

Peramalan curah hujan di Provinsi Aceh menggunakan metode *Box-Jenkins*

(Rainfall forecasting in Aceh Province using Box-Jenkins methods)

Nurhafifah, Ferdy Patriardian, Alfy Hidayati, Ratu Rahil Alzahira, Deva Jhuandra
Tasyant, Samsul Anwar*

Jurusan Statistika, FMIPA, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

*korespondensi: samsul.anwar@unsyiah.ac.id

Received: 31-10-2022, accepted: 02-02-2023

Abstract

Floods are one of the natural disasters that frequently occur in Indonesia, including in Aceh Province. Floods primarily occur when rainfall is intense, mainly in the rainy season. Flood disaster management in Aceh Province is still not optimal, so efforts are required to minimize the negative effects of the flood disaster. One of the efforts that can be done is to predict the rainfall that may occur in the future. This study aims to predict rainfall in Aceh Province in 2022 and 2023. The data employed are monthly rainfall data in Aceh Province from 2014 to 2021. The forecasting method employed to predict rainfall is the Box-Jenkins Methods especially the Autoregressive Moving Average (ARMA) model. Forecasting results using the ARMA (8,6) model show that rainfall in Aceh Province in 2022 and 2023 are predicted to tend to be intense in March, April, May, September, October and November. The Aceh government together with the district/city governments need to prepare anticipatory steps, for example by cleaning water flows like ditches and rivers and socializing about the dangers of flooding and its causes, especially for people living in watersheds. These actions are expected to minimize the potential for flooding in Aceh Province in the future, especially when rainfall is predicted to be intense.

Keywords: Aceh Province, box-jenkins, flood, forecasting, rainfall

MSC2020: 62M10

1. Pendahuluan

Indonesia terletak di sekitar wilayah ekuator pada posisi 6°LU - 11°LS dan 95°BT - 141°BT. Hal ini menyebabkan radiasi matahari yang diterima di wilayah Indonesia relatif banyak serta memiliki curah hujan yang relatif tinggi hampir di sepanjang tahunnya. Indonesia sebagai negara kepulauan menjadi salah satu negara yang rentan terhadap dampak negatif dari perubahan iklim. Akibat adanya perubahan iklim yang terjadi dalam kurun beberapa dasawarsa ini, wilayah Indonesia diproyeksikan akan mengalami perubahan pola serta intensitas curah hujan sehingga akan meningkatkan risiko terjadinya banjir pada musim penghujan dan mengalami kekeringan pada musim kemarau [1]. Selain itu, frekuensi peristiwa iklim ekstrim seperti badai, longsor dan peristiwa alam

lainnya juga diprediksi akan semakin sering terjadi di Indonesia.

Kondisi geografis menjadi salah satu faktor yang menyebabkan sering terjadinya bencana alam di Indonesia seperti banjir, gempa bumi, longsor, kebakaran hutan dan sebagainya [2]. Lebih rinci, banjir merupakan bencana alam yang paling banyak terjadi di Indonesia. Banjir seringkali disebabkan oleh curah hujan yang tinggi pada waktu-waktu tertentu khususnya pada musim penghujan. Curah hujan merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui banyaknya hujan yang turun di permukaan bumi dalam satuan waktu tertentu [3]. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), diketahui bahwa pada tahun 2021 telah terjadi sebanyak 1.288 kejadian banjir di Indonesia. Jumlah tersebut setara dengan 42,1% dari total seluruh kejadian bencana alam yang terjadi di Indonesia pada tahun 2021.

Kejadian banjir terdistribusi secara merata hampir di seluruh wilayah Indonesia termasuk wilayah Provinsi Aceh yang merupakan provinsi paling barat Indonesia. Menurut DLHK Aceh [4], Provinsi Aceh memiliki sekitar 972 Daerah Aliran Sungai (DAS) yang beberapa diantaranya melintasi pemukiman padat penduduk sehingga berpotensi menyebabkan banjir ketika curah hujan mengalami kenaikan di daerah tersebut. Badan Penanggulangan Bencana Aceh (BPBA) mencatat sebanyak 67 kejadian banjir telah terjadi di Provinsi Aceh pada periode bulan Januari hingga Agustus tahun 2021 yang berdampak pada tergenangnya ribuan rumah warga.

Banjir pada umumnya memberikan dampak yang negatif seperti melumpuhkan sarana transportasi dan komunikasi, mengganggu kegiatan aktivitas masyarakat dalam berbagai sektor seperti perdagangan dan pertanian, hingga terganggunya aktivitas pemerintahan seperti perkantoran dan pembangunan infrastruktur daerah [5]. Lebih lanjut, dampak negatif bencana banjir telah mengakibatkan kerugian pada berbagai sektor kehidupan sehingga mengganggu roda perekonomian masyarakat. Dampak ekonomi yang diakibatkan oleh banjir adalah kerusakan dan hilangnya harta benda terutama rumah tinggal serta infrastruktur transportasi seperti jalan dan jembatan [6].

Selain dipengaruhi oleh kondisi geografis, curah hujan, perubahan suhu, jebolnya tanggul/bendungan, pencairan salju yang cepat dan terhambatnya aliran air merupakan faktor penyebab bencana banjir lainnya. Curah hujan yang tinggi merupakan salah satu penyebab utama terjadinya bencana banjir di suatu wilayah. Curah hujan yang tinggi juga akan memperluas zona risiko banjir pada daerah yang sebelumnya aman dari bencana banjir. Selain itu, curah hujan yang tinggi juga akan meningkatkan laju erosi dan limpasan, menghilangkan lapisan tanah atas pertanian, dan meningkatkan aliran polutan ke saluran air.

