

Desain Metode Prediksi Ketinggian Air Sungai Kuncir Kiri, Kabupaten Nganjuk, Provinsi Jawa Timur Menggunakan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Yoga Alif Kurnia Utama^{1*}, Kristina Novita²

¹Program Studi Teknik Elektro, Universitas Widya Kartika, *yoga.alif@widyakartika.ac.id

²Program Studi Teknik Elektro, Universitas Widya Kartika, novisaleleggu@gmail.com

ABSTRAK

Kabupaten Nganjuk, Provinsi Jawa Timur, sering menghadapi tantangan banjir yang dapat berdampak signifikan pada masyarakat dan lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan untuk mengembangkan metode prediksi ketinggian air sungai yang dapat membantu mengurangi risiko bencana banjir di wilayah tersebut. Sungai Kuncir Kiri menjadi fokus penelitian karena memiliki peran penting dalam ekosistem dan kehidupan sehari-hari masyarakat setempat. Seiring perubahan iklim dan dinamika lingkungan, pemahaman yang mendalam terhadap variabilitas ketinggian air sungai menjadi esensial. Desain metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dipilih karena kecanggihannya dalam mengolah data time series, yang memungkinkan pemodelan pola musiman dan tren. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ARIMA yang paling sesuai untuk data ketinggian air sungai di Nganjuk adalah model ARIMA (0,0,1). Langkah selanjutnya melibatkan pengujian model ini dengan memperbandingkan ketinggian sungai yang sebenarnya dengan prediksi ketinggian sungai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat kesalahan prediksi dari model ARIMA adalah sebesar 2.95%. Kesimpulan yang dapat diambil adalah bahwa metode ARIMA dapat efektif dalam memprediksi ketinggian air sungai di Sungai Kuncir Kiri. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa metode ARIMA memiliki potensi untuk membantu dalam mengantisipasi banjir wilayah hilir di sungai tersebut.

Kata kunci: ARIMA, Ketinggian Air Sungai, Nganjuk, Sungai Kuncir Kiri

Nganjuk, located in the East Java Province, frequently encounters the challenge of floods that can have significant impacts on the local community and the environment. Hence, this research is motivated by the necessity to develop a river water level prediction method to aid in mitigating the flood disaster risk in the region. The focus of the study is the Kuncir Kiri River due to its crucial role in the local ecosystem and

daily life. Given the changing climate and environmental dynamics, a profound understanding of the variability in river water levels becomes essential. The ARIMA method is chosen for its sophistication in processing time series data, enabling the modeling of seasonal patterns and trends. The research findings indicate that the most suitable ARIMA model for the river water level data in Nganjuk is the ARIMA (0,0,1) model. Subsequent steps involve testing this model by comparing actual river heights with predicted ones, revealing a prediction error rate of 2.95%. The conclusion drawn is that the ARIMA method proves effective in predicting river water levels in the Kuncir Kiri River. Consequently, it can be inferred that the ARIMA method has the potential to assist in anticipating downstream floods in the river.

Kata kunci: ARIMA, River Water Level, Nganjuk, Kuncir Kiri River.

1. PENDAHULUAN

Indonesia, dengan kekayaan alamnya yang melimpah, mempunyai sejarah panjang mengenai banjir yang merupakan ancaman serius bagi masyarakat dan lingkungan. Dalam beberapa tahun terakhir, intensitas dan frekuensi banjir di Indonesia semakin meningkat, menuntut pemahaman mendalam akan penyebabnya, dampaknya, dan upaya-upaya mitigasi yang perlu diterapkan.

Banjir memiliki dampak serius terhadap masyarakat Indonesia. Selain menyebabkan kerugian materi dan merusak infrastruktur, banjir juga dapat mengakibatkan korban jiwa dan dampak kesehatan akibat penyebaran penyakit air [1], [2]. Selain itu, sektor pertanian dan ekonomi lokal juga terdampak karena lahan pertanian tergenang dan usaha mikro-mikro terpaksa berhenti sementara.

Banjir di Indonesia seringkali dipicu oleh kombinasi faktor alam dan antropogenik. Curah hujan ekstrem, perubahan pola iklim global, penebangan hutan, serta tata guna lahan yang tidak terencana secara baik dapat menjadi pemicu utama banjir. Adanya sungai-sungai

besar seperti Citarum [3], Brantas [4], dan Musi [5] yang melintasi wilayah-wilayah padat penduduk juga meningkatkan risiko banjir. Salah satu contoh yang ada di Jawa Timur adalah Sungai Kuncir Kiri di Kabupaten Nganjuk, Provinsi Jawa Timur. Di daerah ini sering sekali terjadi banjir kiriman. Banjir jenis ini sulit sekali dideteksi karena sifat banjir kiriman yang terjadi karena kiriman air bah dari hulu sungai yang jauh di atas. Penyebabnya bisa karena curah hujan di hulu sungai yang terlalu besar, dan lain sebagainya [6].

