Imajiner: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika
ISSN (Online): 2685-3892
Vol. 7, No. 4, Juli 2025, Hal. 270-284
Available Online at journal.upgris.ac.id/index.php/imajiner

Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode *Average Based* Dan *Fuzzy Time Series* Di Kabupaten Deli Serdang

Robiyatul Adawiyah[1], Rima Aprilia[2]
[1,2]Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
[1]robiyatul0703201046@uinsu.ac.id
[2]rima_aprilia@uinsu.ac.id

ABSTRAK

Salah satu elemen kunci yang mendukung industri pertanian Indonesia adalah curah hujan. Petani harus menggunakan prakiraan curah hujan yang akurat untuk memilih waktu terbaik dalam setahun dan jenis tanaman, terutama di daerah yang rawan perubahan iklim seperti Kabupaten Deli Serdang. Pendekatan Average-Based Fuzzy Time Series digunakan dalam penelitian ini untuk meramalkan curah hujan. BMKG Kabupaten Deli Serdang menyediakan data sekunder, yang terdiri dari 68 titik data curah hujan bulanan dari Januari 2019 hingga Agustus 2024. Metode ini diawali dengan menentukan semesta pembicaraan, membagi data ke dalam interval berbasis rata-rata selisih mutlak, melakukan fuzzifikasi, membentuk hubungan logika fuzzy (*Fuzzy Logical Relationship* dan *FLRG*), serta menghasilkan prediksi curah hujan. Evaluasi hasil dilakukan menggunakan nilai RMSE dan MAE untuk mengukur tingkat akurasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini mampu memberikan prediksi yang cukup baik terhadap data curah hujan yang bersifat fluktuatif. Dengan demikian, metode *Average-Based Fuzzy Time Series* dapat digunakan sebagai salah satu alternatif dalam meramalkan data iklim seperti curah hujan.

Kata Kunci: Curah hujan; Fuzzy Time Series; Average-Based; Prediksi.

ABSTRACT

One of the key elements supporting Indonesia's agricultural industry is rainfall. Farmers must use accurate rainfall forecasts to choose the best time of year and type of crop, especially in areas prone to climate change such as Deli Serdang Regency. The Average-Based Fuzzy Time Series approach is used in this study to forecast rainfall. BMKG Deli Serdang Regency provides secondary data, consisting of 68 monthly rainfall data points from January 2019 to August 2024. This method begins by determining the universe of speech, dividing the data into intervals based on the average absolute difference, performing fuzzification, forming fuzzy logical relationships (Fuzzy Logical Relationship and FLRG), and producing rainfall predictions. Evaluation of the results is done using RMSE and MAE values to measure the level of accuracy. The results show that this method is able to provide a fairly good prediction of fluctuating rainfall data. Thus, the Average-Based Fuzzy Time Series method can be used as an alternative in forecasting climate data such as rainfall.

Keywords: Rainfall; Fuzzy Time Series; Average-Based; Prediction.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim global telah menyebabkan ketidakpastian musim di berbagai wilayah, termasuk di Indonesia yang secara geografis berada di daerah tropis dan hanya memiliki dua musim, yaitu musim penghujan dan musim kemarau. Ketidakpastian ini berdampak langsung pada sektor-sektor penting, khususnya pertanian, yang sangat bergantung pada kestabilan cuaca. Dalam konteks ini, informasi mengenai curah hujan menjadi sangat krusial. Dengan mengetahui pola curah hujan yang akan datang, petani dapat menentukan masa tanam yang tepat serta jenis tanaman yang sesuai untuk meminimalkan risiko gagal panen. Oleh karena itu, perkiraan curah hujan sangat penting untuk meningkatkan ketahanan pangan dan hasil pertanian, terutama di wilayah dengan iklim keras seperti El Nino dan La Nina.

Kabupaten Deli Serdang merupakan salah satu daerah di Provinsi Sumatera Utara yang memiliki lahan pertanian cukup luas dengan komoditas utama seperti kelapa sawit, karet, kakao, dan kopi. Sebagian besar penduduknya bekerja sebagai petani, sehingga ketersediaan informasi yang akurat mengenai prediksi curah hujan dapat membantu dalam pengambilan keputusan pertanian yang lebih efektif. Beberapa pendekatan peramalan telah digunakan dalam penelitian sebelumnya, antara lain metode "*Generalized Model Space Time Autoregressive-Seemingly Unrelated Regression*, *Fuzzy Neural Networks*, dan *Hybrid Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*." Meskipun metode-metode tersebut telah memberikan hasil yang cukup baik, pendekatan berbasis logika fuzzy seperti *Fuzzy Time Series (FTS)* terus dikembangkan karena mampu mengakomodasi ketidakpastian data historis dengan cara yang lebih fleksibel dan efisien.

Salah satu variasi dari metode *Fuzzy Time Series* yang dinilai efektif adalah metode *Average-Based Fuzzy Time Series*. Metode ini memiliki keunggulan dalam proses perhitungannya yang lebih sederhana serta mampu bekerja dengan jumlah data yang terbatas. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan melakukan perhitungan prediksi curah hujan dengan pendekatan Average-Based Fuzzy Time Series, dengan mempertimbangkan kondisi pertanian di Kabupaten Deli Serdang dan pentingnya prediksi curah hujan dalam mendukung usaha pertanian. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap upaya pengambilan keputusan yang lebih akurat di sektor pertanian, khususnya dalam menghadapi tantangan perubahan iklim yang dinamis.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang dilakukan di BMKG Sumatera Utara, berlokasi di Jl. Meteorologi Raya No.17, Kabupaten Deli Serdang. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi curah hujan menggunakan metode *Average-Based Fuzzy Time Series* dengan memanfaatkan data sekunder berupa curah hujan bulanan dari Januari 2019 hingga Agustus 2024, sebanyak 68 data. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh data curah hujan Kabupaten Deli Serdang, dengan sampel berupa data bulanan selama periode tersebut. Langkah-langkah penelitian meliputi analisis deskriptif data, penentuan semesta pembicaraan, pembentukan interval berbasis rata-rata, penentuan himpunan fuzzy, proses fuzzifikasi, pembentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dan *FLRG*, serta peramalan berdasarkan aturan FLRG. Evaluasi hasil peramalan dilakukan menggunakan dua ukuran akurasi, yaitu Root Mean Square Error (RMSE) dan Mean Absolute Error (MAE), untuk menilai tingkat ketepatan metode dalam memprediksi curah hujan di Kabupaten Deli Serdang.

