

PEMODELAN CURAH HUJAN PADA KOTA BENGKULU MENGGUNAKAN SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (SARIMA)

Diki Wahyudi
Jurusan Informatika
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, Indonesia
18523202@students.uii.ac.id

Irving Vitra Paputungan
Jurusan Informatika
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, Indonesia
irving@uui.ac.id

Abstrak—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 maksimal. 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 $(0,1,[1,2]0(0,1,1))$. Dari hasil tersebut, maka model tersebut merupakan model terbaik untuk pemodelan curah hujan Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno Kota Bengkulu.

Kata Kunci—iklim, Prediksi, SARIMA

I. PENDAHULUAN

Prakiraan curah hujan merupakan isu penting bagi negara-negara agraris seperti Indonesia [1]. Perubahan curah hujan dan iklim dapat mempengaruhi proses ekologi, degradasi sumber daya alam, 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 [2]. 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[3].

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 pada beberapa lokasi di Indonesia.

Kota Bengkulu memiliki dua musim dengan perubahan cuaca yang sangat cepat, hal ini disebabkan karena letak geografis Kota Bengkulu yang berbatasan dengan Samudra Hindia. Hal ini menyebabkan jika terjadi tekanan rendah di Samudra Hindia maka Kota Bengkulu akan mengalami hujan yang tinggi. Mempertimbangkan hubungan data, dapat dibangun model musiman SARIMA $(p, d, q) (P, D, Q)$, [4]. Model tersebut telah berhasil diterapkan di banyak mata pelajaran. Jika periode waktu series sama dengan, maka

dapat dilambangkan sebagai SARIMA $(p, d, q) (P, D, Q)$. Di mana p, d, q adalah bagian yang tidak musiman dari model

sedangkan P, D, Q adalah bagian musiman dari model. Dalam penyesuaian musim, ini adalah model yang sangat nyaman dan stabil. Tujuan penelitian ini adalah bagaimana memodelkan dan mengimplementasikan peramalan curah hujan dengan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) pada Kota Bengkulu. Dengan tercapainya tujuan ini diharapkan dapat menghasilkan prakiraan curah hujan yang maksimal terhadap daerah-daerah yang bersifat musiman.

II. TINJAUAN PUSTAKA

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 kita sehari-hari. Banyak sektor- sektor yang sangat berpengaruh dengan adanya prakiraan cuaca khususnya prakiraan curah hujan.

Sudah banyak penelitian yang melakukan peramalan curah hujan dengan beberapa metode tertentu. Metode tersebut diantaranya yaitu metode ARIMA, SARIMA, K-Means, Kontrol Logika Fuzzy, dan Multiple Linear Regression. Dari metode-metode tersebut, 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 provinsi Bengkulu juga mempunyai sedikit stasiun yaitu hanya berjumlah tiga stasiun.

TABEL I BEBERAPA PENELITIAN TERDAHULU

No.	Metode	Penelitian	Kelebihan dan Kekurangan
1.	Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)	- (Loupatty, 2007) - (Lusiani, 2011)	- Kelebihan : Mudah dalam pembentukan modelnya, lebih cepat, dan hasilnya mudah diinterpretasikan. - Kekurangan : Secara umum lebih tidak akurat dibandingkan model ANN dan tidak dapat menangkap hubungan fungsional yang belum diketahui antar variabelnya.
2.	K-Means	- (Hinestroza, 2018) - (Khomsiyah et al, 2021)	- Kelebihan : Relatif sederhana, dapat diskalakan untuk dataset dalam jumlah besar, dan mudah beradaptasi dengan contoh baru. - Kekurangan : Perlu menentukan nilai k secara manual dan sangat bergantung pada inisial awal.
3.	Kontrol Logika Fuzzy	- (Mandey et al, 2017)	- Kelebihan : Rancangan sistem

		- (Gunadi et al, 2022)	cukup mudah, dapat dikodekan menggunakan lebih sedikit data, dan algoritma ini fleksibel. - Kekurangan : Data serta input tidak akurat, dan algoritma ini sepenuhnya bergantung pada pengetahuan dan keahlian manusia.
4.	Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)	- (Fransiska et al, 2020) - (Soekendro, 2021)	- Kelebihan : Metode ini sangat cocok untuk diterapkan pada daerah-daerah yang memiliki data curah hujan musiman. - Kekurangan : Tidak dapat menangkap hubungan fungsional yang belum diketahui antara variabel independen dengan variabel dependen.
5.	Multiple Linear Regression	- (Budiman et al, 2015) - (Dewi et al, 2019)	- Kelebihan : Kemudahan untuk digunakan dan dapat menentukan kekuatan prediktor. - Kekurangan : Nilai ramalan dari analisis regresi merupakan nilai estimasi sehingga tidak sesuai dengan data aktual tetaplah ada.

