Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster)
Volume 10, No. 2 (2021), hal 233 – 242.

# PERBANDINGAN MODEL ARIMAX DAN FUNGSI TRANSFER PADA PERAMALAN CURAH HUJAN

**Kunti Wijayanti, Shantika Martha, Naomi Nessyana Debataraja**

## INTISARI

*Model ARIMAX merupakan modifikasi dari model dasar ARIMA dengan penambahan variabel bebas atau suatu perluasan dari ARIMA. Fungsi transfer disebut sebagai metode yang menggabungkan pendekatan kausal dan deret waktu ARIMA yang bertujuan untuk meramalkan keadaan pada masa yang akan datang. Model ARIMAX dan fungsi transfer ini digunakan untuk menganalisis data curah hujan dengan kelembaban udara sebagai variabel bebas. Tujuan penelitian ini untuk membandingkan model peramalan terbaik berdasarkan model ARIMAX dan fungsi transfer. Berdasarkan hasil analisis pada model ARIMAX diperoleh MAPE sebesar 50,7% dan fungsi transfer dengan nilai MAPE sebesar 73,7%. Hal ini dapat dikatakan bahwa hasil peramalan model ARIMAX dan fungsi transfer tidak dapat dibandingkan karena memiliki nilai MAPE lebih dari 50% yang artinya hasil peramalan kedua metode tersebut buruk atau tidak cocok untuk data curah hujan Kabupaten Ketapang.*

***Kata Kunci:*** *ARIMAX, fungsi transfer, curah hujan*

## PENDAHULUAN

Curah hujan merupakan salah satu unsur iklim selain suhu, kelembaban udara, radiasi matahari, evaporasi, tekanan udara, dan kecepatan angin. Jumlah curah hujan 1 mm artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air sebanyak satu liter. Curah hujan tersebut juga diukur sebagai volume air yang jatuh di atas permukaan bidang datar dalam periode tertentu, yaitu harian, mingguan, bulanan, atau tahunan [1].

Curah hujan juga merupakan salah satu aspek penting dalam kehidupan, dimana perubahan curah hujan yang ekstrim dapat menimbulkan kerugian bagi masyarakat luas, sehingga perlu dilakukannya peramalan untuk dapat memperkirakan kejadian terburuk. Salah satu metode yang sering digunakan untuk melakukan peramalan pada curah hujan dengan penambahan variabel bebas adalah ARIMAX dan fungsi transfer.

Fungsi transfer adalah suatu model yang menggambarkan nilai prediksi masa depan dari suatu deret waktu didasarkan pada nilai-nilai masa lalu deret waktu itu sendiri dan satu atau lebih variabel yang berhubungan dengan deret output tersebut [2]. ARIMAX merupakan model runtun waktu yang dipandang sebagai perluasan model ARIMA dengan penambahan variabel bebas. Model ARIMAX ini cukup popular untuk peramalan jangka pendek karena memungkinkan untuk menggunakan dua variabel yaitu variabel bebas dan indikator utama untuk menentukan nilainya di masa yang akan datang [3].

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan model peramalan terbaik berdasarkan model ARIMAX dan fungsi transfer pada data curah hujan di Kabupaten Ketapang. Pada model ARIMAX langkah pertama yang dilakukan adalah dengan mencari model terbaik ARIMA, setelah diperoleh model terbaik ARIMA dilakukan estimasi model ARIMAX dengan menambahkan variabel bebas pada model terbaik ARIMA yang telah diperoleh sebelumnya, selanjutnya dilakukan uji diagnostik untuk melihat apakah model sudah layak digunakan. Pada pembentukan model fungsi transfer dilakukan beberapa tahap yaitu, identifikasi model fungsi transfer dengan langkah pertama adalah *prewhitening* pada deret input dan deret output. Kedua adalah menghitung korelasi silang atau *Cross Correlation Function* (CCF). Ketiga yaitu penetapan nilai $b$, $r$, $s$ yang dapat dilihat berdasarkan pola korelasi silang dimana nilai $b$ dilihat berdasarkan *lag* pertama kali signifikan pada plot korelasi silang, nilai *r* menunjukan pola tertentu dari suatu plot korelasi silang, jika plot korelasi silang tidak menunjukkan pola tertentu maka nilai *r* adalah 0, jika plot korelasi silang menunjukan pola eksponensial maka nilai *r* adalah 1, dan jika plot korelasi silang menunjukkan pola sinus maka nilai *r* adalah 2. Keempat yaitu penaksiran sementara parameter model fungsi transfer yang dilihat berdasarkan nilai *b, r, s* pada korelasi silang, dan yang terakhir adalah penentuan model ARIMA dengan deret *noise* atau gangguan dimana model ini diperoleh berdasarkan nilai parameter model fungsi transfer sementara. Tahap selanjutnya adalah estimasi parameter model fungsi transfer, dan uji diagnostik model.