Dengan adanya perubahan iklim yang semakin terasa, Indonesia tidak hanya dihadapkan pada tantangan banjir yang lebih sering terjadi, tetapi juga pada skenario-skenario yang lebih kompleks dan sulit diprediksi. Perubahan pola hujan, kenaikan suhu global, dan intensifikasi siklon tropis adalah beberapa faktor yang dapat memperparah risiko banjir di masa depan. Oleh karena itu, penting bagi Indonesia untuk tidak hanya merespons peristiwa banjir secara reaktif, tetapi juga untuk secara proaktif membangun ketahanan dan adaptasi terhadap perubahan iklim.

Untuk mengatasi risiko banjir yang signifikan, penelitian ini mengusulkan desain metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) sebagai pendekatan untuk memprediksi ketinggian air Sungai Kuncir Kiri. ARIMA adalah salah satu metode analisis deret waktu yang digunakan untuk memprediksi nilai-nilai masa depan berdasarkan pola dan perilaku data historis [7]. Proses pembuatan ARIMA melibatkan analisis data historis, identifikasi pola dan struktur, serta uji kecocokan model. Setelah model ARIMA yang sesuai diidentifikasi, itu dapat digunakan untuk membuat prediksi nilai masa depan berdasarkan data historis yang telah diobservasi.

ARIMA telah berhasil diterapkan dalam berbagai konteks, termasuk dalam prediksi ekonomi, keuangan, dan lain sebagainya. Dengan keakuratannya dalam menangkap pola deret waktu, ARIMA menjadi alat yang kuat untuk memahami dan meramalkan perilaku data seiring waktu.

Dalam kasus banjir, prediksi ketinggian air sungai memiliki peran kunci dalam upaya memitigasi dampak banjir dengan memberikan informasi yang diperlukan untuk pengambilan keputusan yang cepat dan responsif. Kabupaten Nganjuk, dengan tata guna lahan yang beragam dan rentan terhadap perubahan iklim, memerlukan metode prediksi yang dapat diandalkan dan disesuaikan dengan kondisi lokal. Oleh karena itu, penggunaan metode ARIMA yang telah terbukti efektif dalam prediksi deret waktu menjadi relevan untuk memahami serta mengantisipasi fluktuasi ketinggian air sungai, yang pada gilirannya dapat digunakan sebagai dasar untuk sistem peringatan dini banjir yang lebih

efisien. Dengan mempertimbangkan konteks lokal dan urgensi mitigasi risiko banjir, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan strategi adaptif dan responsif terhadap ancaman banjir di Kabupaten Nganjuk..

2. KERANGKA TEORITIS

2.1. Banjir

Banjir merupakan fenomena alam yang terjadi ketika air melimpah melebihi kapasitas normalnya, mengakibatkan terbentuknya genangan air di area yang biasanya kering. Kejadian banjir dapat dipicu oleh faktor seperti curah hujan yang sangat tinggi, lelehan salju yang cepat, pasang laut yang tinggi, atau kerusakan pada bendungan dan lain sebagainya. Banjir dapat terjadi secara mendadak atau secara bertahap, dan konsekuensinya dapat mencakup kerugian materi, kerusakan pada infrastruktur, bahkan hingga kehilangan nyawa [8].

Klasifikasi banjir dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu sebagai berikut:

1. Berdasarkan Asal Sumber Air [9]

Berdasarkan sumber air yang mengakibatkan banjir, maka banjir dapat dibagi menjadi 2, yakni sebagai berikut:

a. Banjir Lokal

Banjir lokal terjadi karena curah hujan yang intens dan kurangnya sistem drainase yang memadai. Jenis banjir ini bersifat terlokalisasi, sejalan dengan area yang terkena dampak hujan lokal. Kondisi banjir lokal dapat menjadi lebih parah apabila saluran drainase tidak beroperasi dengan optimal, terhambat oleh sampah yang mengakibatkan pengurangan kapasitas aliran air.

b. Banjir Kiriman

Banjir kiriman terjadi karena peningkatan volume air yang mengalir di sungai. Kondisi ini menjadi lebih buruk karena adanya aliran air dari wilayah hulu. Permasalahan semakin diperparah oleh perluasan wilayah perkotaan yang mengubah koefisien aliran di daerah tangkapan, menyebabkan peningkatan aliran permukaan air dan sebaliknya, mengurangi jumlah air yang meresap ke dalam tanah sebagai air tanah.

2. Berdasarkan Jenis Air [10]

Berdasarkan jenis air yang menyebabkan banjir, maka banjir dapat dibagi menjadi 5, yakni sebagai berikut:

1. Banjir air

Banjir yang satu ini adalah banjir yang sudah umum. Penyebab banjir ini adalah meluapnya air sungai, danau, atau selokan sehingga air akan meluber lalu menggenangi daratan. Umumnya banjir seperti ini disebabkan oleh hujan yang turun terus-menerus

sehingga sungai atau danau tidak mampu lagi menampung air.

2. Banjir Cileunang

Jenis banjir ini hampir serupa dengan banjir air, namun banjir Cileunang terjadi karena curah hujan yang sangat deras, disertai dengan tingginya debit air. Banjir ini terjadi ketika air hujan berlebihan tidak dapat segera mengalir melalui saluran atau selokan di sekitar pemukiman warga. Berbeda dengan banjir air yang dapat terjadi dalam periode waktu yang cukup lama, banjir Cileunang bersifat dadakan, langsung terjadi saat hujan turun.

