

**PERAMALAN JUMLAH BENCANA BANJIR DI INDONESIA  
MENGUNAKAN METODE SEASONAL AUTOREGRESSIVE  
INTEGRATED MOVING AVERAGE (SARIMA)**

**SKRIPSI**



**UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh:

**NUR AZIZAH**

**H72218025**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL  
SURABAYA**

**2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : NUR AZIZAH

NIM : H72218025

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2018

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "PERAMALAN JUMLAH BENCANA BANJIR DI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE *SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE* (SARIMA)". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 15 Februari 2022

Yang menyatakan,

  
NUR AZIZAH  
NIM. H72218025

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama : NUR AZIZAH  
NIM : H72218025  
Judul Skripsi : PERBANDINGAN METODE SEASONAL  
AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING  
AVERAGE (SARIMA) DAN WINTER EXPONENTIAL  
SMOOTHING PADA PERAMALAN BENCANA  
BANJIR DI INDONESIA

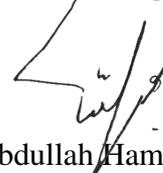
telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Pembimbing I



Putro Keumala Intan, M. Si  
NIP. 198805282018012001

Pembimbing II



Dr. Abdullah Hamid, M.pd  
NIP. 198508282014031003

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Matematika  
UIN Sunan Ampel Surabaya



Arts Fanani, M.Kom  
NIP. 198701272014031002

## PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama : NUR AZIZAH  
NIM : H72218025  
Judul Skripsi : PERAMALAN JUMLAH BENCANA BANJIR DI  
INDONESIA MENGGUNAKAN METODE *SEASONAL  
AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE*  
(SARIMA)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
pada tanggal 15 Februari 2022

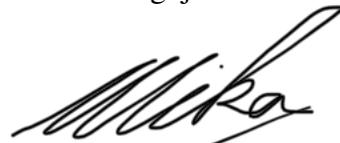
Mengesahkan,  
Tim Penguji

Penguji I



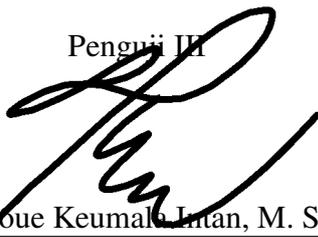
Dian Candri Rini Novitasari, M.Kom  
NIP. 198511242014032001

Penguji II



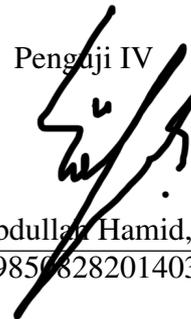
Wika Dianita Utami, M.Sc  
NIP. 199206102018012003

Penguji III



Putroue Keumala Intan, M. Si  
NIP. 198805282018012001

Penguji IV



Dr. Abdullah Hamid, M.pd  
NIP. 198506282014031003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Ampel Surabaya



  
Prof. Dr. H. Evi Estimatur Rusydiyah, M.Ag  
NIP. 195112272005012003



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA  
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300  
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Nur Azizah  
NIM : H72218025  
Fakultas/Jurusan : Saintek / Matematika  
E-mail address : nurazizah980@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi  Tesis  Desertasi  Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Peramalan Jumlah Bencana Banjir di Indonesia Menggunakan Metode  
Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 18 April 2022

Penulis

Nur Azizah

nama terang dan tanda tangan

## ABSTRAK

### PERAMALAN JUMLAH BENCANA BANJIR DI INDONESIA MENGUNAKAN METODE *SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (SARIMA)*

Metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)* merupakan pengembangan dari ARIMA. Data jumlah bencana banjir merupakan data yang memiliki pola musiman, oleh karena itu data ini cocok menggunakan metode SARIMA. Data yang digunakan merupakan data bulanan pada tahun 2011 hingga 2021. Data harus memenuhi beberapa uji yaitu stasioner terhadap varians dan mean, uji signifikan dan uji residual *white noise*, setelah memenuhi semua syarat tersebut diperoleh Model terbaik yaitu  $(0, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$  atau  $Y_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + \varepsilon_t - 0,9678\varepsilon_{t-1} - 0,8130\varepsilon_{t-12} + 0,7868214\varepsilon_{t-13}$  dengan MAPE 8,7% yang artinya keakuratan pada peramalan ini sangat baik untuk digunakan. Hasil peramalan tahun 2022 diperoleh data tertinggi pada Bulan Februari dengan jumlah 134 kali dimana pada bulan tersebut merupakan bulan terjadinya musim hujan, prediksi 134 kali jumlah kejadian banjir tersebut merupakan sebuah peringatan untuk masyarakat Indonesia termasuk pemerintah untuk menyiapkan segala sesuatu agar bencana banjir tersebut tidak menimbulkan banyak kerugian bahkan korban jiwa.

**Kata kunci:** Peramalan, Banjir, Seasonal ARIMA.

## ABSTRACT

### FORECASTING THE NUMBER OF FLOOD DISASTER IN INDONESIA USING THE SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (SARIMA)

Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) method is a development of ARIMA. Data on the number of floods is data that has a seasonal pattern, therefore this data is suitable for using the SARIMA method. The data used are monthly data from 2011 to 2021. The data must meet several tests, namely stationary with respect to variance and mean, significant test and residual white noise, after fulfilling all these requirements, the best model is  $(0, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$  or  $Y_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + \varepsilon_t - 0,9678\varepsilon_{t-1} - 0,8130\varepsilon_{t-12} + 0,7868214\varepsilon_{t-13}$  with MAPE 8,7% which means the accuracy of this forecast is very good to use. The results of forecasting for 2022 obtained the highest data in February with a total of 134 times where in that month is the month of the rainy season, the prediction of 134 times the number of flood events is a warning for the Indonesian people including the government to prepare everything so that the flood disaster does not cause much damage loss and even loss of life.

**Keywords:** Forecasting, Flooding, Seasonal ARIMA.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR ISI

|   |             |
|---|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b>                                  | <b>i</b>    |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING</b>                  | <b>ii</b>   |
| <b>PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI</b>                 | <b>iii</b>  |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN</b>                    | <b>iv</b>   |
| <b>MOTTO</b>  | <b>v</b>    |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>                            | <b>vi</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR</b>                                 | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR ISI</b>                                     | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL</b>                                   | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b>                                  | <b>xii</b>  |
| <b>ABSTRAK</b>  | <b>xiv</b>  |
| <b>ABSTRACT</b>                                       | <b>xv</b>   |
| <b>I PENDAHULUAN</b>                                  | <b>1</b>    |
| 1.1. Latar Belakang Masalah                           | 1           |
| 1.2. Rumusan Masalah                                  | 6           |
| 1.3. Tujuan Penelitian                                | 6           |
| 1.4. Manfaat Penelitian                               | 7           |
| 1.5. Batasan Masalah                                  | 7           |
| 1.6. Sistematika Penulisan                            | 8           |
| <b>II TINJAUAN PUSTAKA</b>                            | <b>9</b>    |
| 2.1. Banjir   | 9           |
| 2.2. Curah Hujan                                      | 10          |
| 2.3. Peramalan  | 11          |
| 2.4. Pola Seasonalitas (Musiman)                      | 12          |
| 2.5. Stasioner  | 13          |
| 2.6. Analisis Data Deret Waktu ( <i>Time Series</i> ) | 15          |
| 2.6.1. <i>Autocorrelation Function</i> (ACF)          | 16          |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.6.2. <i>Partial Autocorrelation Function (PACF)</i> . . . . .                    | 17        |
| 2.7. Model SARIMA . . . . .  | 19        |
| 2.7.1. <i>Autoregressive (AR)</i> . . . . .  | 19        |
| 2.7.2. <i>Moving Average (MA)</i> . . . . .  | 21        |
| 2.7.3. <i>Autoregressive Moving Average (ARMA)</i> . . . . .                       | 23        |
| 2.7.4. <i>Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)</i> . . . . .           | 25        |
| 2.7.5. <i>Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)</i> . . . . . | 27        |
| 2.7.6. <i>Operator Backshift</i> . . . . .   | 29        |
| 2.8. Uji Signifikan Parameter Model . . . . .                                      | 29        |
| 2.9. Proses <i>White Noise</i> . . . . .   | 30        |
| 2.10. Ketepatan Metode Peramalan . . . . .   | 32        |
| 2.11. Integrasi Keilmuan . . . . .   | 33        |
| <b>III METODE PENELITIAN</b> . . . . .   | <b>38</b> |
| 3.1. Jenis dan Sumber Data . . . . .   | 38        |
| 3.2. Analisis Data . . . . .   | 38        |
| 3.3. Langkah Penelitian . . . . .  | 38        |
| <b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> . . . . .   | <b>43</b> |
| 4.1. Karakteristik Data Jumlah Kejadian Bencana Banjir Indonesia . . . . .         | 43        |
| 4.2. Identifikasi Plot . . . . .   | 44        |
| 4.3. Identifikasi stasioner data . . . . .   | 44        |
| 4.4. Identifikasi Model Sementara . . . . .  | 50        |
| 4.5. Uji Signifikan Parameter Model . . . . .                                      | 57        |
| 4.6. Uji Residual . . . . .  | 73        |
| 4.7. Perhitungan Nilai Error . . . . .   | 80        |
| 4.8. Peramalan . . . . .   | 83        |
| 4.9. Integrasi Keislaman . . . . .   | 85        |
| <b>V PENUTUP</b> . . . . .   | <b>92</b> |
| 5.1. Kesimpulan . . . . .  | 92        |
| 5.2. Saran . . . . .   | 93        |

**DAFTAR PUSTAKA . . . . . 94**



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR TABEL

|      |   |    |
|------|---|----|
| 2.1  | Kriteria dari MAPE . . . . .  | 32 |
| 4.1  | data jumlah bencana banjir Indonesia . . . . .                                      | 43 |
| 4.2  | Hasil setelah ditransormasi sebanyak 1 . . . . .                                    | 46 |
| 4.3  | Hasil setelah ditransormasi sebanyak 2 . . . . .                                    | 47 |
| 4.4  | hasil <i>differencing</i> berdasarkan data transformasi 2 . . . . .                 | 48 |
| 4.5  | Sampel Hasil ACF dan PACF . . . . .   | 51 |
| 4.6  | hasil <i>differencing</i> musiman . . . . .   | 53 |
| 4.7  | Bentuk Matematis pada Model SARIMA . . . . .  | 56 |
| 4.8  | Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA $(1, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$ . . . . .          | 58 |
| 4.9  | Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA $(1, 1, 1)(0, 1, 2)^{12}$ . . . . .          | 60 |
| 4.10 | Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA $(1, 1, 1)(0, 1, 0)^{12}$ . . . . .          | 61 |
| 4.11 | Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA $(0, 1, 1)(0, 1, 0)^{12}$ . . . . .          | 63 |
| 4.12 | Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA $(0, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$ . . . . .          | 64 |
| 4.13 | Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA $(0, 1, 1)(0, 1, 2)^{12}$ . . . . .          | 66 |
| 4.14 | Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA $(1, 1, 0)(0, 1, 0)^{12}$ . . . . .          | 67 |
| 4.15 | Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA $(1, 1, 0)(0, 1, 1)^{12}$ . . . . .          | 68 |
| 4.16 | Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA $(1, 1, 0)(0, 1, 2)^{12}$ . . . . .          | 70 |
| 4.17 | Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA $(0, 1, 0)(0, 1, 1)^{12}$ . . . . .          | 71 |
| 4.18 | Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA $(0, 1, 0)(0, 1, 2)^{12}$ . . . . .          | 73 |
| 4.19 | Uji Residu <i>White Noise</i> pada Model SARIMA $(0, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$ . . . . . | 74 |
| 4.20 | Uji Residu <i>White Noise</i> pada Model SARIMA $(1, 1, 0)(0, 1, 0)^{12}$ . . . . . | 75 |
| 4.21 | Uji Residu <i>White Noise</i> pada Model SARIMA $(1, 1, 0)(0, 1, 1)^{12}$ . . . . . | 76 |
| 4.22 | Uji Residu <i>White Noise</i> pada Model SARIMA $(1, 1, 0)(0, 1, 2)^{12}$ . . . . . | 77 |
| 4.23 | Uji Residu <i>White Noise</i> pada Model SARIMA $(0, 1, 0)(0, 1, 1)^{12}$ . . . . . | 79 |
| 4.24 | Perbandingan Data pada Model $(0, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$ . . . . .                    | 82 |
| 4.25 | Hasil Peramalan 2022 . . . . .  | 85 |

## DAFTAR GAMBAR

|      |  |    |
|------|--|----|
| 2.1  | Grafik yang dipengaruhi pola trend . . . . .                             | 13 |
| 2.2  | Grafik yang dipengaruhi pola musiman . . . . .                           | 13 |
| 2.3  | Plot ACF saat belum stasioner . . . . .                                  | 17 |
| 2.4  | Plot ACF saat stasioner . . . . .  | 17 |
| 2.5  | Plot PACF saat belum stasioner . . . . .                                 | 19 |
| 2.6  | Plot PACF saat stasioner . . . . .                                       | 19 |
| 3.1  | Identifikasi Plot <i>cutt off</i> dan <i>dies down</i> . . . . .         | 39 |
| 3.2  | Diagram Alir pada metode SARIMA . . . . .                                | 42 |
| 4.1  | Plot <i>Time Series</i> pada Data Banjir Indonesia . . . . .             | 44 |
| 4.2  | Box-Cox pada Data Bencana Banjir Indonesia . . . . .                     | 45 |
| 4.3  | Box-Cox setelah ditransormasi sebanyak 1 . . . . .                       | 46 |
| 4.4  | Box-Cox setelah ditransormasi sebanyak 2 . . . . .                       | 47 |
| 4.5  | Plot hasil <i>differencing</i> berdasarkan data transformasi 2 . . . . . | 49 |
| 4.6  | Uji <i>Philips-Perron</i> berdasarkan data transformasi 2 . . . . .      | 49 |
| 4.7  | Plot ACF pada proses <i>differencing</i> non-musiman . . . . .           | 51 |
| 4.8  | Plot PACF pada proses <i>differencing</i> non-musiman . . . . .          | 52 |
| 4.9  | Plot ACF pada proses <i>differencing</i> musiman . . . . .               | 54 |
| 4.10 | Plot PACF pada proses <i>differencing</i> musiman . . . . .              | 54 |
| 4.11 | Uji Signifikan Model SARIMA $(1, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$ . . . . .          | 57 |
| 4.12 | Uji Signifikan Model SARIMA $(1, 1, 1)(0, 1, 2)^{12}$ . . . . .          | 59 |
| 4.13 | Uji Signifikan Model SARIMA $(1, 1, 1)(0, 1, 0)^{12}$ . . . . .          | 60 |
| 4.14 | Uji Signifikan Model SARIMA $(0, 1, 1)(0, 1, 0)^{12}$ . . . . .          | 62 |
| 4.15 | Uji Signifikan Model SARIMA $(0, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$ . . . . .          | 63 |
| 4.16 | Uji Signifikan Model SARIMA $(0, 1, 1)(0, 1, 2)^{12}$ . . . . .          | 64 |
| 4.17 | Uji Signifikan Model SARIMA $(1, 1, 0)(0, 1, 0)^{12}$ . . . . .          | 66 |
| 4.18 | Uji Signifikan Model SARIMA $(1, 1, 0)(0, 1, 1)^{12}$ . . . . .          | 67 |

|  |    |
|--|----|
| 4.19 Uji Signifikan Model SARIMA $(1, 1, 0)(0, 1, 2)^{12}$ . . . . . | 69 |
| 4.20 Uji Signifikan Model SARIMA $(0, 1, 0)(0, 1, 1)^{12}$ . . . . . | 70 |
| 4.21 Uji Signifikan Model SARIMA $(0, 1, 0)(0, 1, 2)^{12}$ . . . . . | 72 |
| 4.22 Plot perbandingan data aktual dengan SARIMA . . . . .           | 83 |



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan Negara kepulauan terbesar di Asia Tenggara, menurut Badan Informasi Geospasial (BIG) menyepakati pada 23 Agustus 2021 Indonesia terdiri dari 17.000 pulau yang terbentang dari sabang sampai merauke dengan luas daratan mencapai 1.922.570 km<sup>2</sup> dan 3.257.483 km<sup>2</sup> luas perairan. Indonesia merupakan Negara yang dilewati garis khatulistiwa, secara astronomis berada diantara 6°LU-11°LS dan 95°BB-141°BT, Letak Indonesia secara geografis terletak diantara dua benua yaitu Australia dan daratan Asia kemudian terletak pula diantara dua samudra yaitu Hindia dan Pasifik (Prakoso dkk, 2019).

Wilayah teritorial tersebut yang menyebabkan Indonesia sebagai Negara yang rawan terjadinya bencana alam. Sebagai negara yang dilewati garis khatulistiwa menyebabkan Indonesia memiliki iklim musim kemarau dan hujan yang sama panjang (Sulistyowati dan Nurul, 2014), musim kemarau biasanya terjadi dibulan April sampai September sedangkan musim hujan terjadi dibulan Oktober sampai Maret. Pemanasan global atau *global warming* mempengaruhi iklim di Indonesia, oleh karena itu perubahan musim juga menjadi pemicu terjadinya beberapa bencana alam (Suripin dan Kurnia, 2016; Erlia dkk , 2017).

Peristiwa bencana alam ini merupakan bentuk ujian dari Allah Swt pada umat yang beriman dan sebuah peringatan kepada umat yang membangkang karena tidak mengindahkan ajaran Nabi dan Rasul. Bencana ini melibatkan banyak

peran manusia sebagaimana firman Allah Swt:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya: “Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)” (Qs. Ar-Rum : 41).

Pada ayat diatas menjelaskan mengenai kerusakan darat dan laut oleh perbuatan tangan manusia, perbuatan dosa akan menimbulkan azab, sedangkan azab tersebut tidak hanya menimpa orang yang melakukan perbuatan dosa tersebut melainkan juga berdampak negatif terhadap orang-orang disekitarnya dan bisa saja hal tersebut akan berdampak pada alam (Awaliah dan M, 2019). Diturunkannya azab bertujuan untuk menyadarkan manusia atas perbuatan tercela tersebut agar tidak mengulangi perbuatannya kembali. Sebagaimana terdapat dalam hadis Nabi Saw:

قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ مَا يَصِيبُ الْمُؤْمِنَ مِنْ شَوْكَةٍ فَمَا فَوْقَهَا إِلَّا رَفَعَهُ اللَّهُ بِهَا دَرَجَةً  
أَوْ حَطَّ عَنْهُ بِهَا خَطِيئَةٌ

Artinya: “Rasulullah shallallahu alaihi wasallam bersabda: tidak ada satupun musibah yang menimpa seorang muslim berupa duri atau semacamnya, melainkan dengannya Allah akan mengangkat derajatnya atau menghapus kesalahannya” (Muslim : 6562).

Jika Allah menguji Hamba-Nya dengan mendatangkan cobaan atau musibah, dimana jika musibah tersebut bisa mengembalikan ia kepada Tuhannya, berdoa kepada-Nya, maka hal tersebut menandakan tanda kebahagiaan dan

kebaikan baginya. Jika cobaan atau musibah tersebut tidak mengembalikan ia kepada Tuhannya, bahkan semakin menjauh dari-Nya, melupakan Tuhannya, mendorong untuk bersandar kepada makhluk, hal tersebut merupakan kejelekan dan kebinasaan atasnya (Gofar, 2008). Banyak jenis bencana alam diantaranya gempa bumi, tsunami, kebakaran hutan, kekeringan, dan banjir dan lain-lain.

Banjir terjadi karena meningkatnya volume air yang masuk kedalam saluran air yang tidak dapat ditampung oleh Daerah Aliran Sungai (DAS) sehingga air tersebut meluap dan menggenangi daerah yang berada disekitarnya (Purwani dan Fahrurrozi, 2019). Menurut Endang Savitri sebagai ketua peneliti balitek Daerah Aliran Sungai (DAS) mengatakan bahwa luapan banjir yang telah terjadi dikarenakan rusaknya wilayah resapan air (Lumban Batu dan Fibriani, 2017). Jelas terlihat bahwa beberapa Daerah Aliran Sungai (DAS) telah beralih fungsi dari semestinya, contohnya pada sungai di Samarinda (Kalimantan Timur) yang mulai mengalami pendangkalan. Pada tahun 2006 permukaan sungai terus menyusut drastis pada musim kemarau, bahkan sungai terpanjang di Kalimantan Timur juga mengalami pendangkalan dimana permukaan sungai yang memiliki panjang 920 kilometer mengalami penurunan hingga 3 meter dan pada lebar awal sungai pada bagian yang membelah Samarinda 400 sampai 700 meter menyusut hingga menjadi 200 meter.

Penyebab dari pendangkalan sungai yaitu terjadinya penebangan hutan atau defortasi didaerah hulu, kegiatan pembukaan lahan secara berlebihan juga menyebabkan erosi dan pelapukan secara terus menerus yang meyebabkan meningkatnya sumbangan material sedimen kesungai, kemudian pembuangan sampah ke sungai yang menyebabkan endapan tersebut akan terbawa arus ke dasar sungai yang akan mengakibatkan banjir (Pengendalian dan Lingkungan, 2006),

oleh karena itu manusia harus menjaga dan melestarikan sungai agar sungai dapat memberikan manfaat yang semestinya (Pancasilawati, 2012), seperti kaidah fikih menyebutkan:

حِفْظُ الْمَوْجُودِ أَوْلَى مِنْ تَخْصِصِ

Artinya: “memelihara yang telah ada adalah lebih utama daripada mengharapkan (hasil) yang belum ada”.

Banjir merupakan salah satu bencana yang disebabkan oleh letak geografis, kerusakan alam secara sengaja oleh manusia, perubahan iklim yang menyebabkan cuaca tidak menentu, tingginya curah hujan, dan aspek lainnya. Curah hujan Indonesia memiliki kisaran 2000 sampai 3000 ml pada tiap tahunnya, oleh karena itu banjir mudah terjadi saat musim hujan (Findayani, 2018), curah hujan Indonesia biasanya berawal dari arah barat kemudian merambat ke arah timur yang menyebabkan wilayah barat memiliki tingkat curah hujan lebih tinggi dari pada wilayah timur (Istieni, 2018). Banjir menyebabkan beberapa kerugian seperti masalah kesehatan fisik dan mental, kemiskinan, pengangguran, terganggunya kehidupan sehari-hari manusia, rusaknya bangunan dan fasilitas umum, hilangnya harta benda, bahkan memakan korban jiwa.

Pada umumnya banjir mengalami peningkatan saat musim hujan, oleh karena itu perlu adanya metode peramalan untuk memprediksi jumlah kejadian banjir di masa depan. Hasil peramalan tersebut dapat dijadikan bahan pertimbangan pemerintah dalam menanggulangi bencana, agar dapat meminimalisir banyaknya kerugian bahkan korban jiwa. Berdasarkan data dari situs resmi Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) korban jiwa pada tahun 2016, 2017, 2019 dan 2020 merupakan korban jiwa akibat bencana

terbanyak yang disebabkan oleh bencana banjir, dimana pada tahun 2016 terdapat 193 korban jiwa, tahun 2017 terdapat 146 korban jiwa, tahun 2019 terdapat 263 korban jiwa dan tahun 2020 terdapat 132 korban jiwa. Data bencana banjir merupakan data runtun waktu (*time series*) dimana data tersebut mengalami kenaikan pada tiap periodenya.

