

**PERAMALAN CURAH HUJAN DENGAN METODE  
SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED  
MOVING AVERAGE (SARIMA)  
(STUDI KASUS: KOTA BENGKULU)**



Disusun Oleh:

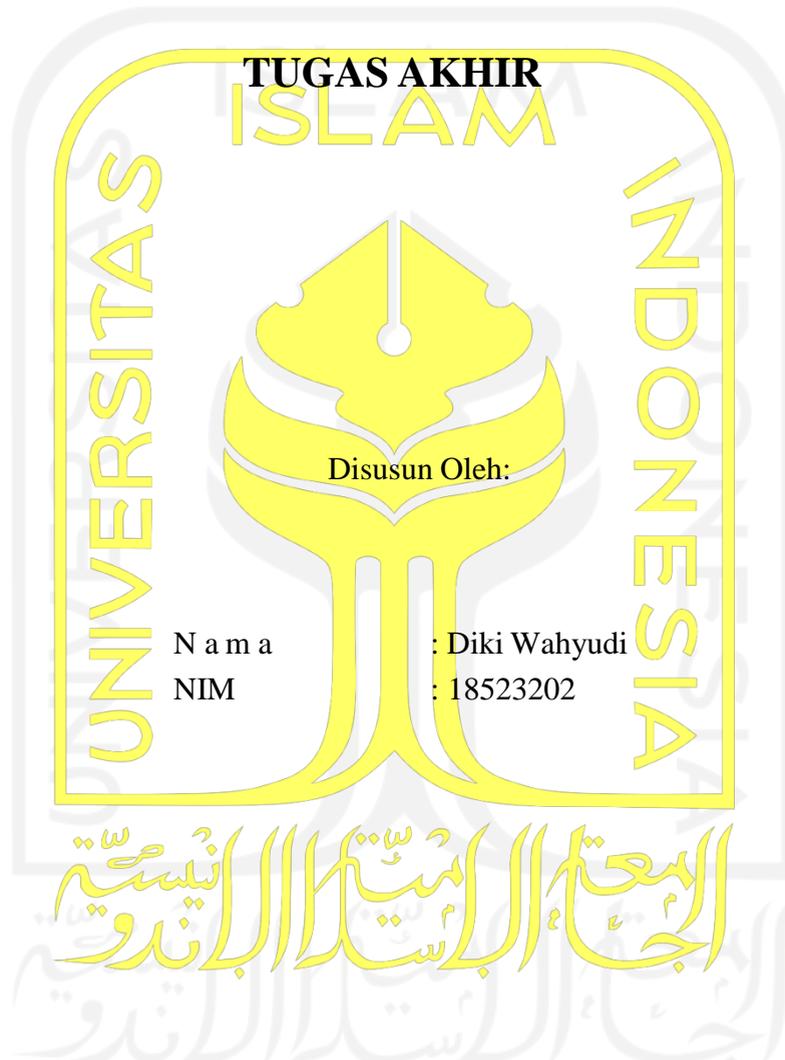
N a m a : Diki Wahyudi  
NIM : 18523202

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA – PROGRAM SARJANA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**2022**

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PERAMALAN CURAH HUJAN DENGAN METODE  
SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED  
MOVING AVERAGE (SARIMA)  
(STUDI KASUS: KOTA BENGKULU)**



Yogyakarta, 26 September 2022

Pembimbing,

  
10/10/2022  
( Irving Vitra Paputungan, S.T., M.Sc., Ph.D. )

**HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**

**PERAMALAN CURAH HUJAN DENGAN METODE**

**SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED**

**MOVING AVERAGE (SARIMA)**

**(STUDI KASUS: KOTA BENGKULU)**

**TUGAS AKHIR**

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer dari Program Studi Informatika – Program Sarjana di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 12 Januari 2023

Tim Penguji

Irving Vitra Paputungan, S.T., M.Sc.,  
Ph.D.



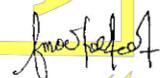
**Anggota 1**

Rahadian Kurniawan, S.Kom., M.Kom.



**Anggota 2**

Sri Mulyati, S.Kom., M.Kom.



جامعة الإسلامية  
الاستدالاندو

Mengetahui,

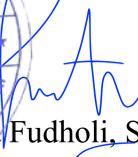
Ketua Program Studi Informatika – Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



(Dhomas Halta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D.)



**HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Diki Wahyudi

NIM : 18523202

Tugas akhir dengan judul:

**PERAMALAN CURAH HUJAN DENGAN METODE  
SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED  
MOVING AVERAGE (SARIMA)  
(STUDI KASUS: KOTA BENGKULU)**

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, tugas akhir yang diajukan sebagai hasil karya sendiri ini siap ditarik kembali dan siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 26 September 2022



( Diki Wahyudi )

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah salah satu cita-cita telah dapat terwujud saat ini dan sembah sujudku, tanpa kuasamu ya ALLAH, semua ini tidak akan pernah terwujud. Dengan mengharapkan rahmat dan ridho ALLAH, skripsi ini aku persembahkan untuk :

1. Kedua orang tuaku Ayah (Suroto) dan Ibuku (Seastusi) yang terkasih, yang sangat aku sayangi, terima kasih telah mendidikku dan menemani hari-hariku dengan penuh kasih sayang, doa, kesabaran, perjuangan dan doronganmu sehingga keinginan dan harapan ayah dan ibu terwujud dalam sebuah karya nyata.
2. Untuk dosen pembimbing (Irving Vitra Papatungan, S.T., M.Sc., Ph.D.) yang telah membimbingku dalam penyusunan skripsi hingga akhir.
3. Untuk dosen pembimbing akademik (Andhika Giri Persada, S.Kom., M.Eng) terima kasih telah membimbing dari awal perkuliahan dan telah banyak memberikan banyak motivasi.
4. Untuk sahabatku (Ridwan Effendi Dalimunte, Rekin Parles, Helsi Arista, Raga Kova Alfero, Sintia Miranda, Rahmad Wihnu, Idham Kholid, Farhan Julian, Muhammad Rasyid, Salpri Tadjaja) yang selalu bersama dalam mewujudkan salah satu cita-cita ini dengan motivasi semangat.
5. Untuk sahabat seperjuanganku (Ikhsan Wijaya, Ahmad Zailani, Arik Indrawan) terima kasih telah memberi dukungan selama ini. Sukses selalu dalam menjalani bisnis masing-masing.
6. Untuk teman-teman KKN yang selalu memberikan semangat dalam perkuliahan ini.
7. Untuk teman teman seperjuangan angkatan 2018 yang telah memberikan motivasi kepada penulis dalam penulisan skripsi ini. Teman seperjuangan Prodi Informatika..
8. Serta orang-orang terkasihku yang telah ikut dalam segala rutinitas kegiatanku. Terima kasih atas bantuan dan dukungan yang telah kalian berikan semoga apa yang telah kita lakukan mendapat rahmat dari ALLAH SWT, Aamiin yaa rabbal 'aalamiin.

HALAMAN MOTO

بِإِذْنِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

100 10 0a

MAN JADDA WAJADA

“BARANG SIAPA BERSUNGGUH-SUNGGUH, MAKA DIA AKAN BERHASIL”



## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

*Alhamdulillah* rabbil'alam, bersyukur kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas nikmat dan karunia-Nya berupa kesehatan, kekuatan dan pertolongannya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul “PERAMALAN CURAH HUJAN DENGAN METODE SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (SARIMA) (STUDI KASUS: KOTA BENGKULU)” dengan lancar. Shalawat dan salam tak lupa penulis haturkan kepada Rasulullah Muhammad *sollahu'alaihi wa sallam*, nabi penerima wahyu Al – Qur’an yang dengan Al – Qur’an beliau dapat meluluskan para pemimpin – pemimpin dunia dan pembawa peradaban terbaik hingga sepanjang masa.

Penulisan skripsi yang sederhana ini pada dasarnya merupakan syarat kelulusan untuk mendapatkan gelar Strata 1 (S1) pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Namun penulis tak ingin berhenti memaknai penulisan skripsi ini hanya sebatas sebagai syarat kelulusan, namun penulis berharap agar penulisan skripsi yang penulis buat ini bisa menjadi sumbangsih pemikiran yang konstruktif bagi ilmu pengetahuan dan perkembangan pada Teknologi dan Informasi di Indonesia.

Dengan segala keterbatasan pada diri penulis, penulis menyadari dengan penuh seksama bahwa penulisan skripsi ini takkan membuahkan hasil yang nyata tanpa kehadiran sosok – sosok penting yang senantiasa memberika do’a, dukungan dan bantuan kepada penulis. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Fathul Wahid, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Rektor Universitas Islam Indonesia
2. Bapak Prof. Dr. Jaka Nugraha, S.Si., M.Si., selaku Wakil Rektor Bidang Pengembangan Akademik & Riset Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Dr. Zaenal Arifin, M.Si., selaku Wakil Rektor Bidang Sumber Daya & Pengembangan Karier Universitas Islam Indonesia

4. Bapak Dr. Drs. Rohidin, S.H., M.Ag., selaku Wakil Rektor Bidang Kemahasiswaan, Keagamaan & Alumni Universitas Islam Indonesia
5. Bapak Ir. Wiryono Raharjo, M.Arch., Ph.D., selaku Wakil Rektor Bidang Kemitraan & Kewirausahaan Universitas Islam Indonesia
6. Bapak Dr. Raden Teduh Dirgahayu, S.T., M.Sc., selaku Ketua Jurusan Informatika Universitas Islam Indonesia
7. Bapak Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Prodi Informatia Program Sarjana Universitas Islam Indonesia
8. Bapak Andhika Giri Persada, S.Kom., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis. Terimakasih penulis ucapkan atas segala bimbingan, arahan, motivasi serta *support* yang telah diberikan kepada penulis, dimulai sejak penulis memasuki perkuliahan semester 1 hingga penulis menyelesaikan studi di kampus FTI UII.
9. Irving Vitra Papatungan, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Skripsi penulis. Terimakasih penulis haturkan atas segala bimbingan, arahan, luangan waktu dan pelajaran yang telah diberikan bahkan jauh sebelum menjadi dosen pembimbing penulis dalam penulisan skripsi ini.
10. Seluruh Dosen dan Karyawan Universitas Islam Indonesia

Atas semua bantuan yang telah diberikan semoga di catat oleh ALLAH SWT sebagai amal jariyah dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semuanya. Aamiin.

***Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh***

Yogyakarta, 26 September 2022



( Diki Wahyudi )

## SARI

Prakiraan curah hujan merupakan isu penting bagi negara-negara agraris, termasuk Indonesia. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan dan meningkatkan model prakiraan cuaca dengan menggunakan teknik yang berbeda. Namun masih banyak metode yang kurang akurat dan efisien, hal ini menjadi masalah yang perlu ditingkatkan untuk mendapatkan hasil yang maskimal. Makalah ini menyajikan model prakiraan cuaca menggunakan salah satu teknik prediksi yang bernama Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA). SARIMA dapat diterapkan pada data cuaca yang memiliki karakteristik musiman. Data yang digunakan adalah data kota Bengkulu yang memiliki curah hujan yang tinggi dan bersifat sangat basah, hasilnya adalah SARIMA  $(0,1,1)(0,1,1)^{36}$ . Dari hasil tersebut, maka model tersebut merupakan model terbaik untuk pemodelan curah hujan Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno Kota Bengkulu.

Kata kunci: iklim, Prediksi, SARIMA



## GLOSARIUM

ACF	mengukur korelasi antar pengamatan dengan jeda $k$
<i>Agregasi</i>	pengumpulan benda yang terpisah-pisah dan dijadikan satu.
<i>Degradasi</i>	kemunduran, kemerosotan, penurunan, dan sebagainya.
<i>Differencing</i>	menghitung perubahan atau selisih nilai observasi.
Ekologi	cabang ilmu biologi yang mempelajari interaksi antara makhluk hidup dengan makhluk hidup lain dan juga dengan lingkungan sekitarnya.
Ekuator	garis khayal yang merupakan lingkaran terbesar mengelilingi bumi.
Evaporasi	proses penguapan yang dialami air dari yang awalnya berbentuk cair menjadi gas.
Hidrologi	cabang ilmu geografi yang mempelajari seputar pergerakan, distribusi, dan kualitas air yang ada di bumi.
Iklim	kebiasaan dan karakter cuaca yang terjadi di suatu tempat atau daerah.
Klimatologi	ilmu yang berhubungan dengan iklim dan fenomena yang ada di dalamnya.
Korelasi	cara untuk mencari suatu hubungan antara dua variabel.
LCL	garis di bawah garis pusat yang menunjukkan batas kendali bawah.
<i>Multivariat</i>	bentuk teknik analisis statistik dan statistika yang lebih kompleks dan digunakan bila ada lebih dari dua variabel dalam kumpulan data.
<i>Overfitting</i>	keadaan dimana model berusaha untuk mempelajari seluruh detail termasuk noise yang ada dalam data dan berusaha untuk mengikutsertakan semua data point ke dalam garis.
PACF	mengukur korelasi antar pengamatan dengan jeda $k$ dan dengan mengontrol korelasi antar dua pengamatan dengan jeda kurang dari $k$ .
Residu	segala sesuatu yang tertinggal, tersisa atau berperan sebagai kontaminan dalam suatu proses kimia tertentu.
<i>Stasioner</i>	tetap atau tidak berubah.
UCL	garis di atas garis pusat yang menunjukkan batas kendali atas.
<i>Univariat</i>	analisis yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan mengambil kesimpulan dari satu kelompok sampel.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN MOTO.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SARI.....	ix
GLOSARIUM.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Metodologi Secara Umum.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Kondisi Geografis Indonesia terhadap Cuaca.....	6
2.2 Prakiraan Cuaca.....	7
2.3 Permasalahan dalam Prakiraan Cuaca.....	9
2.4 Disagregasi Curah Hujan.....	10
2.5 Metode dalam Penelitian Prakiraan Cuaca.....	13
2.5.1 Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA).....	13
2.5.2 Metode K-Means.....	14
2.5.3 Kontrol Logika Fuzzy.....	15
2.5.4 Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA).....	17
2.5.5 Multiple Linear Regression.....	18
2.6 Ketepatan Model Peramalan.....	21

BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	23
3.1 Jenis Penelitian.....	23
3.1.1 Prosedur Metode Penelitian .....	23
3.2 Data Penelitian .....	24
3.2.1 Variabel Penelitian.....	24
3.2.2 Jenis Data .....	25
3.2.3 Desain Penelitian .....	25
3.3 Metode SARIMA dengan Prosedur Box-Jenkins .....	26
3.4 Tools .....	30
3.4.1 Minitab.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	32
4.1 Data Curah Hujan.....	32
4.2 Plot Time Series .....	33
4.3 Cek Stasioner .....	33
4.4 Menentukan ACF dan PACF .....	34
4.5 Differencing .....	35
4.6 Estimasi dan Pengujian Signifikansi Parameter .....	38
4.7 Uji Kelayakan Model.....	40
4.8 Output .....	43
4.9 Menghitung Mean Absolute Percentage Error (MAPE).....	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	46
5.1 Kesimpulan .....	46
5.2 Saran .....	46
DAFTAR PUSTAKA .....	47
LAMPIRAN.....	51

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Struktur Data Disagregasi Curah Hujan .....	12
Tabel 2.2 ACF dan PACF serta SARIMA Tentatif .....	17
Tabel 2.3 Metode Terkait Prakiraan Cuaca yang Sudah Diteliti.....	19
Tabel 3.1 Data Curah Hujan 2017 hingga 2021 .....	25
Tabel 3.2 Contoh Pengujian Parameter Model SARIMA.....	30
Tabel 3.3 Contoh Uji <i>Ljung-Box</i> SARIMA .....	30
Tabel 4.1 Karakteristik Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno .....	32
Tabel 4.2 Pengujian Parameter Model SARIMA $([1,33], 1, [1,2])$ .....	38
Tabel 4.3 Pengujian Parameter Model SARIMA $(1,0,1)(1,1,0)^{36}$ .....	39
Tabel 4.4 Pengujian Parameter Model SARIMA $(0,1,1)(0,1,1)^{36}$ .....	39
Tabel 4.5 Pengujian Parameter Model SARIMA $(0,1,[1,2])(0,1,1)^{36}$ .....	39
Tabel 4.6 Hasil Uji <i>Ljung-Box</i> Model Sementara SARIMA $([1,33],1,[1,2])$ .....	40
Tabel 4.7 Hasil Uji <i>Ljung-Box</i> Model Sementara SARIMA $(1,0,1)(1,1,0)^{36}$ .....	40
Tabel 4.8 Hasil Uji <i>Ljung-Box</i> Model Sementara SARIMA $(0,1,1)(0,1,1)^{36}$ .....	40
Tabel 4.9 Hasil Uji <i>Ljung-Box</i> Model Sementara SARIMA $(0,1,[1,2])(0,1,1)^{36}$ .....	41
Tabel 4.10 Uji Normalitas Residual Model SARIMA dengan <i>Kolmogorov-Smirnov</i> .....	41
Tabel 4.11 Nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE).....	44
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Tingkat Akurasi dengan MAPE. ....	45

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Metode Disagregasi (Koutsoyiannis, 2003).....	13
Gambar 2.2 Struktur Fuzzy Murni (Arifin, 2012).....	16
Gambar 2.3 Struktur Fuzzy Mamdani (Arifin, 2012).....	16
Gambar 2.4 Struktur Fuzzy Takagi Sugeno (Arifin, 2012).....	17
Gambar 3.1 Flowchart Rancangan Penelitian .....	23
Gambar 3.2 Flowchart Metode SARIMA dengan Prosedur Box-Jenkins .....	27
Gambar 3.3 Plot Time Series .....	27
Gambar 3.4 Cek Stasioneritas .....	28
Gambar 3.5 Penentuan ACF dan PACF.....	28
Gambar 3.6 Proses <i>Differencing</i> .....	29
Gambar 4.1 Tampilan Boxplot.....	33
Gambar 4.2 Nilai Estimasi Lambda pada Pengujian Stasioneritas .....	34
Gambar 4.3 Nilai Estimasi Transformasi $1/\sqrt{Z_t}$ .....	34
Gambar 4.4 Plot ACF dan PACF Sebelum data <i>Differencing</i> .....	35
Gambar 4.5 Plot <i>Time Series</i> , ACF dan PACF Curah Hujan Lag 1 .....	36
Gambar 4.6 Tampilan <i>Differencing Plot Time Series</i> lag 36 .....	38
Gambar 4.7 Kurva Distribusi Normal Residual .....	42
Gambar 4.8 Plot probabilitas residu .....	42
Gambar 4.9 Hasil <i>Plot Time Series</i> SARIMA(0,1,1)(0,1,1) <sub>36</sub> .....	43



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Pengelolaan sumber daya alam sangat dipengaruhi oleh iklim. Perubahan iklim dapat mempengaruhi proses ekologi, degradasi sumber daya, dan hidrologi. Dengan adanya perubahan kondisi iklim, hal ini akan mempengaruhi pola curah hujan di Indonesia, mencatat angka penurunan sejak 2013, yang mana lebih dari 70% warga yang terlibat langsung atau tidak langsung dalam pertanian yang bergantung pada hujan (Meijaard et al, 2017) . Komisi Kehutanan Indonesia memperkirakan 8,2 juta hektar hutan pada tahun 2013 berkurang menjadi 1,2 juta hektar pada tahun 2017 sebagai akibat dari pembakaran liar, penggembalaan berlebihan, praktek penambangan yang buruk, industrialisasi, pencemaran lingkungan dan urbanisasi (Suraya, 2017).

