

PERAMALAN CURAH HUJAN DI KABUPATEN BLITAR MENGUNAKAN FUZZY TIME SERIES

RAINFALL FORECASTING IN BLITAR DISTRICT USING FUZZY TIME SERIES

Rizka Rizqi Robby*, Hady Rasikhun

Program Studi Matematika, Fakultas Ilmu Eksakta, Universitas Nahdlatul Ulama Blitar

Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Mataram

e-mail: rizka.ertiga@gmail.com, rasikhun@gmail.com

Abstrak

Peramalan jumlah curah hujan menjadi informasi yang sangat penting, karena dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan diberbagai sektor seperti produksi pertanian, perkebunan, penerbangan, perikanan, dan sebagainya. Selain itu, peramalan jumlah curah hujan juga bermanfaat untuk mendeteksi secara dini terhadap bencana yang dapat terjadi akibat curah hujan ekstrim. Oleh karena itu, perlu adanya informasi secara jelas mengenai peramalan jumlah curah hujan dalam waktu/periode terjadinya hujan. Tujuan dari penelitian ini adalah meramalkan jumlah curah hujan dalam periode curah hujan menggunakan Metode Fuzzy Time Series. Penelitian ini menghasilkan peramalan curah hujan Kabupaten Blitar menggunakan Metode Fuzzy Time Series dengan penentuan interval berdasarkan rata-rata data curah hujan Kabupaten Blitar bulan November 2015-Desember 2019 diperoleh hasil peramalan bulan Januari 2020 sebesar 10.288,14 mm dengan nilai Mean Absolute Error (MAE) sebesar 3.103,61.

Kata kunci: curah hujan, peramalan, Fuzzy Time Series

Abstrack

Forecasting the amount of rainfall is very important information, because it can be used as a reference in planning in various sectors such as agricultural production, plantations, aviation, fisheries, and so on. In addition, forecasting the amount of rainfall is also useful for early detection of disasters that may occur due to extreme rainfall. Therefore, it is necessary to have clear information about forecasting the amount of rainfall in the time/period of the rain. The purpose of this study is to predict the amount of rainfall in the rainfall period using the Fuzzy Time Series Method. This study resulted in forecasting rainfall for Blitar Regency using the Fuzzy Time Series Method with determining intervals based on the average rainfall data for Blitar Regency for November 2015-December 2019 obtained forecasting results for January 2020 of 10,288.14 mm with a Mean Absolute Error (MAE) value of 3,103.61.

Keyword: rainfall, forecasting, Fuzzy Time Series

PENDAHULUAN

Kabupaten Blitar merupakan salah satu kabupaten di Jawa Timur. Lokasi Kabupaten Blitar berada di sebelah selatan selatan garis khatulistiwa yang secara langsung mempengaruhi perubahan iklim. Seperti pada daerah lainnya di Indonesia, Kabupaten Blitar memiliki iklim tropis. Menurut [1] iklim Kabupaten Blitar termasuk tipe C3 dimana rata-rata curah hujan tahunan 1.478,8 mm dengan curah hujan tertinggi 2.618,2 mm per tahun dan terendah 1.024,7 mm per tahun. Dengan suhu rata-rata menurut [2] Kabupaten Blitar mencapai $22^{\circ} - 29^{\circ}\text{C}$ pada dataran rendah dan suhu terendah pegunungan mencapai 18°C . Menurut [3] pada tahun 2017 Kabupaten Blitar diguyur hujan selama 59 hari atau hampir 2 bulan dengan rata-rata curah hujan 13,77 mm, mengalami penurunan jika dibandingkan dengan tahun 2016, dimana rata-rata curah hujan sebanyak 13,98 mm. Kondisi ini dapat berubah-ubah atau berfluktuasi secara acak dalam jangka waktu tertentu. Hal ini mengakibatkan sulit untuk memprediksi cuaca secara tepat.