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 [6]. 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 [7]. 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).

III. METODOLOGI PENELITIAN

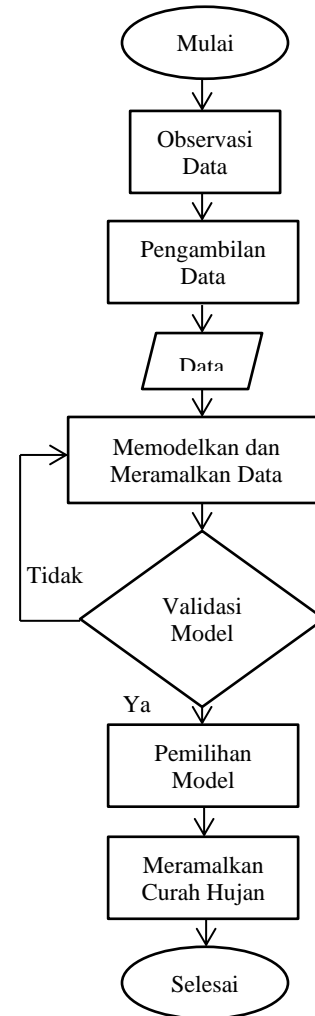
Pemodelan deret waktu dari peristiwa dengan jarak waktu diformulasikan untuk memahami mekanisme pembangkitan peristiwa, peramalan atau prediksi peristiwa di masa depan dan juga untuk pengendalian peristiwa yang optimal.

A. Rancangan 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 :

1. 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 dikonversikan ke data bulanan dan dilakukan perhitungan rata-rata curah hujan bulanan kota Bengkulu.
2. Eksplorasi data, tujuan dari eksplorasi data adalah untuk memberikan deskripsi secara umum terhadap data rata-rata curah hujan Bulanan di Kota Bengkulu.
3. Pemodelan dengan metode *Box-Jenkins*, membangun model SARIMA akan dilakukan tahapan permodelan yaitu uji stasioneritas dan penanganannya kemudian identifikasi model, pendugaan parameter model, dan diagnostik model, serta overfitting.
4. 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 AIC dan SBC. Terakhir peramalan, peramalan menggunakan model terbaik yang terpilih.



Gambar 1. Diagram Alir Rancangan Penelitian

Penjelasan mengenai rancangan penelitian :

1. Awal penelitian melakukan observasi data, objek penelitian yang akan diamati adalah curah hujan di Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno kota Bengkulu.
2. 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.
3. Tahapan pengambilan data curah hujan bulanan dari 1 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.
4. Setelah pengambilan data, dilakukan eksplorasi data dengan pemberian deskripsi secara umum terhadap data rata-rata curah hujan bulanan di kota Bengkulu.
5. Setelah pengambilan data selesai, dilakukan peramalan

curah hujan dengan membangun model SARIMA menggunakan metode algoritma *Box Jenkins*.

6. 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.

7. Dari beberapa model SARIMA yang paling memenuhi uji signifikansi parameter akan dipilih model yang paling sesuai berdasarkan kriteria AIC(M) yaitu kriteria informasi akaike.

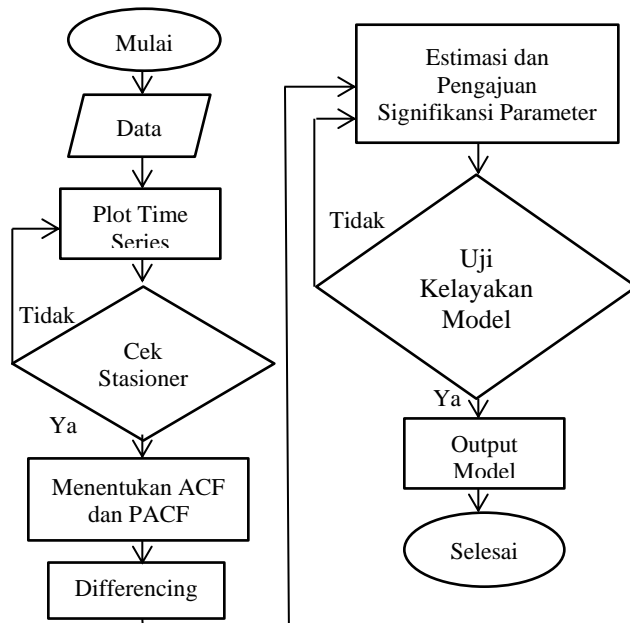
8. Jika peramalan tidak sesuai maka peneliti akan kembali pada tahap pemodelan curah hujan.