Iklim di Indonesia dipengaruhi oleh angin muson yang disebabkan dengan adanya tekanan tinggi dan tekanan rendah pada benua Asia dan Australia secara bergantian. Pada musim dingin di Belahan Bumi Utara, yaitu di bulan Desember, Januari, dan Februari terdapat tekanan tinggi pada benua Asia. Pada musim panas di Belahan Bumi Selatan terjadi musim panas karena tekanan rendah pada benua Australia. Karena perbedaan tekanan pada kedua benua maka angin bertiup dari benua Asia menuju benua Australia. Selama periode ini, sebagian besar wilayah Indonesia khususnya selatan khatulistiwa, angin bertiup dari barat ke timur yang praktis bertepatan dengan musim hujan.

Indonesia adalah negara agraris yang bergantung pada hujan. Oleh sebab itu, prakiraan curah hujan merupakan isu penting bagi negara-negara agraris (Rusmayadi, 2019). Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengembangkan dan meningkatkan model prakiraan cuaca deret waktu yang ada dengan menggunakan teknik yang berbeda. Peran metodologi statistik untuk memprediksi parameter cuaca penting untuk perkiraan yang tepat. Sejak beberapa dekade, banyak upaya telah dilakukan oleh para peneliti untuk mengidentifikasi model prakiraan cuaca yang tepat dan andal.

Kota Bengkulu merupakan kota dengan curah hujan yang tinggi dan bersifat sangat basah karena kota Bengkulu memiliki tipe iklim berdasarkan rata-rata bulan kering (curah hujan yang kurang dari 60 mm) adalah 1,67 bulan dan bulan basah kering (curah hujan yang lebih dari 100 mm) adalah 9,58 bulan dengan nilai sebesar 17,4%. Kota Bengkulu memiliki dua musim dengan perubahan cuaca yang sangat cepat dimana disebabkan karena letak geografis

Bengkulu yang berbatasan dengan Samudra Hindia. Hal ini menyebabkan jika terjadi tekanan rendah di Samudra Hindia maka Bengkulu akan mengalami hujan yang tinggi.

Simulasi curah hujan terus menerus merupakan bidang penting dari penelitian hidrologi. Untuk estimasi banjir dan sektor pertanian, diperlukan curah hujan jangka panjang dengan resolusi tinggi (curah hujan per jam).Melihat data dari beberapa tahun terakhir, musim hujan berlangsung 6,7 bulan, dari 10 Oktober sampai 1 Mei, dengan lebih dari 41% kemungkinan hari menjadi hari hujan. Bulan dengan hari paling basah di Bengkulu adalah Desember, dengan curah hujan rata-rata 16,8 hari dengan sedikitnya 1 milimeter. Prediksi curah hujan adalah tugas yang menantang dan sangat berguna untuk sektor pertanian (Nayak et al., 2013). Teknik peramalan merupakan solusi yang ditawarkan untuk mendukung pengambilan keputusan dalam menstabilkan harga beras (Mariska, 2016).

Namun, sulit untuk menyediakan data tersebut karena keterbatasan pengamatan di lapangan. Untuk mengatasi masalah tersebut, curah hujan per jam dengan menggunakan model time series merupakan salah satu alternatif untuk mendapatkan data curah hujan prakiraan. Pengambilan keputusan dengan teknik peramalan memerlukan estimasi yang dapat dianalisis melalui analisis runtun waktu. Wei (2016) menyatakan bahwa berdasarkan jumlah variabel yang diamati, model time series dapat dibedakan menjadi dua model yaitu model time series univariat yang hanya menggunakan satu variabel dan model time series multivariat yang menggunakan lebih dari satu variabel.

Terkait data curah hujan yang bersifat musiman, ada beberapa model yang bisa digunakan untuk prakiraan, salah satu model tersebut yaitu SARIMA. Mempertimbangkan hubungan data, kita dapat membangun model musiman SARIMA  $(p, d, q)(P, D, Q)$ , (Wang et al, 2008). Model tersebut telah berhasil diterapkan di banyak mata pelajaran. Dalam aplikasi praktis, urutan model SARIMA biasanya tidak terlalu besar (Guo, 2009). Jika periode waktu series sama dengan, maka dapat dilambangkan sebagai SARIMA  $(p, d, q) (P, D, Q)$ . Dalam penyesuaian musim, ini adalah model yang sangat nyaman dan stabil.

*Seasonal* SARIMA merupakan model SARIMA yang mengandung faktor musiman. Musiman mengartikan bahwa data memiliki kecenderungan mengulangi pola tingkah gerak dalam periode musim. Biasanya dapat berupa mingguan, bulanan, triwulan, semesteran. Misalnya, musiman satu tahun untuk data bulanan. Oleh sebab itu, runtun waktu musiman mempunyai karakteristik yang ditunjukkan oleh adanya korelasi beruntun yang kuat pada jarak musiman (periode musim), yaitu waktu yang berkaitan dengan banyak observasi pada per periode musim.

SARIMA merupakan salah satu model ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) yang merupakan model time series univariat pada kasus dimana terdapat komponen musiman dalam model. Persyaratan utama pada model AR, MA, dan ARMA adalah stasioner pada data time series yang digunakan. Data deret waktu akan mencapai keadaan stasioner jika menunjukkan pola yang konsisten dalam suatu periode ke periode lain dalam mean atau variansnya. Jika deret waktu tidak dalam keadaan stasioner, maka diperlukan proses differencing. Proses ini dilakukan dengan mencari selisih antar periode. Jika data AR, MA, atau ARMA mencapai keadaan stasioner menggunakan proses ini, model ini bergeser ke model Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA). Proses identifikasi lebih lanjut juga harus dilakukan untuk menemukan model SARIMA terbaik.

Hasil model SARIMA terbaik yang didapatkan nanti akan menghasilkan peramalan curah hujan yang ditujukan pada masyarakat kota Bengkulu khususnya masyarakat yang beraktivitas pada bidang pertanian dan perikanan. Dengan peramalan curah hujan yang didapatkan nanti harapannya dapat memudahkan masyarakat kota Bengkulu dalam melakukan aktivitas bertani dalam menanam tanaman serta nelayan dalam mencari ikan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah yang diangkat adalah Bagaimana memodelkan dan mengimplementasikan peramalan curah hujan dengan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) pada Kota Bengkulu.

## **1.3 Batasan Masalah**

Tidak terdapat batasan khusus untuk masalah yang diangkat, hanya saja terdapat beberapa lingkup yang perlu diperhatikan, yaitu:

- a. Jangka data curah hujan yang digunakan mulai dari tahun 2017 sampai 2021.
- b. Metode peramalan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) dan algoritma Box Jenkins.
- c. Penelitian ini dilakukan di Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno Kota Bengkulu.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Dari latar belakang serta perumusan masalah maka tujuan dan kegunaan penelitian, yaitu:

- a. Memodelkan peramalan curah hujan dengan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA).
- b. Melakukan implementasi dari model yang didapat sebagai bentuk peramalan curah

hujan.

## 1.5 Manfaat Penelitian

### a. Manfaat Teoritik

1. Hasil penelitian ini diharapkan mampu menjadi salah satu wacana ilmiah yang akan menambah pengetahuan keilmuan khususnya di bidang peramalan curah hujan. Penelitian ini digunakan untuk memperoleh peramalan curah hujan dengan model Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA).
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya referensi dan literatur kepustakaan khususnya mengenai analisis peramalan curah hujan.

### b. Manfaat Manajerial

1. Penelitian ini dapat menjadi sebuah bahan informasi dan sebagai referensi tambahan yang berkaitan dengan variabel di dalam penelitian dan memberikan tambahan pengetahuan tentang peramalan curah hujan dengan model Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA).
2. Penelitian ini juga sebagai bahan atau sumber informasi masyarakat mengenai informasi terbaru akan peramalan curah hujan dengan model Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA).

## 1.6 Metodologi Secara Umum

Objek penelitian yang akan diamati dalam penelitian ini yaitu Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno Kota Bengkulu. Variabel yang digunakan adalah rata-rata curah hujan Bulanan di Kota Bengkulu. Tahapan penelitian ini meliputi kegiatan:

- a. Pengumpulan data, dalam penelitian ini akan digunakan data rata-rata curah hujan bulanan dari tahun 2016 - 2021 di Kota Bengkulu. Sumber data berasal dari BMKG Bengkulu. Data dari BMKG berupa data harian dari Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno Kota Bengkulu yang kemudian dikonversikan ke data bulanan dan dilakukan perhitungan rata-rata curah hujan bulanan kota Bengkulu.
- b. Eksplorasi Data, tujuan dari eksplorasi data adalah untuk memberikan deskripsi secara umum terhadap data rata-rata curah hujan Bulanan di Kota Bengkulu.
- c. Pemodelan dengan algoritma Box-Jenkins, membangun model SARIMA akan dilakukan tahapan pemodelan yaitu uji stasioneritas dan penanganannya kemudian identifikasi model, pendugaan parameter model, dan diagnostik model, serta overfitting.

- d. Pemilihan Model Terbaik, dari beberapa model SARIMA yang memenuhi uji signifikansi parameter dan asumsi residual (white noise dan kenormalan), akan dipilih model terbaik berdasarkan kriteria *Conditional Least Square* (CLS).
- e. Terakhir peramalan menggunakan model SARIMA terbaik yang terpilih.



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Kondisi Geografis Indonesia terhadap Cuaca**

Pembentukan suatu wilayah tidak lepas dari yang namanya letak geografis. Dengan letak geografis maka posisi suatu wilayah akan terlihat dengan sangat jelas. Jika sudah jelas akan banyak orang yang mengetahui wilayah tersebut. Letak geografis adalah letak suatu negara atau daerah dilihat dari kenyataan di bumi, atau posisi suatu negara atau daerah pada bola bumi (Eryadi, 2007). Letak geografis suatu wilayah dimulai dari yang terkecil seperti jalan sampai yang terbesar seperti benua.

Indonesia terkenal sebagai negara kepulauan karena Indonesia memiliki banyak pulau. Bahkan, berdasarkan catatan, Indonesia memiliki kurang lebih 17.500 pulau. Luas daratan Indonesia sekitar 1,9 juta km<sup>2</sup>. Dari luas daratan, wilayah yang cukup luas akan dibagi lagi menjadi beberapa provinsi. Selain luas daratannya, Indonesia juga memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia. Panjang garis pantai kurang lebih 95.181 km dan luas perairan Indonesia kurang lebih 5,8 juta km<sup>2</sup>. Oleh karena itu, Indonesia terkenal sebagai negara maritim.

Indonesia terkenal sebagai negara yang memiliki kekayaan alam melimpah karena letak geografisnya. Letak geografis Indonesia tampaknya memiliki pengaruh tersendiri bagi Indonesia, terutama dalam persebaran iklim Indonesia. Seperti yang diketahui bahwa Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis. Iklim tropis Indonesia tampaknya menjadi salah satu bentuk pengaruh letak geografis Indonesia yang berada pada posisi yang cukup strategis.

Indonesia berada di antara dua samudra besar, yakni Samudra Pasifik di sebelah timur laut dan Samudra Hindia di barat daya, kedua samudra ini adalah sumber udara lembab yang banyak mendatangkan hujan ke wilayah Indonesia. Pada siang hari proses evaporasi dari permukaan kedua samudra ini secara nyata akan meningkatkan kelembaban udara di atasnya.

Keberadaan dua benua yang berdekatan di kepulauan Indonesia, yaitu Benua Asia dan Australia akan mempengaruhi pola pergerakan angin di wilayah Indonesia, arah angin mempunyai peran penting dalam mempengaruhi struktur pengendapan. Saat angin bertiup dari samping Samudra Pasifik dan Samudra Hindia, maka angin meniup udara basah di wilayah Indonesia dan curah hujan yang diinduksi di wilayah Indonesia menjadi tinggi. Jika

angin berhembus dari daratan benua Asia dan Benua Australia, angin tersebut hanya mengandung sedikit uap air dan tidak banyak menimbulkan hujan.

Wilayah Indonesia yang berada di sekitar garis khatulistiwa, ditandai dengan musim kemarau yang pendek dan musim hujan yang panjang, ini terjadi karena tempat di sekitar khatulistiwa adalah zona pertemuan dua massa udara yang berasal dari dua belahan. Posisinya relatif sempit dan berada di lintang rendah dan dikenal sebagai Zona Konvergensi Antar-tropis (ITCZ) atau juga dikenal sebagai ekuator panas atau garis ekuator.

ITCZ bergerak ke utara selama musim panas di belahan Bumi Utara dan menuju selatan selama musim panas di belahan Bumi Selatan, posisi rata-rata sedikit di utara khatulistiwa, di atas lautan pergerakan agak kecil, sementara di atas daratan atau benua yang cukup besar. Tempat-tempat itu letaknya bertepatan dengan garis khatulistiwa yang umumnya memiliki curah hujan yang tinggi dan dua kali hujan dalam setahun. Kondisi ini disebut memiliki pola curah hujan bimodal. Musim kemarau bertahap menjadi lebih panjang untuk daerah yang lebih jauh dari garis ekuator ke selatan dan tenggara.

Berdasarkan dengan pola curah hujan di Indonesia umumnya dapat dibedakan menjadi tiga jenis. tipe khatulistiwa, tipe monsun dan tipe lokal. Tipe curah hujan khatulistiwa proses terjadinya berhubungan dengan pergerakan zona konvergensi ke arah utara dan selatan menurut gerak semu. Sedangkan tipe monsun lebih terpengaruh oleh adanya tiupan angin musim (Angin Musim Barat), dan tipe lokal lebih dipengaruhi oleh kondisi lingkungan fisik sekitar, yaitu keberadaan bentang perairan sebagai sumber penguapan dan gunung-gunung tinggi sebagai daerah tangkapan hujan.

## **2.2 Prakiraan Cuaca**

Prakiraan adalah peramalan suatu peristiwa berdasarkan hasil perhitungan rasional atau keakuratan analisis data, misalnya prakiraan cuaca. Prakiraan cuaca sering digunakan untuk memperkirakan waktu suatu peristiwa seperti waktu panen atau simulasi bencana banjir. Prakiraan cuaca sangat mempengaruhi kehidupan dalam sehari-hari. Banyak sektor-sektor yang sangat berpengaruh dengan adanya prakiraan cuaca khususnya prakiraan curah hujan. Prakiraan cuaca memungkinkan orang untuk merencanakan dan mengambil tindakan pencegahan terhadap berbagai bencana alam, seperti banjir dan angin topan sehingga dapat meminimalkan dampaknya. Dari sektor pertanian, prakiraan cuaca dapat membantu seorang petani dalam menyesuaikan kegiatan pertanian mereka agar sesuai dengan kondisi cuaca yang diharapkan. Misalnya, jika diperkirakan akan ada lebih sedikit curah hujan di masa

depan, petani akan membuat sistem irigasi untuk mengkompensasi kekurangan tersebut. Dari sektor transportasi, banyak kecelakaan yang terjadi karena gelombang besar yang disebabkan oleh hujan dan badai. Sekitar 12% dari semua kecelakaan pesawat disebabkan oleh kondisi cuaca. Karena itu, penerbangan sering dibatalkan ketika kondisi cuaca dianggap berbahaya, seperti kondisi badai, angin kencang, dan bahkan kabut. Cuaca buruk juga mengancam perjalanan darat dengan tanah longsor dan jalan licin. Untuk itu, prakiraan cuaca yang akurat diperlukan untuk membantu memastikan keselamatan transportasi. Masih banyak sektor-sektor yang memerlukan prakiraan curah hujan dalam melakukan kegiatan sehari-harinya.