Penanganan bencana banjir di Provinsi Aceh saat ini masih dirasa belum optimal. Diperlukan upaya pencegahan banjir sejak dini agar dampak yang ditimbulkan oleh banjir menjadi minimal. Salah satu upaya yang dapat dilakukan oleh Pemerintah Aceh,

pemerintah daerah kabupaten/kota dan BPBA adalah dengan memprediksi curah hujan yang mungkin terjadi pada masa yang akan datang. Hasil prediksi curah hujan tersebut dapat digunakan sebagai salah satu indikator awal terhadap kemungkinan terjadinya bencana banjir terutama pada saat curah hujan di prediksi tinggi.

Terdapat beberapa penelitian yang mencoba melakukan peramalan curah hujan di berbagai wilayah di Indonesia seperti yang dilakukan oleh Febrialdi dkk. [7] dalam meramalkan curah hujan di Kabupaten Padang Pariaman pada tahun 2020. Penelitian lainnya dilakukan oleh Kalaksita dan Irhamah [8] dalam meramalkan curah hujan di Kota Semarang pada tahun 2016, Wibisono dkk. [9] dalam meramalkan curah hujan di Kabupaten Jember pada tahun 2017, Lusiani dan Habinuddin [10] dan Soekendro [11] dalam meramalkan curah hujan di Kota Bandung pada tahun 2010 dan 2019, Saragih dkk. [12] dalam meramalkan curah hujan di Kabupaten Deli Serdang pada tahun 2019 serta Utami dkk. [13] yang melakukan peramalan curah hujan di Kabupaten Wonogiri tahun 2020.

Secara umum metode peramalan dalam ilmu statistika dikenal dengan analisis *time series* yang meramalkan nilai pada masa depan dengan menggunakan data historis pada masa lampau. Metode *Box-Jenkins* yang terdiri dari model *Autoregressive Moving Average* (ARMA) dan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) merupakan metode dalam analisis *time series* yang sering diaplikasikan dalam peramalan. Pemilihan model peramalan yang akan digunakan sangat bergantung pada karakteristik dari data penelitian. Model ARMA digunakan ketika data penelitian bersifat stasioner, sedangkan model ARIMA digunakan ketika data tidak stasioner yang membutuhkan adanya *differencing* data agar data menjadi stasioner. Terdapat beberapa contoh penelitian sebelumnya yang menggunakan metode *Box-Jenkins* dalam meramalkan kondisi cuaca di wilayah Provinsi Aceh yaitu peramalan curah hujan pada tahun 2016 yang dilakukan oleh Farikhi dan Darsya [14] dan peramalan suhu udara jangka pendek di Kota Banda Aceh pada tahun 2017 yang dilakukan oleh Anwar [15]. Kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode *Box-Jenkins* memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dalam proses peramalan kondisi cuaca. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk meramalkan curah hujan di Provinsi Aceh pada tahun 2022 dan 2023 dengan menggunakan metode *Box-Jenkins*.

2. Metodologi

2.1. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan bulanan Provinsi Aceh mulai dari bulan Januari tahun 2014 sampai dengan bulan Desember tahun 2021 (96 observasi) yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Aceh tahun 2021. Data selanjutnya dibagi menjadi 2 bagian. Data curah hujan dari bulan Januari tahun 2014 sampai dengan bulan Desember tahun 2020 digunakan sebagai data *training* (84

observasi), sedangkan data curah hujan mulai dari bulan Januari tahun 2021 sampai dengan bulan Desember tahun 2021 (12 observasi) digunakan sebagai data *testing*. Data *training* digunakan untuk membangun model ARMA/ARIMA dan data *testing* digunakan untuk melihat tingkat akurasi dari model yang telah dibangun sebelumnya tersebut.

2.2 Model Analisis Data

Menurut Shumway dan Stoffer [16], metode *Box-Jenkins* yang terdiri dari model ARMA dan ARIMA hanya dapat digunakan ketika data *time series* bersifat stasioner, baik dalam bentuk data awal atau setelah dilakukan *differencing*. *Differencing* (∇^d) dilakukan dengan menghitung perubahan atau selisih antara sebuah nilai observasi pada waktu ke- t (X_t) dengan observasi pada waktu ke- d sebelumnya melalui persamaan $\nabla^d = X_t - X_{t-d}$. Data yang stasioner dapat diramalkan dengan menggunakan model ARMA, sedangkan data yang stasioner setelah melalui proses *differencing* dapat diramalkan dengan model ARIMA. Terdapat 3 kondisi dimana sebuah data *time series* dikatakan stasioner yaitu memiliki rata-rata (*mean*) yang konstan, memiliki nilai varians yang konstan dan memiliki nilai autokorelasi yang hanya bergantung pada *lag* waktu pengamatan. Terdapat dua cara dalam pengujian stasioneritas data yaitu melalui plot *Autocorrelation function* (ACF) dan melalui statistik uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) *test* serta transformasi *Box-Cox Lambda*. *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) *test* digunakan untuk memeriksa apakah data telah memiliki nilai rata-rata yang konstan dan transformasi *Box-Cox Lambda* digunakan untuk memeriksa apakah varians data telah memiliki nilai yang konstan.