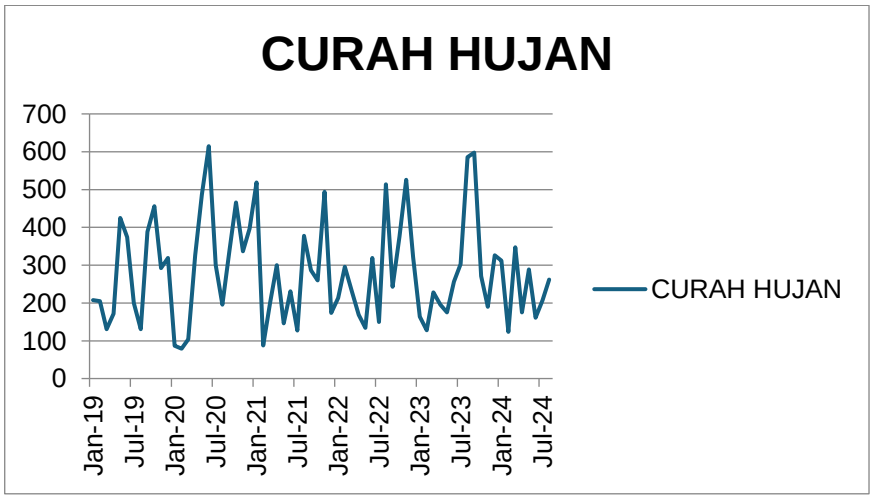
HASIL DAN PEMBAHASAN

Descriptive Statistics

Untuk data dalam bentuk tabel, penyajiannya agar menggunakan format tabel seperti contoh Tabel 1. Tabel diberi judul dengan ukuran font 11. Judul diletakkan di atas tabel. Tabel dibuat *center* dan diacu pada naskah. Jika terdapat lebih dari satu tabel maka tabel diberi nomor misalnya Tabel 1, Tabel 2, dan seterusnya. Harap tidak menggunakan garis vertical dalam tabel

Tabel 1. *Descriptive Statistics*

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
CURAH_HUJAN	68	79	615	279.79	133.683
Valid N (listwise)	68				



Gambar 1. Plot Curah Hujan

Jelas bahwa curah hujan bergerak tidak menentu atau data tidak menunjukkan tren yang jelas. Variabel yang tidak terduga seperti arah angin, kelembaban, tekanan udara, dan sebagainya mungkin menjadi penyebabnya.

Menentukan Semesta Pembicaraan U (*Universe Of Discourse*).

Semesta pembicaraan (Universe of Discourse) adalah ruang lingkup atau domain nilai yang mencakup semua kemungkinan nilai dari variabel yang sedang dibahas atau dianalisis. Dalam konteks Fuzzy Logic atau Fuzzy Time Series, semesta pembicaraan adalah rentang nilai yang relevan dengan data yang akan diolah

Statistik curah hujan menunjukkan angka terendah adalah 79 dan tertinggi adalah 615. Peneliti kemudian menetapkan nilai yang sesuai untuk D_1 dan D_2 menjadi 0. Dengan demikian, koleksi semesta yang dihasilkan adalah

$$UOD_{min} = min_value - 0$$

$$UOD_{min} = 79 - 0$$

$$UOD_{min} = 79$$

$$UOD_{max} = max_value + 0$$

$$UOD_{max} = 615 + 0$$

$$UOD_{max} = 615$$

UOD atau himpunan semesta U yang diperoleh adalah rentang antara $U = [79; 615]$.

Menentukan Panjang Interval Yang Efektif

Dengan menggunakan teknik berbasis rata-rata, hitung panjang interval efektif dan bagi menjadi banyak interval dengan interval yang sama. Menentukan panjang interval menggunakan metode average based adalah salah satu teknik untuk membagi semesta pembicaraan ke dalam interval-interval berdasarkan nilai rata-rata antar data yang ada.

Metode ini sering digunakan dalam analisis Fuzzy Time Series (FTS) untuk menentukan rentang interval himpunan fuzzy yang lebih representatif terhadap distribusi data.

1. Menghitung semua nilai mutlak selisih antara X_{t+1} dan $X_1(t = 1, \dots, n-1)$ sehingga diperoleh rata rata nilai selisih mutlak.

