

Peramalan Curah Hujan di Kota Makassar dengan Menggunakan Metode SARIMAX

NUR HAZIMAH LATIEF¹, NUR'ENI², IMAN SETIAWAN³

^{1,2,3}Program Studi Statistika Fakultas MIPA Universitas Tadulako Palu, Indonesia
e-mail: ¹immaithunurhazimah2591998@gmail.com

ABSTRAK

Peramalan adalah memprediksi kejadian data dari masa depan dengan melihat data-data dari masa lalu. Salah satu metode peramalan yaitu ARIMA yang dibedakan menjadi 2 yaitu ARIMA non-musiman dan ARIMA musiman. Penelitian ini menggunakan metode ARIMA musiman yang dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan pada metode tersebut yang dikenal dengan SARIMAX (*Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogeneous Input*) dengan menganalisis curah hujan di Kota Makassar dengan variabel eksogen yaitu suhu udara. Tujuan penelitian ini untuk memperoleh hasil peramalan curah hujan tahun 2021. Hasil yang diperoleh adalah model SARIMAX (2,0,2)(1,0,0)₁₂ dengan hasil peramalan curah hujan di Kota Makassar yang terendah terjadi pada bulan Oktober 2021 sebesar 614 mm³ dan terbanyak terjadi pada bulan Februari 2021 sebesar 985 mm³ dengan nilai MAPE sebesar 17,75%.

Kata Kunci: Peramalan, Curah Hujan, Suhu Udara, SARIMAX.

ABSTRACT

Forecasting is predicting data events from the future by looking at data from the past. One of the forecasting methods is ARIMA which is divided into 2, namely non-seasonal ARIMA and seasonal ARIMA. This study uses the seasonal ARIMA method which was developed to overcome the limitations of the method known as SARIMAX (*Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogeneous Input*) by analyzing rainfall in Makassar City with an exogenous variable, namely air temperature. The purpose of this study is to obtain the results of forecasting rainfall in 2021. The results obtained are the SARIMAX model (2,0,2)(1,0,0)₁₂ with the lowest rainfall forecasting results in Makassar City occurring in October 2021 at 614 mm³ and the most occurred in February 2021 at 985 mm³ with a MAPE value of 17.75%.

Keywords: Forecasting, Precipitation, Air Temperature, SARIMAX.

1. PENDAHULUAN

Curah hujan merupakan jumlah air yang terjadi pada suatu daerah dalam waktu tertentu. Salah satu bentuk presipitasi uap air berasal dari awan yang terdapat di atmosfer disebut dengan hujan (Kartasapoetra, 2004). Untuk bisa terjadinya hujan diperlukan titik-titik kondensasi, debu, amoniak dan asam belerang.

Derajat dari aktivitas molekul dalam atmosfer yang berupa energi kinetik rata-rata dari pergerakan molekul-molekul disebut suhu atau temperatur udara (Fadholi, 2013). Pengukuran suhu atau temperatur udara dinyatakan dalam skala *Celcius* (°C), *Reamur* (°R) dan *Fahrenheit* (°F) (Hidayati, 2011).

Salah satu model peramalan yang dapat digunakan yaitu model *time series Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). ARIMA terbagi atas dua model yaitu ARIMA non-musiman dan ARIMA musiman. ARIMA musiman terjadi apabila suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman seperti harian, mingguan maupun bulanan. ARIMA musiman juga disebut sebagai *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) (Wahyuni, 2017). Kekurangan dari model SARIMA yaitu hanya dapat digunakan dalam peramalan analisis data *time series* tunggal dan tidak mempertimbangkan adanya pengaruh variabel lainnya. Untuk mengatasi kekurangan tersebut, dikembangkan model lain dari SARIMA yaitu SARIMAX dengan menambahkan data *time series* lainnya sebagai variabel eksogen.

Penelitian terdahulu tentang SARIMAX dilakukan oleh Rosiana Novita Kurnia Sari (2012) dengan melakukan penelitian pemodelan SARIMAX dalam meramalkan penumpang kereta api pada daerah operasi (DAOP) V yang menyimpulkan bahwa model SARIMAX lebih akurat daripada model SARIMA.