Model ARMA dan ARIMA (Metode *Box-Jenkins*) merupakan gabungan dari model AR (Persamaan (1)) dan model MA (Persamaan (2)),

$$\phi(B)X_t = W_t, \quad (1)$$

$$X_t = \theta(B)W_t, \quad (2)$$

dengan $\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$ merupakan polinomial model AR (p), $\theta(B) = 1 + \theta_1 B + \theta_2 B^2 + \dots + \theta_q B^q$ merupakan polinomial model MA (q), X_t merupakan nilai observasi pada waktu ke- t , W_t merupakan komponen *white noise* pada waktu ke- t dan B sebagai operator *Backshift* yang didefinisikan sebagai $B^k X_t = X_{t-k}$. Dengan demikian, model ARMA dapat dituliskan dalam Persamaan (3), sedangkan model ARIMA dapat dituliskan dalam Persamaan (4)

$$\phi(B)X_t = \theta(B)W_t, \quad (3)$$

$$\phi(B)\nabla^d X_t = \theta(B)W_t. \quad (4)$$

2.3 Prosedur Analisis Data

Peramalan curah hujan bulanan Provinsi Aceh pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Box-Jenkins* (model ARMA/ARIMA). Adapun tahapan analisis data yang dilakukan dapat dijabarkan sebagai berikut.

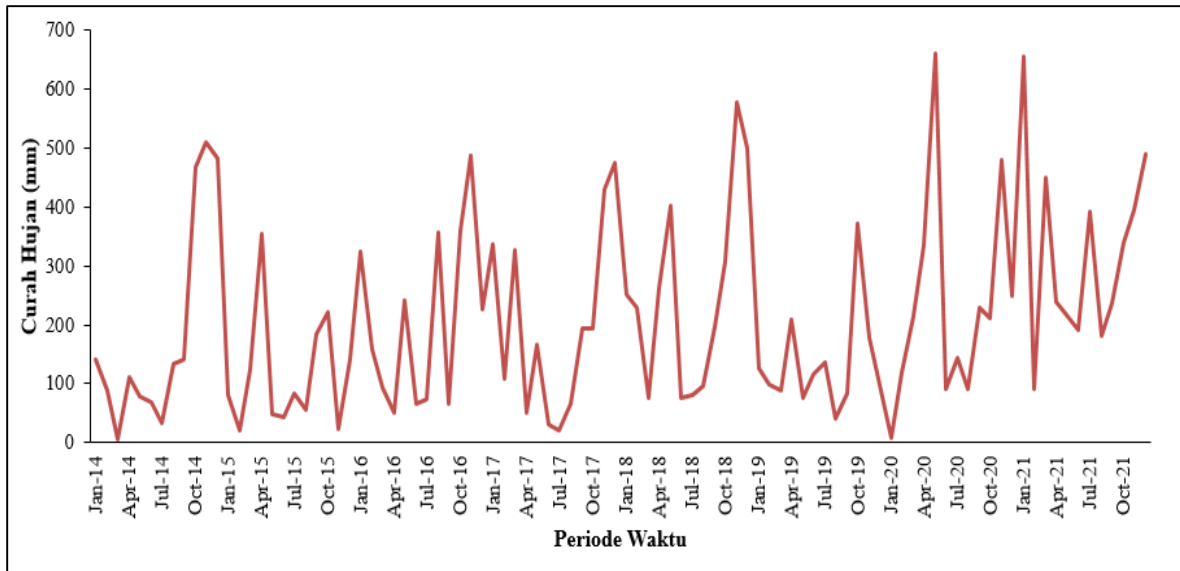
1. Menggambarkan kecenderungan dari data penelitian melalui plot dan *summary statistics*.
2. Melakukan pengujian stasioneritas terhadap data penelitian. Pengujian stasioneritas dilakukan dengan uji statistik melalui *ADF test* (stasioneritas terhadap rata-rata) dan transformasi *Box-Cox lambda* (stasioneritas terhadap varians).
3. Melakukan pembagian data penelitian menjadi data *training* dan data *testing*.
4. Melakukan pembentukan model tentatif berdasarkan data *training* yang dilihat melalui plot ACF dan plot *partial autocorrelation function* (PACF). Plot ACF digunakan untuk identifikasi model *moving average* (MA) dan plot PACF untuk identifikasi model *Autoregressive* (AR).
5. Melakukan estimasi parameter dan pengujian diagnostik model. Estimasi parameter dilakukan dengan metode *maximum likelihood estimation* (MLE) melalui teknik numerik *Newton-Raphson*. Pengujian diagnostik model dilakukan melalui uji *Shapiro-wilk test* untuk melihat normalitas dari residual dan *Ljung-Box tests* untuk melihat independensi antar residual.
6. Melakukan perhitungan tingkat akurasi model yang terbentuk terhadap data *testing*.
7. Melakukan pemilihan model terbaik berdasarkan kriteria nilai *mean absolute error* (MAE) dan *root mean square error* (RMSE) terkecil.
8. Melakukan peramalan curah hujan Provinsi Aceh pada tahun 2022 dan 2023 dengan menggunakan model terbaik.

Seluruh tahapan analisis data dilakukan dengan bantuan *software R* versi 4.0.3.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Deskripsi Data Penelitian

Data curah hujan bulanan Provinsi Aceh mulai dari tahun 2014 hingga tahun 2021 disajikan melalui melalui plot pada Gambar 1.