3. Banjir bandang

Tidak hanya membawa air, banjir jenis ini juga mengandung material berupa lumpur. Banjir semacam ini jauh lebih berbahaya dibandingkan banjir air biasa, karena seseorang sulit untuk berenang di tengah-tengah banjir lumpur dan mengamankan dirinya sendiri. Banjir bandang memiliki potensi merusak yang sangat tinggi, mampu menghanyutkan segala sesuatu di jalurnya. Kejadian ini umumnya terjadi di daerah dekat pegunungan, di mana tanah pegunungan tererosi oleh air hujan dan lumpur ikut terbawa ke dataran yang lebih rendah.

4. Banjir rob (laut pasang)

Banjir rob merujuk pada banjir yang disebabkan oleh pasang air laut. Kejadian ini sering terjadi di kota Muara Baru, Jakarta. Pasang air laut tersebut biasanya menahan aliran sungai yang telah mencapai volume tertentu, dan akhirnya dapat merusak tanggul serta menyebabkan genangan air meluas di daratan.

5. Banjir lahar dingin:

Salah satu jenis banjir yang terjadi adalah banjir lahar dingin, yang umumnya hanya muncul selama periode erupsi gunung berapi. Proses erupsi tersebut menghasilkan aliran lahar dingin dari puncak gunung yang kemudian mengalir ke dataran di bawahnya. Lahar dingin ini dapat menyebabkan pendangkalan sungai, yang pada gilirannya membuat air sungai lebih rentan meluap dan menggenangi pemukiman warga.

Ada beberapa faktor yang menjadi penyebab terjadinya banjir, antara lain:

1. Curah Hujan Tinggi: Curah hujan yang tinggi, terutama dalam waktu singkat, dapat menyebabkan peningkatan volume air di sungai dan sistem drainase, menyebabkan banjir.
2. Lelehan Salju atau Es: Pada daerah yang mengalami musim dingin, lelehan salju atau es yang cepat dapat menyebabkan peningkatan aliran air di sungai dan menyebabkan banjir ketika salju meleleh.

3. Pasang Laut Tinggi: Pasang laut yang tinggi, terutama yang dipicu oleh faktor cuaca seperti badai, dapat menyebabkan banjir di daerah pesisir.
4. Kerusakan Bendungan atau Tanggul: Kerusakan pada bendungan atau tanggul dapat mengakibatkan aliran air yang tidak terkendali, menyebabkan banjir di wilayah sekitarnya.
5. Pembangunan Wilayah: Perubahan tata guna lahan dan perubahan alamiah di wilayah perkotaan dapat mengubah aliran air dan meningkatkan risiko banjir.
6. Longsor Tanah: Longsor tanah dapat terjadi akibat curah hujan yang berlebihan, gempa bumi, atau faktor lainnya, yang kemudian dapat menyumbang pada terjadinya banjir.
7. Drainase yang Buruk: Sistem drainase yang tidak memadai atau tersumbat oleh sampah dapat menghambat aliran air, meningkatkan risiko banjir lokal.
8. Peningkatan Sungai dan Daerah Aliran Sungai (DAS): Perubahan dalam sungai dan DAS, seperti pendangkalan sungai atau perubahan pola aliran air, dapat berkontribusi pada risiko banjir.
9. Banjir Rob: Pasang air laut yang tinggi, terutama di daerah pesisir, dapat menyebabkan air laut merembes ke daratan dan menyebabkan banjir rob.

Selain faktor-faktor di atas, banjir kerap terjadi di daerah rawan banjir. Ini merujuk pada wilayah yang memiliki kecenderungan tinggi mengalami insiden banjir sesuai dengan karakteristik yang menyebabkan banjir. Daerah ini dapat dikelompokkan ke dalam empat tipologi sebagai berikut:

1. Daerah Pantai

Wilayah pantai merupakan zona yang dapat mengalami banjir karena letaknya pada dataran rendah dengan elevasi tanah sama atau lebih rendah dibandingkan dengan elevasi rata-rata air laut pasang (mean sea level), dan seringkali menjadi tempat bermuara sungai yang cenderung menghadapi masalah penyumbatan di muaranya.

2. Daerah Dataran Banjir (Floodplain Area)

Daerah dataran banjir (Floodplain Area) adalah daerah di kanan kiri sungai yang muka tanahnya sangat landai dan relatif datar, sehingga aliran air menuju sungai sangat lambat sehingga mengakibatkan daerah tersebut rawan terhadap banjir baik oleh luapan air sungai maupun karena hujan lokal.

3. Daerah Sempadan Sungai

Wilayah ini termasuk dalam daerah yang rentan terhadap banjir. Pada kawasan perkotaan yang padat penduduk, area di sepanjang sungai sering digunakan oleh manusia untuk keperluan tempat tinggal dan kegiatan usaha. Oleh karena itu, ketika banjir terjadi,

dampaknya dapat berupa bencana yang membahayakan nyawa dan harta benda.