Model SARIMAX juga dapat digunakan pada data curah hujan di Kota Makassar karena pola curah hujannya cenderung membentuk pola musiman. Intensitas curah hujan yang terjadi di Kota Makassar yang tidak menentu atau dapat berubah setiap saat dan dapat mengakibatkan terjadinya bencana alam yaitu banjir, maka perlu dilakukan peramalan curah hujan di Kota Makassar. Oleh karena itu, peneliti tertarik melakukan penelitian mengenai peramalan data curah hujan di Kota Makassar menggunakan metode SARIMAX dengan variabel eksogen yaitu suhu udara.

2. METODE PENELITIAN

Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data curah hujan Kota Makassar (Y) dan suhu udara Kota Makassar (X) tahun 2007-2020. Sumber data diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, Badan Pusat Statistik Sulawesi Selatan dalam angka dan Badan Pusat Statistik Makassar dalam angka.

Metode Penelitian

Stasioneritas Data

1) Stasioneritas pada ragam

Dalam pengujian stasioner terhadap ragam biasanya digunakan uji *Bartlett* yang berfungsi untuk menguji apakah sampel yang di uji berasal dari populasi dengan varians (ragam) yang sama. Misalkan populasinya bernilai homogen, yaitu $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2$. Untuk menguji keragaman data di misalkan $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$, diuraikan perluasannya untuk menguji keseragaman populasi berdistribusi normal dan independen masing-masing dengan ragam $\sigma_1^2, \sigma_2^2, \dots, \sigma_k^2$. Adapun langkah-langkah uji *bartlett* sebagai berikut:

Hipotesis:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2 = 0$$

$$H_1 : \text{Paling sedikit ada satu } \sigma_i^2 \neq 0$$

$$B = (\log s^2) \sum (n_i - 1) \quad \dots(1)$$

$$x^2 = (\ln 10) \{B - \sum (n_i - 1) \log s_i^2\} \quad \dots(2)$$

$$s_i^2 = \frac{\sum x_i^2}{n_i - 1} - \frac{(x_i)^2}{n_i(n_i - 1)} \quad \dots(3)$$

dimana:

x_i : banyaknya perlakuan ke-i, $i=1,2,3,\dots$

n_i : banyaknya ulangan ke-i, $i=1,2,3,\dots$

s_i^2 : ragam pada perlakuan ke-i.

(Supardi, 2013).

2) Stasioneritas pada rata-rata

Data *time series* dikatakan stasioner terhadap rata-rata apabila datanya berfluktuasi di sekitar nilai tengah yang tetap dari waktu ke waktu. Dengan rumus:

$$\Delta Z_t = \delta Z_{t-1} + \epsilon_t \quad \dots(4)$$

dimana:

δ : koefisien regresi

t : variabel terhadap waktu

ΔZ_t : hasil *difference* data pada periode ke-t

ϵ_t : *error*

Autocorrelation Function (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF)

1) *Autocorrelation Function (ACF)*

Dapat menjelaskan ketergantungan bersama antara nilai-nilai suatu *time series* yang sama pada periode waktu yang berlainan. Jika diagram ACF cenderung turun lambat atau turun secara *linier* maka dapat disimpulkan bahwa data belum stasioner dalam rata-rata. Dengan rumus:

$$\rho_k = \text{Corr}(Z_t, Z_{t+k}) = \frac{\text{Cov}(Z_t, Z_{t+k})}{\sqrt{\text{Var}(Z_t)}\sqrt{\text{Var}(Z_{t+k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad \dots(5)$$

Z_t : data *time series* pada waktu ke-t

γ_k : autokovariansi pada *lag-k*

γ_0 : autokovariansi pada *lag-0*

ρ_k : autokorelasi pada *lag-k*

t : waktu pengamatan, t=1,2,3,...

k : 0,1,2, ...