Konvensi internasional di seluruh dunia mengatakan bahwa curah hujan memiliki peran yang sangat penting untuk mendukung sektor penerbangan, diberikan layanan meteorologi untuk meningkatkan keamanan dan keselamatan penerbangan. Indonesia juga telah menerapkan hal ini, termasuk dalam peraturan Pemerintah Nomor 3 Tahun 2001 tentang keselamatan penerbangan. Berdasarkan data prakiraan curah hujan pada tahun 2013 di Kota Bengkulu yang dibuat di empat stasiun pengamatan yang digunakan dalam proses peramalan dari setiap titik pengamatan diperoleh prakiraan curah hujan dengan rata-rata 200 mm - 400 mm termasuk dalam prakiraan curah hujan normal. Menurut Jaya (2005), prakiraan adalah proses memprediksi sesuatu secara sistematis tentang sesuatu yang sangat mungkin terjadi di masa depan berdasarkan informasi di masa lalu dan yang dimilikinya agar kesalahan (selisih antara hasil pendugaan dengan kenyataannya) dapat dikurangi.

Terdapat beberapa fenomena besar yang saat ini hasilnya diramalkan secara mudah. Ilmu pengetahuan dan teknologi telah meningkatkan pemahaman tentang berbagai aspek lingkungan dan akibat banyak peristiwa yang dapat diramalkan. Ramalan yang dilakukan umumnya pada data masa lalu yang dianalisis dengan menggunakan cara-cara tertentu. Data masa lalu dikumpulkan, dipelajari, dan dianalisis dengan gerakan waktu. Karena adanya faktor waktu ini, maka hasil analisis tersebut menyatakan sesuatu yang akan terjadi di masa yang akan datang. Jelas dalam hal ini ada harapan yang tidak pasti sehingga akan ada faktor yang perlu dipertimbangkan. Hal ini tidak akan selalu mendapatkan hasil yang tepat dengan ketepatan 100%. Dengan demikian, ini tidak berarti ramalan percuma. Sebaliknya terbukti bahwa ramalan telah banyak digunakan dan membantu dengan baik dalam berbagai manajemen sebagai dasar-dasar perencanaan, pengawasan, dan pengambilan keputusan. Salah satunya adalah peramalan curah hujan atau dalam dunia klimatologi biasa disebut dengan prakiraan curah hujan.

### 2.3 Permasalahan dalam Prakiraan Cuaca

Proses prakiraan cuaca membutuhkan banyak komponen data cuaca, data dalam jumlah besar, dan kemampuan peramalan. Hal ini menyebabkan keakuratan dan kecepatan peramalan menjadi kurang terpenuhi.

Mengingat pentingnya prakiraan cuaca, penelitian mengenai hal tersebut semakin berkembang. Oleh karena itu, prakiraan cuaca diperlukan sebagai langkah antisipasi untuk meminimalkan dampak yang akan terjadi. Prediksi harus memiliki akurasi yang tinggi terhadap cuaca sehingga aktivitas manusia dalam kesehariannya menjadi lancar.

Untuk menghasilkan suatu informasi prakiraan cuaca, terdapat serangkaian proses yang harus dilakukan hingga informasi prakiraan cuaca tersampaikan secara detail dan jelas kepada pihak yang bersangkutan. Pada sesi pertama, data yang didapatkan pada kondisi data mentah dari BOM (Bureau Of Meteorology) Australia, yang merupakan beberapa instansi yang bergerak pada bidang cuaca dan memiliki satelit utama untuk pengamatan cuaca. Data yang didapatkan adalah data beresolusi tinggi dan menginformasikan citra satelit, intensitas, curah hujan, tekanan udara, temperatur, arah, kecepatan angin, serta kelembaban. Data tersebut kemudian dibandingkan dengan data hasil pemantauan cuaca sebelumnya yang didapat pada pos hujan OBS di wilayah – wilayah yang telah ditentukan dan mewakili daerah lokal sekitarnya. Tinggi rendahnya gelombang laut dan gangguan yang terjadi dari lokal, regional dan global juga diambil datanya untuk menunjang keakuratan data prakiraan cuaca.

Cuaca sangat penting dan sangat berpengaruh untuk beberapa bidang. Misalnya di sektor pertanian, prakiraan cuaca menjadi persyaratan utama, seperti pemilihan benih, pemupukan, dan pengendalian hama. Informasi cuaca bahkan menjadi acuan dalam pemilihan jenis benih dan waktu tanam. Jika prakiraan cuaca salah, misalnya prediksi awal musim hujan dan musim hujan jauh, dampaknya bisa berupa kerugian besar bagi petani karena gagal panen dan kekurangan pangan.

Selain itu, prakiraan cuaca juga mempunyai pengaruh penting terhadap sektor penerbangan. Curah hujan yang begitu tinggi dapat memberi pengaruh berupa berkurangnya jarak pandang sehingga menyulitkan pilot untuk mengarahkan pesawatnya. Termasuk adanya kabut, landasan yang basah karena hujan akan menyebabkan tertundanya pesawat yang akan terbang ataupun akan mendarat. Selanjutnya curah hujan yang begitu tinggi juga akan memberikan gaya hambat pada kecepatan pesawat yang menyebabkan waktu tempuh menjadi lebih lama.

Masalah curah hujan yang begitu tinggi di sektor perikanan juga menjadi hal penting untuk bisa diatasi. Curah hujan ekstrim menjadi masalah utama bagi para nelayan untuk mencari ikan. Tingginya gelombang laut dan perubahan arus ikan dapat meningkatkan biaya melaut nelayan. Keselamatan menjadi hal yang sangat penting bagi para nelayan, hal ini menjadikan prakiraan cuaca menjadi pengaruh penting bagi para nelayan yang ingin melakukan aktivitasnya dalam menangkap ikan.

Kota Bengkulu merupakan daerah yang memiliki mata pencaharian bermayoritas sebagai petani dan nelayan. Membahas mengenai pertanian, kebanyakan masyarakat Bengkulu yang berprofesi di bidang pertanian yaitu berasal dari pedesaan. Keadaan perekonomian di daerah pedesaan tidaklah dapat disamakan dengan di perkotaan. Masyarakat perkotaan inilah yang pada umumnya mengandalkan kehidupannya dengan hasil pengolahan pertanian dari masyarakat pedesaan. Selain mengandalkan penjualan hasil pertanian, masyarakat pedesaan biasanya memiliki penghasilan sampingan. Diantaranya adalah pertukangan dan kerajinan yang mengandung nilai seni sehingga pekerjaan ini hanya dilakukan oleh orang-orang yang menghayatinya saja.

Selain itu, keberadaan letak laut yang berada di dekat Kota Bengkulu membuat sebagian masyarakat yang tinggal di perkotaan berprofesi sebagai nelayan. Masalah utama para nelayan ini yaitu ketika terjadinya hujan ekstrim yang melanda daerah sekitaran laut. Hujan ekstrim di Kota Bengkulu biasanya terjadi di akhir-akhir tahun. Prakiraan curah hujan yang akurat memiliki peran penting untuk membantu para nelayan di Kota Bengkulu. Dengan adanya prakiraan yang akurat, para nelayan akan mengetahui kapan mereka harus melaut. Dengan hal ini, keselamatan diri merupakan hal utama bagi para nelayan.

Hal ini menjadi hal penting ketika dikaitkan dengan prakiraan curah hujan. Prediksi curah hujan adalah tugas yang menantang dan sangat berguna untuk sektor pertanian (Nayak et al., 2013). Selain itu, dengan keberadaan laut yang terletak di Kota Bengkulu menjadikan prakiraan curah hujan tak kalah penting bagi para nelayan dalam mengatur jadwal mereka untuk melaut. Namun, sedikit sulit untuk menyediakan data tersebut di Kota Bengkulu karena keterbatasan pengamatan di lapangan.

#### **2.4 Disagregasi Curah Hujan**

Disagregasi adalah metode pembangkitan data dengan melibatkan dua skala waktu, yaitu skala waktu tinggi dan rendah namun (Koutsoyiannis, 2003). Pembentukan data sintetik ini berasal dari munculnya model stokastik. Disagregasi memiliki peran penting dalam aplikasi

model hidrologi karena dapat menghasilkan data curah hujan dengan resolusi yang lebih tinggi. Carpenter (2006) telah memeriksa data curah hujan resolusi tinggi yang menghasilkan kesalahan model yang lebih kecil. Model disagregasi dikembangkan untuk menghasilkan lebih dari satu agregasi statistik.

Disagregasi dapat digunakan baik secara temporal maupun spasial. Disagregasi dihasilkan dari simulasi acak. Disagregasi dibentuk dengan pengaturan parameter, yang selanjutnya untuk mengontrol proses model disagregasi. Hasil simulasi acak berfluktuasi tergantung pada parameter yang digunakan; Oleh karena itu, variasi beberapa data historis dan simulasi model statistik diharapkan dapat menghasilkan disagregasi dalam deret waktu. Evaluasi hasil dapat dilakukan dengan menghitung model seperti skewness hasil simulasi disagregasi deret waktu, dan hasilnya dapat dibandingkan dengan data historis.

Metode disagregasi memiliki kelebihan yang fleksibel dan dapat mempertahankan karakteristik data, seperti rata-rata dan standar deviasi. Pada metode disagregasi harus memenuhi persamaan pada rumus berikut, dimana  $k$  merupakan jumlah sub-periode dalam setiap periode.

$$\sum_{t=(i-1)k+1}^{ik} Y_{it} = Z_i \quad (2.1)$$

Keterangan :

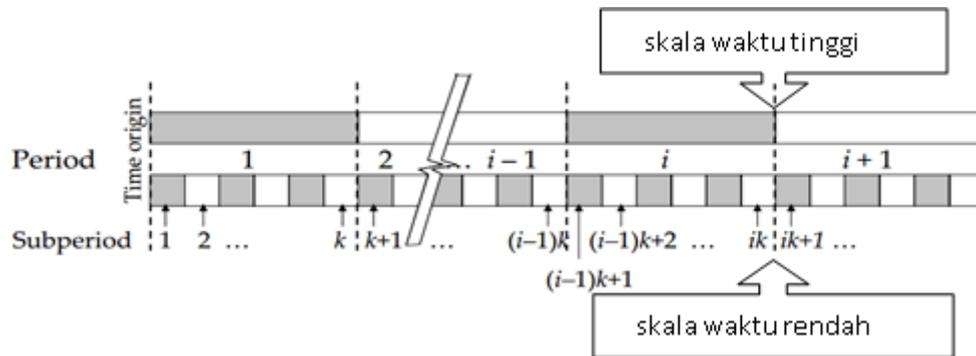
- a.  $Z_i$  : Data skala waktu tinggi (harian)
- b.  $Y_{it}$  : Data skala waktu rendah (per-jam)
- c.  $k$  : Periode skala waktu rendah pada setiap skala waktu tinggi
- d.  $i$  : Periode skala waktu tinggi atau banyaknya hari

Data yang digunakan adalah data pada skala waktu tinggi yaitu data harian ( $Z_i$ ) dan skala waktu rendah yaitu data per-jam ( $Y_t$ ). Struktur data pada metode disagregasi disusun seperti terlihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Struktur Data Disagregasi Curah Hujan

Waktu		Data Skala Waktu Rendah(per-jam)	Data Skala Waktu Tinggi (harian)
Hari ke-	Per-jam		
1	1	$Y_1$	$Z_1$
	2	$Y_2$	
	$\vdots$	$\vdots$	
	$k$	$Y_k$	
2	1	$Y_{k+1}$	$Z_2$
	2	$Y_{k+2}$	
	$\vdots$	$\vdots$	
	$k$	$Y_{2k}$	
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
i	1	$Y_{(i-1)k+1}$	$Z_i$
	2	$Y_{(i-1)k+2}$	
	$\vdots$	$\vdots$	
	$k$	$Y_{ik}$	

Pada penelitian ini  $k$  yang digunakan adalah 24, karena terdapat 24 jam dalam 1 hari. Model disagregasi diilustrasikan seperti pada gambar di bawah ini, di mana data skala waktu rendah merupakan data per-jam dan skala waktu tinggi merupakan data harian.



Gambar 2.1 Metode Disagregasi (Koutsoyiannis, 2003)

## 2.5 Metode dalam Penelitian Prakiraan Cuaca

### 2.5.1 Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Autoregressive Integrated Moving Average Model (ARIMA) adalah model analisis deret waktu yang banyak digunakan dalam statistik. Model ARIMA pertama kali diusulkan oleh Box dan Jenkins pada awal tahun 1970-an, yang sering disebut sebagai model Box-Jenkins atau model B-J untuk kesederhanaan (Stoffer dan Dhumway, 2010). Model ARIMA Box-Jenkins dibagi kedalam 3 kelompok, yaitu Autoregressive (AR), Moving Average (MA), dan model campuran ARIMA (Autoregressive Moving Average) yang merupakan campuran dari kedua model. ARIMA adalah sejenis model prediksi jangka pendek dalam analisis deret waktu. Karena metode ini relatif sistematis, fleksibel dan dapat menangkap informasi deret waktu yang lebih orisinal, metode ini banyak digunakan dalam meteorologi, teknologi rekayasa, kelautan, statistik ekonomi, dan teknologi prediksi, (Kantz dan Schreiber, 2004; Cryer dan Chan, 2008).

Model ARIMA umum juga berlaku untuk deret waktu non-stasioner yang memiliki beberapa tren yang dapat diidentifikasi dengan jelas (Stoffer dan Dhumway, 2010). Kami biasanya menyatakan model ARIMA sebagai  $ARIMA(p, d, q)$ , di mana  $p$  dan  $q$  adalah bilangan bulat non-negatif yang sesuai dengan urutan bagian autoregressive, terintegrasi dan rata-rata bergerak dari model, masing-masing. Selain model ARIMA umum, yaitu model  $ARIMA(p, d, q)$  non-musiman, ada hal yang harus dipertimbangkan dalam beberapa deret waktu berkala.

Periodisitas deret waktu periodik biasanya disebabkan oleh perubahan musim (termasuk perubahan bulanan, triwulanan, dan tingkat minggu) atau beberapa alasan alami lainnya. Kita dapat membangun model  $ARIMA(P,D,Q)$  musiman murni (He, 2004) dengan tanggal deret waktu dalam siklus yang berbeda dan fase yang sama, parameter  $P$ ,  $D$ , dan  $Q$  adalah

parameter autoregresif musiman yang relevan, parameter terintegrasi musiman dan parameter rata-rata pergerakan musiman. Notasi ARIMA dapat diperluas untuk menangani aspek musiman, notasi umumnya adalah:

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

Keterangan:

- a. p,d,q : Bagian yang tidak musiman dari model
- b. (P,D,Q)<sup>S</sup> : Bagian musiman dari model
- c. S : Jumlah periode per musim

Adapun rumus umum dari ARIMA (p,d,q) (P,D,Q)<sup>S</sup>

$$\Phi_P B^S \phi_p (B)(1-B)^d (1-B^S)^D Z_t = \theta_q (B)\Theta_q (B^S)a_t \quad (2.2)$$

### 2.5.2 Metode K-Means

K-means merupakan salah satu algoritma yang bersifat unsupervised learning. K-Means memiliki fungsi untuk mengelompokkan data kedalam data cluster. Algoritma ini dapat menerima data tanpa ada label kategori. K-Means Clustering Algoritma juga merupakan metode non-hierarchy. K-Means Clustering adalah suatu metode penganalisaan data atau metode Data Mining yang melakukan proses pemodelan unssupervised learning dan menggunakan metode yang mengelompokkan data berbagai partisi.

Pengolahan informasi curah hujan yang baik dan akurat dengan metode yang tepat ke dalam tiga kategori yaitu rendah, sedang, dan tinggi sangat diperlukan. Sehingga informasi mengenai pola curah hujan yang terjadi di suatu daerah dapat dimanfaatkan sesuai dengan keadaan. Pengelompokkan data dengan memanfaatkan metode kecerdasan buatan (artificial intelligence) banyak dilakukan, salah satunya yaitu Metode K-Means. Selain dapat digunakan dalam prakiraan curah hujan, metode ini juga banyak diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan dalam bidang pendidikan, bidang pangan, bidang ekonomi, dan transportasi. Berikut tahap Clustering pada K-Means.

- a. Menentukan k (nilainya bebas) sebagai jumlah cluster yang ingin dibentuk.
- b. Membangkitkan nilai random untuk pusat cluster awal (centroid) sebanyak k.

- b. Menghitung jarak setiap data input terhadap masing-masing centroid menggunakan rumus jarak Euclidean (Euclidean Distance) hingga ditemukan jarak yang paling dekat dari setiap data dengan centroid. Berikut adalah persamaan Euclidian Distance:

$$d(x_i, \mu_j) = \sqrt{\sum (x_i - \mu_j)^2} \quad (2.3)$$

- c. Mengklasifikasikan setiap data berdasarkan kedekatannya dengan centroid (jarak terkecil).
- d. Memperbaharui nilai Nilai centroid baru di peroleh dari rata-rata cluster yang bersangkutan dengan menggunakan rumus:

$$\mu_j (t + 1) = \frac{1}{N_{sj}} \sum_{j \in s_j} x_j \quad (2.4)$$

- e. Melakukan perulangan dari langkah 3 hingga 5, sampai anggota tiap cluster tidak ada yang berubah.

### 2.5.3 Kontrol Logika Fuzzy

Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh melalui tulisannya tentang teori himpunan fuzzy pada tahun 1965. Lotfi Asker Zadeh adalah seorang ilmuwan Amerika Serikat berkebangsaan Iran dari Universitas California di Barkeley.

Meskipun logika fuzzy dikembangkan di Amerika, namun metode ini lebih populer dan banyak diaplikasikan secara luas oleh praktisi Jepang dengan mengadaptasikannya ke bidang kendali (control) hingga inteligensia buatan. Produk elektronik buatan Jepang yang banyak dijual seperti mesin cuci, AC, dan lain-lain juga menerapkan prinsip logika fuzzy.