Banyak metode yang digunakan untuk melakukan suatu peramalan, metode yang paling banyak dikembangkan atau digunakan adalah *time series*, data yang digunakan merupakan data masa lampau. Penggunaan metode pada peramalan harus berdasarkan pola datanya, dimana pola data banjir mengalami peningkatan secara berulang dalam kurun waktu bulanan yaitu pada musim hujan di bulan Oktober sampai Maret hal ini disebut dengan pola data musiman. Metode *time series* yang mengandung pola data musiman sering menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA), dimana metode tersebut merupakan gabungan metode *Autoregressive* dan *Moving Average* (Mutmainnah, 2019). Metode ini memiliki tingkat keakuratan yang tinggi pada ramalan jangka pendek (Fahrudin dan Sumitra, 2020).

Penelitian menggunakan metode SARIMA ini berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya diantaranya yaitu penelitian dengan judul peramalan produksi kopi dengan indikator curah hujan menggunakan metode SARIMA, metode tersebut menghasilkan model terbaik yaitu  $(1, 2, 0)(1, 2, 1)^{12}$  pada produksi kopi dan  $(0, 1, 1)(1, 1, 0)^{12}$  pada data curah hujan (Tantika dkk, 2018). Kemudian penelitian selanjutnya membahas mengenai peramalan data curah hujan dengan deteksi outlier menggunakan metode SARIMA menghasilkan nilai MSE 1443 dengan terpilihnya model terbaik  $(0, 0, 2)(0, 1, 1)^{36}$  (Huda dkk, 2012). Selanjutnya penelitian yang membahas peramalan indeks harga konsumen

menggunakan metode SARIMA dan menghasilkan nilai  $R_{adj}^2$  yang besar yaitu 84,67% dengan terpilihnya model terbaik  $(0, 1, 0)(3, 1, 2)^6$  (Wibowo , 2018). Kemudian penelitian yang membahas peramalan jumlah penumpang pesawat menggunakan metode SARIMA dan didapatkan model terbaik yaitu  $(0, 1, 1)(0, 0, 1)^{12}$  (Durrah dkk , 2018).

Berdasarkan uraian diatas peneliti tertarik untuk menggunakan metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) dengan menggunakan data yang berbeda yaitu jumlah bencana banjir di Indonesia.

## 1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijabarkan diatas, maka dapat diambil rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana model terbaik pada peramalan jumlah bencana banjir Indonesia menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA)?
2. Bagaimana hasil akurasi pada peramalan jumlah bencana banjir Indonesia menggunakan nilai MAPE?
3. Bagaimana hasil peramalan jumlah bencana banjir Indonesia pada tahun 2022 menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA)?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui model terbaik pada peramalan jumlah bencana banjir Indonesia menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA).
2. Mengetahui hasil akurasi peramalan jumlah bencana banjir Indonesia menggunakan nilai MAPE.
3. Mengetahui peramalan pada jumlah bencana banjir Indonesia menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) pada tahun 2022.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan, penulis berharap penelitian ini bermanfaat bagi pembaca, berikut manfaatnya:

1. Dapat membantu pemerintah dalam memperkirakan jumlah banjir Indonesia pada beberapa periode kedepan.
2. Dengan mengetahui peramalan jumlah banjir Indonesia pada beberapa periode kedepan, pemerintah dapat meminimalisir kerugian dan dapat mencegah terjadinya korban jiwa.
3. Dapat membantu pemerintah untuk mengambil langkah atau kebijakan yang tepat untuk meminimalisir kerugian dan dapat mencegah terjadinya korban jiwa

#### **1.5. Batasan Masalah**

Berdasarkan poin rumusan masalah yang telah diperoleh, untuk mempermudah pemahaman maka pada penelitian ini penulis memberikan

batasan-batasan sebagai berikut:

1. Data yang digunakan merupakan data yang diperoleh dari situs resmi Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) tahun 2011-2021.
2. Nilai akurasi pada metode SARIMA ini menggunakan nilai MAPE.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika dalam penyusunan penelitian ini terdiri dari lima bab dengan rincian sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN, merupakan bab yang membahas mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisannya.

BAB II Tinjauan Pustaka, merupakan bab yang membahas dasar teori mengenai hipotesis dan landasan teori.

BAB III Metode Penelitian, merupakan bab yang membahas mengenai sumber data, jenis data dan langkah-langkah pengolahan data.

BAB IV Hasil dan Pembahasan, merupakan bab yang membahas mengenai hasil dari peramalan banjir Indonesia serta menjawab beberapa poin yang terdapat di rumusan masalah.

BAB V Penutup, merupakan bab yang berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil peramalan banjir Indonesia, dan terdapat saran perbaikan agar membantu penelitian- penelitian selanjutnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Banjir

Bencana alam sembilan puluh persen berhubungan dengan banjir (Kholifah, 2015). Menurut Richards (1955) banjir mempunyai dua arti yaitu genangan didaerah datar yang biasanya tidak ada genangan dan arti keduanya yaitu meluapnya air sungai disebabkan karena debit yang melebihi kapasitas daya tampung sungai disaat tingginya curah hujan. Sedangkan banjir menurut Suwardi (1999) merupakan interaksi antara alam dengan manusia yang timbul karena manusia mencoba untuk menggunakan alam yang bermanfaat dan manusia juga menghindari alam yang bersifat merugikan. Berikut yang mempengaruhi terjadinya banjir (Sutanto, 2007):

1. Pembangunan dilahan kosong, dimana jika terdapat lahan kosong yang diubah menjadi tempat parker atau jalan sehingga hilangnya tempat penyerapan air hujan, kemudian pembangunan tempat pemukiman ataupun gedung-gedung hal ini meningkatkan resiko terjadinya banjir sampai enam kali lipat jika dibandingkan dengan tanah terbuka yang memiliki daya serap air tinggi, hal ini sering terjadi diperkotaan yang memiliki sistem pembangunan tidak terencana dengan baik.
2. Penanganan sampah yang tidak tepat, jika terdapat sampah yang menyumbat saluran air sehingga hal ini menyebabkan air meluap dan menggenangi daerah sekitarnya.

3. Erosi tanah, hal ini menyisahkan batuan yang menghalangi permukaan tanah resapan saat terjadi hujan deras.
4. Bendungan atau saluran air yang rusak, walaupun hal ini tidak sering terjadi akan tetapi dapat menimbulkan banjir saat hujan deras dengan jangka waktu yang panjang.
5. Hujan, tingginya curah hujan dalam jangka waktu yang panjang
6. Daerah batuan, daya serap air pada daerah ini sangat kurang sehingga dapat menyebabkan banjir bandang atau banjir kiriman.
7. Topografi, daerah ini terjadi didataran rendah dan memiliki kemiringan lahan seperti didaerah kota-kota pantai, oleh karena itu daerah ini rawan terjadinya banjir diamping ketersediaan drainase (biasanya terdapat diperkotaan) atau saluran penampung air yang tidak memadai, baik saluran utama ataupun saluran yang lebih kecil.

## 2.2. Curah Hujan

Curah hujan menurut Hillel (1971) merupakan iklim dominan yang mempengaruhi aliran permukaan dan erosi pada daerah tropis. Curah hujan merupakan salah satu faktor pengendali pada sistem hidrologi. Secara kuantitatif curah hujan terdapat dua karakteristik yaitu jelu (*depth*) dan distribusinya (*distribution*) berdasarkan ruang dan waktu. Pada umumnya pengukuran jeluk hujan dilapangan dengan cara memasang penakar dengan jumlah yang sesuai pada posisi yang mewakili. Jumlah hari hujan biasanya dibatasi pada jumlah hari hujan dengan cerah hujan 0.5 mm atau lebih, jumlah pada hari hujan dapat dinyatakan perminggu, perbulan, perdekade, pertahun ataupun satu periode tanam. Pada

umumnya Indonesia dibagi menjadi tiga pola iklim (Purnama, 2008):

1. Pola ekuatorial, pola ini ditandai adanya dua puncak hujan dalam satu tahun. Pola ekuatorial terjadi karena pada letak geografis Indonesia yang dilewati Daerah Konvergensi Antar Topik (DKAT) setiap dua kali dalam satu tahun.
2. Pola musiman, pola ini ditandai dengan adanya perbedaan yang jelas antar periode musim kemarau dan musim hujan. Biasanya musim kemarau terjadi pada bulan April-September sedangkan musim hujan terjadi pada bulan Oktober-Maret. Daerah yang berdampak pola iklim ini adalah daerah yang memiliki letak astronomis  $35^{\circ}\text{LU}$ - $25^{\circ}\text{LS}$  dan  $39^{\circ}\text{BB}$ - $170^{\circ}\text{BT}$ .
3. Pola lokal, pola ini dipengaruhi oleh kondisi geografi dan topografi di daerah sekitarnya. Pada umumnya daerah yang memiliki pola ini memiliki perbedaan yang jelas antar periode musim kemarau dan musim hujan, akan tetapi waktunya berlawanan dengan pola musiman.

### 2.3. Peramalan

Peramalan merupakan ilmu atau seni yang dapat memperkirakan kejadian dimasa yang akan mendatang. Hal ini dilakukan dengan pengambilan data historis kemudian diproyeksikan ke masa mendatang ke bentuk model sistematis (Render, 2009), sedangkan menurut Gasperz (2002) peramalan merupakan suatu metode untuk memperkirakan nilai dimasa yang akan datang dengan menggunakan masa lalu. Peramalan dalam kehidupan sehari-hari dapat digunakan sebagai peramalan bencana seperti gempa bumi, tsunami, banjir dan lain-lain. Pada umumnya peramalan bencana digunakan untuk meminimalisir terjadinya kerugian bahkan korban jiwa, selain bencana peramalan juga memiliki manfaat dibidang lainnya seperti ekonomi, transportasi umum, iklim, social, perdagangan (Efendi, 2017).

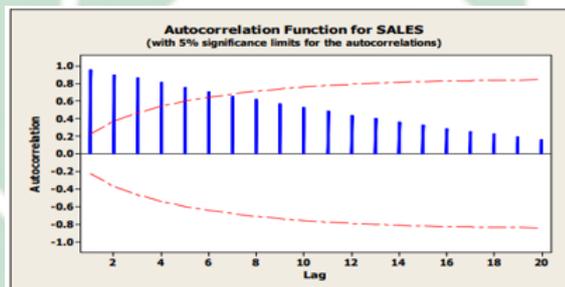
Pada bidang transportasi umum biasanya untuk meramalkan jumlah penumpang, jumlah peredaran kendaraan, jumlah muatan barang, ekspor impor. Dalam peramalan iklim seperti curah hujan, tingkat polusi, sedangkan pada bidang social digunakan untuk peramalan tingkat kemiskinan, kriminalitas dan pada bidang perdagangan, peramalan digunakan untuk jumlah permintaan barang, jumlah stok barang, dan proses produksi. Dibidang perekonomian biasanya peramalan digunakan untuk inflasi, suku bunga bahkan harga saham (Baldigara, 2015).

Pada umumnya peramalan memiliki dua pendekatan, yaitu pendekatan kualitatif dan kauntitatif, untuk pendekatan kualitatif data diperoleh dari pendapat para ahli agar dijadikan pertimbangan dalam pengambilan keputusan sebagai hasil dari peramalan, sedangkan pendekatan kuantitatif data yang diperoleh berupa angka, data angka tersebut yang akan dilakukan sebagai peramalan (Utomo, 2020). Terdapat beberapa tahapan saat melakukan peramalan yang pertama menentukan terlebih dahulu permasalahan yang akan diramalkan, lalu pengumpulan data yang akan dilakukan analisis, kemudian melakukan perhitungan sesuai dengan metode yang telah dipilih, setelah itu dapat dilakukan peramalan untuk beberapa periode kedepan. Setelah dilakukan peramalan perlu dilakukannya evaluasi (Munawaroh, 2010).

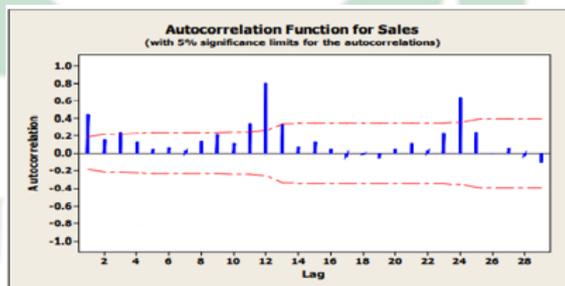
#### **2.4. Pola Seasonalitas (Musiman)**

Data musiman merupakan pola naik turun secara teratur yang cenderung terulang kembali. Pola musiman memiliki panjang yang konstan dan terjadi secara berulang dengan jangka periode yang teratur, biasanya data ini dipengaruhi karena beberapa faktor musiman seperti harian, mingguan, bulanan, semesteran, bahkan tahunan. Apabila didalam data hanya terdapat pola seasonalitas atau musiman

terdapat faktor musiman yang dapat diketahui dari grafik fungsi autokorelasi atau dapat dilihat dari perbedaan *lag* autokorelasinya. Akan tetapi jika terdapat data yang tidak hanya dipengaruhi pola musiman tetapi juga dipengaruhi oleh pola *trend*, maka pola musiman akan susah untuk diidentifikasi (Singgih, 2009; Hanke dan Wichem, 2005). Apabila pola *trend* lebih kuat daripada pola musiman maka autokorelasi data asli akan membentuk garis seperti Gambar 2.1, dan jika data dipengaruhi pola musiman maka koefisien autokorelasi pada *lag* musiman berbeda nyata dari nol seperti Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Grafik yang dipengaruhi pola trend



Gambar 2.2 Grafik yang dipengaruhi pola musiman

## 2.5. Stasioner

Data pada *time series* dikatakan stasioner jika terdapat unsur musiman atau varians dan tidak mengalami perubahan seiring berjalannya waktu. Jika data tidak stasioner perlu dilakukannya proses stasioner agar dapat meminimalisir kekeliruan pada model yang akan digunakan. Berikut penjelasan mengenai stasioner terhadap varians maupun rata-rata:

### 1. Stasioner dalam varians

Kestasioneran dalam varians dapat dilihat dari plot data deret berkala dengan nilai pada *Rounded Value* bernilai satu, jika data tidak stasioner dalam varians perlu dilakukannya tahap stasionerisasi varians yang menggunakan transformasi Box-Cox, yang bertujuan agar plot atau grafik tetap, berikut persamaan transformasinya.

$$x_t = Y_t^\lambda \quad (2.1)$$

dimana

Y : data aktual

t : waktu

$\lambda$  : parameter transformasi

### 2. Stasioner dalam rata-rata

Stasioner dalam rata-rata menunjukkan bahwasannya ketidaktepatan data terletak di nilai rata-rata yang konstan. Kestasioneran dalam rata-rata dapat dilihat dari plot data, apabila data yang digunakan tidak stasioner maka perlu dilakukannya proses *differencing* atau diferensiasi, yang bertujuan untuk mencari perbedaan antar data satu periode dengan periode lalu secara beruntut. Berikut persamaan differensiasi pada plot non-musiman

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} \quad (2.2)$$

Dan berikut persamaan differensiasi pada plot musiman

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-s} \quad (2.3)$$

dimana

$Y_t$  : data aktual periode ke-t

t : waktu

s : periode musiman

Kestasioneran terhadap rata-rata dapat diketahui secara pasti dengan menggunakan uji *uni root*. Uji ini pada umumnya terdiri atas uji *Kwiatkowski Phillips Schmidt Shin* (KPSS), uji *Phillips-Perron* (PP), uji *Augment Dickey-Fuller* (ADF). Pada penelitian ini menggunakan uji *Phillips-Perron*, berikut persamaannya

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \alpha_t \quad (2.4)$$

dimana

$Y_t$  : data aktual periode ke-t

$\alpha$  : galat

$\beta_0, \beta_1$ : parameter

apabila uji *Phillips-Perron* menghasilkan nilai  $p - value < \alpha(0,05)$  maka data dapat dikatakan telah stasioner terhadap rata-rata dan dapat dilanjutkan ketahap berikutnya.

## 2.6. Analisis Data Deret Waktu (*Time Series*)

*Time series* pertama kali dikenalkan oleh George E. P. Box dan Gwilym M. Jenkins pada tahun 1970 dengan bukunya yang berjudul *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. *Time series* adalah runtutan waktu berdasarkan pada waktu, dimensi waktu yang digunakan pada *time series* berupa data harian, mingguan, bulanan, bahkan tahunan. Menurut (Wei, 2006) analisis deret waktu merupakan metodologi untuk menganalisis data deret waktu. Analisis deret waktu

*time series* merupakan peramalan kuantitatif yang berfungsi untuk mengetahui pola data pada masa lampau berdasarkan urutan waktu. Analisis *time series* memiliki beberapa konsep yang berkaitan seperti fungsi autokorelasi atau *Autocorrelation Function* (ACF) dan fungsi autokorelasi parsial atau *Partial Autocorrelation Function* (ACF), berikut penjelasannya:

### 2.6.1. *Autocorrelation Function* (ACF)

*Autocorrelation Function* merupakan fungsi korelasi yang mendefinisikan ikatan dari dua variabel pada deret berkala atau *time series*. Dalam fungsinya autokorelasi bisa membentuk hubungan antar dua variabel dengan dirinya sendiri, yaitu variabel  $Y_t$  dengan  $Y_{t+k}$  (Lestari, 2012). ACF adalah suatu perhitungan autokorelasi berlandaskan varians dan kovarian. Varians diartikan sebagai hubungan data pada waktu yang sama sedangkan kovarian diartikan sebagai hubungan data antar waktu. Kunci dari *time series* terdapat pada koefisien autokorelasi atau pada korelasi deret beruntut pada deret beruntut itu sendiri yang memiliki selisih waktu atau lag 0, 1, 2 periode atau lebih, berikut persamaannya

$$\rho_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \bar{Y}_t)(Y_{t+k} - \bar{Y}_t)}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y}_t)^2} \quad (2.5)$$

dimana

$\rho_k$  : estimasi fungsi autokorelasi pada lag ke-k

$Y_t$  : data aktual pada waktu ke-t

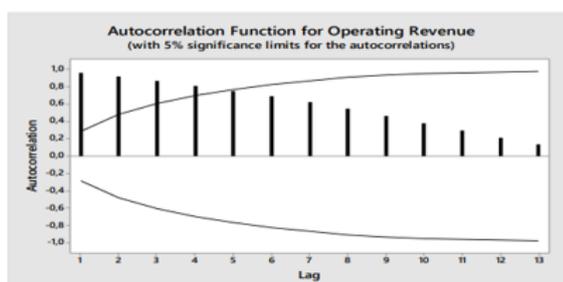
$Y_{t+k}$  : data aktual pada waktu ke  $t + k$

$\bar{Y}_t$  : rata-rata pada data aktual

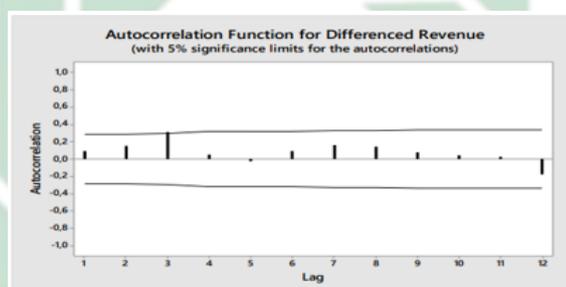
$Y_t$  bernilai + : lag naik keatas

$Y_t$  bernilai - : lag turun kebawah

Berikut contoh plot ACF yang bertujuan untuk mengenali kestasioneran data (Katabba, 2021).



**Gambar 2.3 Plot ACF saat belum stasioner**



**Gambar 2.4 Plot ACF saat stasioner**

### 2.6.2. *Partial Autocorrelation Function (PACF)*

*Partial Autocorrelation Function* merupakan bentuk koefisien autokorelasi parsial untuk mengukur tingkat keeratan pada hubungan parsial antar pengamatan pada waktu  $t$ , waktu  $t + 1$  dengan lag yang digunakan  $lag = 1, 2, 3, \dots$ . Bentuk persamaan dari autokorelasi parsial sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 \phi_{kk} &= \frac{\rho_k}{\rho_k} \\
 \phi_{11} &= \rho_1 \\
 \phi_{22} &= \frac{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 \\ \rho_1 & \rho_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 \end{vmatrix}} \\
 &\vdots \\
 \phi_{kk} &= \frac{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \cdots & \rho_{k-2} & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_{k-3} & \rho_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \cdots & \rho_1 & \rho_k \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \cdots & \rho_{k-2} & \rho_{k-1} \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_{k-3} & \rho_{k-2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \cdots & \rho_1 & 1 \end{vmatrix}}
 \end{aligned}$$

dimana  $\rho_k$  merupakan hasil dari determinan matriks  $k \times k$ , selain menggunakan persamaan diatas dapat juga menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh Durbin 1960, berikut bentuk persamaannya

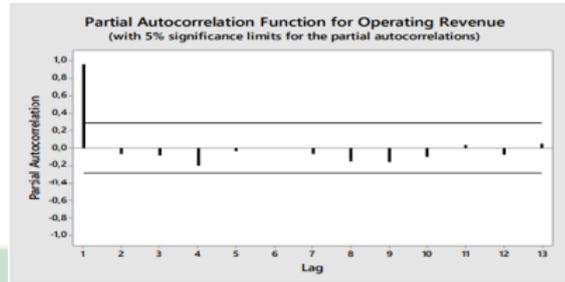
$$\phi_{kk} = \frac{\rho_k - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_{k-j}} \quad (2.6)$$

dimana

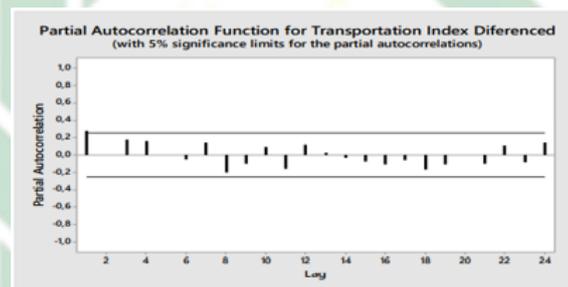
$\phi_{kk}$  : koefisien autokorelasi parsial lag ke-k

$\rho_k$  : koefisien autokorelasi lag ke-k

Berikut merupakan contoh plot PACF pada data yang belum stasioner dan telah stasioner (Katabba, 2021)



**Gambar 2.5** Plot PACF saat belum stasioner



**Gambar 2.6** Plot PACF saat stasioner

## 2.7. Model SARIMA

Metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) merupakan bagian dari metode ARIMA yang digunakan pada penyelesaian *time series* pada pola musiman, metode ini terdiri dari dua kelompok yaitu musiman dan tidak musiman, untuk yang tidak musiman menggunakan model ARIMA. Pada model ARIMA terdiri dari *model autoregressive* dan *moving average*.