## MODEL DERET WAKTU

Data deret waktu adalah serangkaian pengamatan terhadap suatu peristiwa, kejadian, gejala, atau variabel yang diambil dari waktu ke waktu dan dicatat menurut urutan waktu terjadinya, dan kemudian disusun sebagai data statistik [4]. Dalam analisis deret waktu biasanya ditemukan data yang tidak stasioner, sehingga diperlukan cara untuk menstasionerkan data tersebut yaitu dengan *differencing* jika data tidak stasioner dalam rataan dan transformasi jika data tidak stasioner dalam varians. Secara umum, *differencing* orde ke-*d* dapat dirumuskan sebagai berikut [4]:

$$Z_t^d = (1-B)^d Z_t \tag{1}$$

Pada data yang tidak stasioner dalam varians akan digunakan transformasi Box-Cox. Secara umum transformasi Box-Cox dapat dirumuskan sebagai berikut [4]:

$$T(Z_t) = \begin{cases} \dfrac{Z_t^{\lambda} - 1}{\lambda}, & \lambda \neq 0 \\ \ln Z_t, & \lambda = 0 \end{cases} \tag{2}$$

dimana $(1-B)^d$ adalah orde *differencing* ke-*d*, $Z_t$ adalah variabel *Z* pada waktu ke-*t*, $\lambda$ adalah parameter transformasi. Metode yang digunakan pada data deret waktu adalah metode Box-Jenkins. Metode tersebut biasanya dikenal dengan model ARIMA untuk data non stasioner dan ARMA untuk data stasioner. *Autoregressive Moving Average* (ARMA) merupakan gabungan antara model AR dan model MA. Persamaan umum model ARMA dapat dituliskan sebagai [5]:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + e_t + \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \tag{3}$$

*Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) merupakan suatu pendekatan pemodelan yang dapat digunakan untuk menghitung nilai probabilitas nilai dari masa depan yang terletak diantara dua batas yang ditentukan [5]. Secara umum model ARIMA (*p, d, q*) dapat dituliskan sebagai berikut [5]:

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_q(B) e_t \tag{4}$$

dimana $\phi_p(B)$ sebagai parameter *autoregressive*, $\theta_q(B)$ sebagai parameter *moving average*, $e_t$ adalah nilai kesalahan atau *error* pada waktu ke-*t*. Apabila terdapat dua atau lebih model ARIMA yang telah memenuhi kriteria, selanjutnya dilakukan pemilihan model terbaik berdasarkan nilai residual terkecil dari model ARIMA tersebut. Salah satu metode untuk menilai kualitas model yang baik yaitu metode AIC (*Akaike's Information Criterion*) dapat ditulis sebagai berikut [5]:

$$AIC = n \ln(\hat{\sigma}_a^2) + 2M \tag{5}$$

dimana *n* adalah banyaknya pengamatan, $\hat{\sigma}_\alpha^2$ adalah penduga varians residual, dan *M* adalah banyaknya parameter yang diduga dalam model. Model terbaik yaitu model dengan nilai AIC terkecil.

*Autoregressive Integrated Moving Average Exogenous* (ARIMAX) merupakan model deret waktu yang dipandang sebagai perluasan metode ARIMA dengan penambahan variabel bebas. Model ARIMAX ini cukup popular untuk peramalan jangka panjang karena memungkinkan untuk menggunakan dua variabel yaitu variabel terikat dan indikator utama untuk menentukan nilainya di masa yang akan datang [7]. Secara umum model ARIMAX ($p$, $d$, $q$) dapat dituliskan sebagai berikut [8]:

$$(1-B)^d \phi_p(B)Z_t = \mu + \theta_q(B)e_t + a_1 X_{1,t} + a_2 X_{2,t} + \ldots + a_k X_{k,t} \tag{6}$$

dimana $\mu, a_1, a_2, \ldots, a_k$ adalah konstanta. Model ARIMAX yang telah diperoleh dilanjutkan dengan uji diagnostik yaitu uji *white noise* dan uji normalitas. Pada uji normalitas model ARIMAX digunakan uji *Jarque-Bera* yaitu mengukur perbedaan *skewness* (kemiringan) dan kurtosis data. Statistik *Jarque-Bera* mengikuti distribusi chi-kuadrat dengan derajat kebebasan dua, sehingga uji statistik yang digunakan sebagai berikut[9]:

$$JB = \frac{n}{6}\left( S^2 + \frac{(k-3)^2}{4} \right) \tag{7}$$

dimana $n$ menunjukan banyaknya data, $S$ dan $K$ adalah estimasi dari *skewness* dan kurtosis, yang didefinisikan sebagai berikut:

$$S = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^3}{\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})\right)^{3/2}} \quad \text{dan} \quad K = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^4}{\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2\right)^2}$$

dengan hipotesis yang digunakan sebagai berikut:

$H_0$ : data berdistribusi normal

$H_1$ : data tidak berdistribusi normal

Uji *Jarque-Bera* dikatakan berdistribusi normal apabila hasil *Jarque-Bera* lebih kecil dari distribusi chi-kuadrat**.**

Model fungsi transfer adalah model yang menggambarkan nilai prediksi masa depan dari suatu deret waktu yang disebut deret output ($Z_t$) yang didasarkan pada nilai-nilai masa lalu dari deret waktu itu sendiri dan didasarkan pada satu atau lebih deret waktu yang berhubungan (disebut deret input $x_t$), serta dipengaruhi oleh input lain yang digabungkan dalam satu kelompok yang disebut gangguan *noise* ($n_t$). Sehingga model fungsi transfer dapat dituliskan sebagai berikut [5]:

$$Z_t = v(B)x_t + n_t \tag{8}$$

dimana $v(B)$ sebagai fungsi transfer dan $n_t$ sebagai gangguan *noise* yang didefinisikan sebagai berikut:

$$v(B) = \frac{\omega_s(B)}{\delta_r(B)} \quad \text{dan} \quad n_t = \frac{\theta_q(B)}{\phi_p(B)} e_t$$

Sehingga diperoleh bentuk umum dari fungsi transfer sebagai berikut [5]:

$$Z_t = \frac{\omega_s(B)}{\delta_r(B)} x_{t-b} + \frac{\theta_q(B)}{\phi_p(B)} e_t \tag{9}$$

dimana

$$\omega_s(B) = \omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - \ldots - \omega_s B^s$$

$$\delta_r(B) = 1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \ldots - \delta_r B^r$$

$$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \ldots - \phi_p B^p$$

$$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \ldots - \theta_q B^q$$

dengan $x_t$ adalah deret input dari deret input $\omega_s$ adalah parameter nilai *s* yang menyatakan banyaknya pengamatan masa lalu $x_t$ yang berpengaruh terhadap $z_t$, $\delta_r$ adalah parameter nilai *r* yang menyatakan bahwa $z_t$ yang berkaitan dengan nilai masa lalu $z_t$ itu sendiri, *b* menunjukan banyaknya periode sebelum deret input $x_t$ yang mulai berpengaruh terhadap deret output $z_t$, nilai *b, r, s, p,* dan *q* adalah konstanta.

## KETEPATAN PERAMALAN

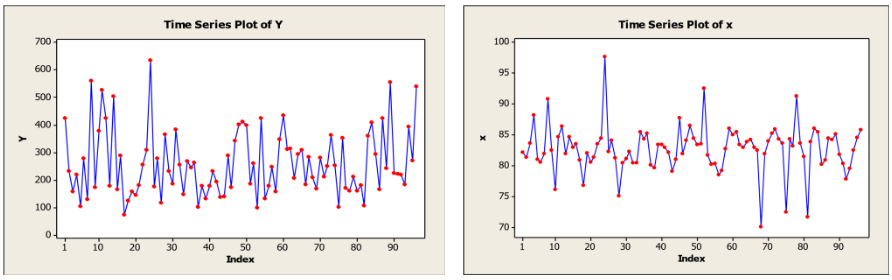
Ketepatan peramalan merupakan kriteria model peramalan dari data *out sample* dapat dapat dilihat dari hasil *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang diperoleh dengan persamaan MAPE sebagai berikut [5]:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^{n} \left| \frac{\hat{Z}_t - Z_t}{Z_t} \right|}{n} \times 100\% \tag{9}$$

dimana $Z_t$ adalah nilai aktual data, $\hat{Z}_t$ adalah nilai peramalan data dan *n* adalah banyaknya peramalan. Kriteria keputusan MAPE dikatakan sangat baik apabila MAPE yang diperoleh kurang dari 10%, jika MAPE yang diperoleh kisaran antara 10% - 20% dapat dikatakan peramalan baik, 20% - 50% peramalan cukup baik, dan jika MAPE lebih dari 50% maka peramalan tersebut buruk [5].