Logika fuzzy atau dalam istilah bahasa inggris disebut fuzzy logic merupakan bentuk logika bernilai banyak yang mungkin memiliki nilai kebenaran variabel dalam bilangan real antara 0 dan 1. Dalam sistem kecerdasan buatan (AI), logika fuzzy digunakan untuk meniru penalaran dan kognisi manusia. Daripada menggunakan logika kebenaran biner, logika fuzzy memasukkan 0 dan 1 sebagai nilai kebenaran ekstrem tetapi dengan berbagai tingkat kebenaran menengah.

Logika fuzzy terdiri dari 3 jenis, yang tiap jenisnya memiliki karakteristik tersendiri. Adapun 3 jenis logika fuzzy tersebut adalah : (Arifin, 2012)

- a. Logika Fuzzy Murni

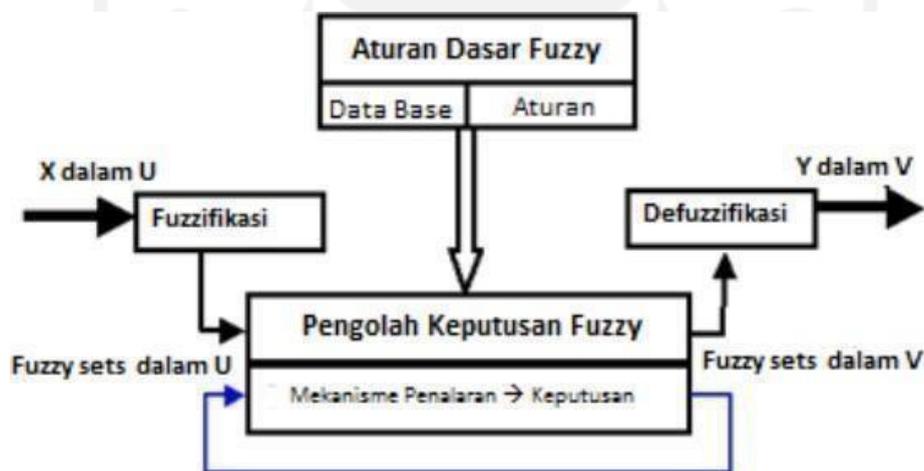
Logika fuzzy murni didasarkan pada masukan dan keluaran yang berupa linguistik.



Gambar 2.2 Struktur Fuzzy Murni (Arifin, 2012)

b. Logika Fuzzy Mamdani

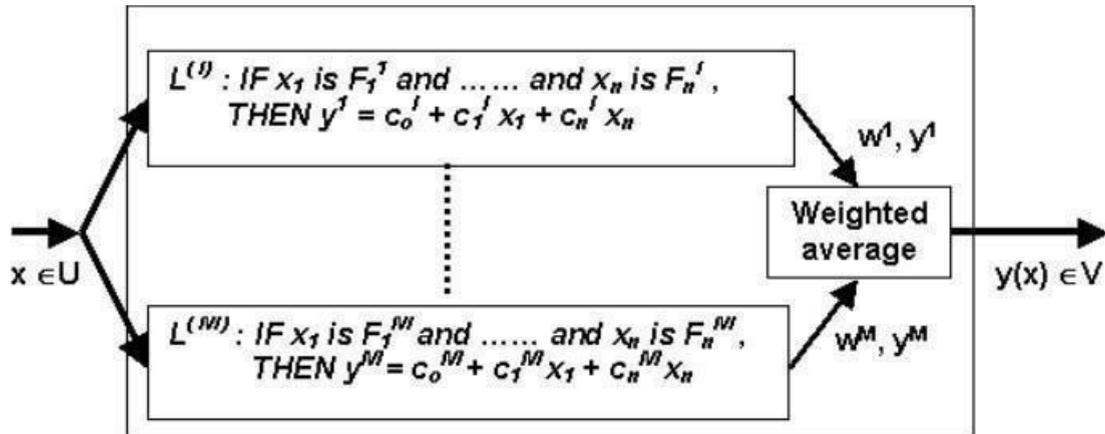
Logika fuzzy Mamdani didasarkan pada input dan keluaran yang berupa numerik.



Gambar 2.3 Struktur Fuzzy Mamdani (Arifin, 2012)

c. Logika Fuzzy Takagi-Sugeno

Logika fuzzy Takagi-Sugeno didasarkan pada masukan linguistik dan keluaran numerik. Keluarannya berupa konstanta atau persamaan linier.



Gambar 2.4 Struktur Fuzzy Takagi Sugeno (Arifin, 2012)

#### 2.5.4 Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average Model (SARIMA)

Data time series terkadang menunjukkan adanya pola periodisasi yang kuat. Data seperti ini sering disebut sebagai data time series yang memiliki perilaku musiman. Perilaku musiman ini dapat diartikan sebagai sebuah pola perubahan yang tetap dan berulang selama periode waktu  $S$ , di mana  $S$  didefinisikan sebagai periode waktu sampai pola berulang kembali.

Perilaku musiman sebagian besar terjadi ketika data diambil dalam interval tertentu yaitu bulanan, mingguan, dan seterusnya. Sebagai contoh, pola musiman untuk data bulanan terjadi ketika nilai tinggi cenderung muncul pada beberapa bulan tertentu dan nilai rendah cenderung muncul pada beberapa bulan tertentu lainnya. Dalam kasus ini,  $S = 12$  merupakan rentang dari periode musiman. Untuk data triwulanan,  $S = 4$ . Terdapat beberapa model untuk peramalan data time series musiman. Salah satu model yang akan dibahas yaitu model SARIMA (seasonal SARIMA) yang merupakan perluasan dari model SARIMA.

Tabel 2.2 ACF dan PACF Serta SARIMA Tentatif

ACF	PACF	SARIMA(p,d,q)
Menuju nol setelah lag q	Menurun secara bertahap bergelombang	SARIMA (0, d, q)
Menurun secara bertahap bergelombang	Menuju nol setelah lag q	SARIMA (p, d, 0)
Menurun secara bertahap bergelombang	Menurun secara bertahap bergelombang	SARIMA (p, d, q)

Suatu prediksi harus diuji dan dievaluasi untuk menilai kelayakannya. Dalam tulisan ini, untuk menilai kelayakan model prediksi, digunakan perhitungan menggunakan metode *Conditional Least Square (CLS)*.

Model SARIMA yaitu pada dasar yang Model SARIMA akan tetapi datanya merupakan data musiman atau seasional. Secara umum model SARIMA dinotasikan adalah :

$$\text{SARIMA}(p, d, q) (P, D, Q)^s$$

Keterangan:

(p,d,q) = Bagian tidak musiman dari model

(P,D,Q) = Bagian musiman dari model

S = Jumlah periode musiman

Model SARIMA secara umum adalah :

$$\Phi_p(B)\Phi_p(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D Z_t = \theta_q(B)\Theta_Q a_t \quad (2.5)$$

Berbeda dengan model ARIMA, model SARIMA memiliki enam komponen yang terdiri dari autoregressive, integrated, moving average, season autoregressive, season integrated, dan season moving average. Identifikasi model dapat dilakukan dengan mengidentifikasi grafik Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF). Secara umum model SARIMA dapat dituliskan dalam persamaan (2.6).

$$\begin{aligned} \Phi_p(B^s)\Phi_p(B)(1-B)^d(1-B^s)^D Y_t &= \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)a_t\Phi_p(B^s) \\ &= 1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^s - \dots - \Phi_p B^{ps} \Phi_p(B) \\ &= 1 - \Phi_1 B - \Phi_2 B - \dots - \Phi_p B^p \Theta_Q(B^s) \\ &= 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^s - \dots - \theta_q B^q \end{aligned}$$

Dengan keterangan,  $\Phi_p(B)$  dan  $\theta_q(B)$  faktor autoregressive dan moving average reguler (polinomial) dan  $\Phi_p(B^s)$  dan  $\Theta_Q(B^s)$  faktor autoregresif musiman dan rata-rata bergerak (atau polinomial), masing-masing. Sub index s mengacu pada periode musiman.

### 2.5.5 Multiple Linear Regression

Multiple linier regression (analisis regresi linier ganda) adalah analisis statistik yang digunakan untuk mengetahui pengaruh beberapa variabel bebas (independent) terhadap variabel terikat (dependent). Tujuan dari multiple linear regression adalah untuk menghasilkan prediksi nilai dari suatu variabel dependent berdasarkan nilai-nilai variabel

independent. Analisis regresi digunakan untuk mengidentifikasi sebuah fungsi yang menjelaskan sedekat mungkin hubungan antara variabel dependent sehingga dapat diprediksi dengan menggunakan rentang nilai variabel independent (Amral et al, 2007).

Formula dari multiple linear regression adalah :

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (2.7)$$

$y$  = nilai prediksi dari dependent variable

$\beta_0$  = nilai dari  $y$  saat parameter / independent variable yang lain bernilai 0

$\beta_1 X_1$  = koefisien regresi ( $\beta_1$ ) dari independent variable yang pertama ( $X_1$ )

$\beta_n X_n$  = koefisien regresi dari independent variable yang terakhir

$\varepsilon$  = eror dalam model

Tabel 2.3 Metode Terkait Prakiraan Cuaca yang Sudah Diteliti

No.	Metode	Penelitian	Kelebihan dan Kekurangan
1.	Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)	- (Loupatty, 2007) - (Lusiani, 2011)	Kelebihan : Metode ARIMA mempunyai kemampuan peramalan dalam jangka panjang yang cukup memuaskan, sehingga metode ARIMA dapat dijadikan metode evaluasi curah hujan.  Kekurangan : Metode ini tidak bisa digunakan pada data curah hujan yang bersifat musiman.
2.	Metode K-Means	- (Hinestroza, 2018) - (Khomsiyah et al, 2021)	Kelebihan : Dalam metode K-Means, pengelompokan data dilakukan dengan cara mengelompokkan atribut data ke dalam beberapa cluster berdasarkan kemiripan dari data tersebut. Kemudian, kemiripan suatu kelompok data diukur menggunakan suatu metode pengukuran jarak.

			<p>Kekurangan : Metode ini kurang cocok untuk diterapkan di satu daerah khususnya Kota Bengkulu karena metode ini membutuhkan beberapa lokasi yang bisa dijadikan titik acuan dalam proses pengelompokan data curah hujan sedangkan di Kota Bengkulu hanya terdapat dua stasiun.</p>
3.	Kontrol Logika Fuzzy	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (Mandey et al, 2017)</li> <li>- (Gunadi et al, 2022)</li> </ul>	<p>Kelebihan : Logika fuzzy merupakan metodologi sistem kontrol untuk memecahkan masalah yang bisa diimplementasikan pada sistem baik sistem yang sederhana, sistem kecil, embedded system, jaringan PC, multichannel atau workstation berbasis akuisisi data dan sistem kontrol.</p> <p>Kekurangan : Berdasarkan uji logika fuzzy untuk menghitung keakuratan nilai error rata-rata dalam RMSE yaitu 11,411%. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai error yang terdapat dalam prediksi ini cukup besar yang berarti bahwa prediksi intensitas curah hujan dengan pemodelan kontrol logika fuzzy ini belum dapat digunakan.</p>
4.	Metode SARIMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (Fransiska et al, 2020)</li> <li>- (Soekendro, 2021)</li> </ul>	<p>Kelebihan : Metode ini sangat cocok untuk diterapkan pada daerah-daerah yang memiliki data curah hujan musiman.</p> <p>Kekurangan : Tidak dapat menangkap hubungan fungsional yang belum diketahui antara variabel independen dengan variabel dependen atau tidak dapat menangkap hubungan antar variabel yang belum memiliki teori yang melandasinya.</p>

5.	Multiple Linear Regression	- (Budiman et al, 2015) - (Dewi et al, 2019)	<p>Kelebihan : Ketika ada hubungan antara variabel independen dan dependen memiliki hubungan linier, algoritme ini adalah yang terbaik untuk digunakan karena ini adalah yang paling kompleks dibandingkan dengan algoritma lain yang juga mencoba menemukan hubungan antara variabel independen dan dependen.</p> <p>Kekurangan : Dalam kehidupan nyata, tidak ada banyak masalah di dunia yang menunjukkan hubungan yang jelas antara variabel independen dan dependen.</p>
----	----------------------------	---	---

Melihat dari kelebihan dan kekurangan beberapa metode. Metode SARIMA merupakan metode yang sangat cocok untuk diterapkan di wilayah Kota Bengkulu karena mempunyai data curah hujan yang bersifat musiman. Selain itu, di Kota Bengkulu juga mempunyai sedikit stasiun yaitu hanya berjumlah dua stasiun.

## 2.6 Ketepatan Model Peramalan

Terdapat situasi di mana proses peramalan mengandung tingkat ketidakpastian. Seperti diketahui, tidak ada metode peramalan yang dapat memprediksi kejadian masa depan secara akurat, sehingga dapat dikatakan bahwa setiap metode pasti menghasilkan kesalahan.

Beberapa faktor penyebab terjadinya penyimpangan hasil ramalan, seperti *outlier*, komponen *trend*, komponen musiman, atau komponen *siklus* yang mungkin ada dalam rangkaian data, yang berarti metode yang digunakan tidak sesuai.

Alat ukur yang digunakan untuk menghitung kesalahan prediksi adalah *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). MAPE merupakan suatu pengukuran statistik terhadap ketepatan estimasi (prediksi) dalam metode peramalan. Pengukuran dengan menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dapat digunakan oleh para peneliti karena MAPE mudah dipahami dan diterapkan dalam memprediksi akurasi peramalan. Metode Mean Absolute Percentage Error (MAPE) memberikan informasi seberapa besar kesalahan peramalan dibandingkan dengan nilai deret yang sebenarnya. Semakin kecil nilai persentase error pada MAPE, maka hasil peramalan akan semakin akurat. Rumus MAPE yaitu sebagai berikut:

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \left( \frac{A_t - \hat{F}_t}{A_t} \right) 100 \right|}{n} \quad (4.1)$$

Dimana:

$A_t$  = Aktual permintaan ke  $t$

$F_t$  = Hasil peramalan ke  $t$

$n$  = Besarnya data peramalan

Dimana terdapat simbol absolut pada rumus MAPE menunjukkan bahwa nilai negatif hasil perhitungan akan tetap bernilai positif.



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

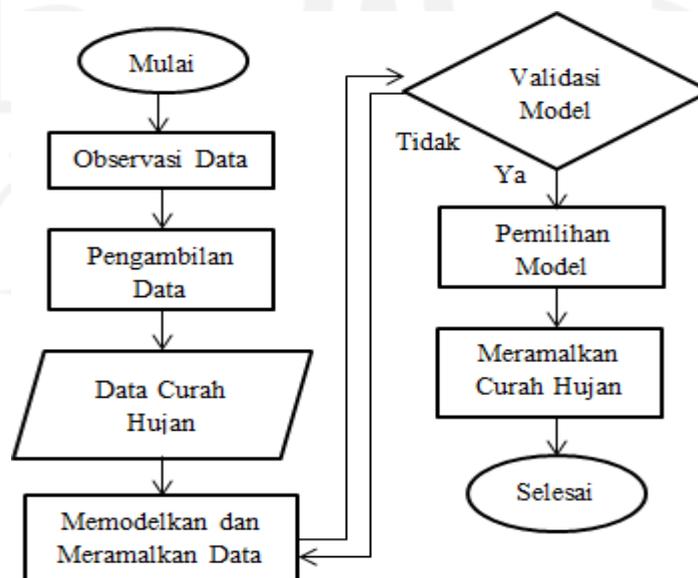
Pemodelan deret waktu dari peristiwa dengan jarak waktu diformulasikan untuk memahami mekanisme pembangkitan peristiwa, peramalan atau prediksi peristiwa di masa depan dan juga untuk pengendalian peristiwa yang optimal.

### 3.1 Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini, rancangan penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif merupakan salah satu jenis penelitian yang spesifikasinya adalah sistematis, terencana, dan terstruktur dengan jelas dari awal hingga pembuatan desain penelitiannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk memodelkan peramalan curah hujan dengan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) serta melakukan implementasi dari model yang didapat sebagai bentuk peramalan curah hujan.

#### 3.1.1 Prosedur Metode Penelitian

Pada penelitian ini untuk membentuk suatu peramalan dengan melakukan studi literatur yaitu membaca jurnal, buku, dan berbagai referensi yang berkaitan dengan sistem pengambilan keputusan dalam Model SARIMA terbaik. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Flowchart Rancangan Penelitian

Penjelasan:

- a. Awal penelitian melakukan observasi data, objek penelitian yang akan diamati adalah curah hujan di Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno kota Bengkulu.
- b. Kemudian dilakukan pengambilan data, dengan variabel yang digunakan adalah rata-rata curah hujan bulanan di kota Bengkulu. Data curah hujan bulanan peneliti dapatkan dari Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno kota Bengkulu.
- c. Tahapan pengambilan data curah hujan bulanan dari 01 Januari 2017 hingga 31 Desember 2021 pada kota Bengkulu. Data yang diambil yaitu data dari BMKG yang berupa data harian dan kemudian peneliti konversikan menjadi bulanan dengan perhitungan rata-rata curah hujan bulanan di kota Bengkulu.
- b. Setelah pengambilan data, dilakukan eksplorasi data dengan pemberian deskripsi secara umum terhadap data rata-rata curah hujan bulanan di kota Bengkulu.
- c. Setelah pengambilan data selesai, dilakukan peramalan curah hujan dengan membangun model SARIMA menggunakan metode algoritma Box Jenkins.
- d. Pemodelan dilakukan dengan empat tahapan, dimulai dengan uji stasioneritas untuk digunakan dalam mengidentifikasi model, dilanjutkan dengan parameter model, diagnostik model dan yang paling terakhir adalah overfitting.
- e. Dari beberapa model SARIMA yang paling memenuhi uji signifikansi parameter akan dipilih model yang paling sesuai berdasarkan kriteria *Conditional Least Square (CLS)*.
- f. Jika peramalan tidak sesuai maka peneliti akan kembali pada tahap pemodelan curah hujan.
- g. Terakhir didapatkan model curah hujan kota Bengkulu paling sesuai yang terpilih oleh peneliti.