### 2.7.1. Autoregressive (AR)

Model AR merupakan model yang menggambarkan variabel *dependent* dipengaruhi oleh variabel *dependent* itu sendiri pada periode sebelumnya. Model

AR pada orde  $p$  yang didefinisikan sebagai AR ( $p$ ) dan berikut fungsi persamaannya :

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \phi_3 Y_{t-3} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.7)$$

Persamaan diatas juga dapat ditulis kedalam bentuk sebagai berikut

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \phi_3 B^3 - \dots - \phi_p B^p) Y_t = \varepsilon_t$$

atau

$$\phi_p(B) Y_t = \varepsilon_t \quad (2.8)$$

dimana

$$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \phi_3 B^3 - \dots - \phi_p B^p$$

$Y_t$  : data aktual periode ke- $t$

$\rho$  : orde

$\phi_i$  : koefisien regresi dengan  $i = 1, 2, 3, \dots, p$

$\varepsilon_t$  : error periode  $t$

Agar lebih mempermudah pemahaman beriku contoh pada *Autoregressive* (AR), model AR pada ordo 1 atau AR(1) maka  $p = 1$ , berikut bentuk persamaannya

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

atau

$$(1 - \phi_1 B) Y_t = \varepsilon_t$$

Kemudian pada model AR pada ordo 2 atau AR(2) maka  $p = 2$ , berikut bentuk persamaannya

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \varepsilon_t$$

atau

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2) Y_t = \varepsilon_t$$

Kemudian pada model AR pada ordo 3 atau AR(3) maka  $p = 3$ , berikut bentuk persamaannya

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \phi_3 Y_{t-3} + \varepsilon_t$$

atau

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \phi_3 B^3) Y_t = \varepsilon_t$$

dan seterusnya

### 2.7.2. *Moving Average* (MA)

Model *Moving Average* atau biasa disebut dengan merode rata-rata bergerak merupakan metode yang bekerja dengan cara mencari hasil rata-rata dari data aktual pada periode sebelumnya untuk meramalkan periode yang akan datang, berikut persamaan umum Model rata-rata bergerak pada orde  $q$  yang biasa disebut MA( $q$ )

$$Y_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \theta_3 \varepsilon_{t-3} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.9)$$

Persamaan diatas juga dapat ditulis kedalam bentuk sebagai berikut

$$Y_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \theta_3 B^3 - \dots - \theta_q B^q) \varepsilon_t$$

atau

$$Y_t = \theta_q(B)\varepsilon_t \quad (2.10)$$

dimana

$$\phi_p(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \theta_3 B^3 - \dots - \theta_q B^q$$

$Y_t$  : data aktual periode ke- $t$

$\varepsilon_t$  : error periode  $t$

$\theta_i$  : koefisien regresi dengan  $i = 1, 2, 3, \dots, q$

$q$  : orde pada rata-rata bergerak

$\varepsilon_{t-q}$  : error periode  $t - q$

Agar lebih mempermudah pemahaman berikut contoh pada *Moving Average* (MA), model MA pada ordo 1 atau MA(1) maka  $q = 1$ , berikut bentuk persamaannya

$$\begin{aligned} Y_t &= \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} \\ &= (1 - \theta_1 B)\varepsilon_t \end{aligned}$$

kemudian pada model MA pada ordo 2 atau MA(2) maka  $q = 2$ , berikut bentuk persamaannya

$$\begin{aligned} Y_t &= \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} \\ &= (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2)\varepsilon_t \end{aligned}$$

kemudian pada model MA pada ordo 3 atau MA(3) maka  $q = 3$ , berikut bentuk persamaannya

$$\begin{aligned} Y_t &= \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \theta_3 \varepsilon_{t-3} \\ &= (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \theta_3 B^3)\varepsilon_t \end{aligned}$$

dan seterusnya

### 2.7.3. Autoregressive Moving Average (ARMA)

Model ARMA merupakan gabungan model *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average*(MA), penggabungan dua model ini digunakan untuk menghitung data aktual pada periode sebelumnya yang akhirnya menghasilkan peramalan pada periode yang akan datang. Gabungan dua metode ini menghasilkan output lebih baik dan nilai *error* juga lebih kecil (Tantika dkk, 2018). Model pada ARMA ( $p, q$ ) merupakan gabungan model AR (Persamaan 2.7) dan model MA (Persamaan 2.9), berikut persamaannya

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.11)$$

Persamaan diatas juga dapat ditulis kedalam bentuk sebagai berikut

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) Y_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) \varepsilon_t \quad (2.12)$$

atau

$$\phi_p(B) Y_t = \theta_q(B) \varepsilon_t \quad (2.13)$$

dimana

- $Y_t$  : data aktual periode ke- $t$
- $\phi_p$  : parameter AR ke- $p$
- $Y_{t-p}$  : data aktual periode ke- $t - p$
- $\varepsilon_t$  : error periode ke- $t$
- $\theta_q$  : parameter MA ke- $q$
- $a_{t-q}$  : error pada  $t - q$

$B$  : *backshift operator*

Agar lebih mempermudah pemahaman berikut contoh pada *Autoregressive Moving Average (ARMA)*, jika terdapat model AR ordo 1 atau AR(1) maka  $p = 1$  dan MA ordo 1 atau MA(1) maka  $q = 1$ , kedua model tersebut digabungkan menjadi ARMA (1,1) berikut bentuk persamaannya

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

atau

$$(1 - \phi_1 B)Y_t = (1 - \theta_1 B)\varepsilon_t$$

Kemudian jika terdapat model AR ordo 2 atau AR(2) maka  $p = 2$  dan MA ordo 1 atau MA(1) maka  $q = 1$ , kedua model tersebut digabungkan menjadi ARMA (2,1) berikut bentuk persamaannya

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

atau

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2)Y_t = (1 - \theta_1 B)\varepsilon_t$$

Kemudian jika terdapat model AR ordo 1 atau AR(1) maka  $p = 1$  dan MA ordo 2 atau MA(2) maka  $q = 2$ , kedua model tersebut digabungkan menjadi ARMA (1,2) berikut bentuk persamaannya

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2}$$

atau

$$(1 - \phi_1 B)Y_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2)\varepsilon_t$$

Kemudian jika terdapat model AR ordo 2 atau AR(2) maka  $p = 2$  dan MA ordo 2 atau MA(2) maka  $q = 2$ , kedua model tersebut digabungkan menjadi ARMA (2,2) berikut bentuk persamaannya

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2}$$

atau

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2)Y_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2)\varepsilon_t$$

dan seterusnya

#### 2.7.4. Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

ARIMA dikembangkan pada tahun 1976 oleh Gwilyn Jenkins dan George Box, model ini tidak memperhitungkan faktor dari variabel bebas pada proses peramalannya, peramalan yang dilakukan hanya mengandalkan dari nilai data aktual dan periode sebelumnya pada variabel terikat. ARIMA sangat cocok digunakan untuk peramalan jangka pendek dengan menghasilkan tingkat keakuratan yang tinggi (Triyandini, 2017). Model ARIMA didapatkan dari ARMA pada Persamaan 2.12, yaitu

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)(Y_t - \mu) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)\varepsilon_t$$

atau

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)Y_t = \theta_0 + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)\varepsilon_t \quad (2.14)$$

dimana

$$\theta_0 = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) \mu = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) \mu \quad (2.15)$$

Dari Persamaan 2.14 model AR menjadi sebagai berikut

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) Y_t = \theta_0 + \varepsilon_t \quad (2.16)$$

dan model MA sebagai berikut

$$Y_t = \theta_0 + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) \varepsilon_t \quad (2.17)$$

Pada proses MA nilai  $\theta_0 = 0$

Pada model ARIMA terdapat konstanta  $d$  sebagai konstanta diferensiasi, yang berfungsi untuk membuat data menjadi stasioner, kemudian konstanta  $p$  yang mewakili AR dan konstanta  $q$  yang mewakili MA. Pada umumnya konstanta  $p$  dan  $q$  diperoleh dari plot ACF dan PACF, konstanta  $d$  berfungsi untuk pengatur *trial error* pada konstanta  $p$  dan  $q$  yang diperoleh, secara umum model ARIMA dirumuskan sebagai berikut

$$ARIMA(p, d, q)$$

dimana  $p$  merupakan orde AR,  $q$  orde MA dan  $d$  merupakan banyaknya proses *differencing* yang dilakukan. ARIMA merupakan gabungan model ARMA dan proses *differencing*, sebagai berikut

$$Y_t = \phi_0 + (1 + \phi_1) Y_{t-1} + (\phi_2 - \phi_1) Y_{t-2} + \dots + (\phi_p - \phi_{p-1}) Y_{t-p} - \phi_p Y_{t-p-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (2.18)$$

Persamaan diatas juga dapat ditulis kedalam bentuk sebagai berikut

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) Y_t = \theta_0 + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) \varepsilon_t \quad (2.19)$$

atau

$$\phi_p(B)(1 - B)^d Y_t = \theta_0 + \theta_q(B) \varepsilon_t \quad (2.20)$$

dimana

$Y_t$  : data aktual periode ke- $t$

$Y_{t-p}$  : data aktual periode  $t - p$

$\phi_0$  : konstanta

$\phi_p$  : parameter AR ke- $p$

$\theta_q$  : parameter MA ke- $q$

$(1 - B)^d$  : operator *differencing*

$\varepsilon_t$  : error periode  $t$

$\varepsilon_{t-q}$  : error pada  $t - q$

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

SARIMA sangat cocok digunakan pada data musiman, model ini merupakan pengembangan dari model ARIMA. Model ini dinotasikan sebagai

$$ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)^s$$

dimana  $(p, d, q)$  merupakan notasi pada bagian model tidak musiman kemudian  $(P, D, Q)$  merupakan notasi pada bagian model musiman, sedangkan pangkat  $s$  merupakan notasi jumlah periode permusim yang akan dicari. Jika  $Y_t$  tidak

diketahui periode musiman dan tidak musimannya, maka berikut bentuk modelnya

$$\phi_p(B)(1-B)^d(1-B)^d Y_t = \theta_q(B)b_t \quad (2.21)$$

$$\Phi_p(B^s)(1-B^s)^D b_t = \Theta_Q(B^s)\varepsilon_t \quad (2.22)$$

dengan  $\Phi_p(B^s) = 1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^{2s} - \dots - \phi_p B^{ps}$  dan  $\Theta_Q(B^s) = 1 - \Theta_1 B^s - \Theta_2 B^{2s} - \dots - \Theta_Q B^{Qs}$ . Persamaan 2.21 merupakan intepresentasi model ARIMA agar mempermudah melihat korelasi antar periode. Kombinasi dari Persamaan 2.21 dan 2.22 didapatkan model SARIMA sebagai berikut.

$$\Phi_p(B^s)\phi_p(B)(1-B)^d(1-B^s)^D Y_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)\varepsilon_t \quad (2.23)$$

dimana

$P, p$  : *autoregressive* (AR)

$D, d$  : *differencing*

$Q, q$  : *moving average* (MA)

$\phi_p(B)$  : operator AR non musiman

$\Phi_p(B^s)$  : operator AR musiman

$(1-B)^d$  : operator *differencing* non musiman

$(1-B^s)^D$  : operator *differencing* musiman

$\theta_q(B)$  : operator MA non musiman

$\Theta_Q(B^s)$  : operator MA musiman

$\varepsilon_t$  : error periode  $t$

$B$  : *backshift* operator

### 2.7.6. Operator *Backshift*

Operator *backshift* dengan simbol  $B$ , merupakan operator dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Makridakis dkk, 1999):

$$BY_t = BY_{t-1} \quad (2.24)$$

notasi  $B$  jika dipasangkan dengan  $Y_t$  maka memiliki pengaruh dapat menggeser data pada satu periode kebelakang. Operator ini digunakan untuk menggambarkan proses *differencing* pada data yang rata-ratanya tidak *stasioner* agar lebih mendekati bentuk *stasioner*.

### 2.8. Uji Signifikan Parameter Model

Model yang dapat digunakan untuk peramalan harus menunjukkan bahwa model tersebut signifikan, dapat dikatakan signifikan apabila nilai pada tiap parameternya menghasilkan nilai  $p - value < \alpha = 5\% (0,05)$  atau  $t - hitung > t - tabel$ , berikut perhitungan manual  $t - tabel$

$$t - tabel = t_{\frac{\alpha}{2}, df} \quad (2.25)$$

$$df = n - k \quad (2.26)$$

dimana

$n$  : jumlah data aktual

$k$  : banyak parameter

berikut perhitungan manual untuk mencari  $t - hitung$

$$t - hitung = \frac{\phi}{SE(\phi)} \quad (2.27)$$

dengan hipotesa sebagai berikut:

$H_0$  : estimasi parameter = 0 (Parameter tidak signifikan terhadap model)

$H_1$  : estimasi parameter  $\neq$  0 (Parameter signifikan terhadap model)

dimana

$\phi$  : estimasi parameter

$SE(\phi)$  : standar error parameter

## 2.9. Proses *White Noise*

*White noise* merupakan proses stasioneritas menggunakan fungsi *autokovariansi*. Pada proses  $\{a\}$  dapat dikatakan sebagai proses dari *white noise* jika terdapat ketidak korelasi pada variabel rancom dengan mean konstan, dengan persamaan  $E\alpha_t = \mu_0 = 0$  dan persamaan pada variansi konstan yaitu  $Var(\alpha_t) = \sigma_\alpha^2$  dan  $\gamma_k = Cov(\alpha_t, \alpha_{t+k}) = 0$  dimana fungsi persamaan harus memenuhi syarat  $k \neq 0$  (Hendikawati, 2015). Berikut persamaan fungsi autokorelasi dan autokorelasi parsial pada residu yang mendekati nilai nol merupakan hal dasar dari proses ini (Munawaroh, 2010).

$$\gamma_k = \begin{cases} \sigma_\alpha^2 & ; k = 0, \\ 0 & ; k \neq 0, \end{cases} \quad (2.28)$$

pada fungsi autokorelasi, sebagai berikut

$$\rho_k = \begin{cases} 1 & ; k = 0, \\ 0 & ; k \neq 0, \end{cases} \quad (2.29)$$

dan fungsi autokorelasi parsial, sebagai berikut

$$\phi_k = \begin{cases} 1 & ; k = 0, \\ 0 & ; k \neq 0, \end{cases} \quad (2.30)$$

Proses *white noise* bertujuan untuk mengetahui apakah model tersebut layak atau tidak jika dijadikan sebagai model terbaik, karena model terbaik harus memenuhi *white noise*. Pada umumnya *white noise* dideteksi menggunakan uji autokorelasi residual saat menganalisa besarnya *error*. Supaya mengetahui apakah residu memenuhi *white noise* atau tidak, maka perlu dilakukannya uji *white noise* menggunakan Uji Ljung-Box, berikut persamaannya

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^i \frac{\rho_k^2}{n-k} \quad (2.31)$$

dimana

$Q$  : uji menggunakan Ljung-Box

$n$  : jumlah dari data

$k$  : nilai dari lag

$\rho_k$  : nilai fungsi autokorelasi dari lag  $k$

Hipotesis:

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_n = 0$  (residu bersifat *white noise*)

$H_1 : \rho_k \neq 0, k = 1, 2, 3, \dots, n$ , (residu tidak bersifat *white noise*)

Terdapat beberapa ketentuan pada tahap ini, yang pertama apabila telah ditetapkan nilai  $\alpha = 5\%$  dan jika nilai  $p - value < \alpha$  maka  $H_0$  ditolak yang artinya tidak memenuhi *white noise*, dan sebaliknya atau tolak  $H_0$  ketika  $Q > X_{(1-\alpha);df=K-p-q}^2$ . Apabila nilai mean dan varians nya konstan dan saling bebas maka deret waktu

tersebut dapat dikatakan *white noise* (Aswi dan Sukarna, 2006).

## 2.10. Ketepatan Metode Peramalan

Ketepatan metode merupakan hal terpenting saat melakukan peramalan, karena ketepatan metode berguna untuk mengevaluasi hasil dari peramalan yang telah dihitung. Menghitung ketepatan model pada peramalan terdapat banyak cara seperti *Mean Square Deviasion* (MSD), *Mean Absolute Error* (MAE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Mean Square Error* (MSE), pada penelitian ini akan menggunakan MAPE (Wati, 2020). *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) memiliki fungsi untuk mencari nilai error pada peramalan, semakin kecil nilai error maka semakin bagus pula model yang akan dihasilkan. Berikut merupakan rumus dan kriteria dari MAPE.

$$\text{MAPE} = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{\hat{Y}_t} \times 100 \quad (2.32)$$

dimana

$Y_t$  : data aktual pada periode ke- $t$

$\hat{Y}_t$  : data hasil *forecasting* pada periode  $t$

$n$  : banyaknya data

**Tabel 2.1 Kriteria dari MAPE**

| No | Range     | Kategori              |
|----|-----------|-----------------------|
| 1. | < 10%     | Peramalan Sangat Baik |
| 2. | 10% – 20% | Peramalan Baik        |
| 3. | 20% – 50% | Peramalan Cukup       |
| 4. | > 50%     | Peramalan Tidak Baik  |

### 2.11. Integrasi Keilmuan

Peristiwa alam tidak dapat dicegah, direncanakan atau direayasa oleh manusia hanya Allah Swt yang mampu mengaturnya. Allah Swt menciptakan alam semesta dengan pertimbangan yang detail contohnya pada penciptaan lautan dan gunung (Handyaningsih, 2018). Fenomena kemunculan bencana alam pada segi teologis maupun sains menjelaskan bahwa adanya hubungan antara manusia dan alam, tidak hanya itu melainkan bencana alam memiliki hubungan antar Tuhan, alam, dan manusia. Bencana terjadi seakan buah dari sebuah hubungan itu sendiri, baik hubungan antara Tuhan dengan alam, alam dengan manusia, Tuhan dengan manusia, bahkan manusia dengan manusia (Azzahra, 2021). Terdapat berbagai macam musibah bencana alam diantaranya gempa bumi, tsunami, kebakaran hutan, kekeringan, dan banjir dan lain-lain.

Banjir sudah ada sejak zaman dahulu, seperti pada zaman Nabi Nuh As dan kaumnya (umat Bani Rasib), pada saat itu kaumnya mulai berpaling dan menyembah berhala, kemudian Nabi Nuh As mulai mengajarkan untuk berbuat kebaikan, meninggalkan maksiat dan menyembah Allah, namun umat Bani Rasib tidak memedulikan hal tersebut. Sebagaimana firman Allah Swt:

S U R إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ وَإِن كُنَّا لَمُبْتَلِينَ ﴿٣٠﴾

Artinya: “Sungguh, pada (kejadian) itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah), dan sesungguhnya Kami benar-benar menimpakan siksaan (kepada kaum Nuh itu)” (Qs.Al-Mu’minun : 30).

وَلَقَدْ أَرْسَلْنَا نُوحًا إِلَىٰ قَوْمِهِ فَلَبِثَ فِيهِمْ أَلْفَ سَنَةٍ إِلَّا خَمْسِينَ عَامًا فَأَخَذَهُمُ الطُّوفَانُ وَهُمْ ظَالِمُونَ

Artinya: “Dan sungguh, Kami telah mengutus Nuh kepada kaumnya, maka dia tinggal bersama mereka selama seribu tahun kurang lima puluh tahun. Kemudian mereka dilanda banjir besar, sedangkan mereka adalah orang-orang yang zalim” (Qs.Al-Ankabut: 14).

Kedua ayat di atas menjelaskan kejadian pada kisah Nabi Nuh As merupakan tanda kebesaran Allah Swt berupa banjir yang sangat besar di mana kaum pengikut Nabi Nuh As terselamatkan karena ikut menaiki kapal Nabi Nuh As, sedangkan yang membangkang atas ajaran Nabi Nuh As mereka tertelan oleh kejadian banjir yang amat besar tersebut. Selain pada masa Nabi Nuh As banjir juga terjadi di masa Jahiliyah. Sebagaimana terdapat dalam hadis Nabi Saw:

حَدَّثَنَا عَلِيُّ بْنُ عَبْدِ اللَّهِ حَدَّثَنَا سُفْيَانُ قَالَ كَانَ عَمْرُو يَقُولُ حَدَّثَنَا سَعِيدُ بْنُ الْمُسَيَّبِ عَنْ أَبِيهِ  
عَنْ جَدِّهِ قَالَ جَاءَ سَيْلٌ فِي الْجَاهِلِيَّةِ فَكَسَا مَا بَيْنَ الْجَبَلَيْنِ قَالَ سُفْيَانُ وَيَقُولُ إِنَّ هَذَا لَحَدِيثٌ لَهُ  
شَأْنٌ (رواه بخاري)

Artinya: Telah menceritakan kepada kami 'Ali bin Abdullah telah menceritakan kepada kami Sufyan berkata 'Amru pernah berkata, telah menceritakan kepada kami Sa'id bin Al Musayyab dari bapaknya dari kakeknya berkata, pada zaman jahiliyyah pernah terjadi banjir yang menggenangi lembah yang ada diantara dua bukit (sekitar Ka'bah)". Sufyan berkata, dan dia berkata bahwa hadis ini merupakan fakta sejarah yang pernah terjadi (Bukhari : 3546).

Allah Swt menciptakan alam tidak lepas dari bencana untuk menguji manusia. Ujian dari Allah Swt yang diberikan kepada manusia bukan hanya berupa bencana yang menyakitkan melainkan Allah Swt juga memberikan ujian dalam bentuk anak, jabatan, kesenangan harta, menurut pemahaman Islam Allah Swt dapat secara sengaja menurunkan keburukan dan penderita sebagai ujian untuk

manusia, jika manusia menghadapi ujian tersebut secara sabar maka mendapat ganjaran atau balasan akan diampuni dosanya dan ditinggikan derajatnya dan hal ini berlaku sebaliknya. Oleh karena itu dalam Islam terdapat ajaran selalu berbaik sangka kepada Allah Swt yang memberi kita ujian agar manusia dapat memahami bahwasannya selalu ada hikmah di balik ujian tersebut dan ujian ini dapat menguatkan iman manusia saat menjalankan kehidupan (Frommel, 2016).

Pada kenyataannya manusia menganggap musibah terjadi disebabkan oleh faktor alam tetapi cenderung menyalahkan Tuhan-Nya, sebenarnya musibah terjadi disebabkan oleh dosa yang dilakukan oleh manusia karena selalu berbuat maksiat, akan tetapi terkadang manusia tidak sadar akan perbuatan yang telah dilakukan dan seringkali menyalahkan alam, walaupun hal itu bisa saja benar sebagai penyebabnya akan tetapi sangat jarang manusia yang berfikir bahwa musibah disebabkan karena maksiat dan dosa yang diperbuat oleh manusia (Rojak, 2019), sebagaimana firman Allah Swt dan Hadis Nabi Saw:

وَمَا أَصَابَكُمْ مِنْ مُصِيبَةٍ فِيمَا كَسَبْتُمْ أَيْدِيكُمْ وَيَعْفُوا عَنْ كَثِيرٍ

Artinya: “Dan musibah apa pun yang menimpa kamu adalah disebabkan oleh perbuatan tanganmu sendiri, dan Allah memaafkan banyak (dari kesalahan-kesalahanmu).” (Qs.Asy-Syura : 30).

حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ يُوسُفَ، حَدَّثَنَا سُفْيَانُ، عَنِ الْأَعْمَشِ، عَنِ إِبْرَاهِيمَ التَّمِيمِيِّ، عَنِ الْحَارِثِ بْنِ سُوَيْدٍ، عَنِ عَبْدِ اللَّهِ - رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ - أَتَيْتُ النَّبِيَّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ فِي مَرَضِهِ وَهُوَ يُوعَكُ وَعُكَا شَدِيدًا، وَقُلْتُ إِنَّكَ لَتُوعَكُ وَعُكَا شَدِيدًا. قُلْتُ إِنَّ ذَلِكَ بِأَنَّ لَكَ أَجْرَيْنِ. قَالَ "أَجَلُ مَا مِنْ مُسْلِمٍ يُصِيبُهُ أذى. الْإِحَاتِ اللَّهُ عَنْهُ خَطَايَاهُ. كَمَا تَحَاتُ وَرَقُ الشَّجَرِ (رواه بخاري)

Artinya: “Abdullah *radiallahu ‘anhu*, saya pernah menjenguk Nabi *shallallahu ‘alaihi wasallam* ketika sakit, sepertinya beliau sedang merasakan sakit, kataku selanjutnya: “Sepertinya anda sedang merasakan sakit yang amat berat, oleh karena itulah anda mendapatkan pahala dua kali lipat.” Beliau menjawab: “Benar, tidaklah seorang muslim yang tertimpa musibah melainkan Allah akan menggugurkan kesalahan-kesalahannya sebagaimana pohon menggugurkan dedaunannya.” (Bukhari : 5647).