$$(|X_{t+1} - X_t|)$$

$$SELISIH\ 1 = (|205 - 208|) = 3$$
$$SELISIH\ 2 = (|131 - 205|) = 74$$
$$SELISIH\ 3 = (|172 - 131|) = 41$$
$$SELISIH\ 4 = (|425 - 172|) = 253$$
$$SELISIH\ 5 = (|374 - 425|) = 51$$
$$\vdots$$
$$SELISIH\ 67 = (|207 - 262|) = 55$$

$$Rata - Rata = \frac{total\ selisih\ mutlak}{jumlah\ pasangan\ data}$$

$$Rata - Rata = \frac{(3 + 74 + 41 + 253 + 51 + \cdots + 55}{67}$$

$$Rata - Rata = \frac{8880}{67} = 132{,}5373134$$

sehingga diperoleh rata-rata selisih mutlak sebesar $132{,}5373134.$

2. Hitung setengah dari rata-rata langkah pertama, yang akan digunakan sebagai interval panjang dalam persamaan.

$$l = \frac{Rata - Rata}{2}$$

$$l = \frac{132{,}5373134}{2} = 66{,}26866$$

Jadi panjang interval adalah $66{,}26866$

3. Menentukan jumlah interval (bilangan *fuzzy*), yaitu dengan persamaan

$$p = \frac{(UOD_{max} - UOD_{\min})}{l}$$

$$p = \frac{(615 - 79)}{66{,}26866}$$
$$p = \frac{536}{66{,}26866}$$
$$p = 8{,}088288 \approx 9$$

Disini kita menggunakan pembulatan keatas ini dapat menghasilkan jumlah interval yang lebih **besar** (lebih banyak interval) agar memastikan bahwa semua data dapat terwakili dengan cukup interval. Jadi jumlah kelas interval adalah 9 dan panjang interval sebebsar 66,26866.

Menentukan Nilai Linguistik Yang Difuzzifikasi Dan Mendefinisikan Himpunan *Fuzzy* Pada *U*

Langkah ini bertujuan untuk mengubah data numerik pada semesta pembicaraan (U) menjadi representasi linguistik yang dapat digunakan dalam proses fuzzy. Berikut adalah interval dari himpunan semesta (U)

Tabel 2. Tabel Interval Dan Nilai Tengah

No	Interval	Nilai Tengah (M)
1	$u_1 = [79 ; 145{,}2687]$	112,13433
2	$u_2 = [145{,}2687 ; 211{,}5373]$	178,40299
3	$u_3 = [211{,}5373 ; 277{,}806]$	244,67165
4	$u_4 = [277{,}806 ; 344{,}0746]$	310,94031
5	$u_5 = [344{,}0746 ; 410{,}3433]$	377,20897
6	$u_6 = [410{,}3433 ; 476{,}6119]$	443,47763
7	$u_7 = [476{,}6119 ; 542{,}8806]$	509,74629
8	$u_8 = [542{,}8806 ; 609{,}1493]$	576,01495
9	$u_9 = [609{,}1493 ; 615]$	612,07464

Membuat label linguistic yaitu Representasi verbal atau kategori deskriptif yang menggambarkan suatu data dalam bentuk bahasa manusia. Misalnya, "Rendah," "Sedang," atau "Tinggi.".

Tabel 3. Data Interval Fuzzifikasi

No	Interval	Fuzzifikasi	Label Fuzzy
1	$[79 ; 145{,}2687]$	A_1	Sangat Rendah
2	$[145{,}2687 ; 211{,}5373]$	A_2	Rendah
3	$[211{,}5373 ; 277{,}806]$	A_3	Cukup Rendah
4	$[277{,}806 ; 344{,}0746]$	A_4	Sedang
5	$[344{,}0746 ; 410{,}3433]$	A_5	Cukup Tinggi
6	$[410{,}3433 ; 476{,}6119]$	A_6	Tinggi
7	$[476{,}6119 ; 542{,}8806]$	A_7	Sangat Tinggi
8	$[542{,}8806 ; 609{,}1493]$	A_8	Sangat sangat Tinggi
9	$[609{,}1493 ; 615]$	A_9	ekstrem

Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses mengubah data numerik yang bersifat pasti (crisp) menjadi data yang bersifat fuzzy, yaitu data yang didefinisikan dalam bentuk derajat keanggotaan terhadap himpunan fuzzy. Proses ini digunakan dalam sistem logika fuzzy untuk memungkinkan pengolahan informasi yang tidak pasti atau ambigu, yang sangat berguna dalam pengambilan keputusan atau prediksi yang lebih fleksibel.

Tabel 4. Curah Hujan Fuzzifikasi

No	Bulan	Curah Hujan	Fuzzifikasi
1	Jan-19	208	A_2
2	Feb-19	205	A_2
3	Mar-19	131	A_1
4	Apr-19	172	A_2
5	May-19	425	A_6
⋮	⋮	⋮	⋮
68	Aug-24	262	A_3

Membentuk *Fuzzy Logical Relationship* (FLR)

FLR dilakukan untuk menghubungkan data historis dengan prediksi masa depan dalam situasi yang tidak pasti, FLR merupakan komponen kunci dalam FTS yang membantu dalam menangani ketidakpastian dan kompleksitas dalam analisis data waktu.

Tabel 5. FLR

PERIODE	FLR
Januari 2019 – Februari 2019	$A_2 \rightarrow A_2$
Februari 2019 – Maret 2019	$A_2 \rightarrow A_1$
Maret 2019 – April 2019	$A_1 \rightarrow A_2$
April 2019 – Mei 2019	$A_2 \rightarrow A_6$
Mei 2019 – Juni 2019	$A_6 \rightarrow A_5$
Juni 2019 – Juli 2019	$A_5 \rightarrow A_2$
Juli 2019 – Agustus 2019	$A_2 \rightarrow A_1$
Agustus 2019 – September 2019	$A_1 \rightarrow A_5$
September 2019 – Oktober 2019	$A_5 \rightarrow A_6$
Oktober 2019 – November 2019	$A_6 \rightarrow A_4$
November 2019 – Desember 2019	$A_4 \rightarrow A_4$
⋮	⋮
Juli 2024 – Agustus 2024	$A_2 \rightarrow A_3$

Mengelompokkan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG)

Mengelompokkan Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG) adalah suatu teknik dalam analisis data yang menggabungkan konsep logika fuzzy dengan pengelompokan (clustering) untuk mengidentifikasi dan memahami hubungan yang kompleks antara variabel-variabel dalam suatu dataset. FLRG bertujuan untuk mengelompokkan data berdasarkan kesamaan pola atau hubungan fuzzy di antara mereka.