4. Daerah Cekungan

Cekungan adalah suatu wilayah yang memiliki luas yang signifikan, mencakup daerah dataran rendah maupun dataran tinggi. Keunikan cekungan terletak pada karakteristik topografi dan hidrologisnya, yang memberikan ciri khas tersendiri terhadap risiko banjir. Dengan dimensi wilayah yang luas, cekungan memiliki kapasitas untuk menampung jumlah air yang substansial. Namun, rentan terhadap banjir karena sifat topografi dan aliran air yang cenderung mendukung terjadinya genangan air dan peningkatan volume sungai.

2.2. ARIMA

ARIMA adalah suatu metode statistik yang digunakan untuk menganalisis dan meramalkan data deret waktu. Metode ini memadukan tiga komponen utama: Autoregressive (AR), Integrated (I), dan Moving Average (MA) [11]. Penggabungan ketiga komponen ini memungkinkan ARIMA untuk menangkap dan menjelaskan pola-pola kompleks dalam data deret waktu. Model ARIMA dapat direpresentasikan dengan persamaan umum:

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \epsilon_t - \theta_1 \epsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \epsilon_{t-q} \quad (1)$$

Keterangan:

Y_t adalah nilai deret waktu pada waktu t

c adalah konstanta

$\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ adalah parameter autoregresif

ϵ_t adalah komponen gangguan pada waktu t

Berikut ini adalah komponen-komponen ARIMA yaitu sebagai berikut:

1. Autoregressive (AR)

Autoregressive (AR) adalah suatu metode dalam analisis deret waktu yang menggambarkan hubungan antara nilai saat ini dalam deret waktu dengan nilai-nilai sebelumnya. Secara sederhana, model AR menyatakan bahwa nilai saat ini bergantung pada nilai-nilai sebelumnya dengan bobot tertentu. Dengan kata lain, dirinya sendiri menjadi prediktor untuk nilai di masa depan.

Komponen ini mencerminkan ketergantungan data terhadap nilai-nilai sebelumnya dalam deret waktu. Model AR menyatakan bahwa nilai saat ini adalah hasil dari kombinasi linear dari nilai-nilai sebelumnya, dan orde autoregresif ditentukan oleh parameter p .

Orde autoregressive (p) menentukan seberapa jauh kita harus melihat ke belakang dalam sejarah deret waktu untuk memprediksi nilai saat ini. Nilai p yang lebih tinggi mengindikasikan ketergantungan yang lebih jauh ke masa lalu. Persamaan umum AR adalah sebagai berikut:

$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \epsilon_t \quad (2)$$

Keterangan:

Y_t adalah nilai deret waktu pada waktu t

c adalah konstanta

$\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ adalah parameter autoregresif

ϵ_t adalah komponen gangguan pada waktu t

Keuntungan penggunaan dari AR adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Pola Autokorelasi

Model AR membantu mengidentifikasi pola autokorelasi dalam data deret waktu. Autokorelasi terjadi ketika nilai dalam deret waktu berkorelasi dengan nilai pada waktu sebelumnya.

2. Prediksi Tren dan Pola Perilaku

Dengan menggunakan model AR, analisis dapat membuat prediksi tentang tren masa depan dan pola perilaku data. Ini sangat berharga dalam peramalan dan perencanaan.

3. Penanganan Data Stasioner dan Non-Stasioner

AR efektif dalam menangani data stasioner, dan jika data tidak stasioner, diferensiasi dapat diterapkan untuk mencapai stasioneritas.

2. Integrated (I)

Dalam analisis deret waktu, integritas data merupakan faktor kunci untuk mendapatkan wawasan yang akurat dan membuat prediksi yang handal. Dalam konteks ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average), komponen Integrated (I) memiliki peran penting dalam membawa stasioneritas pada deret waktu.

Komponen ini melibatkan proses diferensiasi, yang bertujuan untuk membuat deret waktu menjadi stasioner. Orde diferensiasi, disimbolkan sebagai d , menunjukkan seberapa sering diferensiasi diterapkan untuk mencapai stasioneritas.

Integrated dalam ARIMA merujuk pada proses diferensiasi yang diterapkan pada deret waktu. Diferensiasi adalah suatu teknik statistik yang digunakan untuk mengurangi atau menghilangkan tren dan pola dalam deret waktu. Dalam konteks ARIMA, orde diferensiasi disimbolkan sebagai d dan $I(d)$. $I(d)$ menunjukkan bahwa deret waktu telah diferensiasi sebanyak d kali.

Stasioneritas adalah kondisi di mana sifat statistik deret waktu tidak berubah sepanjang waktu. Kenapa ini penting? Karena banyak metode statistik dan model,

termasuk ARIMA, berasumsi bahwa deret waktu adalah stasioner. Tanpa stasioneritas, interpretasi statistik dapat menjadi tidak valid, dan model mungkin tidak memberikan hasil yang akurat.

Proses diferensiasi melibatkan mengurangi nilai-nilai dalam deret waktu. Sederhananya, ini mirip dengan mengambil turunan fungsi matematika. Jika deret waktu memiliki tren atau pola non-stasioner, proses diferensiasi dapat membantu menghilangkan atau mengurangi efek tersebut.