2) *Partial Autocorrelation Function (PACF)*

Dapat menunjukkan besarnya hubungan antara nilai suatu variabel saat ini dengan nilai sebelumnya dari variabel yang sama (nilai-nilai untuk berbagai kelesmbatan waktu). Dengan rumus:

$$\rho_k = \frac{\text{Cov}[(Z_t - \hat{Z}_t)(Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})]}{\sqrt{\text{Var}(Z_t - \hat{Z}_t)}\sqrt{\text{Var}(Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})}} \quad \dots(6)$$

dimana:

Z_t : data *time series* pada waktu ke-t

\hat{Z}_t : rata-rata data *time series* pada waktu ke-t

ρ_k : autokorelasi pada *lag-k*

t : waktu pengamatan, t=1,2,3,...

k : 0,1,2, ...

SARIMA dan SARIMAX

1) SARIMA

Metode ARIMA yang dikembangkan untuk menganalisis pola data yang berulang-ulang atau musiman dalam waktu yang tetap seperti kuartalan, semesteran dan tahunan. Secara umum bentuk model SARIMA (p,d,q) (P,D,Q)^s adalah:

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D Z_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)\epsilon_t \quad \dots(7)$$

dimana:

p,d,q : orde AR, *differencing*, dan MA non-musiman.

P,D,Q : orde AR, *differencing*, dan MA musiman.

(1 - B)^d : *differencing*, non-musiman.

(1 - B^s)^D : *differencing*, musiman.

$\phi_p(B)$: *autoregressive* non-musiman orde p

$\theta_q(B)$: *moving average* non-musiman orde q

$\Phi_P(B^s)$: *autoregressive* musiman orde p

$\Theta_Q(B^s)$: *moving average* musiman orde q

B : operator *backshift*

2) SARIMAX

Model *time series* musiman dengan menambahkan beberapa variabel eksogen yang dianggap memiliki pengaruh yang signifikan terhadap data sehingga dapat menambah akurasi suatu peramalan yang dilakukan (Cryer & Chan, 2008). Dengan model SARIMAX:

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D Z_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)\epsilon_t + \alpha_1 X_{1t} + \alpha_2 X_{2t} + \dots + \alpha_k X_{kt} \quad \dots(8)$$

Dimana X_{kt} merupakan variabel eksogen ke- k pada waktu t , sedangkan simbol yang lainnya memiliki kesamaan dengan model SARIMA.

Akaike's Information Criterion (AIC)

Suatu kriteria pemilihan model terbaik yang diperkenalkan oleh Akaike pada tahun 1973 dengan melihat banyaknya parameter dalam model. Dalam menentukan model terbaik dipakai kriteria untuk memilih model. Kriteria pertama adalah prinsip *parsimony* yaitu model dipilih dengan dugaan parameter AR(p) atau MA(q) yang minimal atau bisa dikatakan model yang paling sederhana (Ali, 2013). Kedua dengan menggunakan kriteria nilai AIC paling kecil diantara model-model lainnya (Suhartono, 2011). Kriteria AIC dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$AIC = n \times \ln(SSE/n) + 2p + n \times \ln(2\pi) \quad \dots(9)$$

dimana:

- n : banyaknya pengamatan
 SSE : Sum Square Error
 p : banyaknya parameter dalam model

Semakin kecil nilai AIC model yang diperoleh berarti semakin baik digunakan (Aswi & Sukarna, 2006).

Uji Signifikansi Parameter

Secara umum, misalkan θ adalah suatu parameter pada model ARIMA *Box-Jenkins* dan $\hat{\theta}$ adalah nilai taksiran dari parameter tersebut, serta SE ($\hat{\theta}$) adalah standar *error* dari nilai taksiran $\hat{\theta}$, maka uji signifikan parameter dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut

Hipotesis:

$H_0 : \theta = 0$ (parameter tidak berpengaruh terhadap model)

$H_1 : \theta \neq 0$ (parameter berpengaruh terhadap model)

Statistik uji:

$$t = \frac{\hat{\theta}}{SE(\hat{\theta})} \quad \dots(10)$$

Kriteria penolakan

Tolak H_0 jika $|t| > t_{\alpha/2}$; df = $n - n_p$ dengan n_p merupakan banyaknya parameter atau dengan menggunakan nilai *p-value*, yakni tolak H_0 jika nilai *p-value* < 0,05.

Uji Kesesuaian Model

1) Uji Sisaan *White Noise*

Hipotesis:

H_0 : $\rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k$ (terdapat korelasi didalam residual).