Pada $A_6 = (A_6 \rightarrow A_5)$ dan $(A_6 \rightarrow A_4)$

Maka FLRG A_6 adalah A_4, A_5

Berikut adalah Fuzzy Logical Relationship Groups (FLRG) berdasarkan FLR yang telah disusun:

Tabel 6. FLRG

GRUP	FLRG
1.	$A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$
2.	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_4, A_6, A_7$
3.	$A_3 \rightarrow A_1, A_2, A_4\ A_5, A_7$
4.	$A_4 \rightarrow A_1, A_2, A_3\ A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$
5.	$A_5 \rightarrow A_2, A_4, A_6, A_7$
6.	$A_6 \rightarrow A_4, A_5$
7.	$A_7 \rightarrow A_1, A_2, A_4\ A_9$
8.	$A_8 \rightarrow A_3, A_8$
9.	$A_9 \rightarrow A_4$

Melakukan proses defuzzifikasi dan melakukan perhitungan peramalan disini kita gunakan nilai tengah sebagai representasi nilai defuzzifikasi dan sebelumnya kita sudah menghitung nilai tengah dari interval yang ada

$$nilai\ tengah = \frac{batas\ bawah + batas\ atas}{2}$$

$$A_1 = \frac{79 + 145{,}2687}{2} = 112{,}13433$$

Tabel 7. Data Interval Dan Nilai Tengah

No	Interval	Nilai Tengah (m)
1	$u_1 = [79\ ;\ 145{,}2687]$	112,13433
2	$u_2 = [145{,}2687\ ;\ 211{,}5373]$	178,40299
3	$u_3 = [211{,}5373\ ;\ 277{,}806]$	244,67165
4	$u_4 = [277{,}806\ ;\ 344{,}0746]$	310,94031
5	$u_5 = [344{,}0746\ ;\ 410{,}3433]$	377,20897
6	$u_6 = [410{,}3433\ ;\ 476{,}6119]$	443,47763
7	$u_7 = [476{,}6119\ ;\ 542{,}8806]$	509,74629
8	$u_8 = [542{,}8806\ ;\ 609{,}1493]$	576,01495
9	$u_9 = [609{,}1493\ ;\ 615]$	612,07464

Selanjutnya kita akan menghitung prediksi dari setiap Grup FLRG yang dihasilkan dengan menggunakan rata-rata titik tengah (midpoint) dari semua interval fuzzy yang terlibat dalam kelompok FLRG (Fuzzy Logical Relationship Group). Berikut adalah rumus yang digunakan:

$$Prediksi = \frac{nilai\ tengah_A + \cdots + nilai\ tengah_N}{n}$$

$prediksi\ A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$

$$A_1 = \frac{112{,}13433 + 178{,}40299 + 244{,}67165 + 310{,}94031 + 377{,}20897}{5} = \frac{1223{,}358}{5} = 244{,}6717$$

$prediksi\ A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3, A_4, A_6, A_7$

$$A_2 = \frac{112{,}13433 + 178{,}40299 + 244{,}67165 + 310{,}94031 + 443{,}47763 + 509{,}74629}{6} = \frac{1799{,}373}{6} = 299{,}8955$$

$prediksi\ A_3 \rightarrow A_1, A_2, A_4\ A_5, A_7$

$$A_3 = \frac{112{,}13433 + 178{,}40299 + 310{,}94031 + 377{,}20897 + 509{,}74629}{5} = \frac{1488{,}433}{5} = 297{,}6866$$

$prediksi\ A_4 \rightarrow A_1, A_2, A_3\ A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$

$$A_4 = \frac{112{,}13433 + 178{,}40299 + 244{,}67165 + 310{,}94031 + 377{,}20897 + \cdots + 576{,}01495}{5} = \frac{2752{,}597}{8} = 344{,}0746$$

$prediksi\ A_5 \rightarrow A_2, A_4, A_6, A_7$

$$A_5 = \frac{178{,}40299 + 310{,}94031 + 443{,}47763 + 509{,}74629}{4} = \frac{1442{,}567}{4} = 360{,}6418$$

$prediksi\ A_6 \rightarrow A_4, A_5$

$$A_6 = \frac{310{,}94031 + 377{,}20897}{2} = \frac{688{,}1493}{2} = 344{,}0746$$

$prediksi\ A_7 \rightarrow A_1, A_2, A_4\ A_9$

$$A_7 = \frac{112{,}13433 + 178{,}40299 + 310{,}94031 + 612{,}07464}{4} = \frac{1213{,}552}{4} = 303{,}3881$$

$prediksi\ A_8 \rightarrow A_3, A_8$

$$A_1 = \frac{244{,}67165 + 576{,}01495}{2} = \frac{820{,}6866}{2} = 410{,}3433$$