9. Terakhir didapatkan model curah hujan kota Bengkulu paling sesuai yang terpilih oleh peneliti.

B. Algoritma Box Jenkins

Pendekatannya adalah dengan menggunakan data di masa lalu untuk memberikan perkiraan. Dengan menggunakan model peramalan deret waktu proyeksi mandiri ARIMA, kami berharap dapat 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 [8].

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.



Gambar 2. Diagram Alir Algoritma *Box Jenkins*

Penjelasan mengenai algoritma *Box-Jenkins* :

1. Data yang digunakan adalah data curah hujan pada Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno Bengkulu dalam kurun waktu 5 tahun, yaitu Januari 2017 hingga Desember 2021.
2. Setelah data dimasukkan, sistem akan menampilkan suatu output berupa Plot Time Series.
3. 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.
4. Selanjutnya, ketika data sudah dalam keadaan stasioner. Langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu menentukan ACF dan PACF.
5. Langkah selanjutnya yaitu dilakukannya Differencing yang berguna ketika visual data yang ditampilkan belum stasioner dalam mean.
6. 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.
7. 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.
8. Terakhir, yaitu output yang dihasilkan. Hasil dari sebaran residual masing-masing model dapat dilihat ketika tahap pemeriksaan diagnostik telah dilakukan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menjelaskan tentang analisis dan pembahasan untuk memperoleh prakiraan curah hujan di Kota Bengkulu dengan menggunakan metode ARIMA *Box-Jenkins*. Software yang digunakan dalam analisis data pada penelitian ini yaitu Matlab. Studi kasus dalam penelitian ini di Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menemukan model prakiraan terbaik untuk memprediksi curah hujan di Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno.

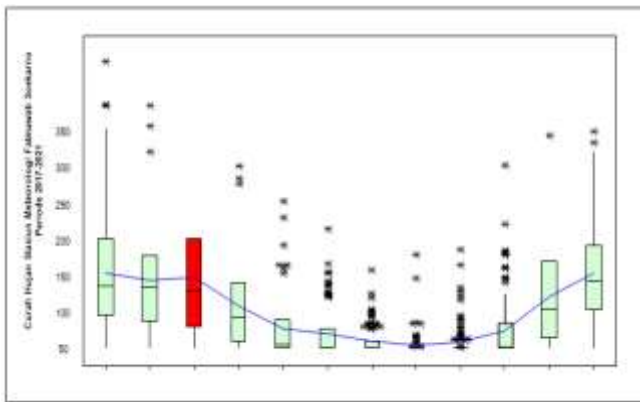
A. Data Curah Hujan

Menginformasikan bahwa selama 5 tahun terakhir dari tahun 2017 sampai dengan tahun 2021 rata-rata curah hujan termasuk dalam kategori curah hujan sedang (39,19 milimeter per hari). Variasi curah hujan relatif besar, karena nilai standar deviasinya juga besar dan di atas

rata-rata. Curah hujan maksimum di atas rata-rata sebesar 278 milimeter (kategori hujan sangat lebat), sedangkan curah hujan minimum menunjukkan tidak ada hari hujan. Curah hujan maksimum di atas rata-rata 357 milimeter (kategori hujan sangat lebat), sedangkan curah hujan minimum menunjukkan tidak ada hari hujan. Setelah mengetahui karakteristik data dengan statistik deskriptif, maka perlu diketahui distribusi curah hujan bulanan dan tahunan yang divisualisasikan dalam *boxplot* sebagai berikut.

B. Plot Time Series

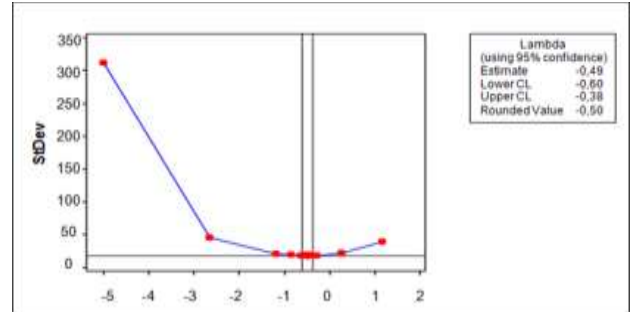
Setelah mengetahui karakteristik data dengan statistik deskriptif, maka selanjutnya perlu mengetahui sebaran curah hujan bulanan dan tahunan yang divisualisasikan dalam *boxplot* sebagai berikut.