Gambar 1. Plot data curah hujan Provinsi Aceh tahun 2014 - 2021

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat secara visual bahwa data curah hujan bulanan Provinsi Aceh pada tahun 2014 hingga tahun 2021 cenderung membentuk pola naik turun yang berulang. Meskipun demikian, terlihat adanya kecenderungan (*trend*) kenaikan curah hujan terutama pada tahun 2020 dan 2021. Curah hujan terendah selama periode penelitian terjadi pada bulan Maret tahun 2014 sebesar 7 mm. Sedangkan untuk curah hujan maksimum terjadi pada bulan Mei tahun 2020 sebesar 660,7 mm. Rata-rata curah hujan selama periode penelitian adalah sebesar 207,7 mm.

3.2 Pengujian Stasioneritas Data

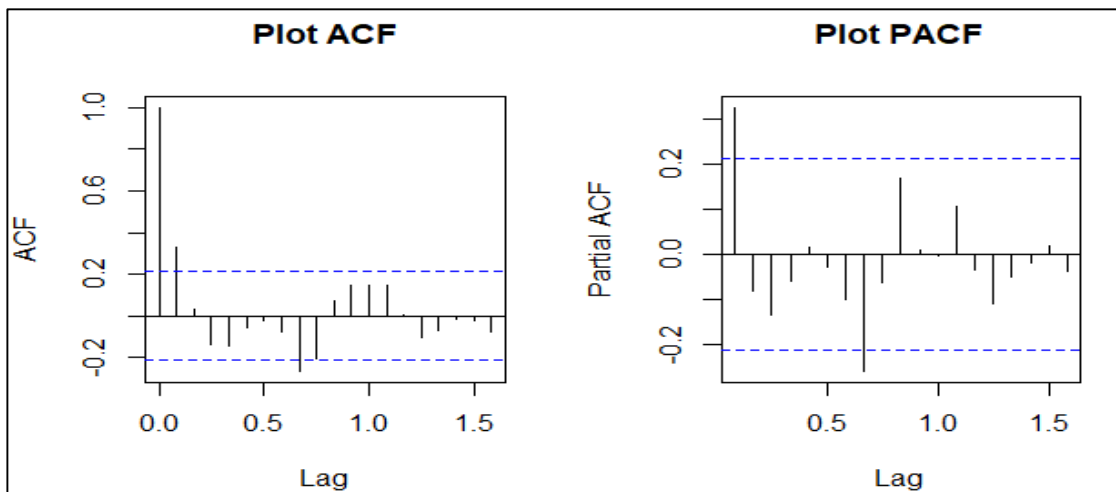
Data yang digunakan untuk melakukan peramalan harus merupakan data yang stasioner terhadap varians dan *mean*. Stasioneritas data terhadap varians dilakukan dengan melihat nilai *lambda* menggunakan metode transformasi *Box-Cox*. Berdasarkan hasil pengujian terhadap data awal, diperoleh nilai *lambda* sebesar 0,334 yang menunjukkan bahwa data awal tidak stasioner terhadap varians. Selanjutnya dilakukan proses transformasi data melalui transformasi akar kuadrat sehingga diperoleh nilai *lambda* sebesar 0,728 yang mengindikasikan bahwa data setelah transformasi sudah stasioner terhadap varians. Pengujian selanjutnya dilakukan untuk mengetahui stasioneritas data terhadap *mean*. *augmented dickey fuller* (ADF) *test* digunakan untuk menguji stasioneritas data terhadap nilai rata-rata. Hipotesis nol pada pengujian ADF *test* menyatakan bahwa data tidak stasioner terhadap rata-rata. Sedangkan hipotesis alternatif menyatakan bahwa data sudah stasioner terhadap rata-rata. Berdasarkan hasil pengujian ADF *test* yang dilakukan terhadap data hasil transformasi, diperoleh *p-value* pengujian sebesar 0,01 yang menunjukkan bahwa data telah stasioner terhadap rata-rata.

3.3 Pembagian Data *Training* dan *Testing*

Data curah hujan bulanan Provinsi Aceh yang sudah stasioner terhadap *mean* dan varians selanjutnya dibagi menjadi dua bagian, yaitu data *training* dan *testing*. Data curah hujan Provinsi Aceh mulai dari bulan Januari tahun 2014 sampai dengan bulan Desember tahun 2020 digunakan sebagai data *training*, sedangkan data curah hujan mulai dari bulan Januari sampai dengan bulan Desember tahun 2021 digunakan sebagai data *testing*. Data *training* digunakan untuk membangun model tentatif yang diidentifikasi dari penilaian terhadap plot ACF dan PACF. Sedangkan data *testing* digunakan untuk melihat tingkat akurasi dari model peramalan yang dibangun untuk menentukan model terbaik yang akan digunakan untuk meramalkan curah hujan Provinsi Aceh pada tahun 2022 dan 2023.

3.4 Pembentukan Model Tentatif

Gambar 2 menampilkan plot ACF dan PACF dari data *training* setelah dilakukan transformasi ke dalam bentuk akar kuadrat.



Gambar 2. Plot ACF dan PACF data curah hujan Provinsi Aceh tahun 2014 - 2020

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa plot ACF dan PACF memiliki pola *cut-off* setelah lag pertama. Hal ini mengindikasikan bahwa model yang tepat untuk meramalkan data curah hujan bulanan Provinsi Aceh adalah model ARMA (p, q). Model ARMA dipilih karena data tidak perlu dilakukan *differencing*. Model ARMA juga dapat dipandang sebagai model ARIMA dengan orde d sebesar 0. Sebagai catatan, nilai autokorelasi lag 0 pada plot ACF bernilai 1 [16].