### 3.2 Data Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data pada Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno Kota Bengkulu. Data ini diperoleh dari website BMKG kota Bengkulu dalam bentuk data bulanan.

#### 3.2.1 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan variabel penelitian yaitu data curah hujan pada Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno Kota Bengkulu pada tahun 2017-2021 dari bulan Januari 2017 hingga Desember 2021. Jumlah data yang digunakan sebanyak 1825 data dalam bentuk harian dan diubah dalam bentuk data per sepuluh hari, dimana dalam satu bulan terdapat 3

data. Data curah hujan dibagi menjadi 2 jenis data yaitu data pengujian model terbaik (in sample) dengan data dari Januari 2017 hingga Desember 2020 sebanyak 1460 data dan data pengujian peramalan (out sample) dari Bulan Januari 2021 hingga Desember 2021 sebanyak 365 data.

### 3.2.2 Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder berupa data curah hujan pada Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno kota Bengkulu pada tahun 2017-2021.  $Y_t$  = Jumlah data curah hujan dari Januari 2017 hingga Desember 2021.

Tabel 3.1 Data Curah Hujan 2017 hingga 2021

Bulan/Tahun	2017	2018	2019	2020	2021
Januari	303,35 mm	235,7 mm	374,65 mm	546,4 mm	507,1 mm
Februari	413,35 mm	197,9 mm	119,9 mm	342,95 mm	269,1 mm
Maret	329,25 mm	254,1 mm	256,5 mm	488,55 mm	294,55 mm
April	319,95 mm	256,85 mm	314,95 mm	614,75 mm	167,2 mm
Mei	231,55 mm	144,7 mm	125 mm	196,3 mm	423,95 mm
Juni	233,45 mm	214,7 mm	167,7 mm	227,4 mm	222,95 mm
Juli	100,6 mm	28,3 mm	211,6 mm	138,75 mm	210,6 mm
Agustus	278,8 mm	317,9 mm	24,4 mm	131,2 mm	240,1 mm
September	447,6 mm	173,4 mm	53,95 mm	250,1 mm	369,65 mm
Oktober	267,55 mm	308,4 mm	29,5 mm	502,7 mm	491,6 mm
November	366,3 mm	525,4 mm	68,2	630,6 mm	231,9 mm
Desember	397,65 mm	489,5 mm	194,6	505,35 mm	357 mm

### 3.2.3 Desain Penelitian

Objek penelitian yang akan diamati dalam penelitian ini yaitu Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno Kota Bengkulu. Variabel yang digunakan adalah rata-rata curah hujan Bulanan di Kota Bengkulu.

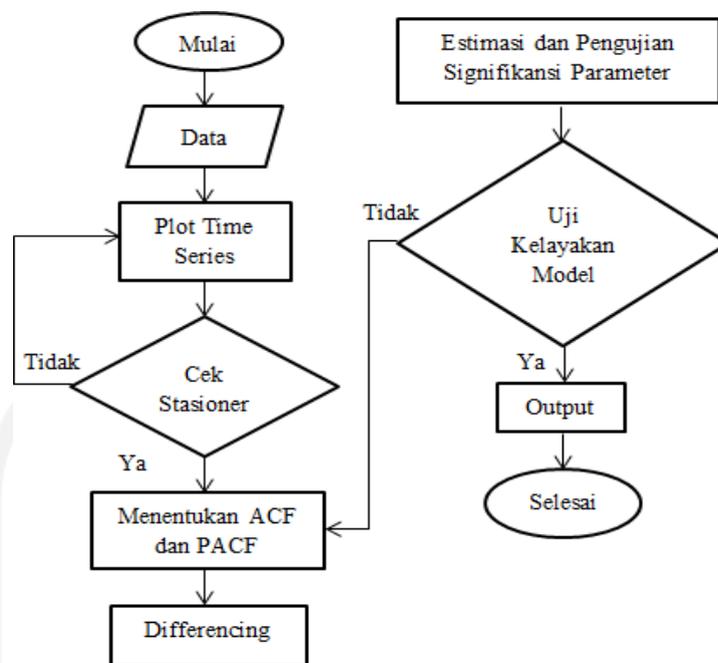
Tahapan penelitian ini meliputi kegiatan:

- a. Pengumpulan data. Dalam penelitian ini akan digunakan data rata-rata curah hujan bulanan 2017 - 2021 di Kota Bengkulu. Sumber data berasal dari BMKG Bengkulu. Data dari BMKG berupa data harian dari Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno Kota Bengkulu yang kemudian di konversikan ke data bulanan dan dilakukan perhitungan rata-rata curah hujan bulanan kota Bengkulu.
- b. Eksplorasi Data. Tujuan dari eksplorasi data adalah untuk memberikan deskripsi secara umum terhadap data rata-rata curah hujan Bulanan di Kota Bengkulu.
- c. Pemodelan dengan metode Box-Jenkins. Membangun model SARIMA akan dilakukan tahapan pemodelan yaitu uji stasioneritas dan penanganannya kemudian identifikasi model, pendugaan parameter model, dan diagnostik model, serta overfitting.
- d. Pemilihan Model Terbaik. Dari beberapa model SARIMA yang memenuhi uji signifikansi parameter dan asumsi residual (white noise dan kenormalan), akan dipilih model terbaik berdasarkan kriteria *Conditional Least Square (CLS)*.
- e. Terakhir peramalan. Peramalan menggunakan model terbaik yang terpilih.

### **3.3 Metode SARIMA dengan Prosedur Box-Jenkins**

Pendekatannya adalah dengan menggunakan data di masa lalu untuk memberikan perkiraan. Dengan menggunakan model peramalan deret waktu proyeksi mandiri SARIMA, ada harapan untuk menemukan rumus matematika yang kira-kira akan menghasilkan pola historis dalam deret waktu. Deret waktu proyeksi diri hanya menggunakan data deret waktu aktivitas yang akan digunakan untuk menghasilkan prakiraan. Pendekatan ini biasanya berguna untuk peramalan jangka pendek hingga menengah (Erhardt, 2002).

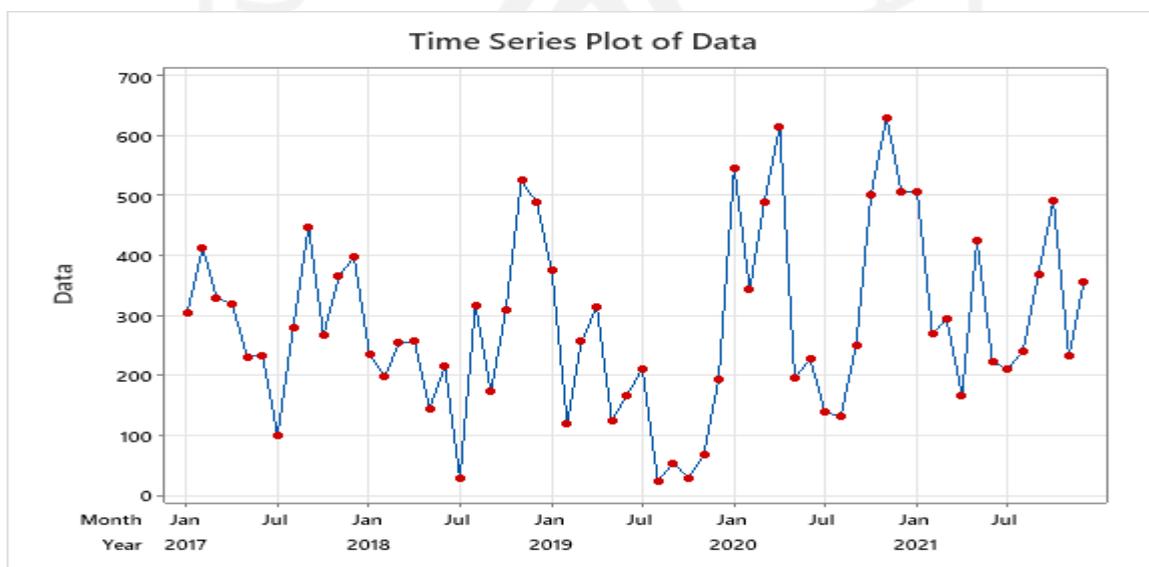
Tujuan yang mendasari Metode Peramalan Box-Jenkins adalah untuk menemukan formula yang tepat sehingga residu sekecil mungkin dan tidak menunjukkan pola. Proses pembuatan model melibatkan empat langkah, diulang seperlunya, untuk berakhir dengan formula khusus yang mereplikasi pola dalam rangkaian sedekat mungkin dan juga menghasilkan perkiraan yang akurat. Proses ini diuraikan dalam Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Flowchart Metode SARIMA dengan Prosedur Box-Jenkins

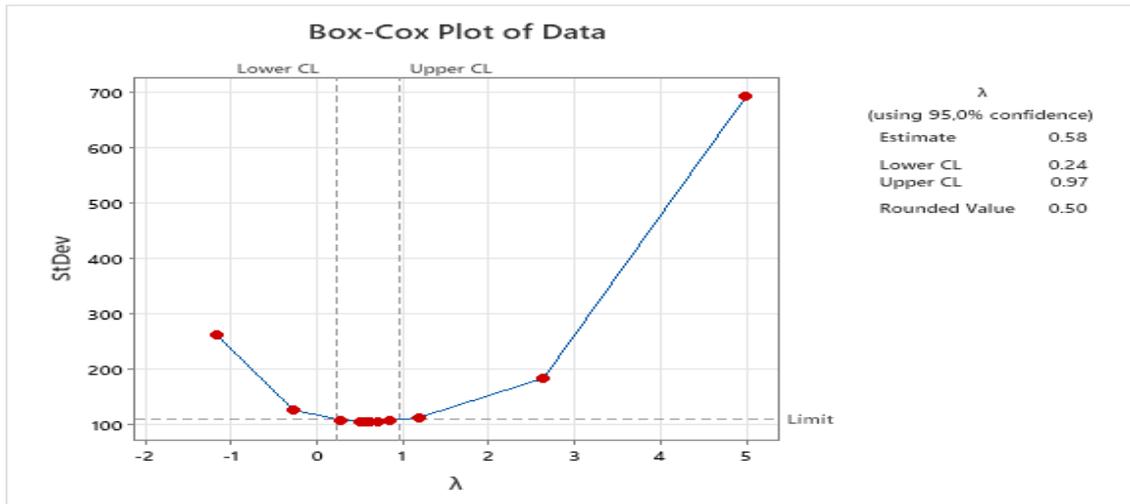
Penjelasan :

- Data yang digunakan adalah data curah hujan pada Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno Bengkulu dalam kurun waktu 5 tahun, yaitu Januari 2017 hingga Desember 2021.
- Setelah data dimasukkan, sistem akan menampilkan suatu output berupa Plot Time Series.



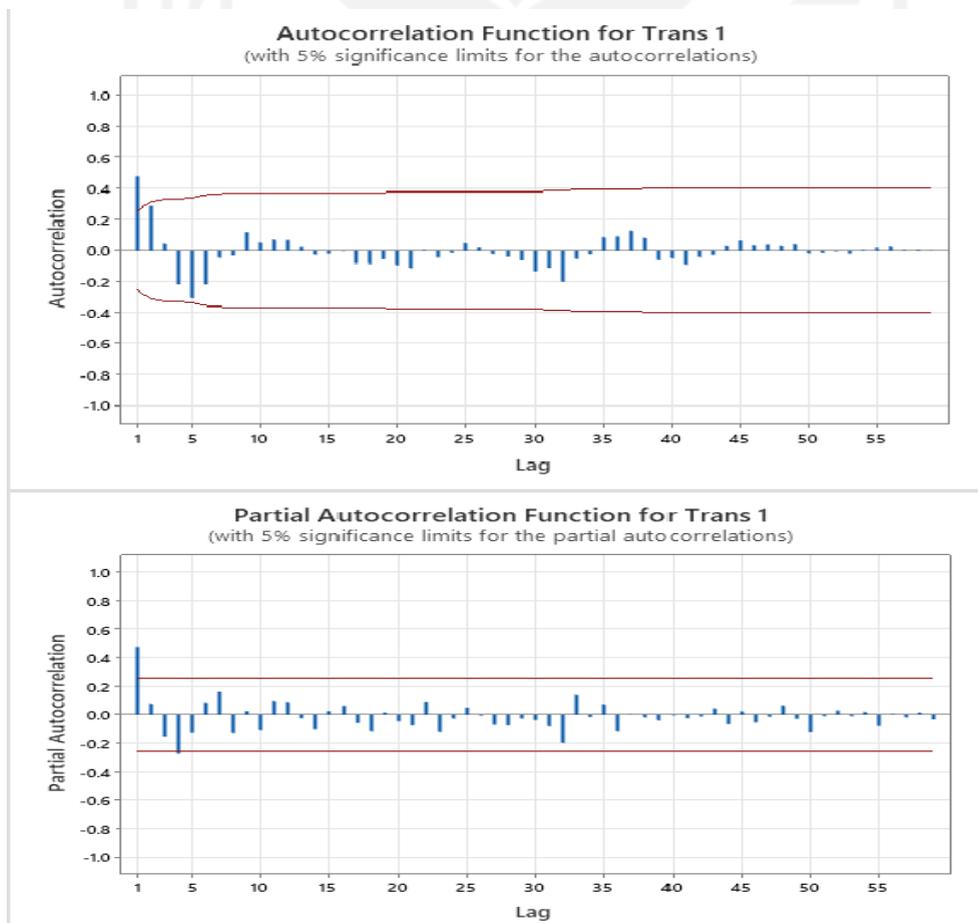
Gambar 3.3 Plot Time Series

- b. Kemudian, langkah selanjutnya yaitu dilakukannya cek stasioneritas pada data curah hujan Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno Bengkulu. Ketika data belum stasioner, maka akan dilakukan perhitungan data kembali.



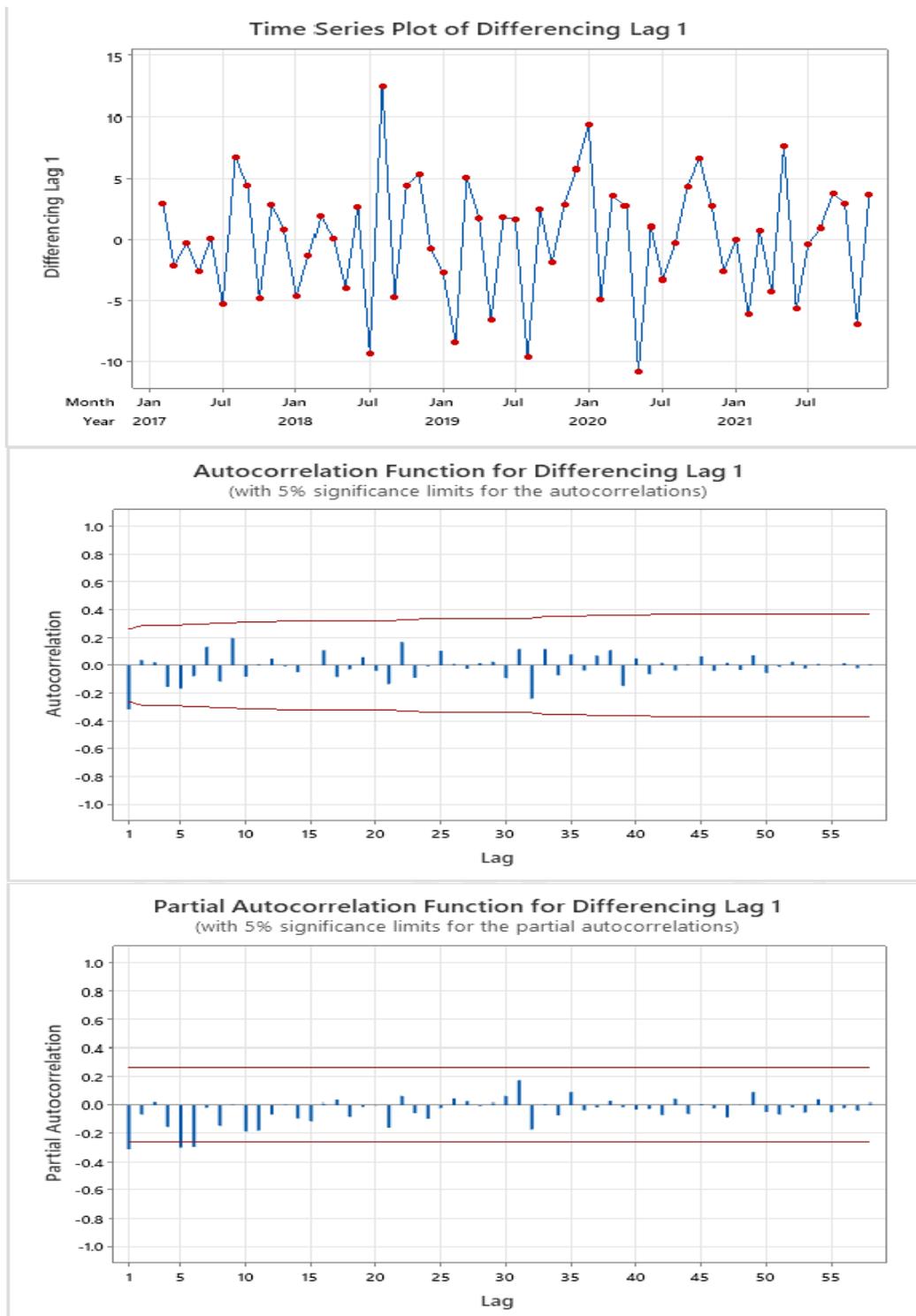
Gambar 3.4 Cek Stasioneritas

- c. Selanjutnya, ketika data sudah dalam keadaan stasioner. Langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu menentukan ACF dan PACF.