Peramalan jumlah curah hujan menjadi informasi yang sangat penting, karena dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan diberbagai sektor seperti produksi pertanian, perkebunan, penerbangan, perikanan, dan sebagainya. Selain itu, peramalan jumlah curah hujan juga bermanfaat untuk mendeteksi secara dini terhadap bencana yang dapat terjadi akibat curah

hujan ektrim. Oleh karena itu, perlu adanya informasi secara jelas mengenai peramalan jumlah curah hujan dalam waktu/periode terjadinya hujan.

Metode *Fuzzy Time Series* merupakan metode yang penggunaan datanya berupa himpunan *fuzzy* yang berasal dari bilangan real atas himpunan semesta pada data aktual [4]. Metode *Fuzzy Time Series* telah banyak dikembangkan menjadi suatu bentuk model yang efektif dalam proses peramalan berdasarkan data *time series* serta memiliki tingkat akurasi yang baik dan dapat dikombinasi dengan pendekatan lain dalam menyelesaikan masalah peramalan/prediksi [5]. Tujuan dari penelitian ini adalah meramalkan jumlah curah hujan dalam periode curah hujan menggunakan Metode *Fuzzy Time Series*. Oleh karena itu, penelitian ini hanya menganalisis jumlah curah hujan berdasarkan data histori bulanan yang ada di Kabupaten Blitar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif survei yaitu peneliti mengambil data berupa angka dari buku-buku yang diterbitkan oleh instansi terkait untuk memperoleh informasi yang diperlukan dalam penelitian. Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan data sekunder. Data sekunder diperoleh dari Buku Tahunan Kabupaten Blitar Dalam Angka 2020, 2019, 2018, dan 2017, yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistika Kabupaten Blitar. Instrumen pada penelitian ini berupa dokumen berbentuk tabel. Selanjutnya data yang telah terkumpul akan diolah dengan Metode *Fuzzy Time Series*. Adapun tahapan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Input data curah hujan Kabupaten Blitar.
- Plot data curah hujan.
- Menghitung nilai peramalan menggunakan Metode *Fuzzy Time Series*.
- Mengukur nilai akurasi pada peramalan

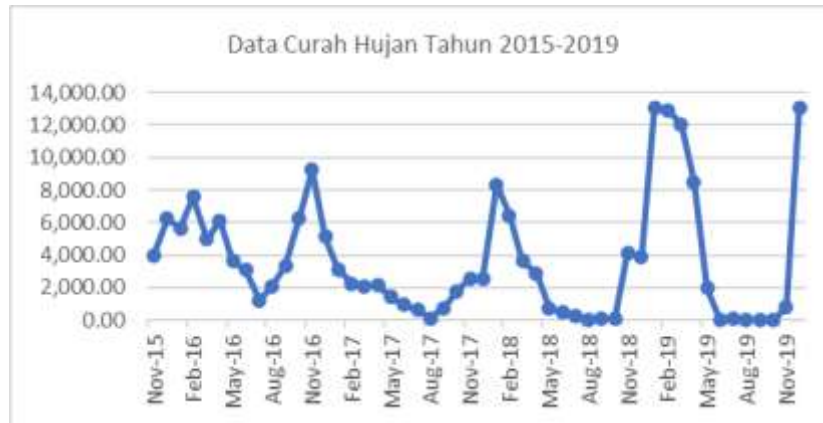
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data

Dalam penelitian ini, data yang digunakan data yang diperoleh dari rekapitulasi data di Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Blitar. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh data curah hujan Kabupaten Blitar dalam satuan (mm). Sedangkan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan Kabupaten Blitar (dalam mm) dari bulan November 2015 sampai dengan Desember 2019 dengan total data sebanyak 50 data. Data-data ini kemudian disusun dalam bentuk tabel dengan bantuan software microsoft excel. Berikut data yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 1. Data Penelitian