Gambar 3. Tampilan Plot Time Series

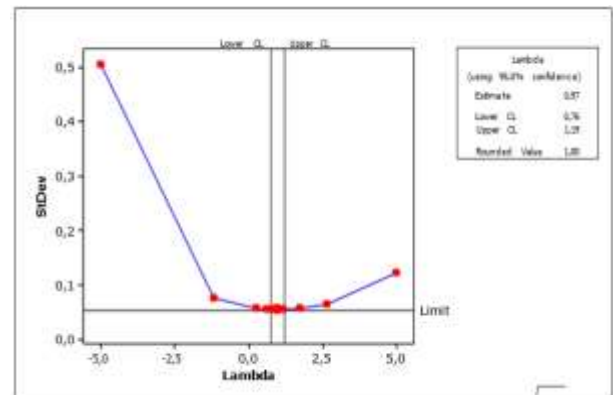
C. Cek Stasioner

Tahap pertama dari prosedur Box-Jenkins adalah mengidentifikasi model ARIMA. Identifikasi model melibatkan pengujian stasioneritas data curah hujan dalam varians dan mean, dan menentukan urutan lag AR dan MA. Untuk menguji stasioneritas data dalam varians digunakan uji Box-Cox, sedangkan untuk menguji stasioneritas data rata-rata digunakan plot ACF dan PACF. Pengujian homogenitas varians data curah hujan di Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno menggunakan uji Box-Cox sebagai berikut.



Gambar 4. Nilai Estimasi Lambda pada Pengujian Stasioneritas Varians Curah Hujan Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno

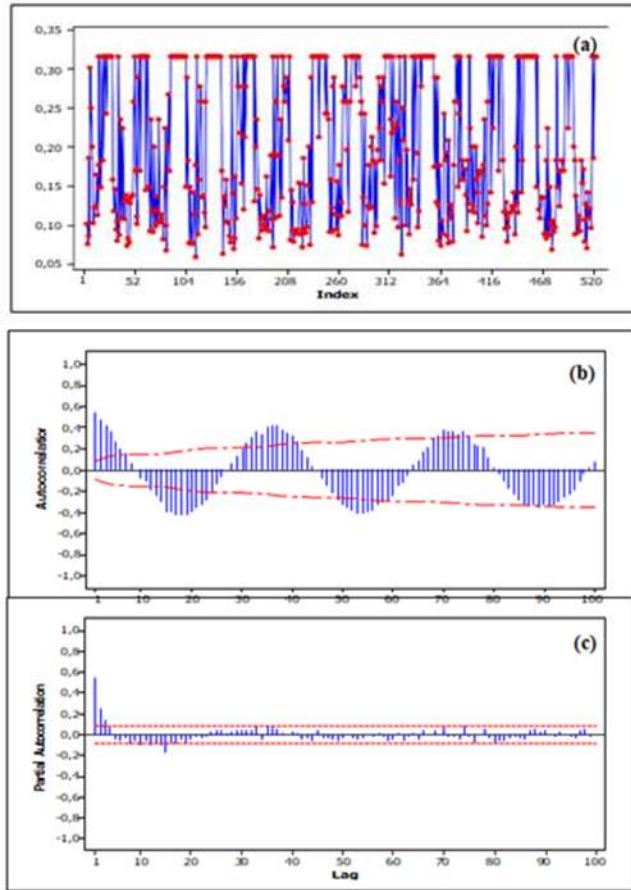
Gambar 4 memberi informasi bahwa nilai estimasi lambda pada data curah hujan sebesar -0,5. Dapat dilihat bahwa varians data curah hujan Stasiun Meteorologi Soekarno tidak homogen karena nilai estimasi lambda belum bernilai satu. Karena nilai λ sebesar -0,5, maka data ini ditransformasi $1/\sqrt{Z}_t$ untuk menstabilkan varians. Berikut ini hasil transformasi Box-Cox untuk curah hujan Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno.



Gambar 5. Nilai Estimasi Transformasi $1/\sqrt{Z}_t$ pada Pengujian Stasioneritas Varians Curah Hujan Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno

D. Menentukan ACF dan PACF

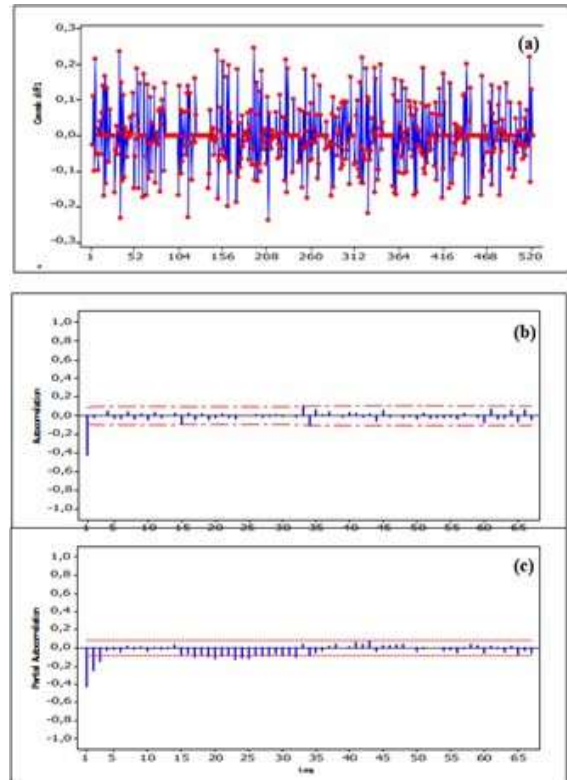
Gambar 5 menginformasikan bahwa data curah hujan memiliki variansi stasioner karena nilai 1 termasuk dalam hasil transformasi pada Lower Control Limit (LCL) dan Upper Control Limit (UCL). Setelah asumsi stasioneritas data varians terpenuhi, langkah selanjutnya adalah secara visual mengidentifikasi stasioneritas rata-rata data dengan grafik deret waktu, grafik ACF, dan grafik PACF dari data yang ditransformasikan sebagai berikut.



Gambar 6. Plot Time Series, ACF dan PACF Data Transformasi Curah Hujan : Time Series Plot (a), ACF(b), PACF (c)

E. Differencing

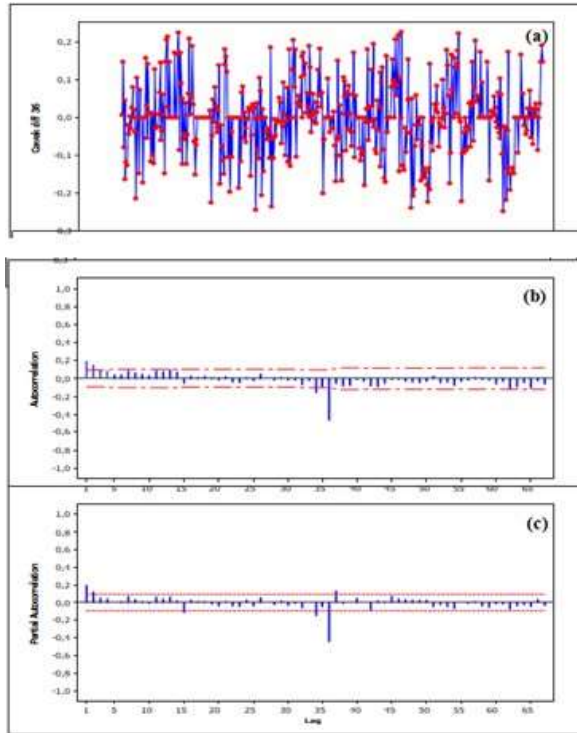
Gambar 6 (a) menunjukkan plot deret waktu dari transformasi presipitasi Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno yang menunjukkan varians yang tidak homogen dan plot tidak berfluktuasi terhadap garis tengah. Sementara Gambar 6(b) mewakili grafik ACF dalam hal kelipatan musiman 36. Kelipatan musiman tinggi dan perlahan-lahan turun menuju nol. Gambar 6(c) menunjukkan arah PACF, yang dengan cepat jatuh ke nol. Hal ini menunjukkan bahwa data transformasi curah hujan rata-rata tidak stasioner secara visual. Oleh karena itu, differensiasi reguler dilakukan pada lag 1. Hasilnya adalah sebagai berikut.



Gambar 7. Plot Time Series, ACF dan PACF Curah Hujan Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno Setelah Differencing 1: Plot Time Series (a), ACF(b), PACF (b)