Persamaan umum diferensiasi orde pertama (d=1)

$$Y'_T = Y_T - Y_{T-1} \quad (3)$$

Keterangan:

Y'_T adalah nilai integrated pada waktu t

Y_t adalah nilai deret waktu pada waktu t

Persamaan umum diferensiasi orde pertama (d=2)

$$Y'_T = (Y_T - Y_{T-1}) - (Y_{T-1} - Y_{T-2}) \quad (4)$$

Keterangan:

Y'_T adalah nilai integrated pada waktu t

Y_t adalah nilai deret waktu pada waktu t

Keuntungan penggunaan dari Integrated adalah sebagai berikut:

1. Penghilangan Tren Non-Stasioner
Proses integrated efektif dalam menghilangkan tren non-stasioner dari deret waktu.
2. Penerapan yang Luas
Digunakan dalam berbagai bidang, termasuk ekonomi, keuangan, dan meteorologi.

3. Moving Average (MA)

Moving Average (MA) adalah suatu teknik statistik yang digunakan untuk merata-ratakan nilai-nilai dalam suatu deret waktu untuk mengidentifikasi tren atau pola fluktuasi. Model MA menyajikan gambaran bagaimana nilai-nilai bergerak atau berfluktuasi sepanjang waktu dengan melibatkan rata-rata dari sejumlah periode sebelumnya.

Komponen ini melibatkan penyaringan nilai deret waktu dengan rata-rata pergerakan untuk mengidentifikasi pola fluktuasi. Orde moving average, disimbolkan sebagai q, menunjukkan seberapa jauh ke belakang kita melihat untuk memperkirakan nilai saat ini. Orde moving average (q) menentukan seberapa jauh ke belakang kita melihat untuk memperkirakan nilai saat ini. Semakin tinggi nilai q, semakin banyak nilai sebelumnya

yang diperhitungkan dalam perhitungan rata-rata bergerak. Persamaan umum MA adalah sebagai berikut:

$$Y_t = c + \epsilon_t + \theta_1 \epsilon_{t-1} + \dots + \theta_p \epsilon_{t-p} \quad (5)$$

Keterangan:

Y_t adalah nilai deret waktu pada waktu t

c adalah konstanta

$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p$ adalah parameter moving average

ϵ_t adalah komponen gangguan pada waktu t

q adalah orde moving average, menunjukkan seberapa jauh ke belakang kita melihat untuk membuat peramalan

Keuntungan penggunaan dari MA adalah sebagai berikut:

1. Penghalusan Data
MA membantu meratakan fluktuasi acak atau noise dalam data deret waktu, sehingga pola atau tren yang mendasarinya menjadi lebih jelas.
2. Identifikasi Pola Tren
Dengan meratakan nilai-nilai sebelumnya, MA membantu mengidentifikasi pola tren yang mungkin tersembunyi dalam deret waktu.
3. Prediksi dan Peramalan
Model MA dapat digunakan untuk meramalkan nilai-nilai masa depan berdasarkan pola fluktuasi yang diidentifikasi.

3. METODE RISET

Dalam penyelesaian penelitian ini maka diperlukan metode penelitian yang terbagi menjadi 9 tahapan. Tahapan-tahapan ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian observasional dengan pendekatan kuantitatif. Data ketinggian air sungai dikumpulkan secara langsung dari Sungai Kuncir Kiri di Kabupaten Nganjuk, Provinsi Jawa Timur. Pendekatan ini memberikan pemahaman yang mendalam tentang pola dan perilaku ketinggian air sungai, yang kemudian digunakan sebagai dasar untuk pengembangan model prediksi menggunakan metode ARIMA.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengukuran langsung ketinggian air sungai menggunakan alat pengukur yang sesuai. Data ini dikumpulkan dalam rentang waktu tertentu dan diorganisir dalam format deret waktu untuk analisis lebih lanjut. Data yang terkumpul menjadi dataset historis yang akan digunakan sebagai dasar untuk pembuatan model ARIMA.

6. Prediksi dan Pengukuran Error

Setelah model ARIMA diidentifikasi dan divalidasi, dilakukan prediksi ketinggian air sungai untuk periode tertentu. Hasil prediksi kemudian dibandingkan dengan data ketinggian air sungai yang diukur langsung untuk mengukur tingkat error prediksi, menggunakan metrik seperti Mean Absolute Error (MAE).

7. Pengolahan dan Analisis Hasil

Data hasil prediksi dan eror diolah dan dianalisis untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang sejauh mana model ARIMA mampu meramalkan ketinggian air sungai. Hasil analisis digunakan untuk menyimpulkan keberhasilan model dan memberikan implikasi praktis untuk mitigasi risiko banjir dan manajemen sumber daya air.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan metode riset yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat dilihat bahwa pertama kali yang dilakukan adalah mengambil nilai ketinggian air sungai secara langsung di Sungai Kunci Kiri. Data yang diambil dari Sungai Kunci Kiri selama 1 bulan (30 hari) dimana data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