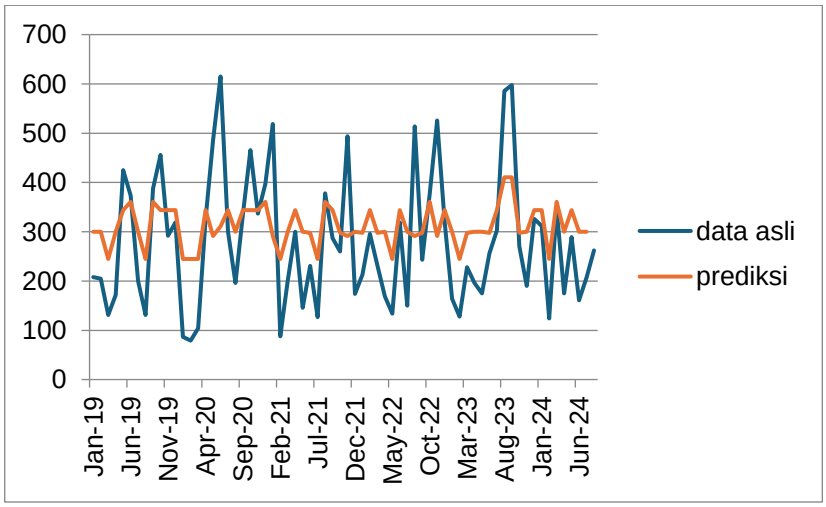
$prediksi\ A_9 \rightarrow A_4$

$$A_9 = \frac{310{,}94031}{1} = 310{,}94031$$

Berikut merupakan hasil prediksi menggunakan Fuzzy Time Series (FTS)

Tabel 8. Hasil Prediksi Curah Hujan

No	Bulan	Curah Hujan	Fuzzifikasi	Peramalan
1	Jan-19	208	A_2	
2	Feb-19	205	A_2	299,8955
3	Mar-19	131	A_1	299,8955
4	Apr-19	172	A_2	244,6716
5	May-19	425	A_6	299,8955
6	Jun-19	374	A_5	344,0746
7	Jul-19	200	A_2	360,6418
8	Aug-19	131	A_1	299,8955
9	Sep-19	388	A_5	244,6716
10	Oct-19	456	A_6	360,6418
11	Nov-19	292	A_4	344,0746
12	Dec-19	319	A_4	344,0746
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
68	Aug-24	262	A_3	299,8955
	Sep-24			297,6866



Gambar 2 Plot Prediksi

Terlihat bahwa walaupun nilai prediksi berbeda dengan data asli tetapi pola yang dihasilkan mirip. Menghitung nilai error mengunakan RMSE dan MAE untuk pengukuran ketepatan hasil ramalan. RMSE (Root Mean Square Error) dan MAE (Mean Absolute Error) adalah dua metrik yang umum digunakan untuk mengukur ketepatan hasil ramalan dalam analisis data, termasuk dalam konteks peramalan waktu dan model prediktif lainnya. Keduanya memberikan informasi tentang seberapa baik model memprediksi nilai yang sebenarnya.

Akar kuadrat dari rata-rata kuadrat variasi antara nilai yang diharapkan dan nilai aktual dikenal sebagai root mean square error (RMSE). Karena kesalahan dikuadratkan sebelum dirata-ratakan, RMSE memberikan bobot yang lebih besar pada kesalahan yang lebih besar.

Rata-rata dari perbedaan absolut antara nilai aktual dan yang diantisipasi dikenal sebagai MAE. MAE memberikan perkiraan kesalahan prediksi rata-rata tanpa memperhitungkan arah kesalahan (apakah lebih tinggi atau lebih rendah).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}$$

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|y_i - \hat{y}_i|$$

Dimana:
y_i = data actual
y_i = data prediksi
n = jumlah data
Mencari RMSE

$$RMSE = \sqrt{\frac{(205 - 299{,}8955)^2 + (131 - 299{,}8955)^2 + \cdots + (262 - 299{,}8955)^2}{67}}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{9005{,}15592 + 28525{,}68992 + \cdots + 1436{,}06892}{67}}$$

$$RMSE = \sqrt{17913{,}44}$$
$$RMSE = 133{,}8411$$

Mencari MAE

$$MAE = \frac{|205 - 299{,}8955| + |131 - 299{,}8955| + \cdots + |262 - 299{,}8955|}{67}$$

$$MAE = \frac{94{,}8955 + 168{,}8955 + \cdots + 37{,}8955}{67}$$

$$MAE = 113{,}1914$$

Tabel 9. RMSE dan MAE

RMSE	133,8411
MAE	113,1914

Dengan nilai RMSE (Root Mean Square Error) Dengan MAE (Mean Absolute Error) sebesar 113,1914 dan skor 133,8411, kita dapat melakukan analisis untuk memahami seberapa baik kinerja model prediksi. Berikut ini adalah beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari temuan tersebut.

RMSE (133,8411): Nilai ini menunjukkan bahwa, secara rata-rata, kesalahan kuadrat antara nilai yang diprediksi dan nilai aktual adalah sekitar 133,84. RMSE yang lebih tinggi menunjukkan bahwa ada beberapa prediksi yang jauh dari nilai aktual, yang dapat disebabkan oleh outlier atau model yang kurang tepat.

MAE (113,1914): Nilai ini menunjukkan rata-rata kesalahan absolut antara prediksi dan nilai aktual adalah sekitar 113,19. MAE memberikan gambaran yang lebih sederhana dan lebih stabil tentang kesalahan rata-rata.

Dengan nilai aktual yang berkisar ratusan, RMSE dan MAE yang sudah diperoleh menunjukkan bahwa ada peluang besar untuk meningkatkan akurasi model ramalan Anda. Dengan melakukan analisis lebih lanjut dan mempertimbangkan perbaikan pada model, Anda dapat mencapai hasil yang lebih baik.

Perbaikan Model: Mengingat besarnya kesalahan, Anda mungkin ingin mempertimbangkan untuk Menggunakan model yang lebih kompleks atau berbeda (misalnya, model regresi non-linear, pohon keputusan, atau metode ensemble).Melakukan feature engineering untuk menambahkan variabel yang mungkin lebih relevan. Menggunakan teknik pengurangan dimensi atau pemilihan fitur untuk mengurangi noise dalam data. Analisis Outlier: Periksa data untuk outlier yang mungkin mempengaruhi hasil. Menghapus atau menangani outlier dapat membantu meningkatkan akurasi model. Validasi Model: Gunakan teknik validasi silang untuk memastikan bahwa model Anda tidak overfitting dan dapat diandalkan pada data baru.