Menurut Syaikh Abdul Qadir Al-Jailani, segala musibah yang menimpamu wahai manusia, didunia ini, terkait keluarga, hartamu, jiwamu dan semua yang menyakitkan hal itu tidak lain merupakan hukuman dari Tuhan dengan manusia karena dosa yang telah mereka perbuat, dalam hal ini Tuhanmu memaafkan kesalahan dan dosa, maka dia tidak akan menghukummu karena hal itu (Al-Jailani, 2009).

Pada umumnya banjir mengalami peningkatan saat musim hujan, oleh karena itu perlu adanya peramalan mengenai banyaknya banjir yang akan terjadi pada beberapa bulan kemudian, hal ini penting dilakukan karena dengan mengetahui prediksi banyaknya jumlah kejadian banjir dimasa depan pemerintah dapat mempersiapkan rencana agar banjir tersebut tidak mengalami banyak kerugian. Seperti pada kaidah fikih yang menyebutkan:

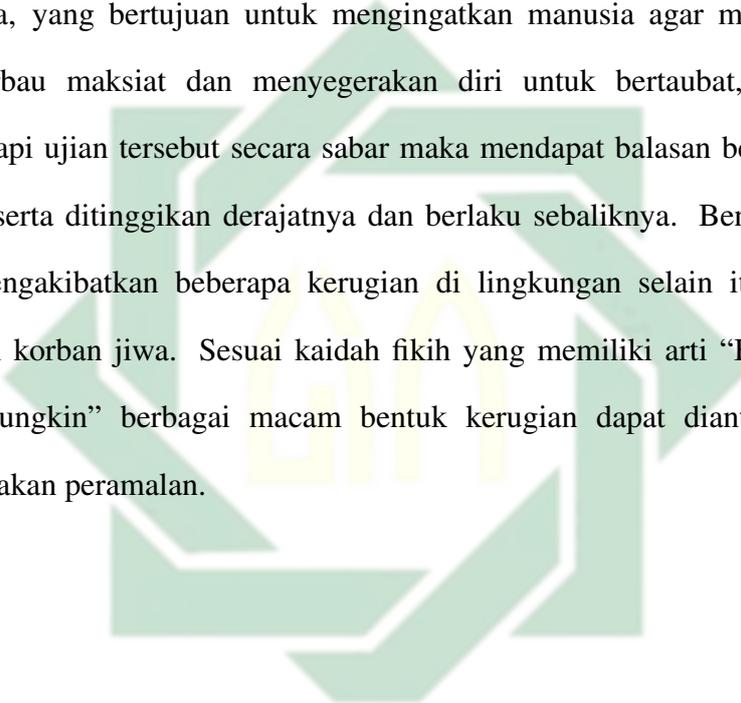
الضَّرَرُ يُدْفَعُ بِقَدْرِ الْإِمْكَانِ

Artinya: “Bahaya dicegah sebisa mungkin”

Kaidah fikih di atas menjelaskan bahwa bahaya seharusnya dicegah sebisa mungkin, oleh karena itu penting dilakukannya peramalan banjir yang akan terjadi di masa depan, meskipun hal ini tidak sepenuhnya dapat dipercaya, akan tetapi

peramalan ini dapat digunakan sebagai acuan agar dapat mengantisipasi berbagai macam kerugian seperti, robohnya bangunan, rusaknya jalan, terhambatnya aktivitas sehari-hari, bahkan bencana alam banjir ini dapat mengganggu kesehatan mental bahkan memakan korban jiwa.

Banjir merupakan salah satu bentuk ujian yang Allah Swt berikan kepada hambanya, yang bertujuan untuk mengingatkan manusia agar menjauhi hal-hal yang berbau maksiat dan menyegerakan diri untuk bertaubat, jika manusia menghadapi ujian tersebut secara sabar maka mendapat balasan berupa diampuni dosanya serta ditinggikan derajatnya dan berlaku sebaliknya. Bencana banjir ini dapat mengakibatkan beberapa kerugian di lingkungan selain itu banjir dapat memakan korban jiwa. Sesuai kaidah fikih yang memiliki arti “Bahaya dicegah sebisa mungkin” berbagai macam bentuk kerugian dapat diantisipasi dengan menggunakan peramalan.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Jenis dan Sumber Data**

Jenis penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif karena data yang digunakan merupakan data dalam bentuk angka atau numerik. Berdasarkan manfaatnya penelitian ini merupakan penelitian terapan yang bertujuan untuk memberikan solusi pada suatu masalah tertentu secara praktis, tidak hanya berfokus pada pengembangan teori, ide ataupun gagasan melainkan berfokus pada penerapan dalam kehidupan sehari-hari (Dewi, 2021). Data yang digunakan merupakan data jumlah bulanan bencana banjir di Indonesia pada Tahun 2011 hingga 2021 yang diperoleh dari situs resmi Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB).

#### **3.2. Analisis Data**

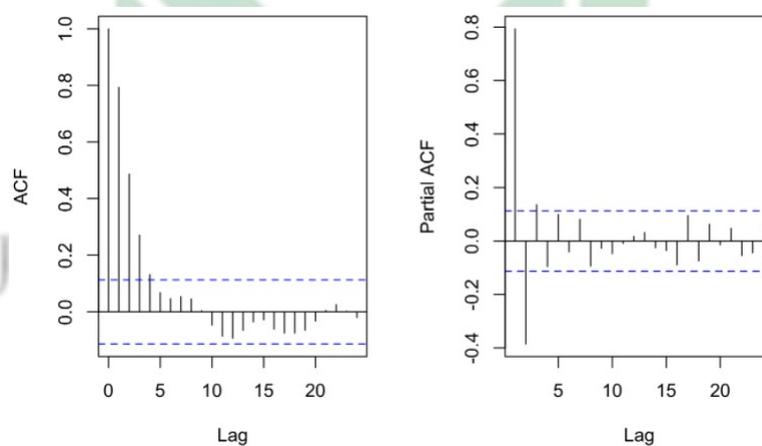
Data pada penelitian ini dibagi menjadi dua proses yaitu proses training dan testing dimana pada proses training menggunakan data tahun 2011-2019 dan proses testing menggunakan data tahun 2020-2021.

#### **3.3. Langkah Penelitian**

Berikut langkah pada peramalan bencana banjir Indonesia menggunakan metode SARIMA

1. Penggunaan data training pada bulan Januari 2011 sampai Desember 2019.

2. Mengidentifikasi apakah data yang digunakan stasioner atau belum stasioner, jika data belum stasioner maka perlu dilakukan proses berikut:
  - (a) Stasioner terhadap varians, apabila data diidentifikasi belum stasioner terhadap varians maka perlu dilakukan tahap transformasi menggunakan *Box-Cox Transformation*, data dapat dikatakan stasioner terhadap varians apabila nilai pada *rounded value* ( $\lambda$ ) = 1.
  - (b) Stasioner terhadap rata-rata, apabila data diidentifikasi belum stasioner terhadap rata-rata maka perlu dilakukannya proses *differencing*.
3. Membuat plot ACF dan PACF pada bagian non-musiman dan musiman dari plot tersebut dapat dilakukan pemilihan beberapa model sementara. Pada pemilihan model tersebut terdapat istilah *cutt off* dan *dies down*, berikut contoh polanya



**Gambar 3.1 Identifikasi Plot *cutt off* dan *dies down***

Pada Gambar 3.1 terdapat 2 contoh plot yaitu plot ACF (sebelah kiri) dan plot PACF (sebelah kanan), dimana pada plot ACF (sebelah kiri) mengidentifikasi bahwasannya plot tersebut bersifat *dies down* atau turun secara perlahan mendekati angka nol sedangkan plot plot PACF (sebelah

kanan) mengidentifikasi bahwasannya plot tersebut bersifat *cutt off* atau turun secara cepat mendekati nol. Menurut (Gaynor and Kirkpatrick, 1994) pemilihan model pada metode SARIMA dapat dipilih dengan beberapa kriteria yaitu

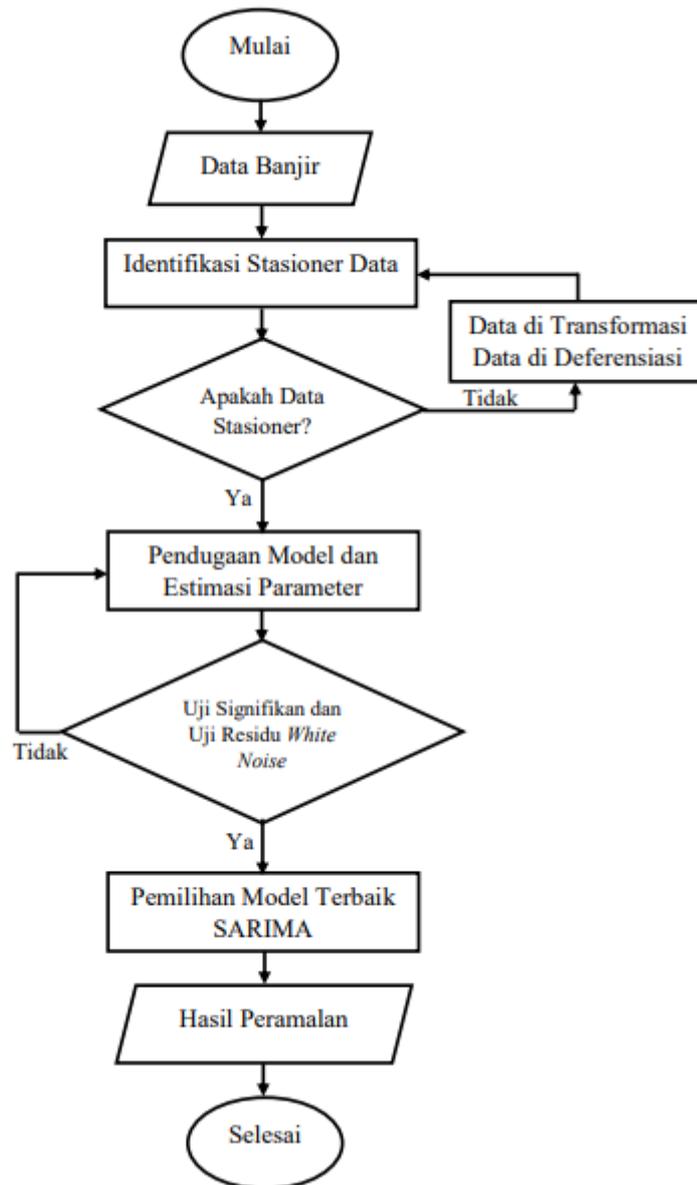
- (a) Jika pada plot ACF menunjukkan pola mendekati nol secara perlahan (*dies down*) dan plot PACF menunjukkan pola mendekati nol secara cepat (*cutt off*) pada lag 1 atau 2 kemudian lag musiman tidak signifikan, maka model AR(p) pada non-musiman  $p = 1$  atau  $p = 2$ .
- (b) Jika pada plot ACF menunjukkan pola mendekati nol secara perlahan (*dies down*) dan plot PACF menunjukkan pola mendekati nol secara cepat (*cutt off*) setelah lag musiman kemudian pada lag non-musiman tidak signifikan, maka model AR(P) pada musiman  $P = 1$ .
- (c) Jika pada plot ACF menunjukkan pola mendekati nol secara perlahan (*dies down*) dan plot PACF menunjukkan pola mendekati nol secara cepat (*cutt off*) setelah lag musiman dan non-musiman menunjukkan pola mendekati nol secara cepat (*cutt off*) setelah lag 1 atau 2, maka model AR(p) pada non-musiman dan AR(P) pada musiman menunjukkan hasil  $p = 1$  atau 2 dan  $P = 1$ .
- (d) Jika data stasioner terhadap rata-rata setelah dilakukannya proses *differencing* pada plot musiman dan non-musiman sebanyak satu kali maka  $d = D = 1$  akan tetapi jika proses *differencing* dilakukan sebanyak dua kali maka  $d = D = 2$ , dan seterusnya.
- (e) Jika pada plot ACF menunjukkan pola mendekati nol secara cepat (*cutt off*) setelah lag 1 atau 2, lag pada musiman tidak signifikan dan plot PACF menunjukkan pola mendekati nol secara perlahan (*dies down*),

maka model MA( $q$ ) pada non-musiman  $q = 1$  atau  $q = 2$ .

(f) Jika pada plot ACF menunjukkan pola mendekati nol secara cepat (*cutt off*) setelah lag musiman, lag pada non-musiman tidak signifikan dan plot PACF menunjukkan pola mendekati nol secara perlahan (*dies down*), maka model MA( $Q$ ) pada musiman  $Q = 1$ .

(g) Jika pada plot ACF menunjukkan pola mendekati nol secara cepat (*cutt off*) setelah lag musiman, lag pada non-musiman berpola (*cutt off*) setelah lag 1 atau 2, maka model MA( $q$ ) pada non-musiman dan MA( $Q$ ) pada musiman menunjukkan hasil  $q = 1$  atau 2 dan  $Q = 1$ . Setelah mencari model SARIMA utama, selanjutnya lakukan beberapa estimasi model yang telah diperoleh dari tahap sebelumnya.

4. Selanjutnya lakukan dua pengujian model yaitu uji signifikan dan uji residu white noise, jika telah memenuhi uji signifikan dan uji residu white noise maka dapat dilanjutkan ke proses selanjutnya.
5. Menguji kecocokan model SARIMA, jika model tidak memenuhi dua pengujian pada tahap sebelumnya maka perlu dilakukan estimasi model kembali hingga model tersebut memenuhi dua pengujian yaitu uji signifikan dan uji residu white noise.
6. Menghitung nilai error (MAPE) menggunakan data testing (2020-2021) dengan model yang telah terpilih.
7. Lakukan peramalan bencana banjir Indonesia pada satu tahun kedepan yaitu tahun 2022.



Gambar 3.2 Diagram Alir pada metode SARIMA

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Karakteristik Data Jumlah Kejadian Bencana Banjir Indonesia

Data yang digunakan merupakan data jumlah bencana banjir Indonesia pada bulan Januari 2011 hingga Desember 2021 dengan tipe data per bulan, kemudian data ini dibagi menjadi dua proses yaitu proses *training* dan *testing* dimana pada proses *training* menggunakan data tahun 2011 hingga 2019, kemudian proses *testing* menggunakan data tahun 2020 dan 2021, berikut data yang akan digunakan

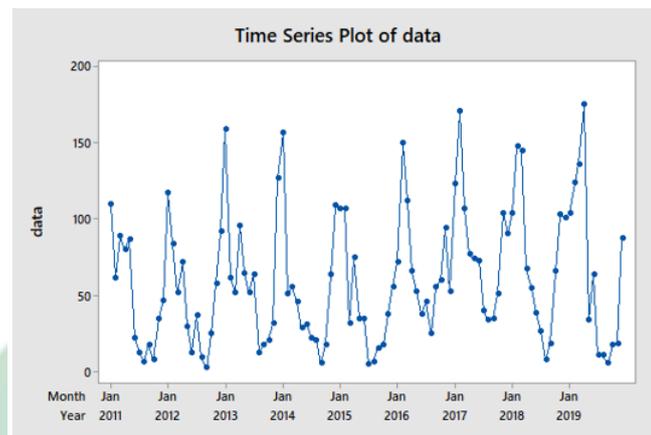
Tabel 4.1 data jumlah bencana banjir Indonesia

| Bulan     | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Januari   | 110  | 117  | 159  | 157  | 107  | 72   | 123  | 104  | 104  | 186  | 166  |
| Februari  | 62   | 84   | 62   | 51   | 107  | 150  | 171  | 148  | 124  | 283  | 133  |
| Maret     | 89   | 52   | 52   | 56   | 32   | 112  | 107  | 145  | 136  | 134  | 123  |
| April     | 80   | 72   | 96   | 46   | 75   | 66   | 77   | 68   | 175  | 117  | 79   |
| Mei       | 87   | 30   | 65   | 29   | 35   | 53   | 74   | 55   | 34   | 155  | 82   |
| Juni      | 22   | 13   | 52   | 31   | 35   | 38   | 73   | 39   | 64   | 103  | 35   |
| Juli      | 13   | 37   | 64   | 22   | 5    | 46   | 40   | 27   | 11   | 87   | 45   |
| Agustus   | 7    | 10   | 13   | 21   | 7    | 25   | 34   | 8    | 11   | 26   | 10   |
| September | 18   | 3    | 18   | 6    | 16   | 56   | 35   | 19   | 6    | 74   | 8    |
| Oktober   | 8    | 25   | 21   | 18   | 18   | 60   | 51   | 66   | 18   | 86   | 7    |
| November  | 35   | 58   | 32   | 64   | 38   | 94   | 104  | 103  | 19   | 120  | 15   |
| Desember  | 47   | 92   | 127  | 109  | 56   | 53   | 91   | 101  | 88   | 148  | 11   |

Pada tabel diatas menunjukkan data bencana banjir Indonesia tahun 2011 hingga 2021 dengan total 132 bulan, pada 11 tahun terakhir tersebut dapat dilihat data banjir paling banyak terjadi pada bulan Januari atau Februari hal tersebut terjadi karena pada bulan tersebut merupakan bulan terjadinya musim hujan yaitu pada bulan Oktober hingga Maret.

## 4.2. Identifikasi Plot

Dilakukannya identifikasi plot *time series* pada data bertujuan untuk melihat apakah data bencana banjir yang akan digunakan apakah mengandung pola musiman atau tidak. Berikut plot *time series* pada data banjir yang akan digunakan



Gambar 4.1 Plot *Time Series* pada Data Banjir Indonesia

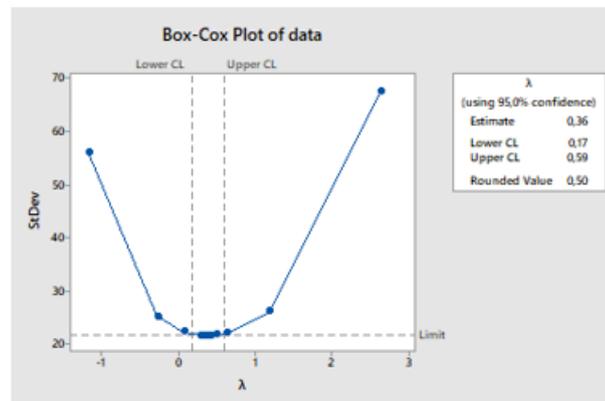
Plot pada Gambar 4.1 merupakan plot data *time series* bencana banjir Indonesia pada tahun 2011-2019 (108 data) saja karena data tersebut akan digunakan untuk membangun model. Plot tersebut menunjukkan adanya pola musiman dilihat dari adanya data yang naik turun, pola musiman dapat diketahui dari pola data yang mengalami naik turun dalam jangka waktu yang tetap, pada plot data tersebut mengalami peningkatan pada bulan Januari atau Februari dimana bulan tersebut merupakan bulan terjadinya musim hujan yaitu sekitar bulan Oktober hingga Maret.

## 4.3. Identifikasi stasioner data

Pada tahap ini data akan diidentifikasi apakah data tersebut telah stasioner terhadap rata-rata maupun varians, apabila data belum stasioner maka perlu dilakukannya stasioner kembali hingga data tersebut stasioner.

### 1. Stasioner terhadap varians

Berikut proses identifikasi stasioner terhadap varians menggunakan Box-Cox.



**Gambar 4.2** Box-Cox pada Data Bencana Banjir Indonesia

Pada Gambar 4.2 diperoleh menggunakan data training (2011-2019) yang menghasilkan nilai pada *Rounded Value* atau  $\lambda = 0,50$  hal ini mengartikan bahwasannya data belum stasioner terhadap varians karena nilai  $\lambda$  atau *Rounded Value* tidak sama dengan 1. Oleh karena itu perlu dilakukannya transformasi, berikut tabel hasil dan perhitungan manual menggunakan Persamaan 2.1 dengan input data aktual pada Tabel 4.1

$$x_t = Y_t^\lambda$$

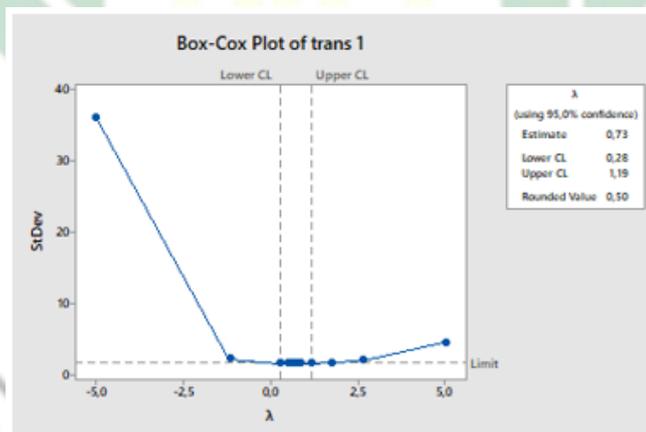
$$x_1 = Y_1^\lambda = 110^{0,5} = 10,4881$$

$$x_2 = Y_2^\lambda = 62^{0,5} = 7,8740$$

$$x_3 = Y_3^\lambda = 89^{0,5} = 9,4340$$

Tabel 4.2 Hasil setelah ditransormasi sebanyak 1

| Data ke- | Hasil Transformasi |
|----------|--------------------|
| 1        | 10,4881            |
| 2        | 7,8740             |
| 3        | 9,4340             |
| 4        | 8,9443             |
| 5        | 9,3274             |
| :        | :                  |
| 107      | 4,3589             |
| 108      | 9,3808             |



Gambar 4.3 Box-Cox setelah ditransormasi sebanyak 1

Gambar 4.3 menghasilkan nilai *Rounded Value* atau  $\lambda = 0,50$  hal ini mengartikan bahwasannya data belum stasioner terhadap varians. Oleh karena itu perlu dilakukannya transformasi kedua, berikut tabel hasil dan

perhitungan manual menggunakan Persamaan 2.1 dengan input Tabel 4.2

$$x_t = Y_t^\lambda$$

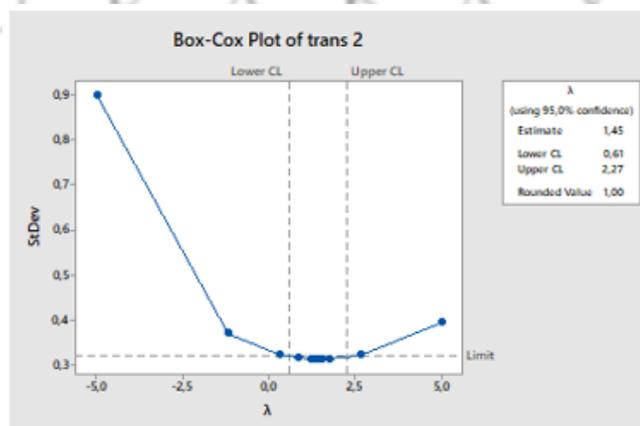
$$x_1 = Y_1^\lambda = 10,4881^{0,5} = 3,23853$$

$$x_2 = Y_2^\lambda = 7,8740^{0,5} = 2,80607$$

$$x_3 = Y_3^\lambda = 9,4340^{0,5} = 3,07148$$

**Tabel 4.3 Hasil setelah ditransormasi sebanyak 2**

| Data ke- | Hasil Transformasi |
|----------|--------------------|
| 1        | 3,23853            |
| 2        | 2,80607            |
| 3        | 3,07148            |
| 4        | 2,99070            |
| 5        | 3,05408            |
| :        | :                  |
| 107      | 2,08780            |
| 108      | 3,06281            |



**Gambar 4.4 Box-Cox setelah ditransormasi sebanyak 2**

Gambar 4.3 menghasilkan nilai *Rounded Value* atau  $\lambda = 1$  hal ini mengartikan bahwasannya data telah stasioner terhadap varians setelah dilakukan transformasi sebanyak dua kali.