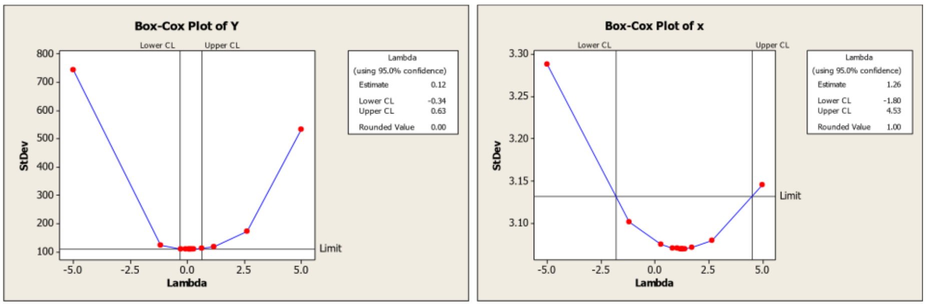
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data bulanan pada curah hujan dan kelembaban udara di Kabupaten Ketapang. Periode data yang digunakan untuk *in sample* yaitu mulai Januari 2011 sampai Desember 2018 sedangkan data *out sample* mulai Januari 2019 sampai Desember 2019.



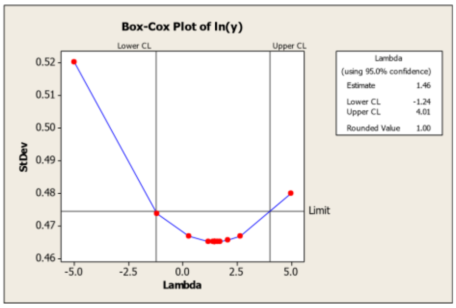

**Gambar 1** Plot Curah Hujan (Y) dan Kelembaban Udara (X)

Pada proses pengujian stasioner dilakukan dengan menggunakan uji plot Box-Cox dan uji *Augmented Dicky-Fuller* (ADF). Uji plot Box-Cox digunakan untuk melihat kestasioneran data dalam varians, dimana data dikatakan stasioner apabila nilai *Rounded Value* atau $\lambda = 1$ dan data yang tidak stasioner akan dilakukan transformasi.




**Gambar 2** Plot Box-Cox Data Curah Hujan (Y) dan kelembaban Udara (X)

Gambar 2 menyatakan bahwa data curah hujan sebagai variabel Y tidak stasioner karena memiliki nilai *Rounded Value* atau $\lambda$ adalah 0,00 yang berarti data tidak stasioner dalam varians. Transformasi yang digunakan dalam menstabilkan data curah hujan adalah transformasi Box-Cox $\ln Y_t$. Pada Gambar 2 data kelembaban udara sebagai variabel X dapat dikatakan data sudah stasioner dalam varians dengan nilai *Rounded Value* atau $\lambda$ adalah 1.



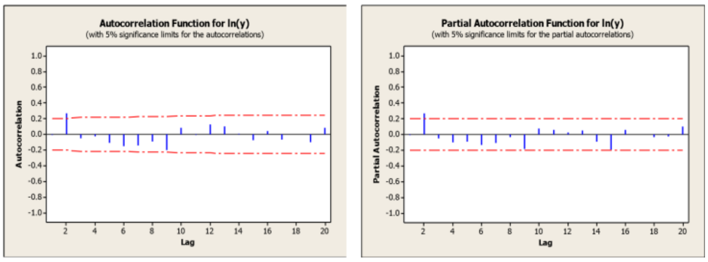

**Gambar 3** Plot Box-Cox Data Curah Hujan Transformasi Pertama

Gambar 3 menyatakan bahwa hasil transformasi data curah hujan telah stasioner dengan nilai *Rounded Value* atau $\lambda$ adalah 1. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data curah hujan telah stasioner dalam varians. Selanjutnya data akan diuji kestasionerannya terhadap rata-rata dengan menggunakan uji *Augmented Dicky-Fuller* (ADF). Diketahui bahwa data dapat dikatakan stasioner apabila nilai probabilitas kurang dari $\alpha = 5\%$, dan *differencing* dilakukan jika data tidak stasioner. Berikut hasil uji ADF yang diperoleh pada Tabel 1.