TABEL 1
DATA PENGAMATAN KETINGGIAN AIR SUNGAI

No	Tanggal	Ketinggian (m)
1	1/4/2023	1.81
2	2/4/2023	1.65
3	3/4/2023	1.80
4	4/4/2023	1.78
5	5/4/2023	1.81
6	6/4/2023	1.69
7	7/4/2023	1.94
8	8/4/2023	1.91
9	9/4/2023	1.86
10	10/4/2023	1.89
11	11/4/2023	1.92
12	12/4/2023	1.96
13	13/4/2023	1.99
14	14/4/2023	1.99
15	15/4/2023	2.05
16	16/4/2023	2.02
17	17/4/2023	2.00
18	18/4/2023	2.06
19	19/4/2023	2.12
20	20/4/2023	2.03
21	21/4/2023	2.05
22	22/4/2023	2.01
23	23/4/2023	2.00
24	24/4/2023	2.02
25	25/4/2023	1.94
26	26/4/2023	1.90
27	27/4/2023	1.85
28	28/4/2023	1.82



Gambar 1. Sungai Kunci Kiri

4. Analisis Data Historis

Data historis ketinggian air sungai dianalisis untuk memahami pola, tren, dan fluktuasi yang mungkin terjadi. Analisis statistik sederhana dilakukan untuk memberikan wawasan awal tentang karakteristik data. Selain itu, uji stasioneritas diterapkan untuk memastikan bahwa data siap untuk penggunaan model ARIMA.

5. Pemrosesan Data

Pemrosesan data melibatkan langkah-langkah seperti penyusunan dataset historis, pengujian stasioneritas, dan pemilihan orde diferensiasi yang sesuai. Proses ini menjadi langkah awal untuk mengolah data menjadi bentuk yang dapat digunakan dalam model ARIMA.

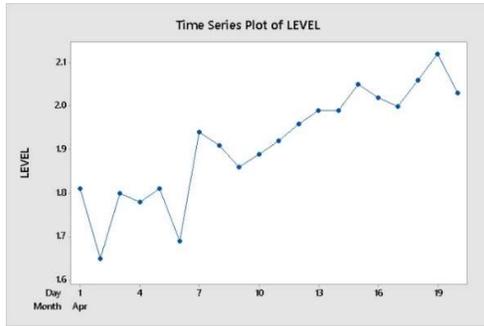
6. Implementasi Model ARIMA

Langkah-langkah implementasi model ARIMA melibatkan:

- a. Identifikasi Orde (p,d,q): Menggunakan ACF dan PACF serta uji stasioneritas untuk menentukan orde autoregressive (p), orde diferensiasi (d), dan orde moving average (q).
- b. Estimasi Parameter: Menerapkan model ARIMA pada dataset pelatihan dan mengestimasi parameter menggunakan metode Maksimum Likelihood Estimation (MLE).
- c. Validasi Model: Menggunakan uji statistik seperti AIC/BIC dan uji residual untuk memvalidasi performa model.

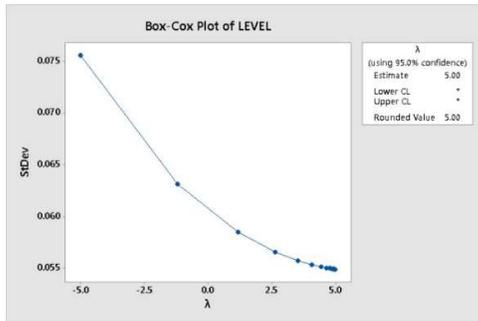
29	29/4/2023	1.87
30	30/4/2023	1.83

Setelah tahap tersebut maka selanjutnya adalah membagi 2 data tersebut, yaitu data untuk pembuatan model ARIMA dan data untuk pengujian model ARIMA. Dua puluh data awal akan digunakan untuk membuat model ARIMA. Jika ke-20 data tersebut jika dibuat grafik maka seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 dibawah ini.



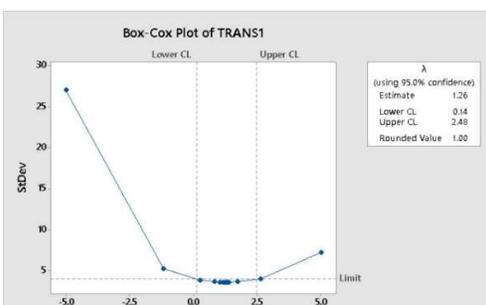
Gambar 2. Grafik Ketinggian Air Sungai

Untuk membuat model ARIMA maka pertama yang harus dicek adalah kestasioneran data. Sekelompok data dikatakan stasioner jika data tersebut stasioner terhadap ragam dan stasioner rata-rata. Pengecekan data stasioner pada penelitian ini menggunakan MINITAB 17. Hal pertama yang diuji adalah stasioner terhadap ragam. Dengan menggunakan software MINITAB 17, hasil didapatkan seperti pada grafik Gambar 3.



Gambar 3. Box-Cox Plot 1

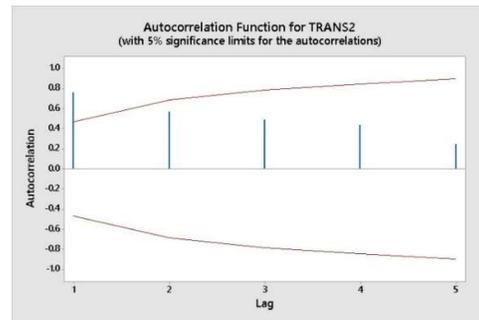
Dari Gambar 3, didapat bahwa *Rounded Value* Lamda sebesar 5.00. Hal tersebut menandakan bahwa data tidak stasioner terhadap ragam. Oleh karena itu, data tersebut harus dibuat stasioner menggunakan Box-Cox Transformation. Setelah melakukan transformasi Box-Cox maka data pada Gambar 3 akan berubah seperti pada grafik Gambar 4.