Melakukan Prediksi Untuk Bulan Selanjutnya

Untuk memprediksi bulan September maka kita gunakan data predisksi bulan agustus, lalu lihat nilai tersebut berada di rentang interval yang mana dan masukkan nilai FLRG

1. Agustus 2024 = 299,895
   FLRG = A_3

$prediksi\ A_3 \rightarrow A_1, A_2, A_4\ A_5, A_7$

$$A_3 = \frac{112{,}13433 + 178{,}40299 + 310{,}94031 + 377{,}20897 + 509{,}74629}{5} = \frac{1488{,}433}{5}$$
$$= 297{,}6866$$

   HASIL PREDIKSI UNTUK SEPTEMBER 2024 = $297{,}6866$

2. September 2024 = $297{,}6866$
   FLRG = A_4

$prediksi\ A_4 \rightarrow A_1, A_2, A_3\ A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$

$$A_4 = \frac{112{,}13433 + 178{,}40299 + 244{,}67165 + 310{,}94031 + 377{,}20897 + \cdots + 576{,}01495}{8}$$
$$= \frac{2752{,}597}{8} = 344{,}0746$$

   HASIL PREDIKSI UNTUK OKTOBER 2024 = $344{,}0746$

3. Oktober 2024 = $344{,}0746$
   FLRG = A_4

$prediksi\ A_4 \rightarrow A_1, A_2, A_3\ A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$

$$A_4 = \frac{112{,}13433 + 178{,}40299 + 244{,}67165 + 310{,}94031 + 377{,}20897 + \cdots + 576{,}01495}{8}$$
$$= \frac{2752{,}597}{8} = 344{,}0746$$

   HASIL PREDIKSI UNTUK NOVEMBER 2024 = $344{,}0746$

4. November 2024 = $344{,}0746$
   FLRG = A_4

$prediksi\ A_4 \rightarrow A_1, A_2, A_3\ A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$

$$A_4 = \frac{112{,}13433 + 178{,}40299 + 244{,}67165 + 310{,}94031 + 377{,}20897 + \cdots + 576{,}01495}{8}$$
$$= \frac{2752{,}597}{8} = 344{,}0746$$

   HASIL PREDIKSI UNTUK DESEMBER 2024 = $344{,}0746$

5. Desember 2024 = $344{,}0746$
   FLRG = A_4

$prediksi\ A_4 \rightarrow A_1, A_2, A_3\ A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$

$$A_4 = \frac{112{,}13433 + 178{,}40299 + 244{,}67165 + 310{,}94031 + 377{,}20897 + \cdots + 576{,}01495}{8}$$
$$= \frac{2752{,}597}{8} = 344{,}0746$$

HASIL PREDIKSI UNTUK JANUARI 2025 = $344{,}0746$

6. Januari 2025 = $344{,}0746$

FLRG = A_4

$prediksi\ A_4 \rightarrow A_1, A_2, A_3\ A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$

$$A_4 = \frac{112{,}13433 + 178{,}40299 + 244{,}67165 + 310{,}94031 + 377{,}20897 + \cdots + 576{,}01495}{8}$$
$$= \frac{2752{,}597}{8} = 344{,}0746$$

HASIL PREDIKSI UNTUK FEBRUARI 2025 = $344{,}0746$

7. Februari 2025 = $344{,}0746$

FLRG = A_4

$prediksi\ A_4 \rightarrow A_1, A_2, A_3\ A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$

$$A_4 = \frac{112{,}13433 + 178{,}40299 + 244{,}67165 + 310{,}94031 + 377{,}20897 + \cdots + 576{,}01495}{8}$$
$$= \frac{2752{,}597}{8} = 344{,}0746$$

HASIL PREDIKSI UNTUK MARET 2025 = $344{,}0746$

8. Maret 2025 = $344{,}0746$

FLRG = A_4

$prediksi\ A_4 \rightarrow A_1, A_2, A_3\ A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$

$$A_4 = \frac{112{,}13433 + 178{,}40299 + 244{,}67165 + 310{,}94031 + 377{,}20897 + \cdots + 576{,}01495}{8}$$
$$= \frac{2752{,}597}{8} = 344{,}0746$$

HASIL PREDIKSI UNTUK APRIL 2025 = $344{,}0746$

9. April 2025 = $344{,}0746$

FLRG = A_4

$prediksi\ A_4 \rightarrow A_1, A_2, A_3\ A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$

$$A_4 = \frac{112{,}13433 + 178{,}40299 + 244{,}67165 + 310{,}94031 + 377{,}20897 + \cdots + 576{,}01495}{8}$$
$$= \frac{2752{,}597}{8} = 344{,}0746$$

HASIL PREDIKSI UNTUK MEI 2025 = $344{,}0746$

10. Mei 2025 = $344{,}0746$

FLRG = A_4

$prediksi\ A_4 \rightarrow A_1, A_2, A_3\ A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$

$$A_4 = \frac{112{,}13433 + 178{,}40299 + 244{,}67165 + 310{,}94031 + 377{,}20897 + \cdots + 576{,}01495}{8}$$
$$= \frac{2752{,}597}{8} = 344{,}0746$$

HASIL PREDIKSI UNTUK JUNI 2025 = $344{,}0746$

11. Juni 2025 = $344{,}0746$

FLRG = A_4

$prediksi\ A_4 \rightarrow A_1, A_2, A_3\ A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$

$$A_4 = \frac{112{,}13433 + 178{,}40299 + 244{,}67165 + 310{,}94031 + 377{,}20897 + \cdots + 576{,}01495}{8}$$
$$= \frac{2752{,}597}{8} = 344{,}0746$$