H_1 : $\rho_k \neq 0$ (tidak terdapat korelasi didalam residual).

Statistik uji, yaitu uji *Ljung-Box*:

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{\rho_k^2}{(n-k)} \quad \dots(11)$$

dimana:

- m : banyaknya *lag* musiman
 n : banyaknya pengamatan asli
 ρ_k : koefisien autokorelasi

Kriteria penolakan

Tolak H_0 jika $Q > \chi^2_{(1-\alpha, df=m-M, M=p+q)}$ atau nilai *p-value* < α .

2) Uji Distribusi Normal

Uji distribusi normal bertujuan untuk mengetahui apakah data telah normal atau belum. Salah satu cara yang dapat dilakukan dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*.

Hipotesis:

$H_0 : F_n(x_i) = F_0(x_i)$ (berdistribusi normal)

$H_1 : F_n(x_i) \neq F_0(x_i)$ (tidak berdistribusi normal)

Statistik uji:

$$D = \max |F_n(x_i) - F_0(x_i)| \tag{12}$$

Pengambilan keputusan sebagai berikut:

- a. Tolak H_0 apabila nilai $D > D_{1-\alpha/2}$
- b. Tolak H_0 apabila nilai $p\text{-value} < 0,05$.

MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

Parameter ketetapan relatif dengan bentuk persentase penyampaian dari hasil peramalan. Semakin kecil hasil dari perhitungan MAPE, maka semakin baik hasil tingkat akurasi. Rumus untuk menghitung MAPE adalah sebagai berikut (Makridakis, 1996) :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \frac{|Z_t - F_t|}{Z_t} \times 100\% \tag{13}$$

dimana:

Z_t : Nilai aktual pada periode t

F_t : *Forecasting* periode t

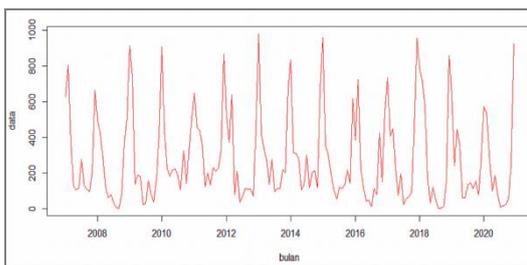
n : Periode *forecasting* yang terlibat.

Menurut Chang et al., (2007), kriteria nilai MAPE dibagi menjadi 4 kriteria yaitu sebagai berikut:

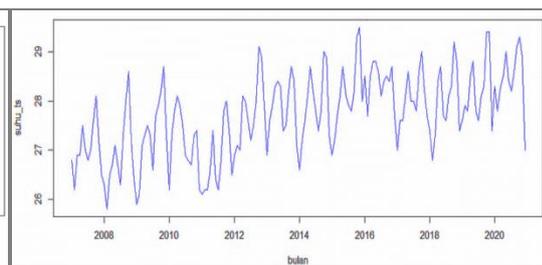
Tabel 1 Kriteria nilai MAPE

Nilai MAPE	Akurasi Prediksi
$MAPE \leq 10\%$	Tinggi
$10\% < MAPE \leq 20\%$	Baik
$20\% < MAPE \leq 50\%$	Cukup
$MAPE > 50\%$	Rendah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1 Plot curah hujan di Kota Makassar



Gambar 2 Plot suhu udara di Kota Makassar

Berdasarkan Gambar 1 dan Gambar 2 dapat dilihat bahwa model plot datanya berbentuk musiman yang ditandai dengan terjadi kenaikan curah hujan dan suhu udara pada bulan-bulan tertentu, yang selanjutnya akan uji stasioneritas data.

Uji Stasioneritas Ragam

Tabel 2 Hasil perhitungan uji *Bartlett*

Bartlett's K-squared	P-value
8,7506	0,7915

Hipotesis:

H_0 : Data stasioner terhadap ragam

H_1 : Data tidak stasioner terhadap ragam

Berdasarkan Tabel 2 yang diperoleh dengan bantuan aplikasi *software R studio* dapat dilihat bahwa diperoleh *p-value* sebesar 0,7915 yang dimana *p-value* lebih besar dari nilai *alpha* yaitu sebesar 0,05 atau 5% yang berarti data telah stasioner terhadap ragam. Setelah data telah stasioner terhadap ragam maka akan dilanjutkan dengan uji stasioner terhadap rataaan.