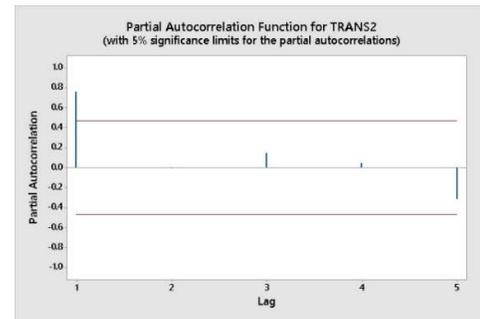
Gambar 4. Box-Cox Plot 2

Pada Gambar 4, dapat dilihat bahwa *Rounded Value* Lamda sebesar 1.00. Nilai Lamda sebesar 1.00 ini menandakan bahwa data tersebut sudah stasioner terhadap ragam.

Selanjutnya adalah pengujian stasioner data terhadap rata-rata. Ini dilakukan dengan melihat Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF). Jika data pada Gambar 4 digambarkan ACF dan PACF-nya maka 2 fungsi tersebut dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 5. ACF



Gambar 6. PACF

Syarat bahwa sebuah data dikatakan stasioner terhadap rata-rata adalah grafik ACF dan PACF-nya memiliki lag maksimal 3. Dapat dilihat pada Gambar 5. Grafik ACF memiliki 1 lag di awal. Hal yang sama terjadi pada Gambar 6. Pada Gambar 6., grafik PACF memiliki 1 lag di awal. Oleh karena itu, melihat Gambar 5, dan Gambar 6 maka dapat dikatakan data tersebut telah stasioner terhadap rata-rata.

Setelah melakukan pengujian terhadap kestasioneran data, maka Langkah selanjutnya adalah membuat model ARIMA. Seperti yang dijelaskan sebelumnya, bahwa

model ARIMA memiliki 3 orde yaitu orde autoregressive (p), orde diferensiasi (d), dan orde moving average (q). Karena grafik pada Gambar 5 dan Gambar 6 sudah stasioner terhadap rata-rata maka tidak ada proses differencing. Oleh karena itu, maka orde diferensiasi = 0. Kemudian untuk orde autoregressive akan ditentukan dengan jumlah lag yang muncul pada grafik PACF. Grafik PACF pada Gambar 6. memperlihatkan bahwa jumlah lag yang terjadi adalah 1, sehingga orde autoregressivenya adalah 1.

Lalu selanjutnya penentuan orde moving average akan ditentukan oleh jumlah lag yang muncul pada grafik ACF. Grafik ACF pada Gambar 5. memperlihatkan bahwa jumlah lag yang terjadi adalah 1, sehingga orde moving averagenya adalah 1.

Setelah penentuan orde selesai, maka selanjutnya adalah menguji model ARIMA yang telah dibuat. Pengujian model ARIMA ini akan menentukan model ARIMA yang dipakai. Setiap model akan menghasilkan nilai P Value dan Mean Square Error (MS) yang berbeda-beda. Model ARIMA yang akan diambil harus memenuhi 2 syarat, yaitu, nilai P Value < 0.05 dengan nilai MS yang paling kecil. Pengujian model ARIMA ini dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

TABEL 3
PENGUJIAN ARIMA

No	orde p	orde d	orde q	P Value	MS
1	1	0	1	-	-
2	1	0	0	0.496	0.007581
3	0	0	1	0.029	0.011137

Pada percobaan pertama dapat dilihat bahwa orde p dan orde q diisi dengan nilai 1 dan orde yang lain diisi dengan 0. Pada nilai ini, software MINITAB tidak dapat menghasilkan nilai P-Value dan MS. Percobaan kedua dilakukan dengan mengisi nilai orde p sebesar 1 dan orde yang lain sebesar 0. Hasil menunjukkan bahwa P-Value bernilai 0.496 dan MS sebesar 0.007581. Model ARIMA pada percobaan kedua ini tidak dapat digunakan karena nilai P Value yang > dari 0.05. Kemudian pada percobaan ketiga, orde q diisi dengan nilai 1 sedangkan orde lainnya diisi dengan nilai 0. Hasil menunjukkan bahwa P-Value bernilai 0.029 dan MS sebesar 0.011137. Model ARIMA pada percobaan ke 3 ini dapat digunakan karena nilai P Value yang < 0.05.

Setelah Model ARIMA telah ditemukan yaitu ARIMA (0,0,1) maka selanjutnya adalah menguji model tersebut untuk data pada hari ke 21 sampai pada hari ke 30. Ketinggian yang sebenarnya akan dibandingkan dengan ketinggian sunga hasil prediksi. Prosentase eror prediksi dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini.

$$\% \text{ Error} = \frac{|Ketinggian \text{ Asli} - Ketinggian \text{ Prediksi}|}{Ketinggian \text{ Asli}} \times 100\%$$

Hasil daari pengujian model ARIMA ini dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini.