HASIL PREDIKSI UNTUK JULI 2025 = $344{,}0746$

12. Juli 2025 = $344{,}0746$

FLRG = A_4

$prediksi\ A_4 \rightarrow A_1, A_2, A_3\ A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$

$$A_4 = \frac{112{,}13433 + 178{,}40299 + 244{,}67165 + 310{,}94031 + 377{,}20897 + \cdots + 576{,}01495}{8}$$
$$= \frac{2752{,}597}{8} = 344{,}0746$$

HASIL PREDIKSI UNTUK AGUSTUS 2025 = $344{,}0746$

13. Agustus 2025 = $344{,}0746$

FLRG = A_4

$prediksi\ A_4 \rightarrow A_1, A_2, A_3\ A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$

$$A_4 = \frac{112{,}13433 + 178{,}40299 + 244{,}67165 + 310{,}94031 + 377{,}20897 + \cdots + 576{,}01495}{8}$$
$$= \frac{2752{,}597}{8} = 344{,}0746$$

HASIL PREDIKSI UNTUK SEPTEMBER 2025 = $344{,}0746$

14. September 2025 = $344{,}0746$

FLRG = A_4

$prediksi\ A_4 \rightarrow A_1, A_2, A_3\ A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$

$$A_4 = \frac{112{,}13433 + 178{,}40299 + 244{,}67165 + 310{,}94031 + 377{,}20897 + \cdots + 576{,}01495}{8}$$
$$= \frac{2752{,}597}{8} = 344{,}0746$$

HASIL PREDIKSI UNTUK OKTOBER 2025 = $344{,}0746$

15. Oktober 2025 = $344{,}0746$

FLRG = A_4

$prediksi\ A_4 \rightarrow A_1, A_2, A_3\ A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$

$$A_4 = \frac{112{,}13433 + 178{,}40299 + 244{,}67165 + 310{,}94031 + 377{,}20897 + \cdots + 576{,}01495}{8}$$
$$= \frac{2752{,}597}{8} = 344{,}0746$$

HASIL PREDIKSI UNTUK NOVEMBER 2025 = $344{,}0746$

16. November 2025 = $344{,}0746$

FLRG = A_3

$prediksi\ A_4 \rightarrow A_1, A_2, A_3\ A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$

$$A_4 = \frac{112{,}13433 + 178{,}40299 + 244{,}67165 + 310{,}94031 + 377{,}20897 + \cdots + 576{,}01495}{8}$$
$$= \frac{2752{,}597}{8} = 344{,}0746$$

HASIL PREDIKSI UNTUK DESEMBER 2025 = $344{,}0746$

Tabel 10. Hasil Prediksi Dari Bulan September 2024 Sampai Desember 2025

No.	Bulan	Prediksi
1.	SEPTEMBER 2024	297,6866
2.	OKTOBER 2024	344,0746
3.	NOVEMBER 2024	344,0746
4.	DESEMBER 2024	344,0746
5.	JANUARI 2025	344,0746
6.	FEBRUARI 2025	344,0746
7.	MARET 2025	344,0746
8.	APRIL 2025	344,0746
9.	MEI 2025	344,0746
10.	JUNI 2025	344,0746
11.	JULI 2025	344,0746
12.	AGUSTUS 2025	344,0746
13.	SEPTEMBER 2025	344,0746
14.	OKTOBER 2025	344,0746
15.	NOVEMBER 2025	344,0746
16.	DESEMBER 2025	344,0746

Hasil prediksi yang sama terus-menerus dapat terjadi karena model atau aturan yang digunakan untuk menghasilkan prediksi tersebut tidak cukup dinamis atau fleksibel untuk menangkap perubahan nilai yang sebenarnya. Berikut adalah beberapa kemungkinan penyebabnya:

1. Model Tidak Menggunakan Informasi Baru

Jika model hanya menggunakan aturan tetap (misalnya, rata-rata atau nilai tertentu berdasarkan fuzzy rules) tanpa memanfaatkan pola data historis yang bervariasi, maka hasilnya akan seragam.

Contoh: Dalam Fuzzy Time Series, jika semua FLR (Fuzzy Logical Relationship) menunjukkan hubungan yang sama, maka prediksi yang dihasilkan dari aturan tersebut juga akan konstan.

2. Data Tidak Memiliki Pola yang Jelas

Jika data historis yang digunakan untuk membangun model memiliki pola yang datar atau tidak bervariasi, maka model mungkin gagal menangkap pola perubahan yang lebih kompleks.

3. Fuzzy Logical Relationship Tidak Memadai

Jika relasi logis (FLR/FLRG) terlalu sedikit atau terbatas pada kelompok tertentu, maka model akan cenderung memberikan prediksi yang sama karena tidak ada variasi dalam aturan logika.

PENUTUP

Dalam penelitian ini dilakukan untuk memprediksi curah hujan di Kabupaten Deli Serdang untuk periode September 2024 hingga Desember 2025, berdasarkan data historis yang telah tersedia. Tujuan utamanya adalah untuk melakukan prediksi curah hujan menggunakan metode Fuzzy Time Series Average Based, mengingat data yang tidak sepenuhnya linier dan memiliki ketidakpastian yang dapat diprediksi dengan pendekatan berbasis fuzzy.

Dengan nilai RMSE (Root Mean Square Error) sebesar 133,8411 dan MAE (Mean Absolute Error) sebesar 113,1914, kita dapat melakukan analisis untuk memahami performa model ramalan yang Anda miliki. Berikut adalah beberapa poin yang dapat diambil dari hasil tersebut: Dengan nilai aktual yang berkisar ratusan, RMSE dan MAE yang diperoleh

menunjukkan bahwa ada peluang besar untuk meningkatkan akurasi model ramalan. Hasil prediksi untuk bulan **September 2024 hingga Desember 2025** menunjukkan bahwa curah hujan diperkirakan akan memiliki nilai yang relatif stabil, dengan sebagian besar prediksi berkisar pada **344.0746**. Beberapa prediksi lainnya juga menunjukkan nilai **297.6866**.