Uji Stasioneritas Rataan

Tabel 3 Hasil perhitungan uji *Dickey-Fuller*

Uji Dickey-Fuller	P-value
-8,4609	0,01

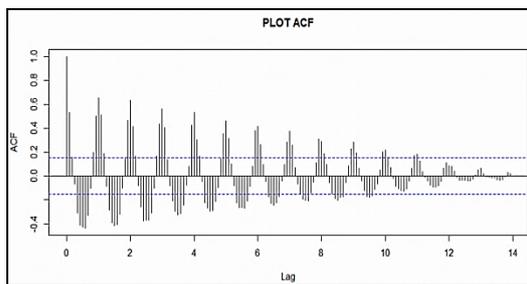
Hipotesis:

H_0 : Data tidak stasioner terhadap rataaan

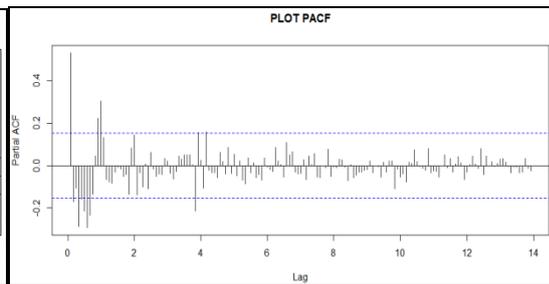
H_1 : Data stasioner terhadap rataaan

Berdasarkan Tabel 3 yang diperoleh dengan bantuan aplikasi *software R studio* dapat dilihat bahwa diperoleh *p-value* sebesar 0,01 yang dimana *p-value* lebih kecil dari nilai *alpha* yaitu sebesar 0,05 atau 5% yang berarti data telah stasioner terhadap rataaan. Setelah data telah stasioner terhadap ragam dan rataaan terhadap pola *non-musiman*, maka akan dilakukan uji stasioneritas terhadap rataaan untuk pola musiman dengan diperoleh nilai *D* sebesar 0 yang artinya data telah stasioner terhadap rataaan untuk pola musiman.

ACF dan PACF



Gambar 3 Plot ACF



Gambar 4 Plot PACF

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa pada lag 0, lag 1 dan lag 2 berbentuk cut off dimana lag-lag tersebut keluar dari garis kepercayaan. Orde q pada Moving Average (MA) yang terbentuk yaitu MA(0), MA(1) dan MA(2), sedangkan pada model SMA diperoleh SMA(0)12 karena pola musimannya berbentuk dies down.

Pada Gambar 4 dapat disimpulkan bahwa pada lag 1 dan lag 2 berbentuk cut off dimana lag-lag tersebut keluar dari garis kepercayaan. Orde p pada Autoregressive (AR) yang terbentuk yaitu AR(1) dan AR(2). Pada lag 12 juga keluar dari garis kepercayaan yang berarti didapat orde Seasonal Autoregressive (SAR) yaitu SAR(1)12. Berdasarkan Gambar 3 dan 4 dapat diperoleh model sementara SARIMA yaitu:

Tabel 4 Model sementara SARIMA

No	Model
1	SARIMA (1,0,0)(1,0,0) ¹²
2	SARIMA (2,0,0)(1,0,0) ¹²
3	SARIMA (1,0,1)(1,0,0) ¹²
4	SARIMA (2,0,1)(1,0,0) ¹²
5	SARIMA (1,0,2)(1,0,0) ¹²
6	SARIMA (2,0,2)(1,0,0) ¹²

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh model sementara SARIMA yang model tersebut akan digunakan untuk menentukan model sementara SARIMAX dengan cara memasukkan variabel eksogen yaitu suhu udara dalam model. Model sementara SARIMAX yaitu:

Tabel 5 Nilai AIC untuk model sementara SARIMAX

No	Model	AIC
1	SARIMAX (1,0,0)(1,0,0) ¹²	2175,14
2	SARIMAX (2,0,0)(1,0,0) ¹²	2175,79
3	SARIMAX (1,0,1)(1,0,0) ¹²	2175,01
4	SARIMAX (2,0,1)(1,0,0) ¹²	2177,01
5	SARIMAX (1,0,2)(1,0,0) ¹²	2177,00
6	SARIMAX (2,0,2)(1,0,0) ¹²	2171,41

Berdasarkan Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa model sementara SARIMAX yang memiliki nilai AIC terkecil yaitu model SARIMAX (2,0,2)(1,0,0)¹² dengan nilai AIC sebesar 2171,41 yang berarti model tersebut akan dilakukan uji selanjutnya karena memiliki nilai AIC terkecil dari model-model lainnya.

Uji Signifikansi Parameter

Tabel 6 Nilai signifikan parameter dari model SARIMAX(2,0,2)(1,0,0)¹²

Koefisien	Nilai Taksiran	Sign
ar_1	-0,2097	0,1402
ar_2	0,6135	0,0000
ma_1	0,6141	0,0002
ma_2	-0,3859	0,0182
sar_1	0,5552	0,0000
<i>intercept</i>	5687,9367	0,0000
<i>xreg</i>	-194,8838	0,0000

Hipotesis:

H_0 : Tidak memenuhi uji signifikan parameter

H_1 : Memenuhi uji signifikan parameter

Dari Tabel 6 dapat disimpulkan bahwa pada koefisien ar_1 tidak memenuhi asumsi karena nilai *sign* sebesar 0,1402 yang lebih besar dari nilai *alpha* yaitu 0,05 sehingga akan dilakukan uji kesesuaian model yaitu uji sisaan *white noise* dan uji asumsi distribusi normal.

Uji Sisaan White Noise

Tabel 7 Nilai uji sisaan *white noise*

Model	X-squared	P-value
SARIMAX (2,0,2)(1,0,0) ¹²	0,074387	0,7851

Hipotesis:

H_0 : Memenuhi syarat *white noise*

H_1 : Tidak memenuhi syarat *white noise*

Berdasarkan Tabel 7 dapat disimpulkan bahwa model SARIMAX (2,0,2)(1,0,0)¹² memenuhi syarat *white noise* karena *p-value* sebesar 0,7851 yang lebih besar dari nilai *alpha* yaitu 0,05.

Uji Asumsi Distribusi Normal**Tabel 8** Nilai uji asumsi distribusi normal

Model	D	P-value
SARIMAX (2,0,2)(1,0,0) ¹²	0,065476	0,8642

Hipotesis:

H₀ : Berdistribusi normal

H₁ : Tidak berdistribusi normal

Dari Tabel 8 dapat disimpulkan bahwa model SARIMAX (2,0,2)(1,0,0)¹² berdistribusi normal karena *p-value* sebesar 0,8642 yang lebih besar dari nilai *alpha* yaitu 0,05. Maka, model tersebut dapat digunakan untuk melakukan peramalan curah hujan di Kota Makassar.

Peramalan dan MAPE

Setelah memenuhi asumsi yang dibutuhkan model SARIMAX (2,0,2)(1,0,0)¹² digunakan untuk melakukan peramalan dengan pembagian data *training* sebesar 216 data yaitu dari tahun 2007-2019 dan data *testing* sebesar 12 data yaitu data 2020 dengan persamaan sebagai berikut:

$$Z_t = 0,5552Z_{t-12} - 0,2097Z_{t-1} + (0,2097)(0,5552)Z_{t-13} + 0,6135Z_{t-2} - (0,6135)(0,5552)Z_{t-14} + e_t - 0,6141e_{t-1} + 0,3859e_{t-2} - 194,883X_{1t} \quad \dots(9)$$

Dengan persamaan 9 tersebut digunakan untuk melakukan peramalan pada curah hujan di Kota Makassar tahun 2021 dengan bantuan software R studio diperoleh hasil peramalan data curah hujan di Kota Makassar tahun 2021 sebagai berikut:

Tabel 9 Peramalan curah hujan di Kota Makassar tahun 2021

Bulan	Peramalan	Data Aktual
Januari	868	572
Februari	985	539
Maret	848	264
April	848	100
Mei	731	186
Juni	829	73
Juli	868	9
Agustus	829	16
September	712	23
Oktober	614	54
November	790	249
Desember	926	924

Dari Tabel 9 dapat disimpulkan bahwa hasil peramalan dari data curah hujan di Kota Makassar tahun 2021 cenderung mengalami fluktuasi dan fluktuatif untuk melihat keakuratan perkiraan jumlah curah hujan di Kota Makassar berdasarkan model yang diperoleh yaitu SARIMAX (2,0,2)(1,0,0)¹² dengan melihat nilai MAPE .