Penentuan orde dari model tentatif merupakan langkah yang perlu dilakukan berikutnya. Tabel 1 menyajikan beberapa model tentatif yang dipilih untuk meramalkan curah hujan bulan Provinsi Aceh pada masa yang akan datang.

Tabel 1. Orde model ARMA tentatif

| Model | Orde Model ARMA | Orde p | Orde q |
|-------|-----------------|----------|----------|
| 1 | (5,8) | 5 | 8 |
| 2 | (7,7) | 7 | 7 |
| 3 | (8,6) | 8 | 6 |

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa terdapat 3 model tentatif yang dipilih untuk meramalkan curah hujan bulanan Provinsi Aceh pada masa yang akan datang. Model tentatif tersebut dibentuk dengan kombinasi orde model AR (p) dan model MA (q) yang berbeda-beda. Sebagai catatan, pemilihan model tentatif dilakukan dengan sistem *trial* dan *error* untuk memperoleh hasil peramalan yang diduga mampu mengikuti pola data sebelumnya. Pada kasus ini, setelah melalui beberapa percobaan diketahui bahwa model dengan orde yang kecil (di bawah 5) cenderung akan menghasilkan nilai peramalan yang konstan. Sehingga model tentatif yang dipilih merupakan model dengan orde yang relatif besar (≥ 5).

3.5 Estimasi Parameter dan Uji Diagnostik Model

Estimasi parameter dari model tentatif yang disajikan pada Tabel 1 diestimasi dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) melalui teknik numerik *Newton-Raphson*. Tabel 2 menyajikan hasil estimasi parameter dari ketiga model tentatif tersebut.

Tabel 2. Estimasi parameter model tentatif

| Model | Komponen AR | Koefisien | Komponen MA | Koefisien |
|-------|-------------|-----------|-------------|-----------|
| 1 | AR1 | 0,80410 | MA1 | -0,55333 |
| | AR2 | -0,21791 | MA2 | 0,03282 |
| | AR3 | -0,51245 | MA3 | 0,48186 |
| | AR4 | 0,42468 | MA4 | -0,38509 |
| | AR5 | -0,41119 | MA5 | 0,43614 |
| | - | - | MA6 | 0,03378 |
| | - | - | MA7 | -0,02519 |
| | - | - | MA8 | -0,34202 |
| 2 | AR1 | 0,41770 | MA1 | -0,13925 |
| | AR2 | -0,09126 | MA2 | 0,04029 |
| | AR3 | 0,43842 | MA3 | -0,60688 |
| | AR4 | 0,27598 | MA4 | -0,60696 |
| | AR5 | -0,17607 | MA5 | 0,04022 |
| | AR6 | 0,17589 | MA6 | -0,13933 |
| | AR7 | -0,64347 | MA7 | 0,99990 |
| 3 | AR1 | 0,57621 | MA1 | -0,30600 |
| | AR2 | -0,57495 | MA2 | 0,56606 |
| | AR3 | -0,14553 | MA3 | 0,21501 |
| | AR4 | 0,22630 | MA4 | -0,26400 |
| | AR5 | -0,69020 | MA5 | 0,69195 |
| | AR6 | 0,62997 | MA6 | -0,70029 |
| | AR7 | -0,17701 | - | - |
| | AR8 | -0,30847 | - | - |

Tabel 2 menunjukkan bahwa jumlah parameter yang diestimasi dari komponen AR dan MA pada masing-masing model tentatif bergantung pada orde model yang telah diidentifikasi pada proses pembentukan model tentatif sebelumnya.

Uji diagnostik model yang dilakukan adalah uji normalitas residual melalui *Shapiro-Wilk tests* dan pengujian independensi antar residual melalui *Ljung-Box tests*. Hasil pengujian normalitas residual ditampilkan pada Tabel 3 dan uji independensi antar residual disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil pengujian normalitas residual

| Model | <i>P-value</i> | Keputusan |
|-------|----------------|-------------------------------|
| 1 | 0,826 | Residual berdistribusi normal |
| 2 | 0,554 | Residual berdistribusi normal |
| 3 | 0,383 | Residual berdistribusi normal |

Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa residual dari ketiga model tentatif yang diestimasi sebelumnya telah berdistribusi normal. Hal ini ditunjukkan dengan nilai *p-value* pengujian *Shapiro-Wilk tests* yang lebih besar dari pada tingkat signifikansi yang ditentukan sebesar 0,05.

Tabel 4. Hasil pengujian independensi antar residual

| Model | <i>P-value</i> | Keputusan |
|-------|----------------|----------------------------|
| 1 | 0,933 | Residual saling independen |
| 2 | 0,786 | Residual saling independen |
| 3 | 0,927 | Residual saling independen |

Tabel 4 menunjukkan bahwa residual pada masing-masing model saling independen terutama pada lag pertama. Hal ini terlihat melalui nilai *p-value* pengujian *Ljung-Box tests* yang lebih besar dari pada tingkat signifikansi yang telah ditentukan sebesar 0,05. Melalui uji normalitas residual dan uji independensi antar residual yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4, maka dapat disimpulkan bahwa residual dari ketiga model tentatif telah bersifat *White Noise*. Selanjutnya, akan dipilih satu model terbaik dari ketiga model tentatif tersebut.