## 2. Stasioner terhadap rata-rata

Setelah dilakukannya proses identifikasi data stasioner terhadap varians, selanjutnya melakukan kestasioneran data terhadap rata-rata atau *mean* dengan melakukan proses *differencing* menggunakan Persamaan 2.2 dengan input berdasarkan hasil transformasi pada Tabel 4.3, berikut merupakan contoh perhitungan manual dan tabel hasilnya

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$$

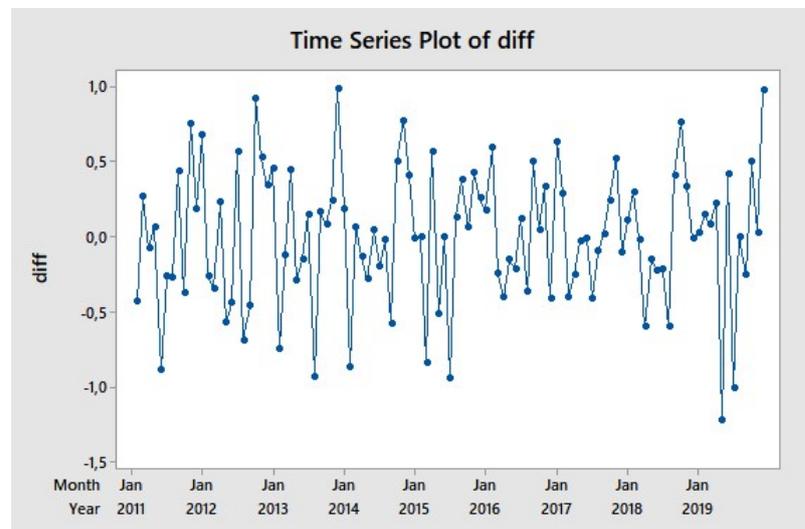
$$\Delta Y_1 = Y_1 - Y_0$$

$$\Delta Y_2 = Y_2 - Y_1 = 2,80607 - 3,23853 = -0,43247$$

**Tabel 4.4 hasil *differencing* berdasarkan data transformasi 2**

| Data ke- | Hasil <i>differencing</i> |
|----------|---------------------------|
| 2        | -0,43247                  |
| 3        | 0,26541                   |
| 4        | -0,08078                  |
| 5        | 0,06338                   |
| 6        | -0,88834                  |
| :        | :                         |
| 107      | 0,02803                   |
| 108      | 0,97502                   |

dan berikut merupakan plot berdasarkan Tabel 4.4



**Gambar 4.5** Plot hasil *differencing* berdasarkan data transformasi 2

Gambar 4.5 menunjukkan bahwasannya data telah stasioner terhadap rata-rata karena naik turun atau fluktuasi pada data terjadi secara teratur dan tidak terdapat pola *trend* didalamnya dan berikut hasil *p-value* pada uji *Philips-Perron* menggunakan Persamaan 2.4

|                                | Adj. t-Stat | Prob.* |
|--------------------------------|-------------|--------|
| Phillips-Perron test statistic | -4.926647   | 0.0001 |
| Test critical values:          |             |        |
| 1% level                       | -3.492523   |        |
| 5% level                       | -2.888669   |        |
| 10% level                      | -2.581313   |        |

**Gambar 4.6** Uji *Philips-Perron* berdasarkan data transformasi 2

Pada Gambar 4.6 menghasilkan nilai  $p - value = 0,0001$  yang artinya data telah stasioner terhadap rata-rata karena nilai pada  $p - value < \alpha(0,05)$ .

#### 4.4. Identifikasi Model Sementara

Setelah data diidentifikasi stasioner terhadap varians dan rata-rata, maka selanjutnya mencari model dengan menggunakan  $(p, d, q)(P, D, Q)^s$ , dimana  $p$  merupakan AR non-musiman,  $P$  merupakan AR musiman,  $q$  merupakan MA non-musiman,  $Q$  merupakan MA musiman sedangkan  $d$  merupakan *differencing* pada non-musiman dan  $D$  merupakan *differencing* pada musiman. Berikut contoh perhitungan manual ACF menggunakan Persamaan 2.5 dengan input data jumlah bencana banjir Indonesia.

$$\begin{aligned}\rho_k &= \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \bar{Y}_t)(Y_{t+k} - \bar{Y}_t)}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y}_t)^2} \\ \rho_1 &= \frac{((110 - 66,54)(62 - 66,54)) + \dots + ((15 - 66,54)(11 - 66,54))}{(110 - 66,54)^2 + \dots + (11 - 66,54)^2} \\ &= 0,654501\end{aligned}$$

Dan berikut merupakan contoh perhitungan manual PACF menggunakan Persamaan 2.6 dengan input data jumlah bencana banjir Indonesia.

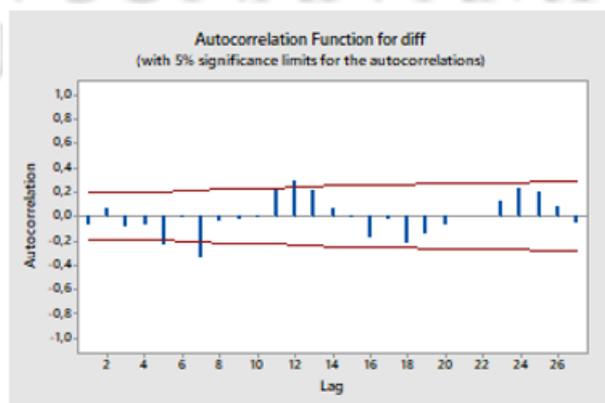
$$\begin{aligned}\phi_{kk} &= \frac{\rho_k - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_{k-j}} \\ \phi_{11} &= \rho_1 \\ &= 0,654501 \\ \phi_{22} &= \frac{0,379501 - 0,654501^2}{1 - 0,654501^2} \\ &= -0,0854936\end{aligned}$$

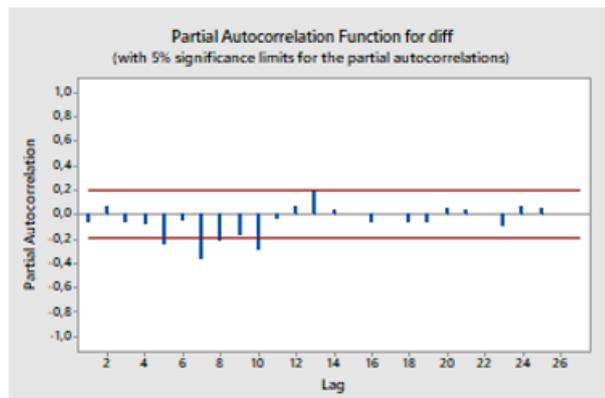
Setelah dilakukan perhitungan manual, berikut tabel hasil ACF dan PACF.

Tabel 4.5 Sampel Hasil ACF dan PACF

| Lag | ACF      | PACF     |
|-----|----------|----------|
| 1   | 0,654501 | 0,654501 |
| 2   | 0,379501 | -0,08549 |
| 3   | 0,054398 | -0,28067 |
| 4   | -0,20141 | -0,18801 |
| 5   | -0,41044 | -0,21731 |
| 6   | -0,4396  | -0,016   |
| 7   | -0,46607 | -0,20469 |
| 8   | -0,25286 | 0,175393 |
| 9   | -0,02857 | 0,093912 |
| 10  | 0,225219 | 0,126397 |
| 11  | 0,480563 | 0,304272 |
| 12  | 0,587457 | 0,086608 |
| :   | :        | :        |

Berikut plot ACF dan PACF non-musiman berdasarkan Tabel 4.5

Gambar 4.7 Plot ACF pada proses *differencing* non-musiman



**Gambar 4.8** Plot PACF pada proses *differencing* non-musiman

Berdasarkan Gambar 4.7 pada plot ACF terjadi *cut-off* setelah lag pertama sehingga didapatkan  $MA(q) = 1$ , kemudian pada Gambar 4.8 pada plot PACF terjadi *cut-off* setelah lag pertama sehingga didapatkan  $AR(p) = 1$  dan jumlah *differencing* sebanyak satu kali maka nilai  $d = 1$ . Berdasarkan plot ACF PACF pada bagian non-musiman dan proses *differencing* tersebut diperoleh model  $(p, d, q)$  yaitu  $(1, 1, 1)$ .

Kemudian data jumlah bencana banjir Indonesia merupakan data musiman atau seasonal, oleh karena itu perlu dilakukan proses *differencing* pada lag ke-12. Menggunakan lag ke-12 karena pada data jumlah bencana banjir Indonesia merupakan pola tiap bulan yang diambil pada periode tahunan. Berikut merupakan contoh perhitungan manualnya menggunakan Persamaan 2.3 dengan input

berdasarkan hasil *differencing* pada Tabel 4.4

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-12}$$

$$\Delta Y_{13} = Y_{13} - Y_1$$

$$\Delta Y_{14} = Y_{14} - Y_2$$

$$= -0,26147 - (-0,43247)$$

$$= 0,17100$$

$$\Delta Y_{15} = Y_{15} - Y_3$$

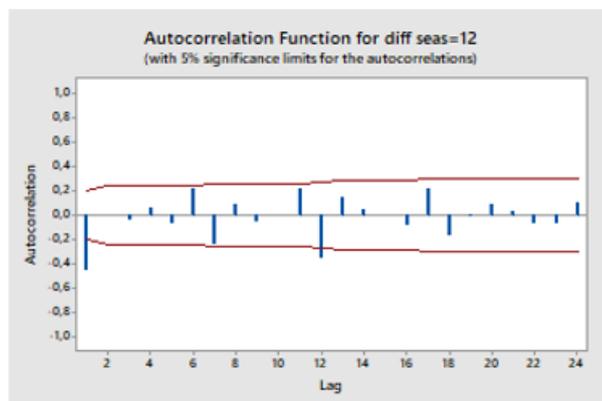
$$= -0,34205 - 0,26541$$

$$= -0,60746$$

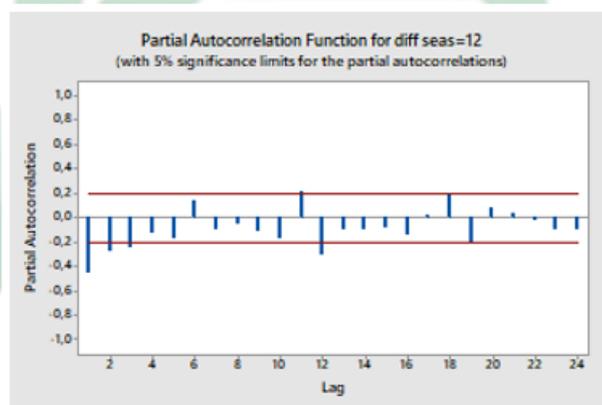
Berikut tabel hasil dan plot ACF PACF pada lag musiman.

**Tabel 4.6 hasil *differencing* musiman**

| Data ke- | Hasil    |
|----------|----------|
| 14       | 0,17100  |
| 15       | -0,60746 |
| 16       | 0,30838  |
| 17       | -0,63598 |
| 18       | 0,44682  |
| :        | :        |
| 107      | -0,30743 |
| 108      | 0,99060  |



Gambar 4.9 Plot ACF pada proses *differencing* musiman



Gambar 4.10 Plot PACF pada proses *differencing* musiman

Pada plot musiman ini dimulai dari lag 12 (karena pola musiman 12) yang dianggap sebagai lag 1, berdasarkan Gambar 4.9 pada plot ACF terjadi *cut-off* setelah lag 1 atau 2 sehingga didapatkan  $MA(Q) = 1$  atau  $MA(Q) = 2$ , kemudian pada Gambar 4.10 pada plot PACF terjadi *dies-down* sehingga didapatkan  $AR(P) = 0$  dan jumlah *differencing* sebanyak satu kali maka nilai  $D = 1$ . Berdasarkan plot ACF PACF pada bagian musiman dan proses *differencing* tersebut diperoleh model  $(P, D, Q)^s$  yaitu  $(0, 1, 1)^{12}$  dan  $(0, 1, 2)^{12}$ .

Berdasarkan penjelasan ACF dan PACF bagian non-musiman maupun musiman diperoleh model SARIMA sempurna  $(p, d, q)(P, D, Q)^s$  yaitu  $(1, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$ ,  $(1, 1, 1)(0, 1, 2)^{12}$  dan beberapa model lainnya yaitu

$(1, 1, 1)(0, 1, 0)^{12}$ ,  $(0, 1, 1)(0, 1, 0)^{12}$ ,  $(0, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$ ,  $(0, 1, 1)(0, 1, 2)^{12}$ ,  
 $(1, 1, 0)(0, 1, 0)^{12}$ ,  $(1, 1, 0)(0, 1, 1)^{12}$ ,  $(1, 1, 0)(0, 1, 2)^{12}$ ,  $(0, 1, 0)(0, 1, 1)^{12}$  dan  
 $(0, 1, 0)(0, 1, 1)^{12}$ .

Beberapa model lainnya tersebut didapat dari model SARIMA sempurna, sebagai contoh model  $(p, d, q)$  yaitu  $(0, 1, 2)$  dimana nilai  $p = 0$  yang artinya nilai  $p$  hanya dapat dimasukan angka 0 saja, kemudian nilai  $q = 2$  yang artinya nilai  $q$  dapat dimasukan angka 0, 1 dan 2 saja. Aturan tersebut juga berlaku pada model  $(P, D, Q)$  akan tetapi nilai pada  $d, D$  dan  $s$  tidak boleh dirubah. Dari beberapa model diatas dapat juga ditulis menggunakan Persamaan 2.23, berikut contoh perhitungan pada model  $(1, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$

$$\phi_p(B)(1 - B)^d(1 - B^s)^DY_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)\varepsilon_t$$

$$(1 - \phi_1(B))(1 - B)^1(1 - B^{12})^1Y_t = (1 - \theta_1(B))(1 - \Theta_1(B^{12}))\varepsilon_t$$

$$(1 - B^{12} - B + B^{13} - \phi_1 B + \phi_1 B^{13} + \phi_1 B^2 + \phi_1 B^{14})Y_t = (1 - \Theta_1 B^{12} - \theta_1 B + \theta_1 \Theta_1 B^{13})\varepsilon_t$$

dengan menggunakan Persamaan 2.24 yaitu  $BY_t = BY_{t-1}$ , maka

$$Y_t - Y_{t-12} - Y_{t-1} + Y_{t-13} - \phi_1 Y_{t-1} + \phi_1 Y_{t-13} + \phi_1 Y_{t-2} + \phi_1 Y_{t-14} = \varepsilon_t - \Theta_1 \varepsilon_{t-12} - \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_1 \Theta_1 \varepsilon_{t-13}$$

$$Y_t = Y_{t-12} + Y_{t-1} - Y_{t-13} + \phi_1 Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-13} - \phi_1 Y_{t-2} - \phi_1 Y_{t-14} + \varepsilon_t - \Theta_1 \varepsilon_{t-12} - \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_1 \Theta_1 \varepsilon_{t-13}$$

dan berikut merupakan tabel bentuk matamatis dari beberapa model SARIMA yang telah diperoleh pada langkah sebelumnya

Tabel 4.7 Bentuk Matematis pada Model SARIMA

| Model SARIMA              | Bentuk Matematis   |
|---------------------------|--|
| $(1, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$ | $Y_t = Y_{t-12} + Y_{t-1} - Y_{t-13} + \phi_1 Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-13} - \phi_1 Y_{t-2} - \phi_1 Y_{t-14} + \varepsilon_t - \Theta_1 \varepsilon_{t-12} - \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_1 \Theta_1 \varepsilon_{t-13}$  |
| $(1, 1, 1)(0, 1, 0)^{12}$ | $Y_t = Y_{t-12} + Y_{t-1} - Y_{t-13} + \phi_1 Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-13} - \phi_1 Y_{t-2} - \phi_1 Y_{t-14} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$   |
| $(1, 1, 1)(0, 1, 2)^{12}$ | $Y_t = Y_{t-12} + Y_{t-1} - Y_{t-13} + \phi_1 Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-13} - \phi_1 Y_{t-2} - \phi_1 Y_{t-14} + \varepsilon_t - \Theta_1 \varepsilon_{t-12} - \Theta_2 \varepsilon_{t-24} - \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_1 \Theta_1 \varepsilon_{t-13} + \theta_1 \Theta_2 \varepsilon_{t-25}$ |
| $(0, 1, 1)(0, 1, 0)^{12}$ | $Y_t = Y_{t-12} + Y_{t-1} - Y_{t-13} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$   |
| $(0, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$ | $Y_t = Y_{t-12} + Y_{t-1} - Y_{t-13} + \varepsilon_t - \Theta_1 \varepsilon_{t-12} - \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_1 \Theta_1 \varepsilon_{t-13}$  |
| $(0, 1, 1)(0, 1, 2)^{12}$ | $Y_t = Y_{t-12} + Y_{t-1} - Y_{t-13} + \varepsilon_t - \Theta_1 \varepsilon_{t-12} - \Theta_2 \varepsilon_{t-24} - \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_1 \Theta_1 \varepsilon_{t-13} + \theta_1 \Theta_2 \varepsilon_{t-25}$   |
| $(1, 1, 0)(0, 1, 0)^{12}$ | $Y_t = Y_{t-12} + Y_{t-1} - Y_{t-13} + \phi_1 Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-13} - \phi_1 Y_{t-2} - \phi_1 Y_{t-14} + \varepsilon_t$  |
| $(1, 1, 0)(0, 1, 1)^{12}$ | $Y_t = Y_{t-12} + Y_{t-1} - Y_{t-13} + \phi_1 Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-13} - \phi_1 Y_{t-2} - \phi_1 Y_{t-14} + \varepsilon_t - \Theta_1 \varepsilon_{t-12}$  |
| $(1, 1, 0)(0, 1, 2)^{12}$ | $Y_t = Y_{t-12} + Y_{t-1} - Y_{t-13} + \phi_1 Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-13} - \phi_1 Y_{t-2} - \phi_1 Y_{t-14} + \varepsilon_t - \Theta_1 \varepsilon_{t-12} - \Theta_1 \varepsilon_{t-24}$  |
| $(0, 1, 0)(0, 1, 1)^{12}$ | $Y_t = Y_{t-12} + Y_{t-1} - Y_{t-13} + \varepsilon_t - \Theta_1 \varepsilon_{t-12}$  |
| $(0, 1, 0)(0, 1, 2)^{12}$ | $Y_t = Y_{t-12} + Y_{t-1} - Y_{t-13} + \varepsilon_t - \Theta_1 \varepsilon_{t-12} - \Theta_2 \varepsilon_{t-24}$  |

#### 4.5. Uji Signifikan Parameter Model

Model dapat dikatakan signifikan jika nilai pada  $p - value < 0,05$ . Dalam pengujian parameter dapat menggunakan hipotesis berikut:

$H_0$  : estimasi parameter = 0 (Parameter tidak signifikan terhadap model)

$H_1$  : estimasi parameter  $\neq 0$  (Parameter signifikan terhadap model)

Kemudian  $H_0$  ditolak jika  $p - value < 0,05$  atau dengan uji statistik yaitu  $t - hitung > t - tabel$ . Berikut merupakan pendugaan model yang diperkirakan cocok untuk digunakan

##### 1. Model SARIMA (1, 1, 1)(0, 1, 1)<sup>12</sup>

Berikut hasil dan perhitungan manual pada model SARIMA (1, 1, 1)(0, 1, 1)<sup>12</sup>

| Type   | Coef   | SE Coef | T-Value | P-Value |
|--------|--------|---------|---------|---------|
| AR 1   | 0,164  | 0,108   | 1,52    | 0,131   |
| MA 1   | 0,9679 | 0,0301  | 32,15   | 0,000   |
| SMA 12 | 0,7776 | 0,0946  | 8,22    | 0,000   |

Gambar 4.11 Uji Signifikan Model SARIMA (1, 1, 1)(0, 1, 1)<sup>12</sup>

Berikut contoh perhitungan manual  $t - tabel$  pada Persamaan 2.25 dan  $t - hitung$  Persamaan 2.27 pada parameter AR 1 dengan input  $\alpha = 0,05$ ,  $n = 108$ ,  $k = 2$

$$t - hitung = \frac{\phi}{SE(\phi)} = \frac{0,164}{0,108} = 1,52$$

$$| t - hitung | < t - tabel$$

$$1,52 < t_{\frac{\alpha}{2}, df=n-k}$$

$$1,52 < t_{0,025, 106}$$

$$1,52 < 1,98259$$

Begitu pula perhitungan pada parameter MA 1 dan SMA 12.

Berdasarkan hasil uji signifikan tersebut nilai pada parameter AR 1 menghasilkan nilai  $p - value = 0,131 > 0,05$  dan diperoleh  $t - hitung = 1,52 < 1,98259$  sehingga tidak signifikan terhadap model karena  $p - value > 0,05$  dan  $t - hitung < t - tabel$ . Kemudian nilai pada parameter MA 1 menghasilkan  $p - value = 0 < 0,05$  dan  $t - hitung = 32,15 > 1,98259$  sehingga signifikan terhadap model karena  $p - value < 0,05$  dan  $t - hitung > t - tabel$ . Kemudian nilai pada parameter SMA 12 menghasilkan  $p - value = 0 < 0,05$  dan  $t - hitung = 8,22 > 1,98259$  sehingga signifikan terhadap model karena  $p - value < 0,05$  dan  $t - hitung > t - tabel$ . Berikut Tabel kesimpulan dari penjelasan diatas agar lebih mudah untuk difahami, dimana TS untuk tidak Signifikan dan S untuk Signifikan.

**Tabel 4.8 Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA (1, 1, 1)(0, 1, 1)<sup>12</sup>**

| Parameter | Estimasi | SE Estimasi | T-Hitung | P-Hitung | Keterangan |
|-----------|----------|-------------|----------|----------|------------|
| AR 1      | 0,164    | 0,108       | 1,52     | 0,131    | TS         |
| MA 1      | 0,9679   | 0,0301      | 32,15    | 0,000    | S          |
| SMA 12    | 0,7776   | 0,0946      | 8,22     | 0,000    | S          |

Pada Tabel tersebut terdapat parameter yang tidak signifikan maka model (1, 1, 1)(0, 1, 1)<sup>12</sup> tidak dapat digunakan pada peramalan ini karena tidak memenuhi syarat uji signifikan.

## 2. Model SARIMA (1, 1, 1)(0, 1, 2)<sup>12</sup>

Berikut hasil dan perhitungan manual pada model SARIMA

$(1, 1, 1)(0, 1, 2)^{12}$

| Type   | Coef    | SE Coef | T-Value | P-Value |
|--------|---------|---------|---------|---------|
| AR 1   | 0,187   | 0,105   | 1,79    | 0,077   |
| MA 1   | 1,00315 | 0,00137 | 731,96  | 0,000   |
| SMA 12 | 0,555   | 0,122   | 4,55    | 0,000   |
| SMA 24 | 0,249   | 0,135   | 1,85    | 0,068   |

**Gambar 4.12 Uji Signifikan Model SARIMA  $(1, 1, 1)(0, 1, 2)^{12}$**

Berikut contoh perhitungan manual  $t$  – *tabel* pada Persamaan 2.25 dan  $t$  – *hitung* Persamaan 2.27 dan  $t$  – *hitung* pada parameter AR 1 dengan input  $\alpha = 0,05$ ,  $n = 108$ ,  $k = 2$

$$t - \text{hitung} = \frac{\phi}{SE(\phi)} = \frac{0,187}{0,105} = 1,79$$

$$|t - \text{hitung}| < t - \text{tabel}$$

$$1,79 < t_{\frac{\alpha}{2}, df=n-k}$$

$$1,79 < t_{0,025, 106}$$

$$1,79 < 1,98259$$

Begitu pula perhitungan pada parameter MA 1, SMA 12 dan SMA 24.