No	Bulan	2015	2016	2017	2018	2019
1	Januari		5.636,00	3.131,00	8.319,00	13.094,00
2	Februari		7.574,00	2.266,00	6.432,00	12.908,00
3	Maret		4.991,00	2.101,00	3.642,00	12.071,00
4	April		6.130,00	2.159,00	2.865,00	8.513,00
5	Mei		3.624,00	1.413,00	744,00	1.976,00
6	Juni		3.073,00	951,00	478,00	31,00
7	Juli		1.205,00	636,00	268,00	117,00
8	Agustus		2.088,00	118,00	6,00	0,00
9	September		3.342,00	766,00	86,00	0,00
10	Oktober		6.287,00	1.772,00	64,00	1,00
11	November	3.933,00	9.246,00	2.564,00	4.147,00	832,00
12	Desember	6.246,00	5.155,00	2.566,00	3.867,00	13.067,00



Gambar 1. Plot Data Penelitian

Data yang telah terkumpul selanjutnya akan diplot. Pada gambar 1 plot data penelitian terlihat data curah hujan dari bulan November 2015 sampai dengan Desember 2019 mengalami kenaikan dan penurunan. Data terkecil terlihat pada bulan Agustus dan September 2019 yaitu 0. Sedangkan data tertinggi terjadi pada bulan Januari 2019 yaitu 13.067.

Analisis dengan Metode *Fuzzy Time Series*

Analisis data penelitian ini menggunakan metode Fuzzy Time Series. Setelah mengurutkan data menggunakan plot maka didapat nilai minimum dan maksimum dari data tersebut yakni $X_{min} = 0$ dan $X_{max} = 13.094$. Selanjutnya yaitu menentukan himpunan semesta. Menurut persamaan (1) himpunan semesta dapat ditentukan sebagai berikut.

$$U = [D_{min}; D_{maks}] = [0; 13.094]$$

Himpunan semesta selanjutnya dilakukan pembagian menjadi beberapa partisi dari interval. Partisi ini sering disebut banyak kelas (n), menggunakan rumus sturges pada persamaan (2) diperoleh banyak kelas (n) adalah sebagai berikut.

$$n = 1 + 3,3 \times \log N$$

$$n = 1 + 3,3 \times \log 50$$

$$n = 6,61 \approx 7$$

Setiap kelas memiliki panjang interval yang sama, dapat dicari dengan persamaan (3)

$$l = \frac{U_{maks} - U_{min}}{n}$$

$$l = \frac{13.094 - 0}{7}$$

$$l = 1.870,57$$

Langkah selanjutnya adalah menentukan interval pada setiap kelas (u_i) dengan panjang interval yang telah diperoleh.

$$u_1 = [0; 1.870,57]$$

$$u_2 = [1.870,57; 3.741,14]$$

$$u_3 = [3.741,14; 5.611,71]$$

$$u_4 = [5.611,71; 7.482,29]$$

$$u_5 = [7.482,29; 9.352,86]$$

$$u_6 = [9.352,86; 11.223,43]$$

$$u = [11.223,43; 13.094]$$

Kemudian dilakukan perhitungan nilai tengah (a_i) dari setiap kelas (u_i)

$$a_1 = 935,29$$

$$\begin{aligned}
 a_2 &= 2.805,86 \\
 a_3 &= 4.676,43 \\
 a_4 &= 6.547 \\
 a_5 &= 8.417,57 \\
 a_6 &= 10.288,14 \\
 a_7 &= 1.158,71
 \end{aligned}$$

Tahap selanjutnya adalah tahap fuzzifikasi berdasarkan interval yang telah ditentukan sehingga nilai linguistik dapat ditentukan sesuai banyaknya kelas yang terbentuk. Hasil fuzzifikasi data curah hujan Kabupaten Blitar yang dinotasikan ke dalam bilangan linguistik dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Fuzzifikasi