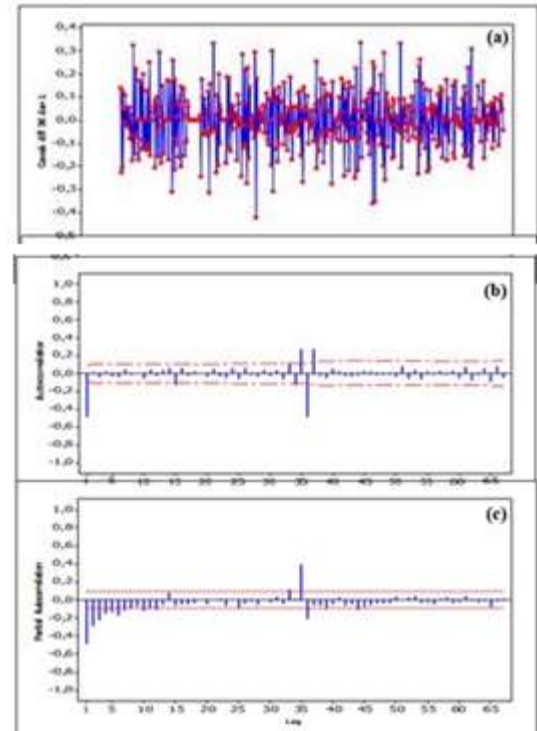
Gambar 7(a) menunjukkan plot deret waktu dari data curah hujan di stasiun Fatmawati Soekarno setelah differensiasi reguler lag 1 beresilasi di sekitar garis tengah yang konstan. Gambar 7(a) menunjukkan plot ACF dari data curah hujan stasiun meteorologi Fatmawati Soekarno setelah differensiasi batas lag 1 setelah lag. Gambar 7(b) menunjukkan plot PACF perlahan-lahan turun menuju nol. Hal ini menunjukkan bahwa data tersebut rata-rata stasioner. Estimasi model berdasarkan plot ACF dan PACF adalah ARIMA ([1,33],1,[1,2]).

Meskipun mean dan varians stasioner setelah differensiasi reguler, pola datanya adalah musiman. Oleh karena itu, sebelum mengestimasi dan menguji signifikansi model yang dimaksud, analisis dilanjutkan dengan melakukan differensiasi musiman pada lag 36 pada data yang variansnya stasioner. Lag 36 adalah lag yang sama dengan kelipatan dari tatanan musiman. Hasil estimasi model ini dibandingkan dengan estimasi model pada differensiasi reguler sebelumnya. Hasilnya adalah sebagai berikut.



Gambar 8. Plot Time Series(a),ACF(b),PACF(b)

Plot time series pada Gambar 8(a) hasil differencing musiman meskipun berfluktuasi disekitar garis mean, tetapi plot naik turunnya data tidak konstan atau cenderung kurang beraturan. Agar membuat data lebih stasioner dalam mean, maka dilakukan kembali differencing pada lag 1 terhadap time series yang telah dilakukan differencing musiman tersebut. Hasil dugaan model ini akan dibandingkan dengan dugaan model pada differencing regular dan differencing musiman sebelumnya.



Gambar 9. Plot Time Series, ACF dan PACF Curah Hujan Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno Setelah Differencing 36 dan 1: Plot Time Series (a), ACF (b), PACF (b)

Gambar 9(a) menunjukkan plot time series data curah hujan untuk stasiun meteorologi Fatmawati Soekarno setelah selisih lag 36 beresilasi terhadap garis tengah. Gambar 9(a) menunjukkan plot data ACF untuk curah hujan Pos Cawak setelah diferensiasi pada lag 36, perlahan turun ke nol. Gambar 9(b) menunjukkan plot pemotongan PACF setelah lag 1 dan 36. Hal ini menunjukkan bahwa data rata-rata stasioner. Model estimasi berdasarkan plot ACF dan PACF adalah ARIMA (1,0,1)(1,1,0)36.

F. Estimasi dan Pengujian Signifikansi Parameter

Setelah menentukan prediksi awal model ARIMA untuk prakiraan curah hujan Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno, analisis selanjutnya adalah mengestimasi parameter dari semua estimasi model yang diperoleh dengan menggunakan metode conditional least squares (CLS). Signifikansi parameter model kemudian diuji terhadap model menggunakan uji-t. Kemudian dilanjutkan dengan estimasi dan verifikasi validitas parameter model pertama untuk stasiun cuaca Fatmawati Soekarno.

TABEL II ESTIMASI DAN PENGUJIAN SIGNIFIKANSI PARAMETER MODEL ARIMA ([1,33], 1, [1,2])

Estimasi Parameter	Nilai Estimasi	Std Error	T-value	P-value	Keputusan
$\hat{\ell}_1$	1,54878	0,05243	29,54	<,0001	Signifikan
$\hat{\ell}_2$	-0,54881	0,05127	-10,70	<,0001	Signifikan
$\hat{\zeta}_1$	0,84818	0,03098	27,38	<,0001	Signifikan
$\hat{\zeta}_2$	0,15182	0,02282	6,65	<,0001	Signifikan

Berdasarkan penilaian uji signifikansi Estimasi parameter model hujan ARIMA pertama, pada Tabel , hasilnya menunjukkan bahwa semua parameter signifikan mempengaruhi model karena nilai p lebih kecil dari taraf signifikansi $\alpha = 5\%$. Kemudian model tersebut dapat digunakan.