3.6 Pemilihan Model Terbaik

Tahapan pemilihan model terbaik dilakukan dengan menggunakan kriteria tingkat kesalahan peramalan terhadap data *testing* (data curah hujan bulan Januari hingga Desember tahun 2021). Tingkat kesalahan peramalan tersebut dilihat melalui indikator nilai *mean absolute error* (MAE) dan *root mean square error* (RMSE). Model tentatif dengan nilai MAE dan RMSE yang paling kecil dipilih sebagai model peramalan terbaik yang akan digunakan untuk meramalkan curah hujan bulanan di Provinsi Aceh pada tahun 2022 dan 2023. Tabel 5 menyajikan hasil perhitungan nilai MAE dan RMSE ketiga model tentatif terhadap data *testing*.

Tabel 5. Tingkat kesalahan peramalan terhadap data *testing*

| Model | MAE | RMSE |
|-------|---------|---------|
| 1 | 191,931 | 251,640 |
| 2 | 188,634 | 247,890 |
| 3 | 175,372 | 246,647 |

Berdasarkan Tabel 5, dapat diketahui bahwa model yang memiliki tingkat kesalahan peramalan terkecil terhadap data *testing* adalah model 3. Model 3 tersebut memiliki nilai MAE sebesar 175,372 dan nilai RMSE sebesar 246,647. Dengan demikian, Model 3 atau model ARMA (8,6) dipilih sebagai model terbaik yang akan digunakan untuk meramalkan curah hujan bulanan Provinsi Aceh pada tahun 2022 dan 2023.

3.7 Peramalan Curah Hujan Bulanan Provinsi Aceh pada Tahun 2022 dan 2023

Model ARMA (8,6) akan digunakan untuk meramalkan curah hujan bulanan Provinsi Aceh pada tahun 2022 dan 2023. Persamaan matematis dari model ARMA (8,6) dapat dijabarkan dengan menggunakan Persamaan (3).

$$\phi(B)X_t = \theta(B)W_t \quad (3)$$

Model ARMA (8,6) terdiri dari polinomial derajat 8 untuk model AR dan polinomial derajat 6 untuk model MA yang dapat dituliskan sebagai Persamaan 5.

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \phi_3 B^3 - \phi_4 B^4 - \phi_5 B^5 - \phi_6 B^6 - \phi_7 B^7 - \phi_8 B^8)X_t = (1 + \theta_1 B + \theta_2 B^2 + \theta_3 B^3 + \theta_4 B^4 + \theta_5 B^5 + \theta_6 B^6)W_t \quad (5)$$

Persamaan (5) selanjutnya dapat dijabarkan dalam bentuk yang lebih sederhana sebagai Persamaan (6).

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \phi_3 X_{t-3} + \phi_4 X_{t-4} + \phi_5 X_{t-5} + \phi_6 X_{t-6} + \phi_7 X_{t-7} + \phi_8 X_{t-8} + W_1 + \theta_1 W_{t-1} + \theta_2 W_{t-2} + \theta_3 W_{t-3} + \theta_4 W_{t-4} + \theta_5 W_{t-5} + \theta_6 W_{t-6} \quad (6)$$

Dengan menggunakan hasil estimasi parameter pada Tabel 2, maka model ARMA (8,6) pada Persamaan (6) dapat dituliskan sebagai Persamaan (7).

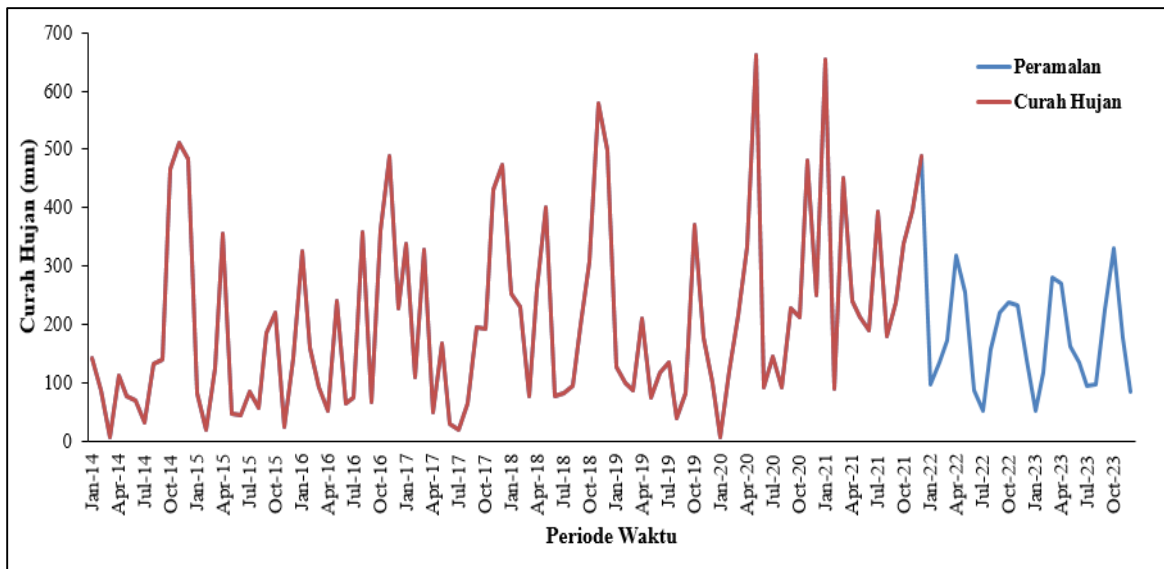
$$X_t = 0,57621X_{t-1} - 0,57495X_{t-2} - 0,14553X_{t-3} + 0,22630X_{t-4} - 0,69020X_{t-5} + 0,62997X_{t-6} - 0,17701X_{t-7} - 0,30847X_{t-8} + W_1 + 0,30600W_{t-1} + 0,56606W_{t-2} + 0,21501W_{t-3} - 0,26400W_{t-4} + 0,69195W_{t-5} - 0,70029W_{t-6} \quad (7)$$