Berdasarkan hasil uji signifikan tersebut nilai pada parameter AR 1 menghasilkan nilai  $p - \text{value} = 0,077 > 0,05$  dan diperoleh  $t - \text{hitung} = 1,79 < 1,98259$  sehingga tidak signifikan terhadap model karena  $p - \text{value} > 0,05$  dan  $t - \text{hitung} < t - \text{tabel}$ . Kemudian nilai pada parameter MA 1 menghasilkan  $p - \text{value} = 0 < 0,05$  dan  $t - \text{hitung} = 731,96 > 1,98259$  sehingga signifikan terhadap model karena  $p - \text{value} < 0,05$  dan  $t - \text{hitung} > t - \text{tabel}$ . Kemudian nilai pada parameter SMA 12 menghasilkan  $p - \text{value} = 0 < 0,05$  dan

$t - hitung = 4,55 > 1,98259$  sehingga signifikan terhadap model karena  $p - value < 0,05$  dan  $t - hitung > t - tabel$ . Kemudian nilai pada parameter SMA 24 menghasilkan nilai  $p - value = 0,068 > 0,05$  dan diperoleh  $t - hitung = 1,85 < 1,98259$  sehingga tidak signifikan terhadap model karena  $p - value > 0,05$  dan  $t - hitung < t - tabel$ . Berikut Tabel kesimpulan dari penjelasan diatas agar lebih mudah untuk difahami, dimana TS untuk tidak Signifikan dan S untuk Signifikan.

**Tabel 4.9 Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA (1, 1, 1)(0, 1, 2)<sup>12</sup>**

| Parameter | Estimasi | SE Estimasi | T-Hitung | P-Hitung | Keterangan |
|-----------|----------|-------------|----------|----------|------------|
| AR 1      | 0,187    | 0,105       | 1,79     | 0,077    | TS         |
| MA 1      | 1,00315  | 0,00137     | 731,96   | 0,000    | S          |
| SMA 12    | 0,555    | 0,122       | 4,55     | 0,000    | S          |
| SMA 24    | 0,249    | 0,135       | 1,85     | 0,068    | TS         |

Pada Tabel tersebut terdapat parameter yang tidak signifikan maka model (1, 1, 1)(0, 1, 2)<sup>12</sup> tidak dapat digunakan pada peramalan ini karena tidak memenuhi syarat uji signifikan.

### 3. Model SARIMA (1, 1, 1)(0, 1, 0)<sup>12</sup>

Berikut hasil dan perhitungan manual pada model SARIMA (1, 1, 1)(0, 1, 0)<sup>12</sup>

| Type | Coef   | SE Coef | T-Value | P-Value |
|------|--------|---------|---------|---------|
| AR 1 | 0,169  | 0,107   | 1,58    | 0,116   |
| MA 1 | 0,9644 | 0,0424  | 22,73   | 0,000   |

**Gambar 4.13 Uji Signifikan Model SARIMA (1, 1, 1)(0, 1, 0)<sup>12</sup>**

Berikut contoh perhitungan manual  $t - tabel$  pada Persamaan 2.25 dan  $t - hitung$  Persamaan 2.27 dan  $t - hitung$  pada parameter AR 1 dengan input  $\alpha = 0,05$ ,  $n = 108$ ,  $k = 2$

$$t - hitung = \frac{\phi}{SE(\phi)} = \frac{0,169}{0,107} = 1,58$$

$$| t - hitung | < t - tabel$$

$$1,58 < t_{\frac{\alpha}{2}, df=n-k}$$

$$1,58 < t_{0,025, 106}$$

$$1,58 < 1,98259$$

Begitu pula perhitungan pada parameter MA 1. Berdasarkan hasil uji signifikan tersebut nilai pada parameter AR 1 menghasilkan  $p - value = 0,116 > 0,05$  dan  $t - hitung = 1,58 < 1,98259$  sehingga tidak signifikan terhadap model karena  $p - value > 0,05$  dan  $t - hitung < t - tabel$ . Kemudian pada parameter MA 1 menghasilkan  $p - value = 0 < 0,05$  dan  $t - hitung = 22,73 > 1,98259$  sehingga signifikan terhadap model karena  $p - value < 0,05$  dan  $t - hitung > t - tabel$ . Berikut Tabel kesimpulan dari penjelasan diatas agar lebih mudah untuk difahami, dimana TS untuk tidak Signifikan dan S untuk Signifikan.

**Tabel 4.10 Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA (1, 1, 1)(0, 1, 0)<sup>12</sup>**

| Parameter | Estimasi | SE Estimasi | T-Hitung | P-Hitung | Keterangan |
|-----------|----------|-------------|----------|----------|------------|
| AR 1      | 0,169    | 0,107       | 1,58     | 0,116    | TS         |
| MA 1      | 0,9644   | 0,0424      | 22,73    | 0,000    | S          |

Pada Tabel tersebut terdapat parameter yang tidak signifikan maka model  $(1, 1, 1)(0, 1, 0)^{12}$  tidak dapat digunakan pada peramalan ini karena tidak memenuhi syarat uji signifikan.

#### 4. Model SARIMA $(0, 1, 1)(0, 1, 0)^{12}$

Berikut hasil dan perhitungan manual pada model SARIMA  $(0, 1, 1)(0, 1, 0)^{12}$

| Type | Coef   | SE Coef | T-Value | P-Value |
|------|--------|---------|---------|---------|
| MA 1 | 0,8547 | 0,0574  | 14,90   | 0,000   |

**Gambar 4.14 Uji Signifikan Model SARIMA  $(0, 1, 1)(0, 1, 0)^{12}$**

Berikut contoh perhitungan manual  $t - tabel$  pada Persamaan 2.25 dan  $t - hitung$  Persamaan 2.27 dan  $t - hitung$  pada parameter MA 1 dengan input  $\alpha = 0,05, n = 108, k = 2$

$$t - hitung = \frac{\phi}{SE(\phi)} = \frac{0,8547}{0,0574} = 14,90$$

$$| t - hitung | < t - tabel$$

$$14,90 > t_{\frac{\alpha}{2}, df=n-k}$$

$$14,90 > t_{0,025, 106}$$

$$14,90 > 1,98259$$

Berdasarkan hasil uji signifikan tersebut nilai pada parameter MA 1 menghasilkan  $p - value = 0 < 0,05$  dan  $t - hitung = 14,90 > 1,98259$  sehingga signifikan terhadap model karena  $p - value < 0,05$  dan  $t - hitung > t - tabel$ . Berikut Tabel kesimpulan dari penjelasan diatas agar lebih mudah untuk difahami, dimana TS untuk tidak Signifikan dan S untuk Signifikan.

**Tabel 4.11 Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA (0, 1, 1)(0, 1, 0)<sup>12</sup>**

| Parameter | Estimasi | SE Estimasi | T-Hitung | P-Hitung | Keterangan |
|-----------|----------|-------------|----------|----------|------------|
| MA 1      | 0,8547   | 0,0574      | 14,90    | 0,000    | S          |

Pada Tabel tersebut semua parameter signifikan maka model (0, 1, 1)(0, 1, 0)<sup>12</sup> dapat digunakan pada peramalan ini karena memenuhi syarat uji signifikan.

#### 5. Model SARIMA (0, 1, 1)(0, 1, 1)<sup>12</sup>

Berikut hasil dan perhitungan manual pada model SARIMA (0, 1, 1)(0, 1, 1)<sup>12</sup>

| Type   | Coef   | SE Coef | T-Value | P-Value |
|--------|--------|---------|---------|---------|
| MA 1   | 0,9646 | 0,0293  | 32,92   | 0,000   |
| SMA 12 | 0,8078 | 0,0916  | 8,82    | 0,000   |

**Gambar 4.15 Uji Signifikan Model SARIMA (0, 1, 1)(0, 1, 1)<sup>12</sup>**

Berikut contoh perhitungan manual *t* – *tabel* pada Persamaan 2.25 dan *t* – *hitung* Persamaan 2.27 dan *t* – *hitung* pada parameter MA 1 dengan input  $\alpha = 0,05$ ,  $n = 108$ ,  $k = 2$

$$t - \text{hitung} = \frac{\phi}{SE(\phi)} = \frac{0,9646}{0,0293} = 32,92$$

$$| t - \text{hitung} | < t - \text{tabel}$$

$$32,92 > t_{\frac{\alpha}{2}, df=n-k}$$

$$32,92 > t_{0,025, 106}$$

$$32,92 > 1,98259$$

Begitu pula perhitungan pada parameter SMA 12.

Berdasarkan hasil uji signifikan tersebut nilai pada parameter MA 1 menghasilkan  $p - value = 0 < 0,05$  dan  $t - hitung = 32,92 > 1,98259$ , parameter SMA 12 menghasilkan  $p - value = 0 < 0,05$  dan  $t - hitung = 8,82 > 1,98259$ . Semua parameter signifikan terhadap model karena  $p - value < 0,05$  dan  $t - hitung > t - tabel$ . Berikut Tabel kesimpulan dari penjelasan diatas agar lebih mudah untuk difahami, dimana TS untuk tidak Signifikan dan S untuk Signifikan.

**Tabel 4.12 Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA (0, 1, 1)(0, 1, 1)<sup>12</sup>**

| Parameter | Estimasi | SE Estimasi | T-Hitung | P-Hitung | Keterangan |
|-----------|----------|-------------|----------|----------|------------|
| MA 1      | 0,9646   | 0,0293      | 32,92    | 0,000    | S          |
| SMA 12    | 0,8078   | 0,0916      | 8,82     | 0,000    | S          |

Pada Tabel tersebut semua parameter signifikan maka model (0, 1, 1)(0, 1, 1)<sup>12</sup> dapat digunakan pada peramalan ini karena memenuhi syarat uji signifikan.

#### 6. Model SARIMA (0, 1, 1)(0, 1, 2)<sup>12</sup>

Berikut hasil dan perhitungan manual pada model SARIMA (0, 1, 1)(0, 1, 2)<sup>12</sup>

| Type   | Coef   | SE Coef | T-Value | P-Value |
|--------|--------|---------|---------|---------|
| MA 1   | 0,8965 | 0,0515  | 17,42   | 0,000   |
| SMA 12 | 0,565  | 0,121   | 4,66    | 0,000   |
| SMA 24 | 0,238  | 0,136   | 1,75    | 0,083   |

**Gambar 4.16 Uji Signifikan Model SARIMA (0, 1, 1)(0, 1, 2)<sup>12</sup>**

Berikut contoh perhitungan manual  $t - tabel$  pada Persamaan 2.25 dan  $t -$

*hitung* Persamaan 2.27 dan *t – hitung* pada parameter MA 1 dengan input

$$\alpha = 0,05, n = 108, k = 2$$

$$t - hitung = \frac{\phi}{SE(\phi)} = \frac{0,8965}{0,0515} = 17,42$$

$$| t - hitung | < t - tabel$$

$$17,42 > t_{\frac{\alpha}{2}, df=n-k}$$

$$17,42 > t_{0,025, 106}$$

$$17,42 > 1,98259$$

Begitu pula perhitungan pada parameter SMA 12 dan SMA 24.

Berdasarkan hasil uji signifikan tersebut nilai pada parameter MA 1 menghasilkan  $p - value = 0 < 0,05$  dan  $t - hitung = 17,42 > 1,98259$  sehingga signifikan terhadap model karena  $p - value < 0,05$  dan  $t - hitung > t - tabel$ . Kemudian nilai pada parameter SMA 12 menghasilkan  $p - value = 0 < 0,05$  dan  $t - hitung = 4,66 > 1,98259$  sehingga signifikan terhadap model karena  $p - value < 0,05$  dan  $t - hitung > t - tabel$ . Kemudian nilai pada parameter SMA 24 menghasilkan nilai  $p - value = 0,083 > 0,05$  dan diperoleh  $t - hitung = 1,75 < 1,98259$  sehingga tidak signifikan terhadap model karena  $p - value > 0,05$  dan  $t - hitung < t - tabel$ . Berikut Tabel kesimpulan dari penjelasan diatas agar lebih mudah untuk difahami, dimana TS untuk tidak Signifikan dan S untuk Signifikan.

**Tabel 4.13 Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA (0, 1, 1)(0, 1, 2)<sup>12</sup>**

| Parameter | Estimasi | SE Estimasi | T-Hitung | P-Hitung | Keterangan |
|-----------|----------|-------------|----------|----------|------------|
| MA 1      | 1,8965   | 0,0515      | 17,42    | 0,000    | S          |
| SMA 12    | 0,565    | 0,121       | 4,66     | 0,000    | S          |
| SMA 24    | 0,238    | 0,136       | 1,75     | 0,083    | TS         |

Pada Tabel tersebut terdapat parameter yang tidak signifikan maka model (0, 1, 1)(0, 1, 2)<sup>12</sup> tidak dapat digunakan pada peramalan ini karena tidak memenuhi syarat uji signifikan.

#### 7. Model SARIMA (1, 1, 0)(0, 1, 0)<sup>12</sup>

Berikut hasil dan perhitungan manual pada model SARIMA (1, 1, 0)(0, 1, 0)<sup>12</sup>

| Type | Coef    | SE Coef | T-Value | P-Value |
|------|---------|---------|---------|---------|
| AR 1 | -0,4796 | 0,0931  | -5,15   | 0,000   |

**Gambar 4.17 Uji Signifikan Model SARIMA (1, 1, 0)(0, 1, 0)<sup>12</sup>**

Berikut contoh perhitungan manual *t* – *tabel* pada Persamaan 2.25 dan *t* – *hitung* Persamaan 2.27 dan *t* – *hitung* pada parameter AR 1 dengan input  $\alpha = 0,05$ ,  $n = 108$ ,  $k = 2$

$$t - \text{hitung} = \frac{\phi}{SE(\phi)} = \frac{-0,4796}{0,0931} = -5,15$$

$$|t - \text{hitung}| < t - \text{tabel}$$

$$|-5,15| > t_{\frac{\alpha}{2}, df=n-k}$$

$$5,15 > t_{0,025, 106}$$

$$5,15 > 1,98259$$

Berdasarkan hasil uji signifikan tersebut nilai pada parameter AR 1 menghasilkan  $p - value = 0 < 0,05$  dan  $t - hitung = 5,15 > 1,98259$  sehingga signifikan terhadap model karena  $p - value < 0,05$  dan  $t - hitung > t - tabel$ . Berikut Tabel kesimpulan dari penjelasan diatas agar lebih mudah untuk difahami, dimana TS untuk tidak Signifikan dan S untuk Signifikan.

**Tabel 4.14 Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA (1, 1, 0)(0, 1, 0)<sup>12</sup>**

| Parameter | Estimasi | SE Estimasi | T-Hitung | P-Hitung | Keterangan |
|-----------|----------|-------------|----------|----------|------------|
| AR 1      | -0,4796  | 0,0931      | -5,15    | 0,000    | S          |

Pada Tabel tersebut semua parameter signifikan maka model (1, 1, 0)(0, 1, 0)<sup>12</sup> dapat digunakan pada peramalan ini karena memenuhi syarat uji signifikan.

#### 8. Model SARIMA (1, 1, 0)(0, 1, 1)<sup>12</sup>

Berikut hasil dan perhitungan manual pada model SARIMA (1, 1, 0)(0, 1, 1)<sup>12</sup>

| Type   | Coef    | SE Coef | T-Value | P-Value |
|--------|---------|---------|---------|---------|
| AR 1   | -0,4035 | 0,0979  | -4,12   | 0,000   |
| SMA 12 | 0,5760  | 0,0961  | 6,00    | 0,000   |

**Gambar 4.18 Uji Signifikan Model SARIMA (1, 1, 0)(0, 1, 1)<sup>12</sup>**

Berikut contoh perhitungan manual  $t - tabel$  pada Persamaan 2.25 dan  $t - hitung$  Persamaan 2.27 dan  $t - hitung$  pada parameter AR 1 dengan input  $\alpha = 0,05$ ,  $n = 108$ ,  $k = 2$

$$t - \text{hitung} = \frac{\phi}{SE(\phi)} = \frac{-0,4035}{0,0979} = -4,12$$

$$|t - \text{hitung}| < t - \text{tabel}$$

$$|-4,12| > t_{\frac{\alpha}{2}, df=n-k}$$

$$4,12 > t_{0,025, 106}$$

$$4,12 > 1,98259$$

Begitu pula perhitungan pada parameter SMA 12.

Berdasarkan hasil uji signifikan tersebut nilai pada parameter AR 1 menghasilkan  $p - \text{value} = 0 < 0,05$  dan  $t - \text{hitung} = 4,12 > 1,98259$ , parameter SMA 12 menghasilkan  $p - \text{value} = 0 < 0,05$  dan  $t - \text{hitung} = 6 > 1,98259$ . Semua parameter signifikan terhadap model karena  $p - \text{value} < 0,05$  dan  $t - \text{hitung} > t - \text{tabel}$ . Berikut Tabel kesimpulan dari penjelasan diatas agar lebih mudah untuk difahami, dimana TS untuk tidak Signifikan dan S untuk Signifikan.

**Tabel 4.15 Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA (1, 1, 0)(0, 1, 1)<sup>12</sup>**

| Parameter | Estimasi | SE Estimasi | T-Hitung | P-Hitung | Keterangan |
|-----------|----------|-------------|----------|----------|------------|
| MA 1      | -0,4035  | 0,0979      | -4,12    | 0,000    | S          |
| SMA 12    | 0,5760   | 0,0961      | 6,00     | 0,000    | S          |

Pada Tabel tersebut semua parameter signifikan maka model (1, 1, 0)(0, 1, 1)<sup>12</sup> dapat digunakan pada peramalan ini karena memenuhi syarat uji signifikan.

#### 9. Model SARIMA (1, 1, 0)(0, 1, 2)<sup>12</sup>

Berikut hasil dan perhitungan manual pada model SARIMA  $(1, 1, 0)(0, 1, 2)^{12}$

| Type   | Coef    | SE Coef | T-Value | P-Value |
|--------|---------|---------|---------|---------|
| AR 1   | -0,4320 | 0,0968  | -4,46   | 0,000   |
| SMA 12 | 0,476   | 0,118   | 4,03    | 0,000   |
| SMA 24 | 0,296   | 0,136   | 2,17    | 0,033   |

**Gambar 4.19 Uji Signifikan Model SARIMA  $(1, 1, 0)(0, 1, 2)^{12}$**

Berikut contoh perhitungan manual  $t - tabel$  pada Persamaan 2.25 dan  $t - hitung$  Persamaan 2.27 dan  $t - hitung$  pada parameter AR 1 dengan input  $\alpha = 0,05$ ,  $n = 108$ ,  $k = 2$

$$t - hitung = \frac{\phi}{SE(\phi)} = \frac{-0,4320}{0,0968} = -4,46$$

$$| t - hitung | < t - tabel$$

$$| -4,46 | > t_{\frac{\alpha}{2}, df=n-k}$$

$$4,46 > t_{0,025, 106}$$

$$4,46 > 1,98259$$

Begitu pula perhitungan pada parameter SMA 12 dan SMA 24.

Berdasarkan hasil uji signifikan tersebut nilai pada parameter AR 1 menghasilkan  $p - value = 0 < 0,05$  dan  $t - hitung = 4,46 > 1,98259$ , kemudian pada parameter SMA 12 menghasilkan  $p - value = 0 < 0,05$  dan  $t - hitung = 4,03 > 1,98259$ , parameter SMA 24 menghasilkan  $p - value = 0,033 < 0,05$  dan  $t - hitung = 2,17 > 1,98259$ . Semua parameter signifikan terhadap model karena  $p - value < 0,05$  dan  $t - hitung > t - tabel$ . Berikut Tabel kesimpulan dari penjelasan diatas agar lebih mudah untuk difahami, dimana TS untuk tidak Signifikan dan S

untuk Signifikan.

**Tabel 4.16 Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA (1, 1, 0)(0, 1, 2)<sup>12</sup>**

| Parameter | Estimasi | SE Estimasi | T-Hitung | P-Hitung | Keterangan |
|-----------|----------|-------------|----------|----------|------------|
| MA 1      | -0,4320  | 0,0968      | -4,46    | 0,000    | S          |
| SMA 12    | 0,476    | 0,118       | 4,03     | 0,000    | S          |
| SMA 12    | 0,296    | 0,136       | 2,17     | 0,033    | S          |

Pada Tabel tersebut semua parameter signifikan maka model (1, 1, 0)(0, 1, 2)<sup>12</sup> dapat digunakan pada peramalan ini karena memenuhi syarat uji signifikan.

#### 10. Model SARIMA (0, 1, 0)(0, 1, 1)<sup>12</sup>

Berikut hasil dan perhitungan manual pada model SARIMA (0, 1, 0)(0, 1, 1)<sup>12</sup>

| Type   | Coef   | SE Coef | T-Value | P-Value |
|--------|--------|---------|---------|---------|
| SMA 12 | 0,7997 | 0,0864  | 9,26    | 0,000   |

**Gambar 4.20 Uji Signifikan Model SARIMA (0, 1, 0)(0, 1, 1)<sup>12</sup>**

Berikut contoh perhitungan manual *t* – *tabel* pada Persamaan 2.25 dan *t* – *hitung* Persamaan 2.27 dan *t* – *hitung* pada parameter SMA 12 dengan input  $\alpha = 0,05$ ,  $n = 108$ ,  $k = 2$

$$t - \text{hitung} = \frac{\hat{\phi}}{SE(\hat{\phi})} = \frac{0,7997}{0,0864} = 9,26$$

$$| t - \text{hitung} | < t - \text{tabel}$$

$$9,26 > t_{\frac{\alpha}{2}, df=n-k}$$

$$9,26 > t_{0,025, 106}$$

$$9,26 > 1,98259$$

Berdasarkan hasil uji signifikan tersebut nilai pada parameter SMA 12 menghasilkan  $p - \text{value} = 0 < 0,05$  dan  $t - \text{hitung} = 9,26 > 1,98259$  sehingga signifikan terhadap model karena  $p - \text{value} < 0,05$  dan  $t - \text{hitung} > t - \text{tabel}$ . Berikut Tabel kesimpulan dari penjelasan diatas agar lebih mudah untuk difahami, dimana TS untuk tidak Signifikan dan S untuk Signifikan.

**Tabel 4.17 Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA (0, 1, 0)(0, 1, 1)<sup>12</sup>**

| Parameter | Estimasi | SE Estimasi | T-Hitung | P-Hitung | Keterangan |
|-----------|----------|-------------|----------|----------|------------|
| SMA 12    | 0,7997   | 0,0864      | 9,26     | 0,000    | S          |

Pada Tabel tersebut semua parameter signifikan maka model (0, 1, 0)(0, 1, 1)<sup>12</sup> dapat digunakan pada peramalan ini karena memenuhi syarat uji signifikan.

#### 11. Model SARIMA (0, 1, 0)(0, 1, 2)<sup>12</sup>

Berikut hasil dan perhitungan manual pada model SARIMA (0, 1, 0)(0, 1, 2)<sup>12</sup>

| Type   | Coef  | SE Coef | T-Value | P-Value |
|--------|-------|---------|---------|---------|
| SMA 12 | 0,578 | 0,122   | 4,75    | 0,000   |
| SMA 24 | 0,231 | 0,135   | 1,72    | 0,090   |

Gambar 4.21 Uji Signifikan Model SARIMA (0, 1, 0)(0, 1, 2)<sup>12</sup>

Berikut contoh perhitungan manual  $t - tabel$  pada Persamaan 2.25 dan  $t - hitung$  Persamaan 2.27 dan  $t - hitung$  pada parameter SMA 12 dengan input  $\alpha = 0,05$ ,  $n = 108$ ,  $k = 2$

$$t - hitung = \frac{\phi}{SE(\phi)} = \frac{0,578}{0,122} = 4,75$$

$$| t - hitung | < t - tabel$$

$$4,75 > t_{\frac{\alpha}{2}, df=n-k}$$

$$4,75 > t_{0,025, 106}$$

$$4,75 > 1,98259$$

Begitu pula perhitungan pada parameter SMA 24.