**Tabel 1** Uji ADF Data Curah Hujan dan Kelembaban Udara

| Variabel | ADF *Statistic* | Nilai Kritis 5% | *p-value* | Kesimpulan |
|---|---|---|---|---|
| Curah Hujan | -4,999058 | -2,892536 | 0,0001 | Stasioner |
| Kelembaban Udara | -7,223638 | -2,892536 | 0,0000 | Stasioner |

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa data curah hujan dan data kelembaban udara telah stasioner, karena memiliki nilai probabilitas kurang dari 5%. Langkah selanjutnya yaitu mengidentifikasi model ARIMA dengan melihat Plot ACF dan Plot PACF pada data curah hujan.



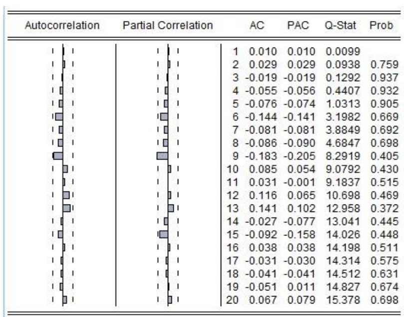

**Gambar 4** Plot ACF dan Plot PACF Data Curah Hujan

Berdasarkan pada Gambar 3 untuk data curah hujan model yang teridentifikasi adalah AR(2), ARMA (2,2), dan MA (2). Hasil estimasi parameter akan dilanjutkan dengan uji signifikan parameter, dimana parameter dikatakan signifikan apabila nilai probabilitas kurang dari $\alpha = 5\%$.

**Tabel 2** Hasil Estimasi dan uji Signifikan Data Curah Hujan

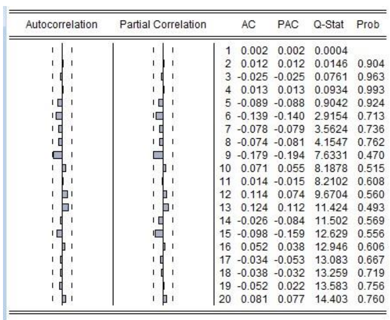
| Model | Koefisien | Probabilitas | Keterangan |
|---|---|---|---|
| AR (2) | 0,274882 | 0,0149 | Signifikan |
| MA (2) | 0,281423 | 0,0139 | Signifikan |
| ARMA (2,2) | 0,100840 | 0,7953 | Tidak signifikan |
| | 0,194412 | 0,6143 | Tidak signifikan |

Berdasarkan Tabel 2 menyatakan bahwa terdapat dua model yang signifikan yaitu model AR(2) dan model MA(2). Selanjutnya model yang telah signifikan akan dilakukan verifikasi untuk mengetahui apakah model mengandung autokorelasi atau *white noise* terlihat pada Gambar 5 dan Gambar 6 bahwa nilai probabilitas lebih dari $\alpha = 5\%$, artinya residual bersifat *white noise*. Selanjutnya akan dilakukan pemilihan model terbaik pada data curah berdasarkan nilai AIC terkecil terlihat pada Tabel 3 bahwa model terbaik dari data curah hujan adalah model MA(2).



| Autocorrelation | Partial Correlation | | AC | PAC | Q-Stat | Prob |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 0.010 | 0.010 | 0.0099 | |
| | | 2 | 0.029 | 0.029 | 0.0938 | 0.759 |
| | | 3 | -0.019 | -0.019 | 0.1292 | 0.937 |
| | | 4 | -0.055 | -0.056 | 0.4407 | 0.932 |
| | | 5 | -0.076 | -0.074 | 1.0313 | 0.905 |
| | | 6 | -0.144 | -0.141 | 3.1982 | 0.669 |
| | | 7 | -0.081 | -0.081 | 3.8849 | 0.692 |
| | | 8 | -0.086 | -0.090 | 4.6847 | 0.698 |
| | | 9 | -0.183 | -0.205 | 8.2919 | 0.405 |
| | | 10 | 0.085 | 0.054 | 9.0792 | 0.430 |
| | | 11 | 0.031 | -0.001 | 9.1837 | 0.515 |
| | | 12 | 0.116 | 0.065 | 10.698 | 0.469 |
| | | 13 | 0.141 | 0.102 | 12.958 | 0.372 |
| | | 14 | -0.027 | -0.077 | 13.041 | 0.445 |
| | | 15 | -0.092 | -0.158 | 14.026 | 0.448 |
| | | 16 | 0.038 | 0.038 | 14.198 | 0.511 |
| | | 17 | -0.031 | -0.030 | 14.314 | 0.575 |
| | | 18 | -0.041 | -0.041 | 14.512 | 0.631 |
| | | 19 | -0.051 | 0.011 | 14.827 | 0.674 |
| | | 20 | 0.067 | 0.079 | 15.378 | 0.698 |