Gambar 3.5 Penentuan ACF dan PACF

- d. Langkah selanjutnya yaitu dilakukannya Differencing yang berguna ketika visual data yang ditampilkan belum stasioner dalam mean.



Gambar 3.6 Proses Differencing

- e. Tahap selanjutnya yaitu melakukan estimasi dan pengujian signifikansi parameter. Estimasi parameter semua dugaan model didapatkan dengan menggunakan metode *Conditional Least Square* (CLS). Sedangkan parameter-parameter model tersebut diuji signifikansinya terhadap model menggunakan Uji *t*.

Formula dari *Conditional Least Square* (CLS) adalah :

$$Z_t - \mu = \phi(Z_{t-1} - \mu) + a_t \quad (3.1)$$

Tabel 3.2 Contoh Pengujian Parameter Model SARIMA

Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
AR 1	0,448	0,145	3,09	0,003
MA 1	0,9688	0,0983	9,85	0,000
Constant	0,52	1,19	0,44	0,662

- f. Hal selanjutnya yang dilakukan yaitu menguji kelayakan model. Untuk menentukan model itu layak atau tidak yaitu dilakukan pemeriksaan diagnostik untuk mengetahui kesesuaian model tersebut berdasarkan kriteria residual yang memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal.

Tabel 3.3 Contoh Uji *Ljung-Box* SARIMA

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	12,39	15,41	27,38	37,95
DF	9	21	33	45
P-Value	0,192	0,802	0,743	0,762

- g. Terakhir, yaitu output yang dihasilkan. Hasil dari sebaran residual masing-masing model dapat dilihat ketika tahap pemeriksaan diagnostik telah dilakukan.

### 3.4 Tools

#### 3.4.1 Minitab

Minitab adalah program komputer yang dirancang untuk melakukan pemrosesan statistik. Minitab menggabungkan kemudahan penggunaan Microsoft Excel dengan kemampuan untuk melakukan analisis statistik yang kompleks. Minitab dikembangkan di Pennsylvania State University oleh peneliti Barbara F. Ryan, Thomas A. Ryan, Jr., dan Brian L. Joiner pada tahun 1972. Minitab memulai OMNITAB versi ringannya, sebuah program analisis statistik oleh NIST. Peramalan curah hujan dengan metode SARIMA ini sangat cocok jika menggunakan tools yang bernama Minitab ini. Kelebihannya dalam mengolah data statistik dan bersifat musiman dapat membuat pengguna lebih mudah dalam melakukan pengolahan data.

Secara umum, minitab biasa digunakan untuk pengolahan data dan file pada tingkat

lanjut untuk analisis data yang lebih baik, analisis regresi, tabel dan grafik, analisis multivariat, yang berarti termasuk dalam analisis faktor, analisis cluster, analisis korespondensi. Minitab juga dapat digunakan untuk pengujian statistik non-parametrik, deret waktu, dan peramalan untuk membantu menunjukkan tren data yang dapat digunakan untuk membuat tebakan atau perkiraan, plot, dan analisis tren. Selain itu, minitab juga digunakan untuk kontrol proses statistik, analisis sistem pengukuran, dan varians untuk menentukan perbedaan antar data.

Keunggulan utama Minitab adalah keramahan pengguna dan fitur asistennya. Analisis data dapat dilakukan lebih menyeluruh dengan minitab yang ramah pengguna, sehingga data yang substansial dapat ditarik bahkan oleh orang yang tidak memiliki pengetahuan statistik. Pengguna juga dibantu dalam analisis data dan menghasilkan interpretasi oleh fitur asisten. Berbekal data area mana yang dapat ditingkatkan, pengguna dapat merumuskan lebih banyak langkah untuk meningkatkan kualitas proses dan produk serta meningkatkan efisiensi. Minitab juga terintegrasi dengan Microsoft Word dan Excel. Di balik kelebihanannya, Minitab juga memiliki kekurangan yaitu jangkauan analisis statistik yang dilakukan Minitab langsung setelah instalasi tidak seluas aplikasi lain seperti SPSS dan SAS.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis dan pembahasan untuk mendapatkan peramalan curah hujan di Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno Kota Bengkulu menggunakan metode SARIMA melalui prosedur *Box-Jenkins* dijelaskan pada Gambar 3.2.

Berdasarkan kerangka pada Gambar 3.2, akan menjelaskan rincian-rincian dari algoritma *Box-Jenkins*. Studi kasus yang diambil dalam penelitian ini di kota Bengkulu, Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menemukan model peramalan terbaik untuk meramalkan curah hujan di kota Bengkulu.

#### 4.1 Data Curah Hujan

Data yang digunakan diambil dari pengukuran curah hujan data harian pada Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno dalam kurun waktu lima tahun, yaitu Januari 2017 hingga Desember 2021. Data data harian adalah data per sepuluh hari, dimana dalam satu bulan terdapat 3 data. Jumlah data observasi pada Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno dari Januari 2017 hingga Desember 2021 adalah 1800 data. Berikut ini karakteristik curah hujan pada Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno.

Tabel 4.1 Karakteristik Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno

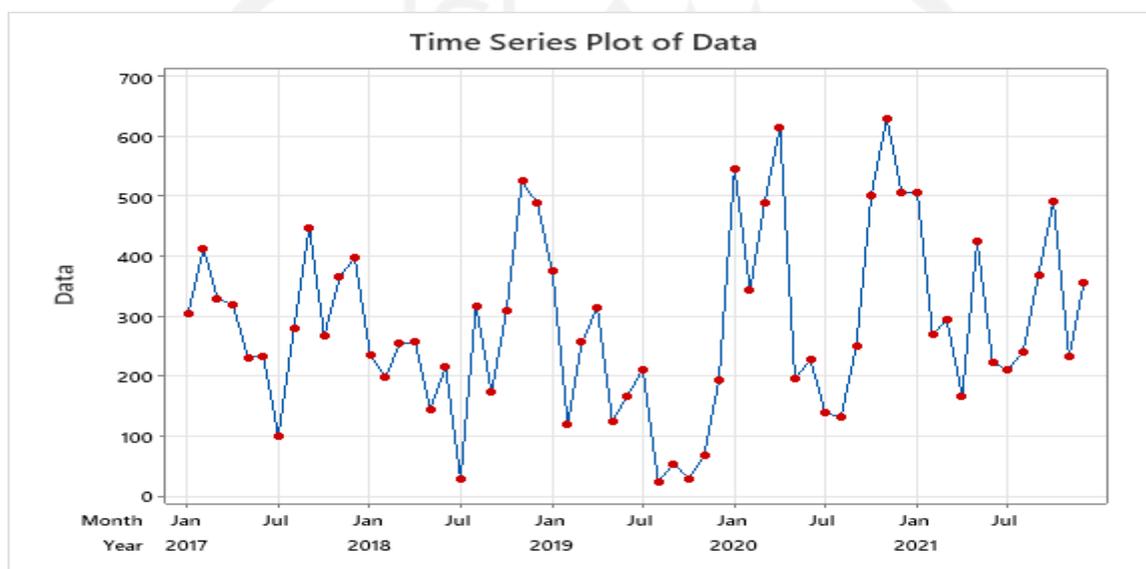
Statistik Deskriptif	Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno (mm)
Mean (mm)	39,19
Simpangan Baku (mm)	49,60
Nilai Minimum (mm)	0,00
Nilai Maksimum (mm)	278

Tabel 4.1 menginformasikan bahwa selama kurun waktu 5 tahun terakhir dari Tahun 2017 hingga 2021, rata-rata curah hujan Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno Kota Bengkulu adalah termasuk kategori curah hujan sedang (39,19 milimeter perhari). Keragaman curah hujannya relatif besar karena nilai simpangan baku juga besar, melebihi

rata-ratanya. Curah hujan maksimum mencapai 278 milimeter (kategori hujan sangat lebat) jauh diatas rata-rata ,sedangkan curah hujan minimum mengindikasikan hari tidak hujan.

## 4.2 Plot Time Series

Setelah mengetahui karakteristik data dengan statistik deskriptif ,maka selanjutnya perlu mengetahui sebaran curah hujan bulanan dan tahunan yang divisualisasikan dalam boxplot sebagai berikut.

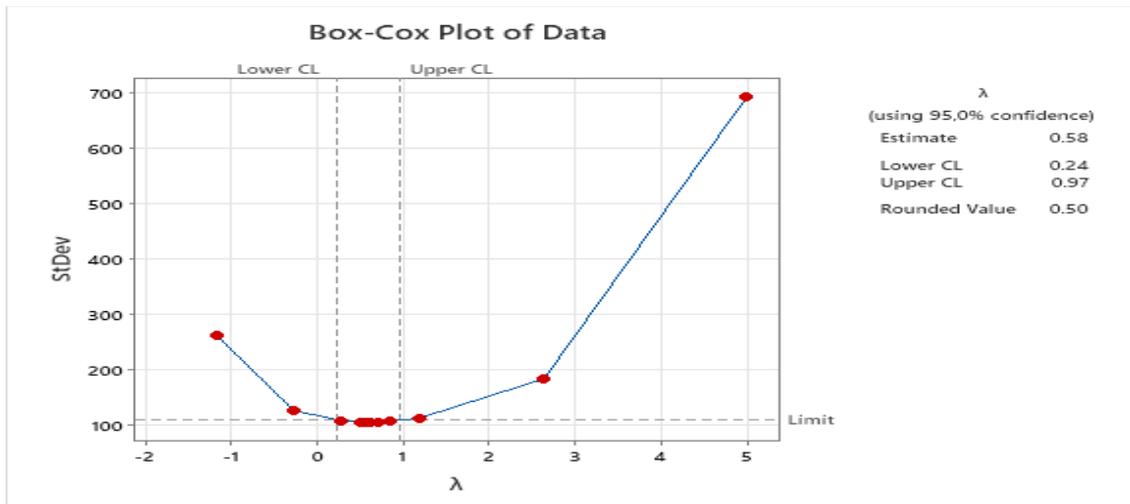


Gambar 4.1 Tampilan Boxplot

Berdasarkan Gambar 4.1, curah hujan maksimum pada tahun 2017 mencapai 447,60 mm, pada tahun 2018 yaitu 525,40 mm, pada tahun 2019 curah hujan maksimum mencapai 374,65 mm, tahun 2020 curah hujan sangat lebat yaitu mencapai 630,60 mm, dan pada tahun 2021 curah hujan maksimum mencapai 507,10 mm.

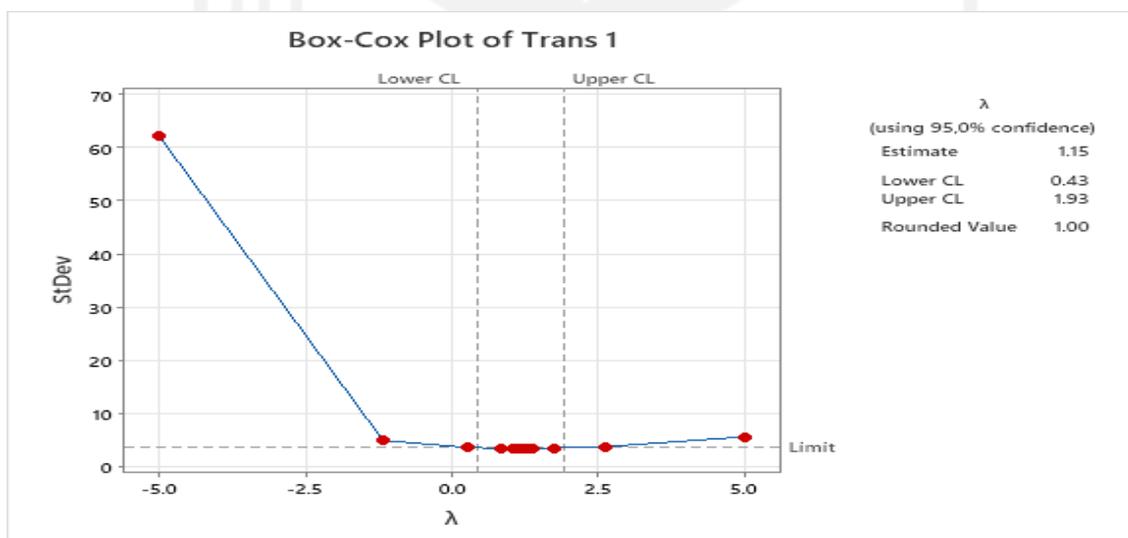
## 4.3 Cek Stasioner

Tahap awal dalam prosedur *Box-Jenkins* adalah mengidentifikasi model SARIMA. Identifikasi model meliputi pengujian stasioneritas data curah hujan dalam varians dan mean serta penentuan order lag dari AR dan MA. Untuk menguji stasioneritas data dalam varians digunakan Uji Box-Cox, sedangkan untuk menguji stasioneritas data dalam mean digunakan plot ACF dan PACF. Pengujian kehomogenan varians data curah hujan dengan Uji Box-Cox seperti Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Nilai Estimasi Lambda pada Pengujian Stasioneritas

Gambar 4.2 memberi informasi bahwa nilai estimasi lambda pada data curah hujan sebesar -0,5. Dapat dilihat bahwa varians data curah hujan Stasiun Fatmawati Soekarno tidak homogen karena nilai estimasi lambda belum bernilai satu. Karena nilai  $\lambda$  sebesar -0,5, maka data ini ditransformasi  $1/\sqrt{Z_t}$  untuk menstabilkan varians. Berikut ini hasil transformasi Box-Cox untuk curah hujan Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno.

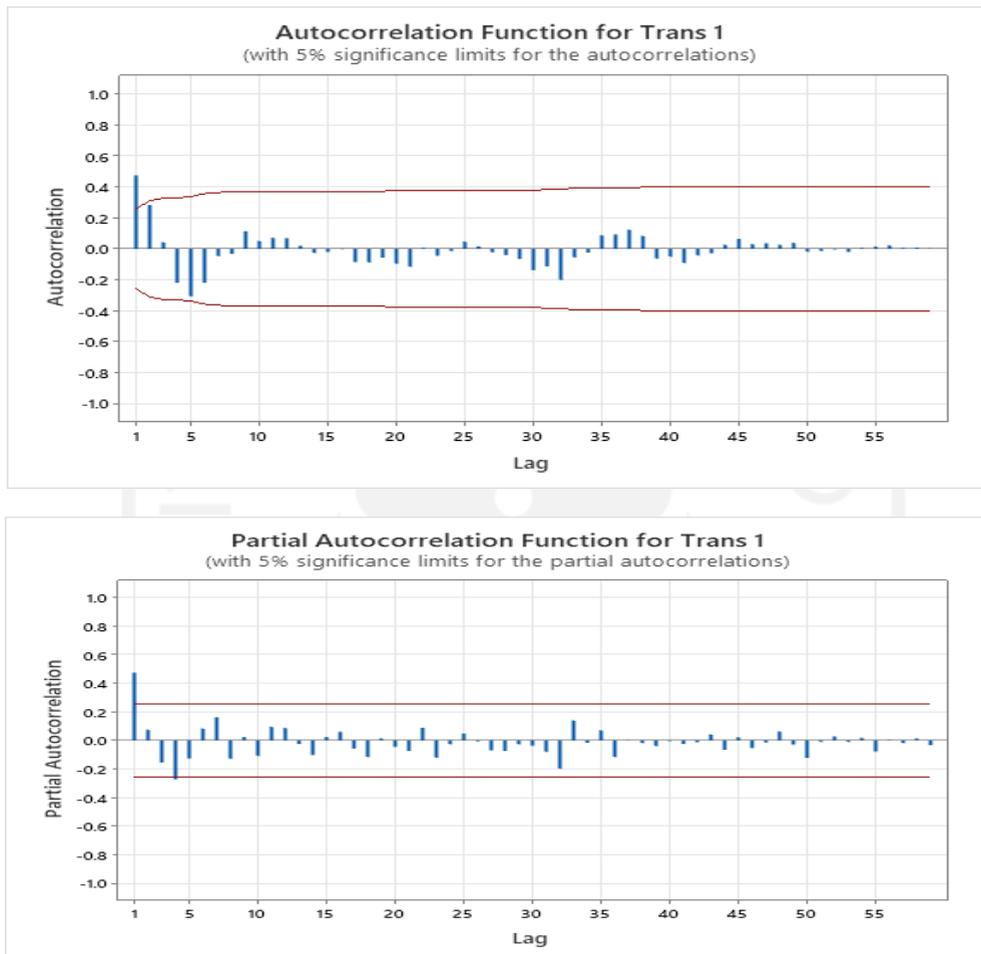


Gambar 4.3 Nilai Estimasi Transformasi  $1/\sqrt{Z_t}$

#### 4.4 Menentukan ACF dan PACF

Gambar 4.3 memberi informasi bahwa data curah hujan Stasiun Fatmawati Soekarno telah stasioner dalam varians, karena nilai  $\lambda$  sebesar 1 termuat dalam LCL dan UCL pada