TABEL III ESTIMASI DAN PENGUJIAN SIGNIFIKANSI PARAMETER MODEL ARIMA(1,0,1)(1,1,0)36

Parameter	Estimate	Std Error	T-value	P-value	Keputusan
$\hat{\ell}_1$	0,82580	0,04524	18,25	<,0001	Signifikan
$\hat{\ell}_2$	0,12334	0,04529	2,72	0,0067	Signifikan
$\hat{\Theta}_{36}$	0,72050	0,03283	21,95	<,0001	Signifikan

Berdasarkan hasil estimasi uji signifikansi model kedua prakiraan curah hujan ARIMA stasiun meteorologi Fatmawati Soekarno pada Tabel diketahui bahwa semua parameter berpengaruh signifikan terhadap model karena nilai p lebih kecil dari tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$. Kemudian model tersebut dapat digunakan. Estimasi dan pengujian parameter model dilanjutkan pada model putatif ketiga sebagai berikut.

TABEL IV ESTIMASI DAN PENGUJIAN SIGNIFIKANSI PARAMETER MODEL ARIMA(0,1,1)(0,1,1)36

Estimasi Parameter	Nilai Estimasi	Std Error	T-value	P-value	Keputusan
$\hat{\ell}_1$	0,91922	0,01819	50,53	<,0001	Signifikan
$\hat{\Theta}_{36}$	0,72092	0,03278	21,99	<,0001	Signifikan

Berdasarkan hasil pendugaan signifikansi ketiga model ARIMA prediksi curah hujan di stasiun meteorologi Fatmawati Soekarno pada Tabel diketahui bahwa semua parameter berpengaruh signifikan terhadap model, karena nilai p-value lebih kecil dari taraf signifikansi $\alpha = 5\%$. Kemudian model tersebut dapat digunakan. Estimasi dan pengujian parameter model berlanjut pada model yang keempat sebagai berikut.

G. Uji Kelayakan Model

Setelah diperoleh empat estimasi model signifikan untuk curah hujan, analisis selanjutnya adalah investigasi diagnostik untuk menentukan kesesuaian model berdasarkan kriteria residual yang memenuhi asumsi white noise dan berdistribusi normal. Periksa asumsi white noise menggunakan uji *Ljung-Box* sebagai berikut.

TABEL V HASIL UJI LJUNG-BOX MODEL SEMENTARA ARIMA([1,33],1,[1,2])

Sampai Lag	Chi-Square	Derajat bebas (df)	P-value	Keputusan
6	1,34	2	0,5128	White noise
12	4,44	8	0,8154	White noise
18	8,53	14	0,8597	White noise
24	11,27	20	0,9389	White noise
30	12,44	26	0,9884	White noise
36	28,18	32	0,6603	White noise
42	29,16	38	0,8478	White noise
48	32,36	44	0,9029	White noise

TABEL VI HASIL UJI LJUNG-BOX MODEL SEMENTARA ARIMA (1,0,1)(1,1,0)36

Sampai Lag	Chi-Square	Derajat bebas (df)	P-value	Keputusan
6	4,31	3	0,2302	White noise
12	9,87	9	0,3611	White noise
18	18,17	15	0,2541	White noise
24	19,22	21	0,5713	White noise
30	19,67	27	0,8441	White noise
36	35,97	33	0,3310	White noise
42	39,74	39	0,4371	White noise
48	43,40	45	0,5399	White noise

TABEL VII HASIL UJI LJUNG-BOX MODEL SEMENTARA ARIMA (0,1,1)(0,1,1)36

Sampai Lag	Chi-Square	Derajat Bebas (df)	P-value	Keputusan
6	11,02	4	0,0263	Tidak
12	12,17	10	0,2737	White noise
18	18,64	16	0,2877	White noise
24	20,12	22	0,5754	White noise
30	20,83	28	0,8322	White noise
36	26,44	34	0,8194	White noise
42	28,01	40	0,9234	White noise
48	30,44	46	0,9626	White noise

TABEL VIII HASIL UJI LJUNG-BOX MODEL SEMENTARA ARIMA (0,1,[1,2])(0,1,1)36

Sampai Lag	Chi-Square	Derajat bebas (df)	P-value	Keputusan
6	4,46	3	0,2163	White noise
12	6,47	9	0,6921	White noise
18	13,19	15	0,5877	White noise
24	14,34	21	0,8546	White noise
30	15,28	27	0,9653	White noise
36	22,70	33	0,9108	White noise
42	24,68	39	0,9640	White noise
48	27,65	45	0,9805	White noise