**Gambar 5** Uji Autokorelasi Residual AR(2)



| Autocorrelation | Partial Correlation | | AC | PAC | Q-Stat | Prob |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 0.002 | 0.002 | 0.0004 | |
| | | 2 | 0.012 | 0.012 | 0.0146 | 0.904 |
| | | 3 | -0.025 | -0.025 | 0.0761 | 0.963 |
| | | 4 | 0.013 | 0.013 | 0.0934 | 0.993 |
| | | 5 | -0.089 | -0.088 | 0.9042 | 0.924 |
| | | 6 | -0.139 | -0.140 | 2.9154 | 0.713 |
| | | 7 | -0.078 | -0.079 | 3.5624 | 0.736 |
| | | 8 | -0.074 | -0.081 | 4.1547 | 0.762 |
| | | 9 | -0.179 | -0.194 | 7.6331 | 0.470 |
| | | 10 | 0.071 | 0.055 | 8.1878 | 0.515 |
| | | 11 | 0.014 | -0.015 | 8.2102 | 0.608 |
| | | 12 | 0.114 | 0.074 | 9.6704 | 0.560 |
| | | 13 | 0.124 | 0.112 | 11.424 | 0.493 |
| | | 14 | -0.026 | -0.084 | 11.502 | 0.569 |
| | | 15 | -0.098 | -0.159 | 12.629 | 0.556 |
| | | 16 | 0.052 | 0.038 | 12.946 | 0.606 |
| | | 17 | -0.034 | -0.053 | 13.083 | 0.667 |
| | | 18 | -0.038 | -0.032 | 13.259 | 0.719 |
| | | 19 | -0.052 | 0.022 | 13.583 | 0.756 |
| | | 20 | 0.081 | 0.077 | 14.403 | 0.760 |

**Gambar 6** Uji Autokorelasi Residual MA(2)

**Tabel 3** Pemilihan Model Terbaik pada Data Curah Hujan

| Model | AIC |
|---|---|
| AR(2) | 1,25068 |
| MA(2) | **1,24627** |

## PEMODELAN ARIMAX

Pemodelan ARIMAX dilakukan pada model terbaik ARIMA curah hujan dengan penambahan variabel bebas yaitu variabel kelembaban udara, sehingga diperoleh hasil estimasi model ARIMAX yang dapat dilihat pada Tabel 4.

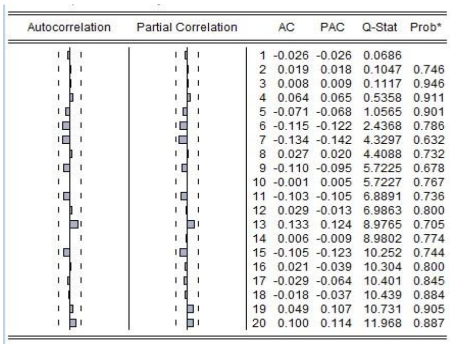
**Tabel 4** Hasil Estimasi Model ARIMAX

| Variabel | Koefisien | *P-value* | AIC |
|---|---|---|---|
| C | 1,689411 | 0,0294 | |
| X | 0,045582 | 0,0000 | 1,081148 |
| MA(2) | 0,239899 | 0,0287 | |

Berdasarkan Tabel 4 dengan data curah hujan dan penambahan variabel bebas kelembaban udara diperoleh model ARIMAX sebagai berikut:

$$Y_t = 1{,}689411 + 0{,}239899 Y_{t-2} + 0{,}045582 X_t$$

Selanjutnya pada model ARIMAX akan dilakukan verifikasi untuk mengetahui apakah model mengandung *white noise*. Berdasarkan Gambar 7 diperoleh bahwa model ARIMAX telah bersifat *white noise.*




**Gambar 7** Uji *White Noise* ARIMAX

## PEMODELAN FUNGSI TRANSFER

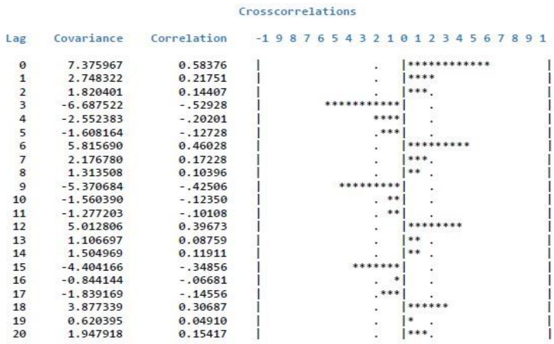
Tahap awal pada pemodelan fungsi transfer adalah melakukan *prewhitening* pada deret input dan deret output serta mencari *Cross Correlation Function* (CCF) sebagai berikut:

1. *prewhitening* deret input

$$\alpha_t = \frac{1}{(1 + 0{,}360812B)} x_t$$

2. *prewhitening* deret output

$$\beta_t = \frac{1}{(1+0{,}360812B)} y_t$$



Crosscorrelations

| Lag | Covariance | Correlation |
|---|---|---|
| 0 | 7.375967 | 0.58376 |
| 1 | 2.748322 | 0.21751 |
| 2 | 1.820401 | 0.14407 |
| 3 | -6.687522 | -.52928 |
| 4 | -2.552383 | -.20201 |
| 5 | -1.608164 | -.12728 |
| 6 | 5.815690 | 0.46028 |
| 7 | 2.176780 | 0.17228 |
| 8 | 1.313508 | 0.10396 |
| 9 | -5.370684 | -.42506 |
| 10 | -1.560390 | -.12350 |
| 11 | -1.277203 | -.10108 |
| 12 | 5.012806 | 0.39673 |
| 13 | 1.106697 | 0.08759 |
| 14 | 1.504969 | 0.11911 |
| 15 | -4.404166 | -.34856 |
| 16 | -0.844144 | -.06681 |
| 17 | -1.839169 | -.14556 |
| 18 | 3.877339 | 0.30687 |
| 19 | 0.620395 | 0.04910 |
| 20 | 1.947918 | 0.15417 |

**Gambar 8** *Correlogram* Kelembaban Udara Terhadap Curah Hujan

Berdasarkan pada Gambar 8 diketahui bahwa nilai *b*, *r*, *s* adalah (0,2,1) sehingga diperoleh hasil parameter sebagai berikut:

**Tabel 5** Hasil Estimasi Parameter Model Fungsi Transfer

| Parameter | Estimasi | P-value | Lag | Variabel |
|---|---|---|---|---|
| $\theta_2$ | -0,13217 | 0,02628 | 2 | y |
| $\omega_0$ | 0,03607 | <0,0001 | 0 | x |
| $\omega_3$ | -0,02993 | 0,0009 | 3 | x |

Pada Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa parameter model fungsi transfer telah signifikan dengan nilai probabilitas masing-masing adalah kurang dari 0,05, sehingga model fungsi transfer yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$Y_t = 0{,}03607 x_t + 0{,}02993 x_{t-3} + e_t + 0{,}13217 e_{t-2}$$

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada data curah hujan dengan menggunakan model ARIMAX dan fungsi transfer diperoleh hasil perbandingan sebagai berikut:

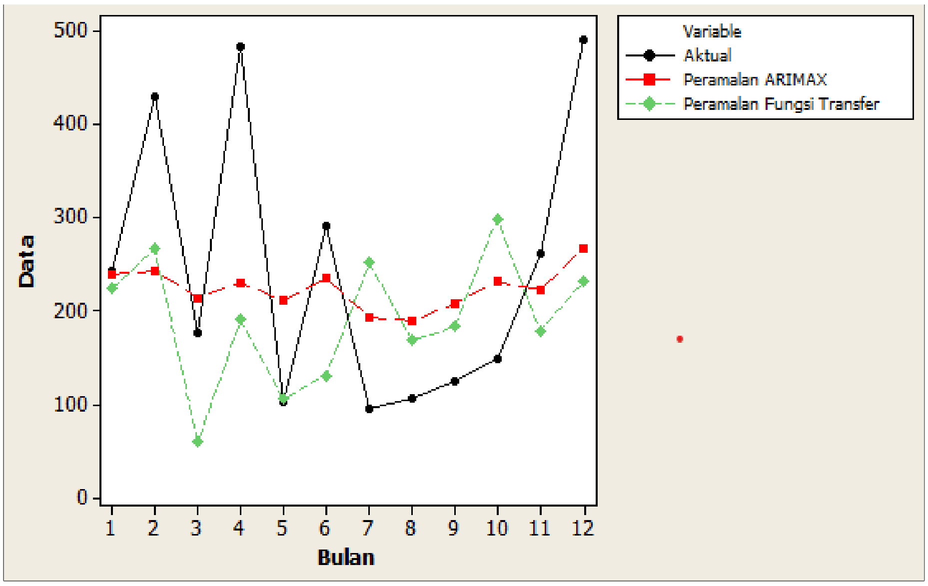
**Tabel 6** Hasil Perbandingan Model ARIMAX dan Fungsi Transfer

| Model | AIC | MAPE |
|---|---|---|
| ARIMAX | 1,081148 | 50,7% |
| Fungsi Transfer | 125,6551 | 73,7% |