Berdasarkan hasil uji signifikan tersebut nilai pada parameter SMA 12 menghasilkan  $p - value = 0 < 0,05$  dan  $t - hitung = 4,75 > 1,98259$  sehingga signifikan terhadap model karena  $p - value < 0,05$  dan  $t - hitung > t - tabel$ . Kemudian nilai pada parameter SMA 24 menghasilkan nilai  $p - value = 0,09 > 0,05$  dan diperoleh  $t - hitung = 1,72 < 1,98259$  sehingga tidak signifikan terhadap model karena  $p - value > 0,05$  dan  $t - hitung < t - tabel$ . Berikut Tabel kesimpulan dari penjelasan diatas agar lebih mudah untuk difahami, dimana TS untuk tidak Signifikan dan S untuk Signifikan.

**Tabel 4.18 Hasil Uji Signifikan pada Model SARIMA (0, 1, 0)(0, 1, 2)<sup>12</sup>**

| Parameter | Estimasi | SE Estimasi | T-Hitung | P-Hitung | Keterangan |
|-----------|----------|-------------|----------|----------|------------|
| SMA 12    | 0,578    | 0,122       | 4,75     | 0,000    | S          |
| SMA 24    | 0,231    | 0,135       | 1,72     | 0,090    | TS         |

Pada Tabel tersebut terdapat parameter yang tidak signifikan maka model (0, 1, 0)(0, 1, 2)<sup>12</sup> tidak dapat digunakan pada peramalan ini karena tidak memenuhi syarat uji signifikan.

Berdasarkan perhitungan uji signifikansi tersebut diperoleh bahwasannya terdapat beberapa model yang semua parameternya signifikan yaitu pada model (0, 1, 1)(0, 1, 1)<sup>12</sup>, (1, 1, 0)(0, 1, 0)<sup>12</sup>, (1, 1, 0)(0, 1, 1)<sup>12</sup>, (1, 1, 0)(0, 1, 2)<sup>12</sup> dan (0, 1, 0)(0, 1, 1)<sup>12</sup>.

#### 4.6. Uji Residual

Uji residual *white noise* menggunakan uji Ljung-Box, uji ini memiliki hipotesis sebagai berikut

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_n = 0 \text{ (residu bersifat white noise)}$$

$$H_1 : \rho_k \neq 0, k = 1, 2, 3, \dots, n, \text{ (residu tidak bersifat white noise)}$$

Jika nilai  $p - value > \alpha$  (5% = 0,05) atau  $Q < X^2_{(1-\alpha);df=K-p-q}$  maka  $H_0$  diterima yang artinya signifikan atau telah memenuhi *white noise* dan berlaku sebaliknya. Uji ini menggunakan input data jumlah bencana banjir Indonesia berdasarkan Tabel 4.1, berikut hasil dari uji asumsi residualnya menggunakan beberapa model yang telah terpilih.

##### 1. Model SARIMA (0, 1, 1)(0, 1, 1)<sup>12</sup>

Berikut tabel hasil pada model (0, 1, 1)(0, 1, 1)<sup>12</sup> dimana TS untuk tidak

Signifikan dan S untuk Signifikan.

**Tabel 4.19 Uji Residu *White Noise* pada Model SARIMA (0, 1, 1)(0, 1, 1)<sup>12</sup>**

| Lag | Chi-Square | DF | P-Value | Keterangan |
|-----|------------|----|---------|------------|
| 12  | 18,19      | 9  | 0,033   | S          |
| 24  | 26,63      | 21 | 0,184   | S          |

Berikut perhitungan manualnya

pada lag 12:

$$\begin{aligned}
 Q(\text{Chi - Square}) &< X^2_{(1-\alpha);df=K-p-q} \\
 18,19 &< X^2_{(1-0,05);df=K-p-q} \\
 18,19 &< X^2_{0,05;9} \\
 18,19 &< 16,91898
 \end{aligned}$$

untuk lag 24:

$$\begin{aligned}
 Q(\text{Chi - Square}) &< X^2_{(1-\alpha);df=K-p-q} \\
 26,63 &< X^2_{(1-0,05);df=K-p-q} \\
 26,63 &< X^2_{0,05;21} \\
 26,63 &< 32,67057
 \end{aligned}$$

Pada lag 12 menghasilkan  $p - value = 0,056 > \alpha$  dan  $Q = 18,19 < 16,91898$  kemudian pada lag 24 menghasilkan  $p - value = 0,228 > \alpha$  dan  $Q = 26,63 < 32,67057$ . Kedua lag tersebut terima  $H_0$  yang artinya signifikan atau telah memenuhi *white noise* yaitu  $p - value > \alpha$  atau  $Q < X^2_{(1-\alpha);df}$ . Dapat disimpulkan bahwa model

$(0, 1, 1)(0, 1, 0)^{12}$  memenuhi asumsi *white noise*.

## 2. Model SARIMA $(1, 1, 0)(0, 1, 0)^{12}$

Berikut tabel hasil pada model  $(1, 1, 0)(0, 1, 0)^{12}$  dimana TS untuk tidak Signifikan dan S untuk Signifikan.

**Tabel 4.20 Uji Residu *White Noise* pada Model SARIMA  $(1, 1, 0)(0, 1, 0)^{12}$**

| Lag | Chi-Square | DF | P-Value | Keterangan |
|-----|------------|----|---------|------------|
| 12  | 21,76      | 10 | 0,016   | TS         |
| 24  | 29,51      | 22 | 0,131   | S          |

Berikut perhitungan manualnya

pada lag 12:

$$Q(\text{Chi - Square}) < X^2_{(1-\alpha);df=K-p-q}$$

$$21,76 > X^2_{(1-0,05);df=K-p-q}$$

$$21,76 > X^2_{0,05;10}$$

$$21,76 > 18,30704$$

untuk lag 24:

$$Q(\text{Chi - Square}) < X^2_{(1-\alpha);df=K-p-q}$$

$$29,51 < X^2_{(1-0,05);df=K-p-q}$$

$$29,51 < X^2_{0,05;22}$$

$$29,51 < 33,92444$$

Pada lag 12 menghasilkan  $p - value = 0,016 < \alpha$  dan  $Q = 21,76 >$

18,30704 maka  $H_0$  ditolak yang artinya tidak signifikan atau tidak memenuhi syarat *white noise* yaitu  $p - value > \alpha$  atau  $Q < X^2_{(1-\alpha);df}$ . Kemudian pada lag 24 menghasilkan  $p - value = 0,131 > \alpha$  dan  $Q = 29,51 < 33,92444$  maka  $H_0$  diterima yang artinya signifikan atau telah memenuhi *white noise* yaitu  $p - value > \alpha$  atau  $Q < X^2_{(1-\alpha);df}$ . Dapat disimpulkan bahwa model  $(1, 1, 0)(0, 1, 0)^{12}$  tidak memenuhi asumsi *white noise*.

### 3. Model SARIMA $(1, 1, 0)(0, 1, 1)^{12}$

Berikut tabel hasil pada model  $(1, 1, 0)(0, 1, 1)^{12}$  dimana TS untuk tidak Signifikan dan S untuk Signifikan.

**Tabel 4.21 Uji Residu White Noise pada Model SARIMA  $(1, 1, 0)(0, 1, 1)^{12}$**

| Lag | Chi-Square | DF | P-Value | Keterangan |
|-----|------------|----|---------|------------|
| 12  | 33,06      | 9  | 0,000   | TS         |
| 24  | 42,45      | 21 | 0,004   | TS         |

Berikut perhitungan manualnya

pada lag 12:

$$Q(\text{Chi - Square}) < X^2_{(1-\alpha);df=K-p-q}$$

$$33,06 > X^2_{(1-0,05);df=K-p-q}$$

$$33,06 > X^2_{0,05;9}$$

$$33,06 > 16,91898$$

untuk lag 24:

$$\begin{aligned}
 Q(\text{Chi-Square}) &< X_{(1-\alpha);df=K-p-q}^2 \\
 42,45 &> X_{(1-0,05);df=K-p-q}^2 \\
 42,45 &> X_{0,05;21}^2 \\
 42,45 &> 32,67057
 \end{aligned}$$

Pada lag 12 menghasilkan  $p - value = 0 < \alpha$  dan  $Q = 33,06 > 16,91898$ , kemudian pada lag 24 menghasilkan  $p - value = 0,004 < \alpha$  dan  $Q = 42,45 > 32,67057$ . Kedua lag tersebut tolak  $H_0$  yang artinya tidak signifikan atau tidak memenuhi syarat *white noise* yaitu  $p - value > \alpha$  atau  $Q < X_{(1-\alpha);df}^2$ . Dapat disimpulkan bahwa model  $(1, 1, 0)(0, 1, 1)^{12}$  tidak memenuhi asumsi *white noise*.

#### 4. Model SARIMA $(1, 1, 0)(0, 1, 2)^{12}$

Berikut tabel hasil pada model  $(1, 1, 0)(0, 1, 2)^{12}$  dimana TS untuk tidak Signifikan dan S untuk Signifikan.

**Tabel 4.22 Uji Residu *White Noise* pada Model SARIMA  $(1, 1, 0)(0, 1, 2)^{12}$**

| Lag | Chi-Square | DF | P-Value | Keterangan |
|-----|------------|----|---------|------------|
| 12  | 24,11      | 8  | 0,002   | TS         |
| 24  | 32,94      | 20 | 0,034   | TS         |

Berikut perhitungan manualnya

pada lag 12:

$$\begin{aligned}
 Q(\text{Chi - Square}) &< X_{(1-\alpha);df=K-p-q}^2 \\
 24,11 &> X_{(1-0,05);df=K-p-q}^2 \\
 24,11 &> X_{0,05;8}^2 \\
 24,11 &> 15,50731
 \end{aligned}$$

untuk lag 24:

$$\begin{aligned}
 Q(\text{Chi - Square}) &< X_{(1-\alpha);df=K-p-q}^2 \\
 32,94 &> X_{(1-0,05);df=K-p-q}^2 \\
 32,94 &> X_{0,05;20}^2 \\
 32,94 &> 31,41043
 \end{aligned}$$

Pada lag 12 menghasilkan  $p - value = 0,002 < \alpha$  dan  $Q = 24,11 > 15,50731$ , kemudian pada lag 24 menghasilkan  $p - value = 0,034 < \alpha$  dan  $Q = 32,94 > 31,41043$ . Kedua lag tersebut tolak  $H_0$  yang artinya tidak signifikan atau tidak memenuhi syarat *white noise* yaitu  $p - value > \alpha$  atau  $Q < X_{(1-\alpha);df}^2$ . Dapat disimpulkan bahwa model  $(1, 1, 0)(0, 1, 2)^{12}$  tidak memenuhi asumsi *white noise*.

##### 5. Model SARIMA $(0, 1, 0)(0, 1, 1)^{12}$

Berikut tabel hasil pada model  $(0, 1, 0)(0, 1, 1)^{12}$  dimana TS untuk tidak Signifikan dan S untuk Signifikan.

Tabel 4.23 Uji Residu *White Noise* pada Model SARIMA (0, 1, 0)(0, 1, 1)<sup>12</sup>

| Lag | Chi-Square | DF | P-Value | Keterangan |
|-----|------------|----|---------|------------|
| 12  | 38,65      | 10 | 0,000   | TS         |
| 24  | 44,08      | 22 | 0,003   | TS         |

Berikut perhitungan manualnya

pada lag 12:

$$\begin{aligned}
 Q(\text{Chi - Square}) &< X^2_{(1-\alpha);df=K-p-q} \\
 38,65 &> X^2_{(1-0,05);df=K-p-q} \\
 38,65 &> X^2_{0,05;10} \\
 38,65 &> 18,30704
 \end{aligned}$$

untuk lag 24:

$$\begin{aligned}
 Q(\text{Chi - Square}) &< X^2_{(1-\alpha);df=K-p-q} \\
 44,08 &> X^2_{(1-0,05);df=K-p-q} \\
 44,08 &> X^2_{0,05;22} \\
 44,08 &> 33,92444
 \end{aligned}$$

Pada lag 12 menghasilkan  $p - value = 0 < \alpha$  dan  $Q = 38,65 > 18,30704$ , kemudian pada lag 24 menghasilkan  $p - value = 0,003 < \alpha$  dan  $Q = 44,08 > 33,92444$ . Kedua lag tersebut tolak  $H_0$  yang artinya tidak signifikan atau tidak memenuhi syarat *white noise* yaitu  $p - value > \alpha$  atau  $Q < X^2_{(1-\alpha);df}$ . Dapat disimpulkan bahwa model (0, 1, 0)(0, 1, 1)<sup>12</sup> tidak memenuhi asumsi *white noise*.

Berdasarkan uji *white noise* tersebut terdapat satu model yang semua lag nya signifikan yaitu pada model  $(0, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$ .

#### 4.7. Perhitungan Nilai Error

Setelah memenuhi semua uji, selanjutnya mencari nilai error menggunakan persamaan dari model SARIMA  $(0, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$  berdasarkan Tabel 4.7, persamaan tersebut digunakan untuk melakukan peramalan ataupun perhitungan nilai error dengan menggunakan perbandingan data aktual dengan hasil peramalannya, berikut perhitungan manualnya

$$Y_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + \varepsilon_t - \theta_1\varepsilon_{t-1} - \Theta_1\varepsilon_{t-12} + \theta_1\Theta_1\varepsilon_{t-13}$$

dimana  $Y_t = Y_t - \mu$ , maka

$$Y_t - \mu = (Y_{t-1} - \mu) + (Y_{t-12} - \mu) - (Y_{t-13} - \mu) + \varepsilon_t - \theta_1\varepsilon_{t-1} - \Theta_1\varepsilon_{t-12} + \theta_1\Theta_1\varepsilon_{t-13}$$

$$Y_t = \mu + (Y_{t-1} - \mu) + (Y_{t-12} - \mu) - (Y_{t-13} - \mu) + \varepsilon_t - \theta_1\varepsilon_{t-1} - \Theta_1\varepsilon_{t-12} + \theta_1\Theta_1\varepsilon_{t-13} \quad (4.1)$$

untuk peramalan satu bulan kedepan Persamaan 4.1 pada indek waktu  $t$  dirubah menjadi  $t + 1$

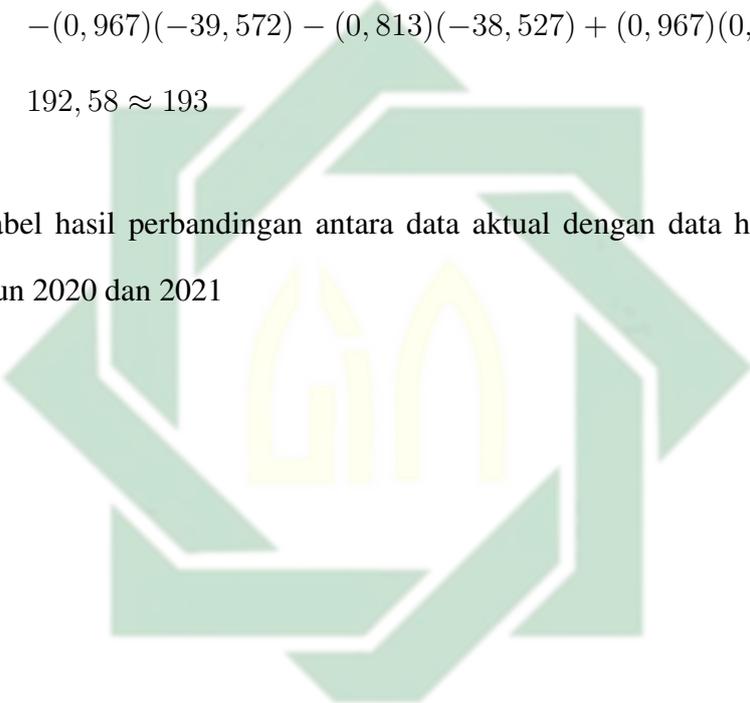
$$Y_{t+1} = \mu + (Y_{t-1+1} - \mu) + (Y_{t-12+1} - \mu) - (Y_{t-13+1} - \mu) + \varepsilon_{t+1} - \theta_1\varepsilon_{t-1+1} - \Theta_1\varepsilon_{t-12+1} + \theta_1\Theta_1\varepsilon_{t-13+1}$$

$$Y_{t+1} = \mu + (Y_t - \mu) + (Y_{t-11} - \mu) - (Y_{t-12} - \mu) + \varepsilon_{t+1} - \theta_1\varepsilon_t - \Theta_1\varepsilon_{t-11} + \theta_1\Theta_1\varepsilon_{t-12} \quad (4.2)$$

Nilai dari  $\theta_1 = 0,967$ ,  $\Theta_1 = 0,8130$ ,  $\mu = -0,037$  dan dimisalkan  $Y_{t+1} = \hat{Y}(1)$

$$\begin{aligned}
 \hat{Y}(1) &= \mu + (Y_t - \mu) + (Y_{t-11} - \mu) - (Y_{t-12} - \mu) + \varepsilon_{t+1} - \theta_1\varepsilon_t - \Theta_1\varepsilon_{t-11} \\
 &\quad + \theta_1\Theta_1\varepsilon_{t-12} \\
 &= -0,037 + (88 + 0,037) + (104 + 0,037) - (101 + 0,037) + 0 \\
 &\quad - (0,967)(-39,572) - (0,813)(-38,527) + (0,967)(0,813)(40,695) \\
 &= 192,58 \approx 193
 \end{aligned}$$

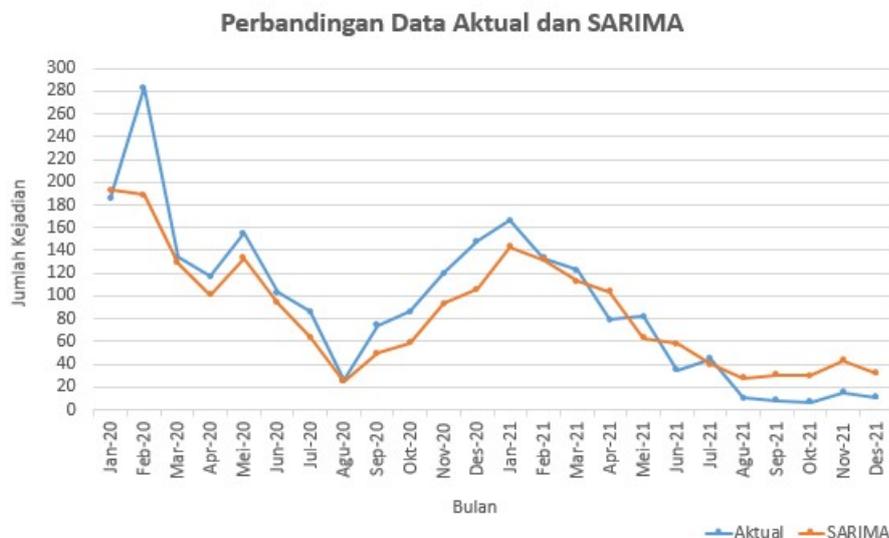
berikut tabel hasil perbandingan antara data aktual dengan data hasil peramalan pada Tahun 2020 dan 2021



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

**Tabel 4.24 Perbandingan Data pada Model  $(0, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$** 

| Bulan          | Data Aktual | Hasil Peramalan |
|----------------|-------------|-----------------|
| Januari 2020   | 186         | 193             |
| Februari 2020  | 283         | 189             |
| Maret 2020     | 134         | 129             |
| April 2020     | 117         | 101             |
| Mei 2020       | 155         | 133             |
| Juni 2020      | 103         | 94              |
| Juli 2020      | 86          | 64              |
| Agustus 2020   | 26          | 25              |
| September 2020 | 74          | 50              |
| Oktober 2020   | 86          | 59              |
| November 2020  | 120         | 93              |
| Desember 2020  | 148         | 106             |
| Januari 2021   | 166         | 143             |
| Februari 2021  | 133         | 132             |
| Maret 2021     | 123         | 113             |
| April 2021     | 79          | 104             |
| Mei 2021       | 82          | 63              |
| Juni 2021      | 35          | 58              |
| Juli 2021      | 45          | 40              |
| Agustus 2021   | 10          | 28              |
| September 2021 | 8           | 31              |
| Oktober 2021   | 7           | 30              |
| November 2021  | 15          | 43              |
| Desember 2021  | 11          | 32              |



**Gambar 4.22** Plot perbandingan data aktual dengan SARIMA

Setelah dilakukan perbandingan data aktual dengan hasil peramalan pada tabel diatas selanjutnya mencari nilai error menggunakan nilai MAPE pada Persamaan 2.32, sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 \text{MAPE} &= \sum_{t=1}^n \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{\hat{Y}_t} \times 100 \\
 &= \frac{2232 - 2053}{2053} \times 100 \\
 &= 8,7\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan kriteria MAPE pada Tabel 2.1, nilai MAPE sebesar 8,7% memiliki range < 10% yang artinya keakuratan pada peramalan ini sangat baik untuk digunakan.

#### 4.8. Peramalan

setelah mendapatkan hasil MAPE menggunakan model SARIMA terbaik yaitu  $(0, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$ , selanjutnya mencari hasil peramalan satu tahun kedepan

yaitu pada tahun 2022, berikut perhitungan manual pada peramalan menggunakan Persamaan 4.2 dengan input  $\theta_1 = 0,967$ ,  $\Theta_1 = 0,8130$ ,  $\mu = -0,037$

$$\begin{aligned}
 \hat{Y}(1) &= \mu + (Y_t - \mu) + (Y_{t-11} - \mu) - (Y_{t-12} - \mu) + \varepsilon_{t+1} - \theta_1 \varepsilon_t - \Theta_1 \varepsilon_{t-11} \\
 &\quad + \theta_1 \Theta_1 \varepsilon_{t-12} \\
 &= -0,037 + (11 + 0,037) + (166 + 0,037) - (148 + 0,037) + 0 \\
 &\quad - (0,967)(-37,576) - (0,813)(-36,722) + (0,967)(0,813)(39,654) \\
 &= 126,76 \approx 127
 \end{aligned}$$

dengan cara yang sama untuk peramalan dua bulan kedepan yaitu

$$\begin{aligned}
 \hat{Y}(2) &= \mu + (\hat{Y}(1) - \mu) + (Y_{t-10} - \mu) - (Y_{t-11} - \mu) + \varepsilon_{t+2} - \theta_1 \varepsilon_{t+1} \\
 &\quad - \Theta_1 \varepsilon_{t-10} + \theta_1 \Theta_1 \varepsilon_{t-11} \\
 &= -0,037 + (126,76 + 0,037) + (133 + 0,037) - (166 + 0,037) \\
 &\quad + 0 - (0,967)(0) - (0,813)(-23,222) + (0,967)(0,813)(26,454) \\
 &= 133,79 \approx 134
 \end{aligned}$$

dan seterusnya, berikut tabel hasil peramalan pada satu tahun kedepan

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

Tabel 4.25 Hasil Peramalan 2022

| Bulan          | Hasil Peramalan |
|----------------|-----------------|
| Januari 2022   | 127             |
| Februari 2022  | 134             |
| Maret 2022     | 115             |
| April 2022     | 106             |
| Mei 2022       | 65              |
| Juni 2022      | 60              |
| Juli 2022      | 42              |
| Agustus 2022   | 30              |
| September 2022 | 35              |
| Oktober 2022   | 51              |
| November 2022  | 79              |
| Desember 2022  | 100             |

berdasarkan Tabel diatas terdapat lonjakan terjadinya bencana banjir pada bulan Februari dengan kisaran 134 kejadian, dimana pada bulan Februari tersebut merupakan bulan terjadinya musim hujan yaitu pada bulan Oktober hingga Maret. Hasil Peramalan juga mengalami kenaikan pada musim hujan (Oktober hingga Maret) dan mengalami penurunan ketika musim kemarau (April hingga September), kejadian ini akan terus berulang karena data banjir merupakan data dengan pola musiman atau *seasonal*.