Berdasarkan pengujian asumsi white noise pada Tabel II sampai dengan VIII dapat disimpulkan bahwa asumsi residual white noise tidak terpenuhi pada model ARIMA (0,1,1)(0,1,1)36 hingga lag 6, karena nilai p lebih kecil dari tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$, sehingga model tidak dapat

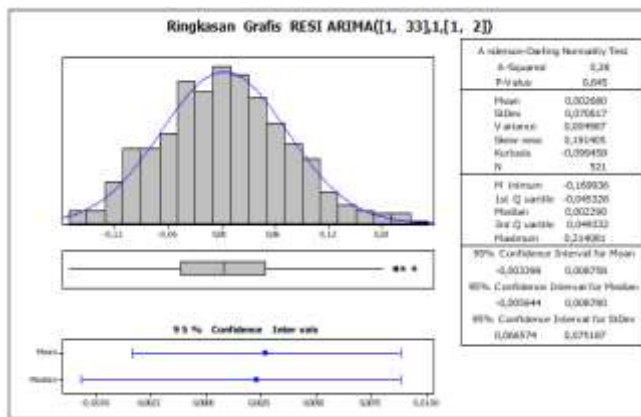
digunakan dan hanya tiga model konjektur yang dipilih. Selanjutnya, asumsi normalitas residual pada ketiga model yang diduga diuji secara grafis dengan kurva distribusi normal dan diuji dengan uji Kolmogorov-Smirnov sebagai berikut.

TABEL IX Uji NORMALITAS RESIDUAL MODEL ARIMA DENGAN KOLMOGOROV-SMIRNOV

No	Model	Statistik KS	P-value
1	ARIMA([1,33],1,[1,2])	0,020016	>0,1500
2	ARIMA(1,0,1)(1,1,0) ³⁶	0,06839	<0,001
3	ARIMA(0,1,[1,2])(0,1,1) ³⁶	0,037577	0,0937

H. Output

Berdasarkan pengujian asumsi normalitas residual pada Tabel IX dapat disimpulkan bahwa asumsi residual pada model dugaan curah hujan sementara di Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno berdistribusi normal karena p-value lebih besar dari tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$ kecuali untuk dugaan model ARIMA(1,0,1)(1,1,0)³⁶. Hasil distribusi residual dari masing-masing model dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 10. Kurva Distribusi Normal Residual Berbagai Dugaan Model ARIMA hujan Stasiun Fatmawati Soekarno

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka disimpulkan:

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan oleh penulis maka dapat disimpulkan bahwa dalam mencapai tujuan penelitian adalah model ARIMA terbaik untuk pemodelan curah hujan stasiun meteorologi fatmawati soekarno adalah ARIMA (0,1,[1,2]0(0,1,1). 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 357 milimeter. Meskipun mean dan varians stasioner setelah diferensiasi, pola data reguler adalah musiman. Oleh karena itu, sebelum mengestimasi dan menguji signifikansi model yang dimaksud, analisis dilanjutkan dengan melakukan diferensiasi musiman pada lag 36 pada data yang variansnya sudah stasioner.

Berdasarkan hasil pendugaan signifikansi ketiga model ARIMA 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%.

Model ARIMA 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

- [1] Rusmayadi, G., Salawati, U., & Adriani, D. E. (2022). Adaptasi terhadap Dampak Iklim Ekstrem pada Pola Tanam Jeruk Siam Banjar (Citrus suhuensis) dengan Sistem Surjan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(2), 237-247.
- [2] Santika, T., Budiharta, S., Law, E. A., Dennis, R. A., Dohong, A., Struebig, M. J., ... & Wilson, K. A. (2020). Interannual climate variation, land type and village livelihood effects on fires in Kalimantan, Indonesia. *Global Environmental Change*, 64, 102129.
- [3] 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.
- [4] Wang, Y. (2008). *Applied Time Series Analysis*. 1st Edn., China Renmin University Press, Beijing.
- [5] Guo, Z.W. (2009). The adjustment method and research progress based on the ARIMA model. *Chinese J. Hosp. Stat.*, 161: 65-69.
- [6] Stoffer, D.S., and Dhumway, R.H. (2010). *Time Series Analysis and its Application*. 3rd Edn., Springer, New York, ISBN-10: 1441978658, pp: 596.
- [7] Kantz, H., and Schreiber, T. (2004). *Nonlinear Time Series Analysis*. 2nd Edn., Cambridge University Press, Cambridge, ISBN-10: 0521529026, pp: 369.
- [8] Erik Erhardt. (2002). *Box-Jenkins Methodology vs Rec.Sport. Unicycling 1999-2001*.