Tabel 6 menunjukan bahwa hasil perbandingan model terbaik antara model ARIMAX dan fungsi transfer yaitu model ARIMAX dengan nilai AIC 1,081148, namun untuk hasil peramalan model ARIMAX dikatakan buruk dengan nilai MAPE sebesar 50,7%. Hasil peramalan data curah hujan tahun 2019 disajikan pada Tabel 7 sebagai berikut:

**Tabel 7** Hasil Peramalan Curah Hujan Tahun 2019

| No | Bulan | Aktual | Peramalan | |
|---|---|---|---|---|
| | | | ARIMAX | Fungsi Transfer |
| 1 | Januari | 243,3 | 238,5 | 224,1 |
| 2 | Februari | 429,2 | 243,6 | 266,3 |
| 3 | Maret | 175,5 | 213,6 | 59,6 |
| 4 | April | 482,5 | 229,9 | 190,3 |
| 5 | Mei | 102,5 | 210,8 | 105,8 |
| 6 | Juli | 291,7 | 234,9 | 130,8 |
| 7 | Juni | 95,6 | 192,1 | 251,5 |
| 8 | Agustus | 105,4 | 189,6 | 168,5 |
| 9 | September | 125,1 | 208,0 | 182,8 |
| 10 | Oktober | 147,7 | 231,2 | 298,8 |
| 11 | November | 260,5 | 223,1 | 178,4 |
| 12 | Desember | 490,6 | 266,3 | 231,1 |




**Gambar 9** Grafik Perbandingan Data Aktual dan Peramalan Curah hujan

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada model ARIMAX dan fungsi transfer, diperoleh model terbaik yaitu model ARIMAX dengan nilai AIC sebesar 1,081148, namun untuk hasil peramalan pada model ARIMAX dikatakan buruk karena diperoleh nilai MAPE sebesar 50,7%. Hasil peramalan model ARIMAX baik hanya pada periode pertama (Januari 2019).

## DAFTAR PUSTAKA


[1]. Endriyanto, dan Ihsan, F. Teknik Pengamatan Curah Hujan di Stasiun Klimatologi Kebun Percobaan Cukurgondang Pasuruan. *Jurnal Sains dan ITS*. 2011;1(1):230-235.

[2]. Digato, A.P., Suharsono, A., dan Suhartono. Perbandingan Model ARIMAX dan Fungsi

Transfer Untuk Peramalan Konsumsi Energi Listrik di Jawa Timur. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*. 2013;2(2):243-248.

[3]. Suryani, A.R., Sugiman., Hendikawati, P. Peramalan Curah Hujan Dengan Metode Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Input (ARIMAX). *UNNES Journal of Mathematics*. 2018;7(1):120-129.

[4]. Makridakis, S., Wheelwright, S.C., and McGee, V.E. *Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid 1*. Jakarta: Erlangga;1999.

[5]. Wei, W.W.S. *Time Series Analysis, Univariate and Multivariate Methods*. Redwood City: Addison-Wesley Publishing Company;2006.

[6]. Hutasuhut, A.H., Anggraeni, W., dan Tyasnurita, R. Pembuatan Aplikasi Pendukung Keputusan Untuk Peramalan Persediaan Bahan Baku Produksi Plastik Blowing dan Inject Menggunakan Metode ARIMA di CV. Asia. *Jurnal Teknik POMITS*. 2014;3(2):169-174.

[7]. Wangdi, Kinley, dkk. Journal Malaria Development of Temporal Modelling for Forecasting and Predction of Malaria Infections Using Time Series and ARIMAX Analyses: A Case Study in Endemic Districts of Bhutan. *Malaria Journal*. 2010;2-9.

[8]. Rosadi, D. *Ekonometrika & Analisis Runtun Waktu Terapan dengan Eviews*. Yogyakarta: Andi Offset;2012.

[9]. Kabasarang, D,C., dan Setiawan, A., dan Susanto, B. Uji Normalitas Menggunakan Statistik Jarque-Bera Berdasarkan Metode Bootstrap. *Prosiding Seminar Nasional Matematika*. 2013. 245-256.

KUNTI WIJAYANTI : Jurusan Matematika, FMIPA UNTAN, Pontianak
kuntiwijayanti23@gmail.com

SHANTIKA MARTHA : Jurusan Matematika, FMIPA UNTAN, Pontianak
shantika.martha@math.untan.ac.id

NAOMI NESSYANA DEBATARAJA : Jurusan Matematika, FMIPA UNTAN, Pontianak
naominessyana@math.untan.ac.id