Untuk Hasil prediksi yang sama terus-menerus dapat terjadi karena model atau aturan yang digunakan untuk menghasilkan prediksi tersebut tidak cukup dinamis atau fleksibel untuk menangkap perubahan nilai yang sebenarnya. Karena Dalam Fuzzy Time Series, jika semua FLR (Fuzzy Logical Relationship) menunjukkan hubungan yang sama, maka prediksi yang dihasilkan dari aturan tersebut juga akan konstan dan Jika relasi logis (FLR/FLRG) terlalu sedikit atau terbatas pada kelompok tertentu, maka model akan cenderung memberikan prediksi yang sama karena tidak ada variasi dalam aturan logika.

REFERENSI

Albana, I. A. (2019). Prediksi Curah Hujan Dengan Menggunakan Fuzzy Forecasting Berbasis Automatic Clustering Dan Axiomatic Fuzzy Set Classification. *E-Proceeding Of Engineering*, 5120.

Ai., R. M., Gernowo, R., Setyawan, A., & Nursamsiah. (2022). Model ARIMA Untuk Prediksi Curah Hujan, Studi Kasus Semarang Jateng. *Berkala Fisika*, 91-94.

Billah (2019) *Desain Sistem Tenaga Modern Optimasi Logika Fuzzy Algoritma Genetika.* Yogyakarta: Andi.

Chai C.H., Chen, S.M., Teoh, H.J., & Chiang, C.H. 2019 Fuzzy-Time Series Based on Adaptive Expectation Model for TAIEX Forecasting. *Journal of Expert System Application*, 34 (2): 1126-1132.

Elfajar . 2019.*Prediksi Operasi.* Yogyakarta: Graha Ilmu.

Fauziah, N., Wahyuni, S., & Nasution, Y. N. (2019). Peramalan Menggunakan Fuzzy Time Series Chen, Studi Kasus: Curah Hujan Kota Samarinda. *Statistika.*

Fadhillah, A., Bettiza, M., & Ritha, N. (2019). Perbandingan Model Chen Dan Model Cheng Pada Algoritma Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Harga Bahan Pokok.

Hendikawati (2019) Teori Prediksi. Jakarta: Manajemen Prediksi

Hk., B. T. (2022). *Mikrofisika Awan Dan Hujan.* Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika.

Iriani . 2019. *Desain Sistem Tenaga Modern Optimasi Logika Fuzzy Algoritma Genetika.* Yogyakarta: Andi.

Iskandar (2019). Forecasting Enrollments Based On Fuzzy Time Series. *Elsevier*, 311-319.

Khan, M. S., Burney, S. A., & Ali, S. M. (2019). A Novel High Order Fuzzy Time Series Forecasting Method With Higher Accuracy Rate. IJCSNS International Journal

Khan, M. S., Burney, S. A., & Ali, S. M. (2019). A Novel High Order Fuzzy Time

Series Forecasting Method With Higher Accuracy Rate. IJCSN International Journal Of Computer Science And Network Security, VOL. 18 No. 5.

Kusumadewi, S. & Purnomo, H. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu

Makridakis, S., S. C., W., & V. E., M. (2020). *Metode Dan Aplikasi Peramalan Jilid 1 Alih Bahasa Hari Suminto.* Jakarta: Binarupa.

Mardwilss Ritonga . 2019. A Weighted Fuzzy Time Series Model for Forecasting Seasonal Data. *Journal of Quality Measurement and Analysis,* 8 (1): 85- 95.

Makridakis, S., S. C., W., & V. E., M. (2020). *Metode Dan Aplikasi Peramalan Jilid 1 Alih Bahasa Hari Suminto.* Jakarta: Binarupa.

Mardwlis dkk (2019) Peramalan Curah Hujan Dengan Pendekatan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average. *Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 56-98

Sumartini, Hayati, Memi Nor., & Wahyuningsih, Sri. (2019). Peramalan Menggunakan Metode Time Series Cheng. Jurnal Eksponensial Volume 8, Nomor 1.

Santoso. (2019). Peramalan Curah Hujan Dengan Pendekatan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA), Studi Kasus: Curah Hujan Bulanan Di Kota Ambon, Provinsi Maluku. *Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 63-74.

Siang (2020). Forecasting Enrollments With Fuzzy Time Series

Seyhan . 2019. *Manajemen Pemasaran Modern.* Yogyakarta: Liberty.

Sucianti (2019) *Mikrofisika Awan Dan Hujan.* Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika.

Sugiyono (2019) Metode Penelitian. Jakarta : Gramedia

Tjasyono. 2020. Fuzzy Relation Analysis in Fuzzy Time Series Model. *Journal of Computers and Mathematics with Application,* 49: 539- 548.

Triadmojo (2019)Teknik Kendali Hibrid Pi Fuzzy untuk Pengendalian cuaca *Jurnal Teknik Elektro*, 25: 1-6.

Utomo, M. C., Mahmudy, W. F., & Anam, S. (2019). Kombinasi Logika Fuzzy Dan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Prakiraan Curah Hujan Timeseries Di Area Puspo Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 160-167.

Wahyuni dan Mahmudi . 2019. Fuzzy Relation Analysis in Fuzzy Time Series Model. *Journal of Computers and Mathematics with Application,* 49: 539- 548.

Wiganduna Muslim. 2019. Teknik Kendali Hibrid Pi Fuzzy untuk Pengendalian Suhu Zat Cair. *Jurnal Teknik Elektro*, 25: 1-6.