Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Azhar, M. S. dan Mahmudy, W.S. 2018. Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)*. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* 2 (11):4931-4939.
- Badan Pusat Statistik. Iklim. Data Curah Hujan Kota Semarang Dirinci Perbulan. BPS Kota Semarang. Semarang.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Daftar Istilah Klimatologi. , Balai Besar Wilayah III Denpasar. Bali
- Fauziyah, N. dan Achmad, A. I. 2019. Model *Hybrid SARIMA-ANFIS* pada Data Inflasi Indonesia Tahun 2013-2018 : *Prosiding Statistika*. No.2 Volume 5, 96:105.
- Hani'ah, U. 2015. Implementasi *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)* Untuk Peramalan Air di Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Moedal Semarang, *Skripsi*, Program S1 Matematika Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Kafara, Z. dkk. 2017. Peramalan Curah Hujan Dengan Pendekatan *Seasonal Autoregressive Integreted Moving Average*

- (SARIMA) : *Jurnal Ilmu Matematika dan terapan*. 11 (1) : 63-74.
- Kristianda, F. dan Fithrisasari, K. 2016. Peramalan Curah Hujan Di Wilayah Surabaya Timur dengan *Vector Autoregressive Neural Network: Jurnal Sains Dan Seni ITS*. 5 (2): 175-180.
- Kristiana, A. 2015. Peramalan Beban Puncak Pemakaian Listrik Di Area Semarang Dengan Metode *Hybrid ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) – ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System)* , Skripsi, Program S1 Statistika Universitas Diponegoro, Semarang .
- Makarti, P. M. Peramalan Produksi Kedelai Di Indonesia Dengan Metode *Fuzzy Chen*, Skripsi, Program S1 Statistika Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang .
- Nanlohy, Y. W. A. 2017. Model Fungsi Transfer Multi Input Untuk Peramalan Curah Hujan Di Kota Surabaya, *Thesis*, Program S2 Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Nasir, W. Y. M. 2015. Peramalan Jumlah Penumpang dari Pelayaran Dalam Negeri Di Pelabuhan Kota Makasar Menggunakan Metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*. *Skripsi*. Program S1 Statistika Universitas Negeri Alauddin. Makasar.
- Saputra, A. H. 2012. Analisis Data Runtun Waktu Dengan Metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)*. *Skripsi*. Jurusan Statistika Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sinay, L. J. dkk. 2017. Peramalan Curah Hujan Di Kota Ambon Menggunakan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing : *Jurnal Ilmu Matematika dan terapan*. 11 (2):101-108.
- Syafii, M. 2006. *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) Untuk Diagnosa dan Tatalaksana Penyakit Demam Berdarah Dengue*. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tarno, dkk . 2018. Pemodelan Data Komoditas Pangan di Jawa Tengah Menggunakan ANFIS : *Prosiding Seminar Nasional Statistika 2018*. No 1 Volume 1 , 114-119.
- Tyas, Y. P. Analisis SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average) sebagai Alat Bantu Prediksi Harga Minyak Mentah di Indonesia Menggunakan Backpropagation, *Skripsi*, Program S1 Matematika UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
- Virrayani, A. 2015. Prediksi Penjualan Barang Menggunakan Metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) Studi Kasus Swalayan “Intan Permai”*. *Skripsi*. Jurusan Ilmu Komputer/Informatika Universitas Diponegoro, Semarang.
- Wulandari, A. R. 2018. Perbandingan Metode *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* dan Metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)* Dalam Analisis Curah Hujan. *Skripsi*. Program Studi Fisika Universitas Diponegoro, Semarang.
- Yuwandira, Y. dan Zakri, A. A. 2019 . Desain Arsitektur Cerdas Hibrid untuk Identifikasi dan

Klasifikasi Gangguan di Sistem distribusi: Jom FTEKNIK . Edisi 1 , Volume 6 . 1 Januari s/d Juni 2019 . 1-7 .

Zulfa, I. L. 2015. Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek Di Jawa Timur Menggunakan Metode ARIMA dan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS). *Skripsi*. Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