Hasil peramalan curah hujan bulanan Provinsi Aceh pada tahun 2022 dan 2023 dengan menggunakan model ARMA (8,6) disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil peramalan curah hujan Provinsi Aceh tahun 2022 dan 2023

| Tahun | Bulan | Curah Hujan (mm) | Tahun | Bulan | Curah Hujan (mm) |
|-------|-----------|------------------|-------|-----------|------------------|
| 2022 | Januari | 98,081 | 2023 | Januari | 52,494 |
| | Februari | 133,847 | | Februari | 116,287 |
| | Maret | 172,796 | | Maret | 280,465 |
| | April | 317,031 | | April | 271,420 |
| | Mei | 255,372 | | Mei | 162,959 |
| | Juni | 87,749 | | Juni | 134,651 |
| | Juli | 53,215 | | Juli | 95,344 |
| | Agustus | 156,988 | | Agustus | 96,715 |
| | September | 221,470 | | September | 225,076 |
| | Oktober | 238,252 | | Oktober | 330,754 |
| | November | 233,312 | | November | 176,813 |
| | Desember | 140,562 | | Desember | 84,476 |

Berdasarkan Tabel 6, dapat dilihat bahwa curah hujan di Provinsi Aceh pada tahun 2022 diprediksi akan cenderung tinggi pada bulan April, Mei, September, Oktober dan November dengan curah hujan melebihi 200 mm. Sedangkan pada tahun 2023, curah hujan akan diprediksi tinggi pada bulan Maret, April, September dan Oktober. Selain ditampilkan dalam bentuk Tabel, hasil prediksi curah hujan bulanan Provinsi Aceh pada tahun 2022 dan 2023 juga dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 3.



Gambar 3. Plot hasil peramalan curah hujan Provinsi Aceh tahun 2022-2023

Secara visual, Gambar 3 menunjukkan bahwa hasil peramalan curah hujan dengan menggunakan model ARMA (8,6) terlihat mengikuti pola data sebelumnya. Berdasarkan Gambar 3 dan Tabel 6, curah hujan tertinggi di Provinsi Aceh pada tahun 2022 dan 2023

masing-masing diprediksi akan terjadi pada bulan April 2022 dan Oktober 2023 dengan nilai curah hujan masing-masing sebesar 317,031 mm dan 330,754 mm. Sedangkan curah hujan terendah pada masing-masing tahun diperkirakan akan terjadi pada bulan Juli 2022 dan Januari 2023 dengan nilai masing-masing sebesar 53,215 mm dan 52,494 mm.

Pemerintah Aceh dan pemerintah kabupaten/kota di Provinsi Aceh diharapkan agar lebih waspada terhadap kemungkinan terjadinya bencana banjir pada saat curah hujan diprediksi tinggi yaitu sekitar bulan Maret, April, Mei, September, Oktober dan Nopember. Pemerintah perlu melakukan beberapa langkah antisipatif sebagai upaya dalam menghadapi potensi terjadinya bencana banjir misalnya dengan melakukan pembersihan selokan, sungai serta lokasi aliran air lainnya agar tidak terjadi penyumbatan yang dapat menghambat aliran air yang menjadi salah satu penyebab terjadinya banjir. Selain itu, pemerintah juga perlu melakukan sosialisasi tentang bahaya banjir dan efek negatif dari aktivitas pembuangan sampah ke dalam sungai terutama kepada masyarakat yang berdomisili di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS). Pada akhirnya, hasil peramalan ini diharapkan dapat menjadi salah satu rujukan bagi pemerintah dan masyarakat di Provinsi Aceh dalam upaya meminimalisir resiko kemungkinan terjadinya bencana banjir pada masa yang akan datang.

Keterbatasan dari penelitian ini merupakan hal yang penting untuk dibahas. Salah satu keterbatasan tersebut adalah tidak dipertimbangkannya efek variasi kalender terhadap fluktuasi curah hujan bulanan yang terjadi di Provinsi Aceh. Berdasarkan hasil penelitian Assakhiy dkk. [17], model *time series* yang mempertimbangkan efek dari variasi kalender memiliki performa yang lebih baik dalam memprediksi data bulanan dari pada model tanpa efek dari variasi kalender. Keterbatasan lainnya berkaitan dengan periode observasi data yang dianalisis. Penggunaan periode observasi yang lebih lama (sebelum tahun 2014) akan menggambarkan pola curah hujan yang lebih jelas sehingga akan membantu meningkatkan tingkat akurasi dari model *time series* yang dibangun.

4. Kesimpulan

Peramalan curah hujan yang mungkin terjadi pada masa yang akan datang merupakan hal penting untuk dilakukan sebagai salah satu upaya mitigasi bencana banjir. Pemerintah Aceh dan pemerintah daerah kabupaten/kota di Provinsi Aceh perlu mempersiapkan langkah-langkah antisipatif dalam upaya meminimalisir potensi terjadinya bencana banjir terutama pada saat curah hujan diprediksi tinggi. Berdasarkan hasil peramalan curah hujan dengan menggunakan metode *Box-Jenkins* model ARMA (8,6), curah hujan di Provinsi Aceh pada tahun 2022 dan 2023 diprediksi akan cenderung tinggi pada bulan Maret, April, Mei, September, Oktober dan Nopember. Lebih rinci, curah hujan tertinggi pada tahun 2022 dan 2023 masing-masing diprediksi akan terjadi pada bulan April 2022 dan Oktober 2023 dengan nilai curah hujan masing-masing sebesar 317,031 mm dan 330,754 mm.