#### 4.9. Integrasi Keislaman

Indonesia merupakan Negara yang dilewati garis khatulistiwa, secara astronomis berada diantara 6°LU-11°LS dan 95°BB-141°BT, secara geografis

terletak diantara dua benua yaitu Australia dan daratan Asia kemudian terletak pula diantara dua samudra yaitu Hindia dan Pasifik. Wilayah teritorial tersebut yang menyebabkan Indonesia sebagai Negara yang rawan terjadinya bencana alam. Fenomena kemunculan bencana alam pada segi teologis maupun sains menjelaskan bahwa adanya hubungan antara manusia dan alam, tidak hanya itu melainkan bencana alam memiliki hubungan antar Tuhan, alam, dan manusia. Bencana terjadi seakan buah dari sebuah hubungan itu sendiri, baik hubungan antara Tuhan dengan alam, alam dengan manusia, Tuhan dengan manusia, bahkan manusia dengan manusia (Azzahra, 2021). Bencana bisa saja terjadi karena perbuatan dosa atau maksiat manusia, sebagaimana firman Allah Swt:

فَلَمَّا نَسُوا مَا ذُكِّرُوا بِهِ أَنْجَيْنَا الَّذِينَ يَنْهَوْنَ عَنِ السُّوءِ وَأَخَذْنَا الَّذِينَ ظَلَمُوا بِعَذَابٍ بَئِيسٍ بِمَا  
كَانُوا يَفْسُقُونَ

Artinya: Maka tatkala mereka melupakan apa yang diperingatkan kepada mereka, Kami selamatkan orang-orang yang melarang dari perbuatan jahat dan Kami (Allah) timpakan kepada orang-orang yang zalim siksaan yang keras, disebabkan mereka selalu berbuat maksiat. (Qs.Al-A'raf:165).

وَلَوْ أَنَّ قُرْآنًا سُيِّرَتْ بِهِ الْجِبَالُ أَوْ قُطِعَتْ بِهِ الْأَرْضُ أَوْ كَلِمَةٌ بِهِ الْمَوْتَىٰ بَلَّ اللَّهُ الْأَمْرَ جَمِيعًا أَفَلَمْ يَأْتِيسِ  
الَّذِينَ آمَنُوا أَنْ لَوْ يَشَاءُ اللَّهُ لَهَدَى النَّاسَ جَمِيعًا وَلَا يَزَالُ الَّذِينَ كَفَرُوا تُصِيبُهُمْ بِمَا صَنَعُوا قَارِعَةٌ أَوْ  
تَحُلُّ قَرِيبًا مِّن دَارِهِمْ حَتَّىٰ يَأْتِيَ وَعْدُ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُخْلِفُ الْمِيعَادَ

Artinya: Dan sekiranya ada suatu bacaan (kitab suci) yang dengan bacaan itu gunung-gunung dapat digoncangkan atau bumi jadi terbelah atau oleh karenanya

orang-orang yang sudah mati dapat berbicara, (tentulah Al Quran itulah dia). Sebenarnya segala urusan itu adalah kepunyaan Allah. Maka tidakkah orang-orang yang beriman itu mengetahui bahwa seandainya Allah menghendaki (semua manusia beriman), tentu Allah memberi petunjuk kepada manusia semuanya. Dan orang-orang yang kafir senantiasa ditimpa bencana disebabkan perbuatan mereka sendiri atau bencana itu terjadi dekat tempat kediaman mereka, sehingga datangnya janji Allah. Sesungguhnya Allah tidak menyalahi janji. (QS. ar-Ra'd: 31).

Kedua ayat tersebut menjelaskan bahwasannya bencana bisa saja terjadi karena perbuatan dosa atau maksiat manusia, akan tetapi pada kenyataannya manusia menganggap musibah terjadi disebabkan oleh faktor alam dan cenderung menyalahkan Tuhan-Nya, walaupun hal itu (alam) bisa saja benar sebagai penyebabnya akan tetapi sangat jarang manusia yang berfikir bahwa musibah disebabkan karena maksiat dan dosa yang diperbuat oleh manusia, sebagaimana firman Allah Swt dan Hadis Nabi Saw:

الَّذِينَ إِذَا أَصَابَتْهُمُ مُصِيبَةٌ قَالُوا إِنَّا لِلَّهِ وَإِنَّا إِلَيْهِ رَاجِعُونَ

Artinya: (yaitu) orang-orang yang apabila ditimpa musibah, mereka berkata “Inna lillahi wa inna ilaihi raji’un” (sesungguhnya kami milik Allah dan kepada-Nyalah kami kembali). (Qs.Al-Baqarah:156).

مَا أَصَابَ مِنْ مُصِيبَةٍ إِلَّا بِإِذْنِ اللَّهِ وَمَنْ يُؤْمِنْ بِاللَّهِ يَهْدِ اللَّهُ قَلْبَهُ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ

Artinya: Tidak ada sesuatu musibah yang menimpa (seseorang), kecuali dengan izin Allah; dan barangsiapa beriman kepada Allah, niscaya Allah akan memberi petunjuk kepada hatinya. Dan Allah Maha Mengetahui segala sesuatu (Qs.At-Tagabun:11).

مَامِنَ مُسْلِمٍ يُصِيبُهُ أَدَى مَرَضٍ فَمَا سِوَاهُ إِلَّا حَظَّ اللَّهِ سَيِّئَاتِهِ كَمَا تَحُطُّ الشَّجَرَةُ وَرَقَهَا (رواه بخاري و مسلم)

Artinya: “Setiap muslim yang terkena musibah penyakit atau yang lainnya, pasti Allah akan menghapuskan kesalahan-kesalahannya, sebagaimana pohon menggugurkan daun-daunnya” (HR. Bukhari: 5660 dan Muslim: 2571).

Ayat dan Hadis di atas menjelaskan bahwasannya bencana merupakan azab bagi orang yang melakukan perbuatan maksiat dan bencana merupakan sebuah cobaan bagi hambanya yang taat, jika manusia menghadapi ujian tersebut secara sabar maka mendapat ganjaran atau balasan akan diampuni dosanya dan ditinggikan derajatnya dan hal ini berlaku sebaliknya. Oleh karena itu dalam Islam terdapat ajaran selalu baik sangka kepada Allah Swt yang memberi kita ujian agar manusia dapat memahami bahwasannya selalu ada hikmah di balik ujian tersebut dan ujian ini dapat menguatkan iman manusia saat menjalankan kehidupan (Frommel, 2016).

Terdapat berbagai macam bencana alam diantaranya gempa bumi, tsunami, kebakaran hutan, kekeringan, banjir dan lain-lain. Banjir juga terjadi sejak zaman Nabi yaitu pada kaum Saba yang lupa diri dan ingkar kepada Allah Swt, di mana hal tersebut merupakan salah satu sifat manusia apabila memiliki kelebihan pada dirinya seperti harta, jabatan, kepandaian, fisik dan lain-lain hal itulah yang terjadi pada kaum saba mereka tidak mensyukuri hal tersebut. Maka Allah kirim bencana berupa banjir yang besar hingga merusak bendungan ma'rib dan memusnahkan perkebunan yang mereka miliki, di mana bendungan ma'rib merupakan bendungan yang sangat kokoh dan terbesar pada zaman itu, sebagaimana firman Allah Swt:

فَأَعْرَضُوا فَأَرْسَلْنَا عَلَيْهِمْ سَيْلَ الْعَرِمِ وَبَدَّلْنَاهُمْ بِجَنَّتَيْهِمْ جَنَّتَيْنِ ذَوَاتِي أُكُلٍ خَمْطٍ وَأَثَلٍ وَشَيْءٍ  
مِّنْ سِدْرٍ قَلِيلٍ

Artinya: Tetapi mereka berpaling, maka Kami kirim kepada mereka banjir yang besar dan Kami ganti kedua kebun mereka dengan dua kebun yang ditumbuhi (pohon-pohon) yang berbuah pahit, pohon *Atsl* dan sedikit pohon *Sidr*. (QS. Saba': 16).

Setelah banjir yang terjadi pada kaum saba, kemudian perkebunan yang mereka miliki berubah menjadi dua kebun yang ditumbuhi pohon di mana pohon tersebut berbuah pahit yaitu pohon *Asl* dan sedikit pohon *Sidr*. Pohon tersebut memiliki manfaat sangat sedikit bagi mereka (kaum saba). Berbagai macam bencana salah satunya yaitu banjir dapat disebabkan karena perbuatan dosa atau maksiat beberapa manusia sehingga Allah memberi azab kepada mereka yang berbuat dosa atau maksiat akan tetapi hal tersebut juga berdampak kepada lingkungan sekitarnya, sebagaimana kaidah fikih menyebutkan:

دَرْءُ الْمَفَاسِدِ مُقَدَّمٌ عَلَى جَلْبِ الْمَصَالِحِ

Artinya: Menolak kerusakan itu didahulukan daripada menarik kebaikan.

Kaidah fikih di atas menjelaskan kita sebagai manusia harus menjauhi hal-hal yang akan menimbulkan kerusakan baik pada diri sendiri bahkan pada lingkungan sekitar, seperti contoh kita harus menjaga lingkungan dengan baik agar tidak terjadi hal-hal yang merugikan diri sendiri dan orang-orang disekitar kita. Banjir merupakan salah satu bencana alam dengan korban jiwa terbanyak, dan salah satu penyebab terjadinya banjir karena adanya kegiatan pendangkalan sungai yaitu terjadinya penebangan hutan atau defortasi di daerah hulu, kegiatan

pembukaan lahan secara berlebihan juga menyebabkan erosi dan pelapukan secara terus menerus yang menyebabkan meningkatnya sumbangan material sedimen kesungai, kemudian pembuangan sampah ke sungai yang menyebabkan endapan tersebut akan terbawa arus ke dasar sungai yang akan mengakibatkan banjir, oleh karena itu kita sebagai manusia sebisa mungkin menjaga alam demi kemaslahatan bersama, sebagaimana kaidah fikih menyebutkan:

الْمَصْلَحَةُ الْعَامَّةُ مُقَدَّمَةٌ عَلَى الْمَصْلَحَةِ الْخَاصَّةِ

Artinya: Kemaslahatan yang umum lebih didahulukan daripada kemaslahatan yang khusus.

Hasil penelitian di atas menjelaskan bahwa bencana banjir merupakan salah satu bentuk teguran dari Allah Swt untuk manusia karena perbuatan dosa atau maksiat mereka agar manusia segera bertaubat dan tidak mengulangi kesalahan tersebut kembali dan sebagai manusia seharusnya memiliki tanggung jawab terhadap alam dan di sisi lain perlu adanya perkiraan atau peramalan jumlah banjir Indonesia pada beberapa periode kedepan agar tidak menimbulkan berbagai macam bentuk kerugian bahkan korban jiwa, meskipun hal tersebut tidak sepenuhnya dapat dipercaya akan tetapi peramalan ini dapat digunakan sebagai acuan agar dapat mengantisipasi berbagai macam kerugian.

Setelah dilakukan perhitungan pada peramalan, diperoleh model terbaik pada peramalan banjir Indonesia menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) yaitu  $(0, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$  atau  $Y_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + \varepsilon_t - 0,9678\varepsilon_{t-1} - 0,8130\varepsilon_{t-12} + 0,7868214\varepsilon_{t-13}$ , yang diperoleh nilai MAPE sebesar 8,7% yang artinya peramalan ini sangat baik untuk digunakan dan diperoleh hasil peramalan tahun 2022 seperti pada Tabel 4.25

menunjukkan bahwasannya pada bulan Februari dengan jumlah 134 kali merupakan jumlah terbanyak pada tahun 2022 karena pada bulan tersebut merupakan bulan terjadinya musim hujan yaitu pada bulan Oktober hingga Maret. Prediksi 134 kali jumlah kejadian banjir tersebut merupakan sebuah peringatan untuk masyarakat Indonesia termasuk pemerintah untuk menyiapkan segala sesuatu agar bencana banjir tersebut tidak menimbulkan banyak kerugian bahkan korban jiwa.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

berdasarkan hasil perhitungan data dengan memadukan tujuan penelitian, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

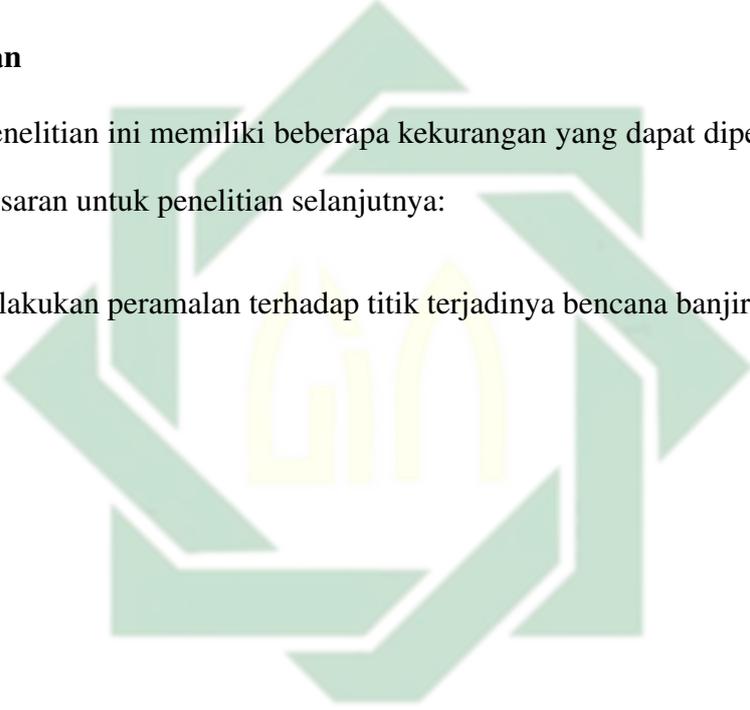
1. Hasil analisis pada data jumlah bencana banjir Indonesia tahun 2011-2021 menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA), diperoleh model terbaik yaitu  $(0, 1, 1)(0, 1, 1)^{12}$  atau dapat ditulis kedalam bentuk persamaan  $Y_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + \varepsilon_t - 0,9678\varepsilon_{t-1} - 0,8130\varepsilon_{t-12} + 0,7868214\varepsilon_{t-13}$ .
2. Hasil akurasi pada peramalan jumlah bencana banjir Indonesia menggunakan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) diperoleh MAPE sebesar 8,7% berdasarkan kriteria MAPE, nilai MAPE tersebut memiliki range  $< 10\%$  yang artinya keakuratan pada peramalan ini sangat baik untuk digunakan.
3. Diperoleh hasil peramalan tahun 2022 mengalami kenaikan pada musim hujan (Oktober hingga Maret) dan mengalami penurunan ketika musim kemarau (April hingga September), kejadian ini akan terus berulang karena data banjir merupakan data dengan pola musiman atau *seasonal*. Hasil peramalan tahun 2022 menunjukkan bahwasannya pada bulan Februari dengan jumlah 134 kali merupakan jumlah terbanyak pada tahun 2022

karena pada bulan tersebut merupakan bulan terjadinya musim hujan. Prediksi 134 kali jumlah kejadian banjir tersebut merupakan sebuah peringatan untuk masyarakat Indonesia termasuk pemerintah untuk menyiapkan segala sesuatu agar bencana banjir tersebut tidak menimbulkan banyak kerugian bahkan korban jiwa.

## 5.2. Saran

Penelitian ini memiliki beberapa kekurangan yang dapat diperbaiki, berikut beberapa saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Melakukan peramalan terhadap titik terjadinya bencana banjir di Indonesia.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Jailani, A. Q. (2009). *Tafsir Aljailani, Terj. Rohimuddin Nawawi A-l-Jahary Al-Bantani*.
- Aswi dan Sukarna. (2006). *Analisis Deret Waktu. Teori Aplikasi*. Makasar: Andira Publisher.
- Awaliah, L., dan M, A. (2019). *Musibah dalam perspektif Hadis*. 111–150.
- Azzahrah, A. (2021). *Sunnatullah bencana alam dalam al-qur'an*. 132.
- Baldigara, T., dan Mamula, M. (2015). *Modelling International Tourism Demand Using Seasonal Arima Models*. *Journal of Tourism and Hospitality Management*, 21.
- Dewi, Z. Z. R. (2021). *Prediksi tinggi gelombang di Pelabuhan Ketapang menggunakan model fungsi transfer*.
- Durrah, F. I., Yulia, Y., Parhusip, T. P., & Rusyana, A. (2018). *Peramalan Jumlah Penumpang Pesawat Di Bandara Sultan Iskandar Muda Dengan Metode SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average)*.
- Efendi, S. R. (2017). *Analisis peramalan jumlah penumpang kereta api dengan metode sarima*.
- Erlia, D., Kumalawati, R., dan Aristin, N. F. (2017). *Analisis Kesiapsiagaan Masyarakat Dan Pemerintah Menghadapi Bencana Banjir Di Kecamatan Martapura Barat Kabupaten Banjar*. *JPG (Jurnal Pendidikan Geografi)*, 4(3), 15–24.

- Fahrudin, R., dan Sumitra, I. D. (2020). *Peramalan Inflasi Menggunakan Metode Sarima Dan Single Exponential Smoothing (Studi Kasus: Kota Bandung)*. Majalah Ilmiah UNIKOM, 17(2), 111–120.
- Findayani, A. (2018). *Kesiap Siagaan Masyarakat Dalam Penanggulangan Banjir Di Kota Semarang*. *Jurnal Geografi : Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian*, 12(1), 102–114.
- Frommel, M. C. B. (2016). *Ayub: Bergumul dengan Penderitaan, Bergumul dengan Allah*. BPK. Gunung Mulia.
- Gaynor P.E., and Kirkpatrick, R. C. (1994). *Introduction to Time-Series Modeling and Forecasting in Business and Economics*. New York: McGraw-Hill International Editions. Gunung Mulia.
- Gofar, M. (2008). *GEMPA BUMI DALAM PERSPEKTIF AL-QUR ' AN*.
- Handayaningsih, S. (2018). *Bersahabat dengan Bencana Alam*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa.
- Hanke, J. E., dan Wichem, D. W. (2005). *Business Forecasting Eight Edition*. Pearson Prentice Hall.
- Hendikawati, P. (2015). *Peramalan Data Runtun Waktu Metode dan Aplikasinya dengan Minitab & Eviews*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Huda, A. M., Choiruddin, A., Budiarto, O., & Sutikno. (2012). *Peramalan Data Curah Hujan Dengan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (Sarima) Dengan Deteksi Outlier Sebagai Upaya Optimalisasi Produksi Pertanian Di Kabupaten Mojokerto*.
- istieni, novi. (2018). *Banjir di Tulungagung Tahun 1955-1986*. Avatara, 6(2).

- Katabba, Y. I. (2021). *Metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average ( SARIMA ) untuk Memprediksi Jumlah Penumpang Kereta Api di Pulau Sumatera.*
- Kholifah, A. D. (2015). *Partisipasi Masyarakat dalam Mengurangi Risiko Banjir Di Perumahan Sawangan Asri Kelurahan Sawangan baru Kecamatan Sawangan Kota Depok.* 12.
- Lestari, N., dan Wahyuningsih, N. (2012). *Peramalan Kunjungan Wisata dengan Pendekatan Model SARIMA ( Studi kasus : Kusuma Agrowisata ).* Sains Dan Seni ITS, 1(1).
- Lumban Batu, J. A. J., dan Fibriani, C. (2017). *Analisis Penentuan Lokasi Evakuasi Bencana Banjir Dengan Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis Dan Metode Simple Additive Weighting.* Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer, 4(2), 127.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., dan McGee, V. E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan.* Penerbit Binarupa Aksara.
- Munawaroh, A. N. (2010). *PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG PADA PT. ANGKASA PURA I (PERSERO) KANTOR CABANG BANDAR UDARA INTERNASIONAL ADISUTJIPTO YOGYAKARTA DENGAN METODE WINTER'S EXPONENTIAL SMOOTHING DAN SEASONAL ARIMA SKRIPSI.*
- Mutmainnah. (2019). *PERBANDINGAN METODE SARIMA DAN EXPONENTIAL SMOOTHING HOLT-WINTERS DALAM MERAMALKAN CURAH HUJAN DI KOTA MAKASSAR.* 52(1), 1–5.
- Pancasilawati, A. (2012). *Urgensi Kaidah Fikih dan Aplikasinya Terhadap Masalah-Masalah Sosial.* Fenomena, IV(2), 139–161.

- Pengendalian, B., dan Lingkungan, D. (2006). *Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Kota Samarinda 2006*.
- Prakoso, S., Azhar, T., Perdana, Yusuf Hadi, Rohadi, S., Rahman, Martalita Aulia, Martha, A. A., Heryandoko, N., dan Rohadi, S. (2019). *Analisis Sumber Gempa Bumi Lebak 23 Januari 2018*. 10(3), 149–158.
- Purnama, A. (2008). *PEMETAAN KAWASAN RAWAN BANJIR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI CISADANE MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS*.
- Purwani, A., Fridani, L., dan Fahrurrozi, F. (2019). *Pengembangan Media Grafis untuk Meningkatkan Siaga Bencana Banjir*. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 3(1), 55.
- Render, dan Heizer. (2009). *Manajemen Operasi*. Salemba Empat (PT. Salemba Emban Patria).
- Rojak, A. (2019). *Musibah dalam perspektif Alquran : Studi analisis tafsir Al-Jailani karya Syaikh Abdul Qadir Al-Jailani*. 1–15.
- Rosadi, D. (2012). *Ekonometrika dan Analisis Runtut Waktu Terapan dengan EViews*. ANDI.
- Singih, S. (2009). *Business Forecasting: Metode Peramalan Bisnis Masa Kini dengan MINITAB dan SPSS*. PT. Elex Media Komputindo.
- Sulistiyowati, A., dan Nurul, A. (2014). *KESIAPSIAGAAN MASYARAKAT RAWAN BENCANA BANJIR DI KECAMATAN BANJARSARI KOTA SURAKARTA*. c, 1–43.

- Suripin, dan Kurniani, D. (2016). *Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Hidrograf Banjir di Kanal Banjir Timur Kota Semarang*. Media Komunikasi Teknik Sipil, 22(2), 119.
- Sutanto, P. B. (2007). *Implementasi Kebijakan Penanganan Banjir Di Wilayah Kota Surabaya*.
- Tantika, H. N., Supriadi, N., dan Anggraini, D. (2018). *Metode Seasonal ARIMA untuk Meramalkan Produksi Kopi Dengan Indikator Curah Hujan Menggunakan Aplikasi R di Kabupaten Lampung Barat*. Matematika, 17(2).
- Triyandini, H. (2017). *Peramalan Jumlah Kunjungan TMII Menggunakan Metode Seasonal ARIMA (SARIMA)*.
- Utomo, P. (2020). *Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api di Indonesia Menggunakan Metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)*. 1(1), 169–178.
- Wati, D. F. K. (2020). *Peramalan jumlah penumpang keberangkatan bus di Terminal Purabaya menggunakan Metode SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average)*.
- Wei, W. W. S. (2006). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods (Edisi Kedu)*. Pearson, Education.
- Wibowo, A. (2018). *Model Peramalan Indeks Harga Konsumen Kota Palangka Raya Menggunakan Seasonal ARIMA (SARIMA)*.