TABEL 4
DATA PENGUJIAN MODEL ARIMA

No	Tanggal	Ketinggian Sungai Asli (m)	Ketinggian n Sungai Prediksi (m)	Eror Prediksi (%)
1	21/4/2023	2.05	2.00348	2.27
2	22/4/2023	2.01	1.98310	1.34
3	23/4/2023	2.00	1.96744	1.63
4	24/4/2023	2.02	1.95542	3.20
5	25/4/2023	1.94	1.94617	0.32
6	26/4/2023	1.90	1.93907	2.06
7	27/4/2023	1.85	1.93362	4.52
8	28/4/2023	1.82	1.92943	6.01
9	29/4/2023	1.87	1.92620	3.01
10	29/4/2023	1.83	1.92373	5.12
Mean Absolute Error (MEA)				2.95

Dapat dilihat bahwa pada tabel 2 di atas, nilai eror prediksi bervariasi, dengan nilai paling kecil sebesar 0.32% dan nilai paling tinggi yakni sebesar 6.01%. Dari kesepuluh data di atas dapat dihitung rata-rata eror yang dihasilkan oleh model ARIMA (0,0,1) adalah sebesar 2.95%

5. PENUTUP

Penelitian ini merupakan pembuatan model yang dapat memprediksi ketinggian air sungai di Sungai Kuncir Kiri, Kabupaten Nganjuk, Provinsi Jawa Timur. Model yang dipakai untuk memprediksi ketinggian air sungai ini adalah model ARIMA. Dari hasil penelitian ini, model ARIMA yang cocok untuk data ketinggian air sungai di Nganjuk adalah model ARIMA (0,0,1). Selanjutnya dilakukan pengujian model ini dengan membandingkan ketinggian sungai yang asli dengan ketinggian sungai prediksi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa eror prediksi dari ARIMA yaitu sebesar 2.95%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa metode ARIMA dapat memprediksi ketinggian air sungai di Sungai Kuncir Kiri. Dari sini dapat dilihat bahwa metode ARIMA dapat membantu kita dalam memprediksi banjir kiriman pada wilayah hilir di sungai tersebut.

6. REFERENSI

- [1] S. N. Qodriyatun, “Bencana Banjir: Pengawasan dan Pengendalian Pemanfaatan Ruang Berdasarkan UU Penataan Ruang dan RUU Cipta Kerja,” *Jurnal Aspirasi: Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, vol. 11, no. 1, pp. 29–42, 2020.
- [2] N. Awaliyah, A. Ariyaningsih, and A. Ghozali, “Analisis Faktor yang Berpengaruh Terhadap Terjadinya Banjir di DAS Ampal/Klandasan Besar dan Kesesuaian Program dengan Faktor Penanganannya,” *Jurnal Penataan Ruang: Insitut Teknologi Sepuluh Nopember*, vol. 15, no. 2, pp. 57–70, 2020.
- [3] T. Widodo, “Tingkat Kerentanan Bencana Banjir Sungai Citarum di Kecamatan Batujaya Kabupaten Karawang,” *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana: Badan Nasional Penanggulangan Bencana*, vol. 5, no. 2, pp. 18–33, 2014.
- [4] F. Hisyam and W. I. Sabila, “Kajian Toponimi Kampung di Sepanjang Sungai Brantas, Kota Malang,” *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana: Badan Nasional Penanggulangan Bencana*, vol. 11, no. 2, pp. 155–166, 2020.
- [5] A. Marlina, “Analisis Genangan Banjir dengan Simulasi Model 2 Dimensi di Sungai Musi Kota Palembang,” *Jurnal Teknik Sipil UNPAL*, vol. 12, no. 1, pp. 155–166, 2020.
- [6] S. M. Mardikaningsih, C. Muryani, and S. Nugraha, “Studi Kerentanan dan Arah Mitigasi Bencana Banjir Di Kecamatan Puring Kabupaten Kebumen Tahun 2016,” *Jurnal Geo Eco*, vol. 3, no. 2, pp. 157–163, 2017.
- [7] R. Rosyidah and R. Sukmana, “Aplikasi Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Pada Peramalan Stabilitas Bank Syariah Di Indonesia,” *Jurnal Ekonomi Syariah Teori dan Terapan*, vol. 5, no. 3, pp. 200–215, 2018.
- [8] M. Riadi, “Banjir (Pengertian, Jenis, Penyebab dan Pengendalian),” <https://www.kajianpustaka.com/2022/07/banjir.html>.
- [9] W. Ristya, *Kerentanan Wilayah Terhadap Banjir di Sebagian Cekungan Bandung*. Jakarta: Universitas Indonesia, 2012.
- [10] Kemenkes RI, *Sudah Siapkah Kita Menghadapi Banjir? Buku Penanggulangan Pusat Krisis Kesehatan*. Jakarta: Kemenkes RI.
- [11] R. H. Bangun, “Penerapan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Pada Peramalan Produksi Kedelai di Sumatera Utara,” *Agrica (Jurnal Agribisnis Sumatera Utara)*, vol. 9, no. 2, pp. 90–100, 2016.