Daftar Pustaka

- [1] H.B. Qalbi, “Pengaruh ENSO dan IOD terhadap keragaman curah hujan indonesia di masa depan berdasarkan data prediksi dekadal CMIP5,” IPB University, 2016.
- [2] P. Utami, Z. Arhan, dan E. Khudzaeva, “Rancang bangun spasial web service ancaman dan resiko bencana alam (Studi Kasus : Wilayah pemantauan Badan Nasional Penanggulangan Bencana),” *J. Sist. Inf.*, vol. 9, no. 1, pp. 123–133, 2016. [[CrossRef](#)]
- [3] F.N. Mandey, H.S. Kolibu, dan M.D. Bobanto, “Pemodelan sistem prediksi intensitas curah hujan di Kota Manado dengan menggunakan kontrol logika fuzzy,” *J. MIPA*, vol. 6, no. 2, pp. 19–23, 2017. [[CrossRef](#)]
- [4] DLHK Aceh, “Penyusunan klasifikasi daerah aliran sungai (DAS) di Aceh ,” 24-Dec-2019. [Online]. Available: <https://dlhk.acehprov.go.id/2019/12/penyusunan-klasifikasi-daerah-aliran-sungai-das-di-aceh/> [Accessed: 06-Jun-2022].
- [5] R. Yunida, R. Kumalawati, dan D. Arisanty, “Dampak bencana banjir terhadap kondisi sosial ekonomi masyarakat di Kecamatan Batu Benawa Kabupaten Hulu Sungai Tengah, Kalimantan Selatan,” *J. Pendidik. Geogr.*, vol. 4, no. 4, pp. 42–52, 2017.
- [6] S. Adi, “Characterization of flash flood disaster in Indonesia (Karakterisasi Bencana Banjir Bandang di Indonesia),” *J. Sains dan Teknol. Indones.*, vol. 15, no. 1, pp. 42–51, 2013.
- [7] R. Febrialdi, T. Toharudin, dan S. Sudartianto, “Penerapan metode fuzzy time series dalam peramalan curah hujan di Kabupaten Padang Pariaman,” in *Prosiding Seminar Nasional Statistika IX*, 2020, vol. 9, pp. 1–13.
- [8] R.S. Kalaksita dan I. Irhamah, “Peramalan curah hujan harian di Stasiun Ahmad Yani Kota Semarang menggunakan adaptive neuro fuzzy inference system (ANFIS),” *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 5, no. 2, p. D-498-D-503, 2016. [[CrossRef](#)]
- [9] D.A. Wibisono, D. Anggraeni, dan A.F. Hadi, “Perbaikan model seasonal arima dengan metode ensemble Kalman filter pada hasil prediksi curah hujan,” *Maj. Ilm. Mat. dan Stat.*, vol. 19, no. 1, p. 16, Mar. 2019. [[CrossRef](#)]
- [10] A. Lusiani dan E. Habinuddin, “Pemodelan autoregressive integrated moving average (ARIMA) curah hujan di Kota Bandung,” *Sigma-Mu*, vol. 3, no. 2, pp. 9–25, 2011. [[CrossRef](#)]
- [11] C.A. Soekendro, “Prediksi curah hujan di Kab. Bandung dengan analisis time series, menggunakan model SARIMA (seasonal autoregressive integrated moving average),” *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 2865–2875, 2021.

- [12] I.J.A. Saragih, I. Rumahorbo, R. Yudistira, dan D. Sucahyono, “Prediksi curah hujan bulanan di Deli Serdang menggunakan persamaan regresi dengan prediktor data suhu dan kelembapan udara,” *J. Meteorol. Klimatologi dan Geofis.*, vol. 7, no. 2, pp. 6–14, 2020.
- [13] N.A.G. Utami, W. Sulandari, dan S. S. Handajani, “Peramalan curah hujan bulanan di pos hujan Jatisrono dengan metode singular spectrum analysis (SSA),” in *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)* , 2021.
- [14] A.H. Al Farikhi dan M.Y. Darsyah, “Perbandingan autoregressive integrated moving average (ARIMA) dan double exponential smoothing pada peramalan curah hujan di Provinsi Aceh,” in *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Unimus*, 2018, pp. 471–478.
- [15] S. Anwar, “Peramalan suhu udara jangka pendek di Kota Banda Aceh dengan metode autoregressive integrated moving average (ARIMA),” *Malikussaleh J. Mech. Sci. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 6–12, Jul. 2017. [[CrossRef](#)]
- [16] R.H. Shumway and D. S. Stoffer, *Time Series Analysis and Its Applications With R Examples*, Third edit., vol. 19. New York: Springer Science and Business Media LLC, 2011.
- [17] R. Assakhiy, S. Anwar, dan A.R. Fitriana, “Peramalan realisasi penerimaan zakat pada Baitulmal Aceh dengan mempertimbangkan efek dari variasi kalender,” *J. Ekon. dan Pembang.*, vol. 27, no. 2, pp. 27–45, Dec. 2019.