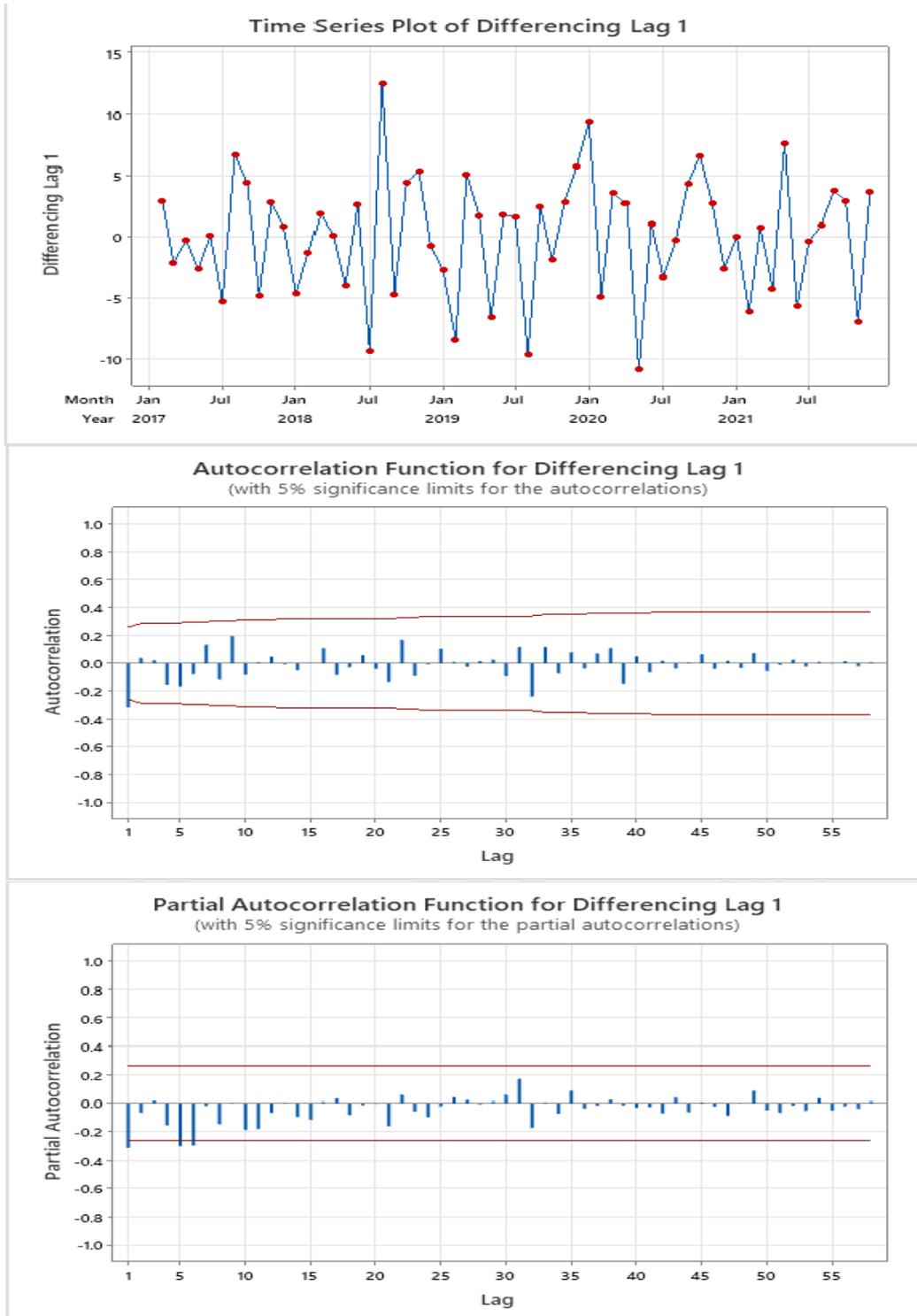
hasil transformasi. Setelah asumsi stasioneritas data dalam varians terpenuhi, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi stasioneritas data dalam mean secara visual dengan plot time series, plot ACF dan plot PACF dari data hasil transformasi pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Plot ACF dan PACF Sebelum data *Differencing*

#### 4.5 Differencing

Gambar 4.4(a) mengilustrasikan plot ACF berbentuk musiman kelipatan 36. Kelipatan musimannya tinggi-tinggi dan turun lambat menuju nol. Gambar 4.4(b) mengilustrasikan plot PACF turun cepat menuju nol. Hal ini mengindikasikan bahwa secara visual data hasil transformasi curah hujan Stasiun Fatmawati Soekarno belum stasioner dalam mean. Oleh karena itu, dilakukan differencing regular pada lag 1. Hasilnya pada Gambar 4.5.

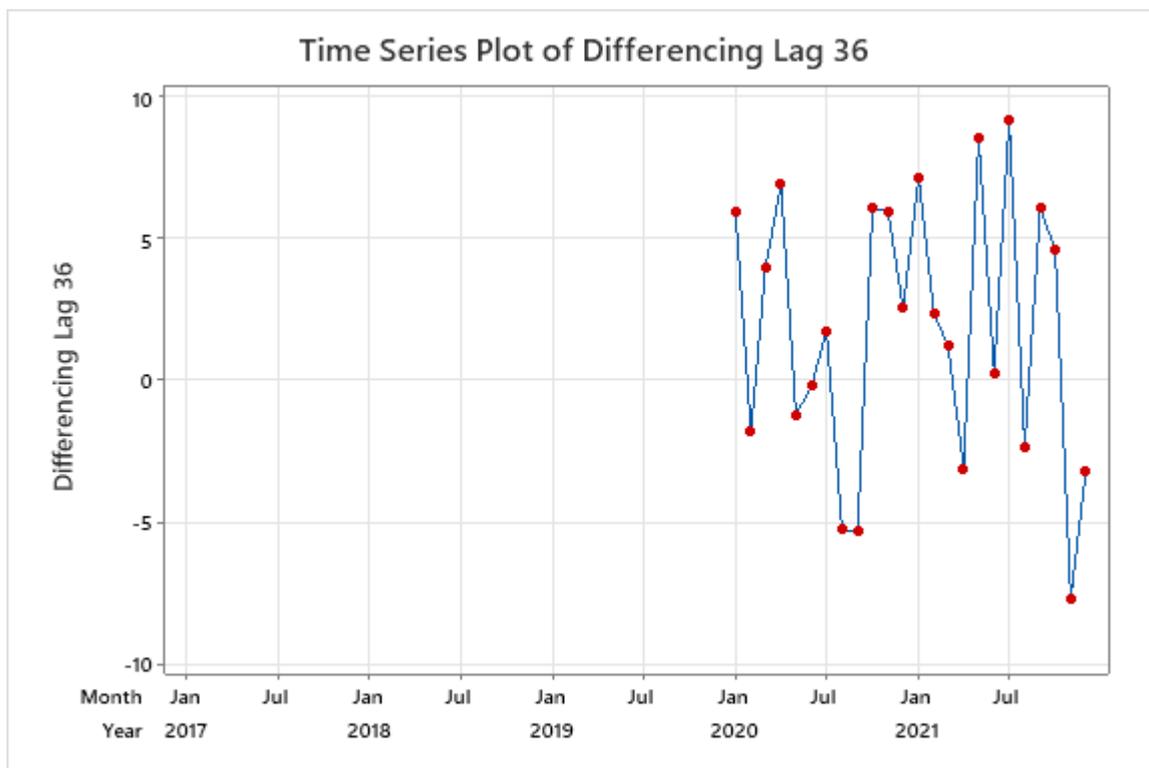


Gambar 4.5 Plot *Time Series*, ACF dan PACF Curah Hujan Lag 1

Gambar 4.5(a) mengilustrasikan *plot time series* data curah hujan Stasiun Fatmawati Soekarno setelah *differencing* regular pada lag 1 berfluktuasi di sekitar garis *mean* yang konstan. Gambar 4.5(b) mengilustrasikan plot ACF data curah hujan Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno setelah *differencing* pada lag 1 *cutoff* setelah lag. Gambar 4.5(c) mengilustrasikan plot PACF turun lambat menuju nol. Hal ini menunjukkan data telah stasioner dalam *mean*.

Dugaan model berdasarkan plot ACF dan PACF yang dilakukan adalah SARIMA  $([1,33],1,[1,2], \text{SARIMA } (1,0,1)(1,1,0)^{36}, \text{SARIMA } (0,1,1)(0,1,1)^{36}, \text{ dan SARIMA } (0,1,[1,2], 0, 1, 1)^{36}$ . Dugaan model SARIMA tersebut didapatkan dari hasil analisa pada pola ACF dan PACF, dimana terdapat tiga komponen Nonseasonal dan tiga komponen Seasonal. Variabel pada dugaan model SARIMA mempunyai makna khusus. Arti dari SARIMA  $([1,33],1,[1,2]$  yaitu Nonseasonal (Autoregressive : 0, Difference : 1, Moving Average : 33), Seasonal (Autoregressive : 1, Difference : 1, Moving Average : 2). SARIMA  $(1,0,1)(1,1,0)^{36}$  yaitu Nonseasonal (Autoregressive : 1, Difference : 0, Moving Average : 1), Seasonal (Autoregressive : 1, Difference : 1, Moving Average : 0, dan lag 36). SARIMA  $(0,1,1)(0,1,1)^{36}$  yaitu Nonseasonal (Autoregressive : 0, Difference : 1, Moving Average : 1), Seasonal (Autoregressive : 0, Difference : 1, Moving Average : 1, dan lag 36). SARIMA  $(0,1, [1,2], 0, 1, 1)^{36}$  yaitu Nonseasonal (Autoregressive : 0, Difference : 1, Moving Average : 2), Seasonal (Autoregressive : 0, Difference : 1, Moving Average : 1, dan lag 36).

Meskipun telah stasioner dalam *mean* dan varians setelah dilakukan *differencing* reguler, pola data merupakan pola musiman. Oleh karena itu, sebelum mengestimasi dan menguji signifikansi dugaan model tersebut, analisis dilanjutkan dengan melakukan *differencing* musiman pada lag 36 terhadap data yang sudah stasioner dalam varians. Lag 36 adalah lag yang sesuai dengan kelipatan orde musimannya. Hasilnya pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Tampilan *Differencing Plot Time Series* lag 36

Gambar 4.6(a) mengilustrasikan plot *time series* data curah hujan Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno setelah *differencing* pada lag 36 berfluktuasi disekitar garis *mean*. Dapat kita lihat dari Januari 2020 hingga Desember 2021.

#### 4.6 Estimasi dan Pengujian Signifikansi Parameter

Setelah menetapkan dugaan model SARIMA sementara untuk peramalan curah hujan hujan Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno maka analisis selanjutnya adalah mengestimasi parameter-parameter semua dugaan model yang didapatkan dengan menggunakan metode *Conditional Least Square* (CLS). Kemudian parameter-parameter model tersebut di uji signifikansinya terhadap model menggunakan Uji t. Berikut adalah estimasi dan pengujian signifikansi parameter model.

Tabel 4.2 Pengujian Parameter Model  
SARIMA ([1,33], 1, [1,2])

Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
AR 1	0,448	0,145	3,09	0,003
MA 1	0,9688	0,0983	9,85	0,000
Constant	0,52	1,19	0,44	0,662

Berdasarkan hasil estimasi pengujian signifikansi parameter dugaan model pertama SARIMA curah hujan Stasiun Fatmawati Soekarno pada Tabel 4.2, didapatkan hasil bahwa

semua parameter yang signifikan berpengaruh terhadap model karena nilai p-value pada AR 1 dan MA 1 yang kurang dari taraf signifikansi  $\alpha = 5\%$ . Maka model tersebut dapat digunakan. Selanjutnya estimasi dan pengujian parameter dilanjutkan pada dugaan model yang kedua sebagai berikut.

Tabel 4.3 Pengujian Parameter  
SARIMA (1,0,1)(1,1,0)<sup>36</sup>

Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
AR 1	0,563	0,276	2,04	0,047
SAR 12	-0,830	0,143	-5,82	0,000
MA 1	0,141	0,329	0,43	0,671
Constant	15,8	19,2	0,82	0,416

Berdasarkan hasil estimasi pengujian signifikansi parameter dugaan model kedua SARIMA curah hujan hujan Stasiun Fatmawati Soekarno pada Tabel 4.3, didapatkan hasil bahwa ada beberapa parameter yang tidak signifikan yaitu nilai p-value pada MA 1 yang lebih dari taraf signifikansi  $\alpha = 5\%$ . Maka model tersebut tidak dapat digunakan. Estimasi dan pengujian parameter model dilanjutkan pada dugaan model yang ketiga sebagai berikut.

Tabel 4.4 Pengujian Parameter  
SARIMA (0,1,1)(0,1,1)<sup>36</sup>

Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
MA 1	0,433	0,132	3,27	0,002
SMA 12	0,689	0,188	3,66	0,001
Constant	-0,81	5,94	-0,14	0,892

Berdasarkan hasil estimasi pengujian signifikansi parameter dugaan model ketiga SARIMA curah hujan hujan Stasiun Fatmawati Soekarno pada Tabel 4.4, didapatkan hasil bahwa semua parameter signifikan berpengaruh terhadap model karena nilai p-value pada MA 1 dan SMA 12 yang kurang dari taraf signifikansi  $\alpha = 5\%$ . Maka model tersebut dapat digunakan. Estimasi dan pengujian parameter model dilanjutkan pada dugaan model yang keempat sebagai berikut.

Tabel 4.5 Pengujian Parameter  
SARIMA (0,1,[1,2])(0,1,1)<sup>36</sup>

Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
MA 1	0,358	0,125	2,86	0,006
SMA 12	-0,059	0,150	-0,39	0,696

Constant	-0,2	13,3	-0,01	0,989
----------	------	------	-------	-------

Berdasarkan hasil estimasi pengujian signifikansi parameter dugaan model keempat SARIMA curah hujan Tabel 4.5, didapatkan hasil bahwa ada beberapa parameter yang tidak signifikan yaitu nilai p-value pada SMA 12 yang lebih dari taraf signifikansi  $\alpha = 5\%$ . Maka model tersebut tidak dapat digunakan.

#### 4.7 Uji Kelayakan Model

Setelah didapatkan empat dugaan model yang signifikan untuk curah hujan, maka analisis selanjutnya adalah pemeriksaan diagnostik untuk mengetahui kesesuaian model tersebut berdasarkan kriteria residual yang memenuhi asumsi white noise dan berdistribusi normal. Pemeriksaan asumsi *whitenoise* menggunakan Uji Ljung-Box pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Uji *Ljung-Box*  
SARIMA([1,33],1,[1,2])

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	12,39	15,41	27,38	37,95
DF	9	21	33	45
P-Value	0,192	0,802	0,743	0,762

Tabel 4.7 Hasil Uji *Ljung-Box*  
SARIMA (1,0,1)(1,1,0)<sup>36</sup>

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	10,64	19,92	23,92	*
DF	8	20	32	*
P-Value	0,223	0,463	0,847	*

Tabel 4.8 Hasil Uji *Ljung-Box*  
SARIMA (0,1,1)(0,1,1)<sup>36</sup>

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	25,53	40,26	48,86	*
DF	9	21	33	*
P-Value	0,002	0,007	0,037	*

Tabel 4.9 Hasil Uji *Ljung-Box*  
SARIMA (0,1,[1,2])(0,1,1)<sup>36</sup>

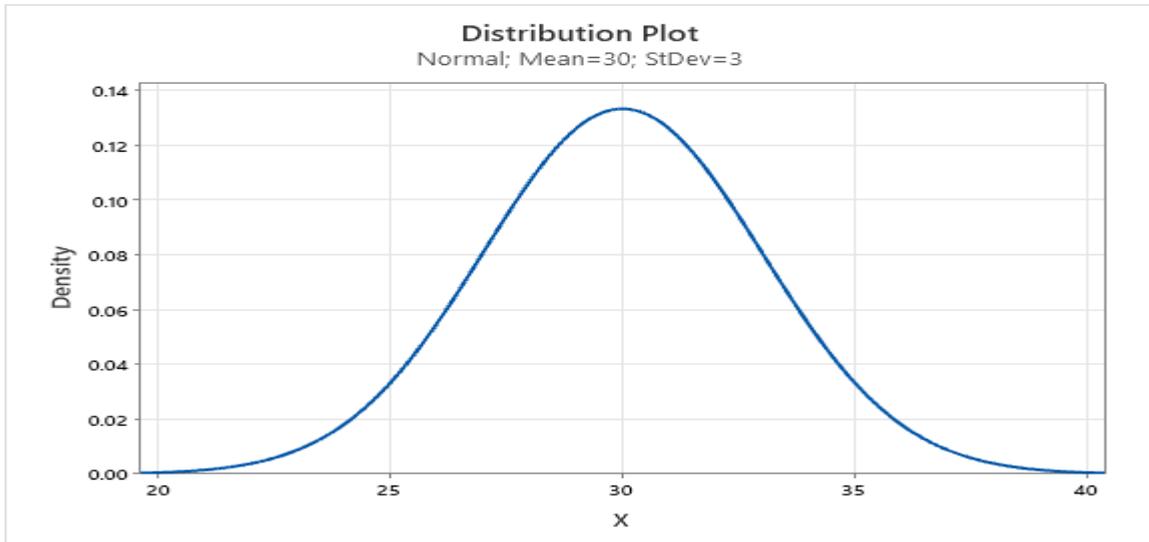
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	16,95	20,20	30,28	41,52
DF	9	21	33	45
P-Value	0,050	0,509	0,603	0,620

Berdasarkan pengujian asumsi white noise pada Tabel 4.6 hingga 4.9, didapatkan kesimpulan bahwa asumsi residual *whitenoise* pada model SARIMA ([1,33],1,[1,2]) terpenuhi karena p-value yang lebih dari taraf signifikansi  $\alpha = 5\%$  sehingga model tersebut dapat digunakan dan hanya terpilih satu dugaan model. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan asumsi normalitas residual pada beberapa dugaan model tersebut secara grafis dengan kurva distribusi normal dan secara uji dengan Uji Kolmogorov-Smirnov pada Tabel 4.10.