Nilai MAPE dihitung dengan menggunakan rata-rata nilai *error absolute* dari tiap periode yang dibagi dengan nilai aktual dan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (13). Berikut adalah hasil perhitungan manual:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \frac{|Z_t - F_t|}{Z_t} \times 100\%$$

$$MAPE = \frac{\left| \left(\frac{572 - 868}{572} \right) + \dots + \left(\frac{924 - 926}{924} \right) \right|}{12} \times 100\%$$

$$MAPE = \frac{\left| \left(\frac{296}{572} \right) + \dots + \left(\frac{2}{924} \right) \right|}{12} \times 100\%$$

$$MAPE = \frac{\left| (0,517483) + \dots + (0,002165) \right|}{12} \times 100\%$$

$$MAPE = \frac{213,082}{12} \times 100\% = 17,75\%$$

Berdasarkan perhitungan manual nilai MAPE di atas diperoleh sebesar 17,75 persen. Dengan kriteria nilai MAPE menurut Chang et al., (2007) bahwa apabila nilai MAPE berada diantara lebih besar dari 10 persen dan kurang dari atau sama dengan 20 persen maka model SARIMAX (2,0,2)(1,0,0)¹² dikategorikan sebagai baik akurasi prediksinya dalam memodelkan peramalan data curah hujan di Kota Makassar tahun 2021.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Model terbaik dari metode SARIMAX untuk meramalkan curah hujan di Kota Makassar tahun 2021 adalah model SARIMAX (2,0,2)(1,0,0)¹² dengan nilai MAPE sebesar 17,75%. Hasil peramalan curah hujan ini dapat digunakan sebagai pembandingan untuk melakukan perkiraan curah hujan atau bisa juga digunakan oleh BMKG ataupun masyarakat setempat untuk dapat meminimalisir terjadinya korban dan kerusakan yang diakibatkan oleh bencana alam seperti banjir yang dapat terjadi apabila intensitas curah hujan meningkat dan kurangnya kesadaran masyarakat dalam kebersihan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S. M. (2013). Time Series Analysis of Baghdad Rainfall Using ARIMA Method. *Iraqi Journal of Science*, 54(4) : 1136-1142.
- Aswi, & Sukarna. (2006). *Analisis Deret Waktu*. Makassar: Andira.
- Chang, P. C., Wang, Y. W., & Liu, C. H. (2007). The Development of a Weighted Evolving Fuzzy Neural Network for PCB Sales Forecasting. *Expert Systems with Applications*. Volume 32, pp.88-89.
- Cryer, J. D., & Chan, K. S. (2008). *Time Series Analysis with Application in R (Second ed)*. New York: Springer.
- Fadholi, A. (2013). Uji Perubahan Rata-Rata Suhu Udara dan Curah Hujan di Kota Pangkalpinang . *Jurnal Matematika, Sains dan Teknologi*, 14(1) : 11-25.
- Hidayati, P. (2011). *Pengaruh setting temperatur terhadap kinerja ac Split*. *Jurna Teknik Konversi Energi*.
- Kartasapoetra, A. G. (2004). *Klimatologi Pengaruh Iklim terhadap Tanah dan Tanaman*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Makridakis. (1996). *Forecasting Methods and Applications* . United States of America: John Wiley & Sons Inc.
- Suhartono. (2011). Time Series Forecasting by usind Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average: Subset, Multiplicative or Additive Model. *Journal of Mathematics and Statistics*, 7(1) : 20-27.
- Supardi. (2013). *Aplikasi Statistika Dalam Penelitian*. Jakarta: Adikita.