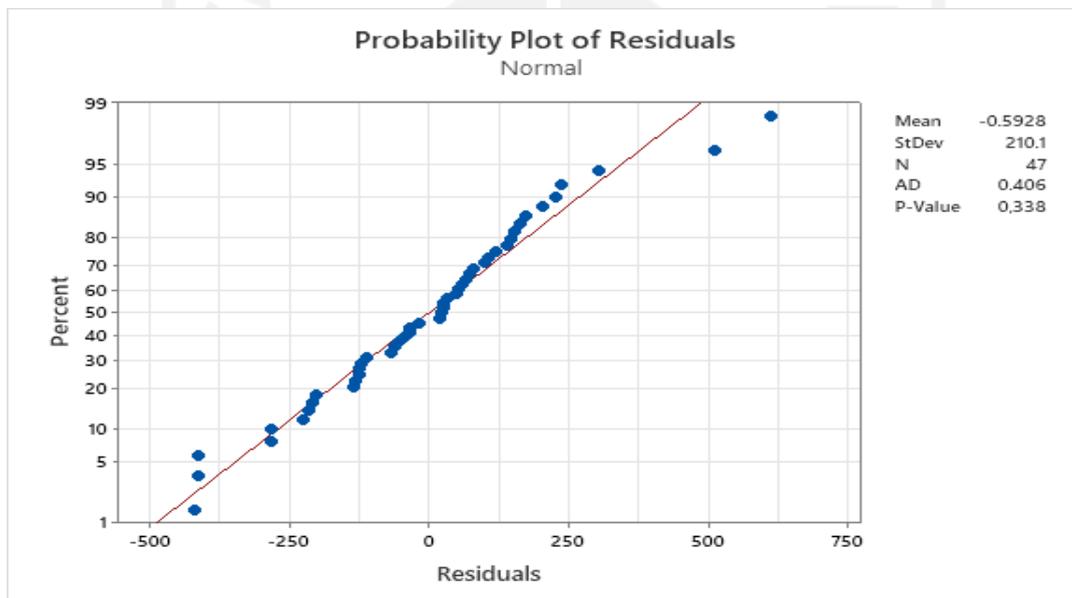
Tabel 4.10 Uji Normalitas Residual

No	Model	Statistik KS	P-value
1	SARIMA([1,33],1,[1,2])	0,020016	> 0,1500
2	SARIMA(1,0,1)(1,1,0) <sup>36</sup>	0,06839	< 0,001
3	SARIMA(0,1,[1,2])(0,1,1) <sup>36</sup>	0,037577	0,0937
4	SARIMA (0,1,1)(0,1,1) <sup>36</sup>	0,03614	0,0671

Berdasarkan pengujian asumsi normalitas residual pada Tabel 4.10, didapatkan kesimpulan bahwa asumsi residual berdistribusi normal pada dugaan model sementara curah hujan Stasiun Meteorologi Fatmawati Bengkulu terpenuhi karena p-value yang lebih dari taraf Signifikansi  $\alpha = 5\%$  kecuali pada dugaan model SARIMA (1,0,1)(1,1,0)<sup>36</sup>. Hasil dari sebaran residual masing-masing model dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8.

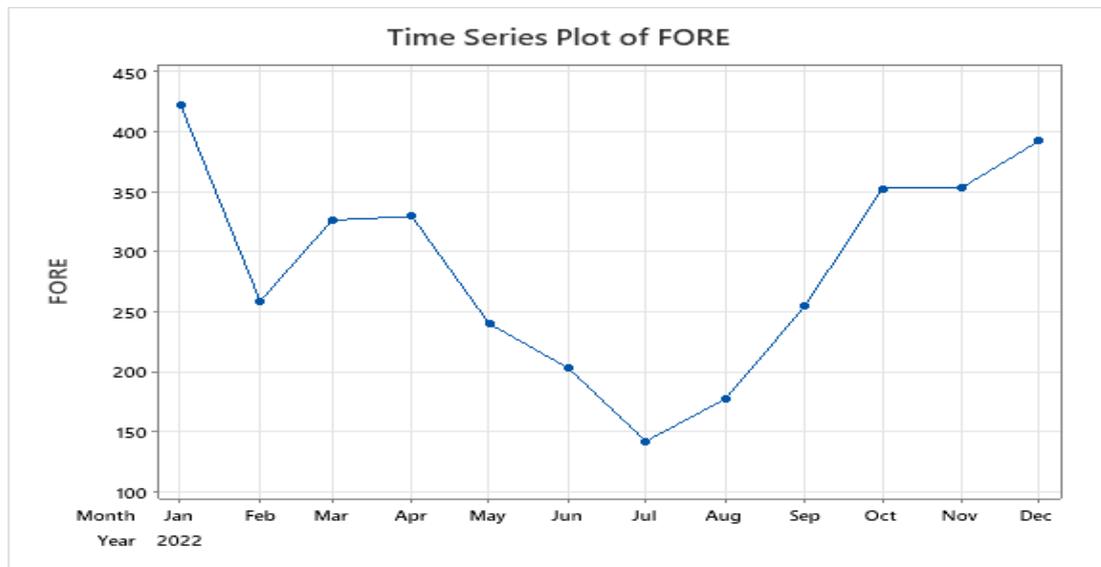


Gambar 4.7 Kurva Distribusi Normal Residual



Gambar 4.8 Plot probabilitas residu

## 4.8 Output



Gambar 4.9 Hasil *Plot Time Series SARIMA(0,1,1)(0,1,1)*<sup>36</sup>

Data curah hujan tahun 2022 bulan Januari sebesar 422,04 mm, bulan Februari sebesar 258,6 mm, bulan Maret sebesar 326,04 mm, bulan April sebesar 329,15 mm, bulan Mei sebesar 240,01 mm, bulan Juni sebesar 202,74 mm, bulan Juli sebesar 141.98 mm, bulan

Agustus sebesar 177,43 mm, bulan September 254,74 mm, bulan Oktober 352,34 mm, bulan November 353,13 mm, dan bulan Desember curah hujan mencapai 392,04 mm. Berdasarkan dari data tahun 2017 sampai tahun 2021, hasil prakiraan curah hujan terbesar di tahun 2022 di bulan desember sebesar 422,04 mm.

#### 4.9 Menghitung Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Untuk menghitung tingkat akurasi metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA), data yang dipakai yaitu data curah hujan aktual Januari hingga Mei tahun 2022. Alat ukur yang digunakan untuk kesalahan prediksi yaitu menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

Tabel 4.11 Nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Range MAPE	Arti Nilai
< 10 %	Kemampuan model peramalan sangat baik
10 – 20 %	Kemampuan model peramalan baik
20 – 50 %	Kemampuan model peramalan layak
> 50 %	Kemampuan model peramalan buruk

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan MAPE

Indeks waktu	Permintaan Aktual	Peramalan	Error	Nilai Absolut Error	Nilai Absolut Error dibagi dengan nilai Aktual
t	$A_t$	$F_t$	$A_t - F_t$	$ A_t - F_t $	$ A_t - F_t /A_t$
1	410.15	422.04	-11.89	11.89	0.028989394
2	240	258.6	-18.6	18.6	0.0775
3	330.05	326.04	4.01	4.01	0.012149674
4	345.2	329.15	16.05	16.05	0.046494786
5	252	240.01	11.99	11.99	0.047579365
6	211.81	202.74	9.07	9.07	0.042821397
7	161.97	141.98	19.99	19.99	0.123417917
8	170.15	177.43	-7.28	7.28	0.042785777
9	249.64	254.74	-5.1	5.1	0.020429418
10	340.12	352.34	-12.22	12.22	0.035928496
11	361.42	353.13	8.29	8.29	0.022937303
12	380.16	392.04	-11.88	11.88	0.03125
Total					0.532283527
n				12	
					formula
MAPE		4.435696057	=(G12/C14)*100		

Berdasarkan nilai error yang dihasilkan, dapat diperoleh hasil bahwa metode SARIMA dengan nilai MAPE sebesar 4.435%. Dengan nilai MAPE tersebut, peramalan curah hujan dengan model SARIMA ([1,33],1,[1,2]) bisa dikatakan sangat baik karena nilai error yang dihasilkan tidak begitu besar dan kurang dari 10 %.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa dalam mencapai tujuan penelitian adalah model SARIMA terbaik untuk pemodelan curah hujan Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno adalah SARIMA  $([1,33],1,[1,2])$ . Variasi curah hujan yang relatif besar ini disebabkan terjadinya simpangan baku, nilainya juga besar dan di atas rata-rata. Pada 278 milimeter (kategori hujan sangat lebat), curah hujan maksimum jauh di atas rata-rata, sedangkan curah hujan minimum tidak menunjukkan hari hujan. Curah hujan maksimum mencapai 630,60 milimeter. Meskipun mean dan varians stasioner setelah *differencing*, pola data reguler adalah musiman. Oleh karena itu, sebelum mengestimasi dan menguji signifikansi model yang dimaksud, analisis dilanjutkan dengan melakukan *differencing* musiman pada lag 36 pada data yang variansnya sudah stasioner.

Berdasarkan hasil pendugaan signifikansi keempat model SARIMA untuk pendugaan curah hujan di Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno, diketahui bahwa semua parameter berpengaruh signifikan terhadap model, karena p-value lebih kecil dari taraf signifikansi 5%.

#### 5.2 Saran

Model SARIMA Box-Jenkins merupakan salah satu model linier yang akurasinya sesuai untuk jangka pendek, sedangkan untuk jangka panjang akurasinya kurang baik, salah satu solusi lain yang dapat digunakan untuk memodelkan curah hujan adalah metode peramalan linier yang lain seperti regresi time series serta metode peramalan nonlinier, seperti ANFIS, GSTAR, GARCH. Oleh karena itu, saran yang dapat diberikan dalam penelitian selanjutnya adalah sebaiknya menambahkan penggunaan metode-metode nonlinear dalam memodelkan dan meramalkan curah hujan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Barat, M. (2010). Karakter Curah Hujan Di Indonesia. *Jurnal Geografi*, 7(2), 136-145.  
10.15294/jg.v7i2.84.
- Cryer, J. D., and Chan, K.S.(2008). *Time Series Analysis with Application in R*. 2nd Edn., Springer, New York, ISBN-10: 0387759581, pp: 491.
- Kantz, H., and Schreiber, T.(2004). *Nonlinear Time Series Analysis*. 2nd Edn., Cambridge University Press, Cambridge, ISBN-10: 0521529026, pp: 369.
- Gao, M., and Hou, X.Y.(2012). Trends and multifractal analyses of precipitation data from shandong peninsula, China. *Am. J. Environ. Sci.*, 8: 271-279. DOI: 10.3844/ajessp.2012.271.279.
- Guo, Z.W.(2009). The adjustment method and research progress based on the SARIMA model. *Chinese J. Hosp. Stat.*, 161: 65-69.
- Han, P., Wang, P.X.,and Wang, Y.J. (2008). Drought fore- casting based on the standardized precipitation index at different temporal scales using SARIMA models. *Agric. Res. Arid Areas*, 26: 212-218.
- He, S.Y.(2004). *Applied Time Series Analysis*. 1st Edn., Peking University Press, Beijing.
- Momani, M., and Naill, P.E. (2009). Time series analysis model for rainfall data in Jordan: Case study for using time series analysis. *Am. J. Environ. Sci.*, 5: 599-604. DOI: 10.3844/ajessp.2009.599.604.
- Stoffer, D.S., and Dhumway,R.H. (2010). *Time Series Analysis and its Application*. 3rd Edn., Springer, New York, ISBN-10: 1441978658, pp: 596.
- Wang, J., Du,Y.H., and Zhang, X.T. (2008). *Theory and Application with Seasonal Time Series*. 1st Edn., Nankai University Press, Chinese.
- Wei, W.W.S.(2006). *Time Series Analysis* (United States: Pearson Education, Inc)
- Carpenter,T.M., and Georgakakos, K. P. (2006). “Intercomparison of lumped versus distributed hydrologic model ensemble simulations on operational forecast scales”.
- Wang, Y.(2008). *Applied Time Series Analysis*. 1st Edn., China Renmin University Press, Beijing.

- Abdul-Aziz, A.R., Anokye, M., Kwame, A., Munyaikazi, L., & Nsowah-Nuamah, N.N.N. (2013). Modeling and Forecasting Rainfall Pattern in Ghana as a Seasonal ARIMA Process: The Case of Ashanti Region, *International Journal of Humanities [11] and Social Sciences*, 3(3), 224-233.
- Ampaw, E., Akuffo, M., Opoku, B., L.S., & Lartey, S. (2013). Time Series modeling of rainfall in New Juaben Municipality of the Eastern Region of Ghana, *Contemporary Research in Business and Social Sciences*, 4(8), 116-129.
- Beatrice, C.B., Nasser, R., Afshar, Selami, O.S., & Fahmi, H. (2014). Application of Mathematical Modelling in Rainfall forecast: A Case study of SGS Sarawak Basin, *International Journal of Research in Engineering and Technology*. 03(11), 316-319.
- Benito., Orellana., and Zurita. (1994). Análisis de la estabilidad temporal de los patrones de precipitación en la Península Ibérica, in PITA and AGUILAR (Ed): "Cambios y variaciones climáticas en España", *Publicaciones de la Universidad de Sevilla*, pp183-193.
- Box, G. E. P., & Jenkins, G. M. (1976). *Time Series Analysis, Forecasting and Control*, San Francisco: HoldenDay.
- Carmona, R., Diko, P. (2005). Pricing precipitation based derivatives. *Int. J. Theor. Appl. Financ.* 08(07), 959–988.
- Chandler, R.E. (1997). A spectral method for estimating parameters in rainfall models. *Bernoulli* 3(3), 301–322.
- Chin, E.H. (1977). Modeling daily precipitation occurrence process with Markov Chain. *Water Resour. Res.* 13(6), 949–956.
- Coe, R., Stern, R. (1982). Fitting models to daily rainfall data. *J. Appl. Meteorol.* 21(7), 1024–1031.
- Cowpertwait, P.S.P. (1994). A generalized point process model for rainfall. *Proc. R. Soc. A Math. Phys. Eng. Sci.* 447(1929), 23–37.
- Erik Erhardt. (2002). Box-Jenkins Methodology vs Rec.Sport. Unicycling 1999-2001.
- Gerolimetto, M. (2010). SARIMA and SARIMA Models. Available at: [www.dst.unive.it/~margherita/TSlecturenotes6 .pdf](http://www.dst.unive.it/~margherita/TSlecturenotes6.pdf) (accessed 14-August, 2015).
- Fransiska, H., Novianti, P., & Agustina, D. (2019). Permodelan Curah Hujan Bulanan di Kota Bengkulu dengan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA). In *Seminar Nasional Official Statistics (Vol. 2019, No. 1, pp. 390-395)*.

- Mandey, F. N., Kolibu, H. S., & Bobanto, M. D. (2017). Pemodelan Sistem Prediksi Intensitas Curah Hujan di Kota Manado Dengan Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy. *Jurnal MIPA*, 6(2), 19-23.
- Budiman, I., & AkhlakulSARIMAh, A. N. (2016). Aplikasi Data Mining Menggunakan Multiple Linear Regression Untuk Pengenalan Pola Curah Hujan. *Klik-Kumpulan Jurnal Ilmu Komputer*, 2(1), 34-33.
- Loupatty, G. (2007). Prakiraan Curah Hujan Kecamatan Kairatu Kabupaten Seram Bagian Barat dengan Model Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA). *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 1(2), 40-48.
- Mujiasih, S. (2011). Pemanfaatan Data Mining Untuk Prakiraan Cuaca. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 12(2).
- Yuniar, R. J., Rahadi, D., & Setyawati, O. (2013). Perbaikan Metode Prakiraan Cuaca Bandara Abdulrahman Saleh dengan Algoritma Neural Network Backpropagation. *Jurnal EECCIS*, 7(1), 65-70.
- Diani, F., & Permana, H. (2012). Kajian sistem informasi prakiraan cuaca bmkg pada bmkg bandung. In *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*.
- Soekendro, C. A., Sutoyo, E., & Hamami, F. (2021). Prediksi Curah Hujan Di Kab. bandung Dengan Analisis Time Series, Menggunakan Model SARIMA (seasonal Autoregressive Integrated Moving Average). *eProceedings of Engineering*, 8(2).
- Lusiani, A., & Habinuddin, E. (2011). Pemodelan autoregressive integrated moving average (ARIMA) curah hujan di kota bandung. *SIGMA-Mu (Jurnal Penelitian & Gagasan Sains dan Matematika Terapan)*, 3(2), 9-25.
- Religia, Y., & Susanto, A. (2018). Penerapan Algoritma K-Means Dalam Pengelompokan Curah Hujan Di Daerah Jabodetabek. *Jurnal SIGMA*, 8(2), 217-214.
- Khomsiyah, J., Ramdhani, A., Damayanti, A. F., & Rohman, D. (2021). Penerapan Algoritma K-Means Clustering untuk Pengelompokkan Wilayah Rawan Banjir. *Jurnal Ilmiah Betrik: Basemah Teknologi Informasi dan Komputer*, 12(3), 249-253.
- Gunadi, I., Suseno, J. E., Khuriati, A., Hersaputri, M., & Putranto, A. B. (2022). Penentuan Curah Hujan Berdasarkan Input Cuaca Menggunakan Metode Logika Fuzzy Mamdani. *Jurnal Pengabdian Vokasi*, 2(2), 155-159.
- Mulyani, E. D. S., Septianingrum, I., Nurjanah, N., Rahmawati, R., Nurhasani, S., & RK, K. M. (2019). Prediksi Curah Hujan Di Kabupaten Majalengka Dengan Menggunakan

Algoritma Regresi. E-Jurnal Jusiti: Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi, 8(1), 67-77.

Mangare, I. O. (2017). Metode Disagregasi Curah Hujan dengan Pendekatan Stokastik Neyman-Scott (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).



LAMPIRAN