No	Bulan	Curah Hujan	Fuzzifikasi	No	Bulan	Curah Hujan	Fuzzifikasi
1	Nov-15	3.933,00	A3	26	Des-17	2.566,00	A2
2	Des-15	6.246,00	A4	27	Jan-18	8.319,00	A5
3	Jan-16	5.636,00	A4	28	Feb-18	6.432,00	A4
4	Feb-16	7.574,00	A5	29	Mar-18	3.642,00	A2
5	Mar-16	4.991,00	A3	30	Apr-18	2.865,00	A2
6	Apr-16	6.130,00	A4	31	Mei-18	744,00	A1
7	Mei-16	3.624,00	A2	32	Jun-18	478,00	A1
8	Jun-16	3.073,00	A2	33	Jul-18	268,00	A1
9	Jul-16	1.205,00	A1	34	Agu-18	6,00	A1
10	Agu-16	2.088,00	A2	35	Sep-18	86,00	A1
11	Sep-16	3.342,00	A2	36	Okt-18	64,00	A1
12	Okt-16	6.287,00	A4	37	Nov-18	4.147,00	A3
13	Nov-16	9.246,00	A5	38	Des-18	3.867,00	A3
14	Des-16	5.155,00	A3	39	Jan-19	13.094,00	A7
15	Jan-17	3.131,00	A2	40	Feb-19	12.908,00	A7
16	Feb-17	2.266,00	A2	41	Mar-19	12.071,00	A7
17	Mar-17	2.101,00	A2	42	Apr-19	8.513,00	A5
18	Apr-17	2.159,00	A2	43	Mei-19	1.976,00	A2
19	Mei-17	1.413,00	A1	44	Jun-19	31,00	A1
20	Jun-17	951,00	A1	45	Jul-19	117,00	A1
21	Jul-17	636,00	A1	46	Agu-19	0,00	A1
22	Agu-17	118,00	A1	47	Sep-19	0,00	A1
23	Sep-17	766,00	A1	48	Okt-19	1,00	A1
24	Okt-17	1.772,00	A1	49	Nov-19	832,00	A1
25	Nov-17	2.564,00	A2	50	Des-19	13.067,00	A7

Langkah selanjutnya yaitu menentukan fuzzy logical relationship (FLR). FLR ditentukan berdasarkan tabel 2 dengan cara memperhatikan hubungan fuzzy A_i dari bulan ke bulan untuk $1 \leq i \leq 7$. Data FLR disajikan pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Fuzzy Logical Relationship (FLR)

No	Bulan	Curah Hujan	FLR	No	Bulan	Curah Hujan	FLR
1	Nov-15	3.933,00	NA $\rightarrow$ A3	26	Des-17	2.566,00	A2 $\rightarrow$ A2
2	Des-15	6.246,00	A3 $\rightarrow$ A4	27	Jan-18	8.319,00	A2 $\rightarrow$ A5
3	Jan-16	5.636,00	A4 $\rightarrow$ A4	28	Feb-18	6.432,00	A5 $\rightarrow$ A4
4	Feb-16	7.574,00	A4 $\rightarrow$ A5	29	Mar-18	3.642,00	A4 $\rightarrow$ A2
5	Mar-16	4.991,00	A5 $\rightarrow$ A3	30	Apr-18	2.865,00	A2 $\rightarrow$ A2
6	Apr-16	6.130,00	A3 $\rightarrow$ A4	31	Mei-18	744,00	A2 $\rightarrow$ A1
7	Mei-16	3.624,00	A4 $\rightarrow$ A2	32	Jun-18	478,00	A1 $\rightarrow$ A1
8	Jun-16	3.073,00	A2 $\rightarrow$ A2	33	Jul-18	268,00	A1 $\rightarrow$ A1
9	Jul-16	1.205,00	A2 $\rightarrow$ A1	34	Agu-18	6,00	A1 $\rightarrow$ A1
10	Agu-16	2.088,00	A1 $\rightarrow$ A2	35	Sep-18	86,00	A1 $\rightarrow$ A1
11	Sep-16	3.342,00	A2 $\rightarrow$ A2	36	Okt-18	64,00	A1 $\rightarrow$ A1
12	Okt-16	6.287,00	A2 $\rightarrow$ A4	37	Nov-18	4.147,00	A1 $\rightarrow$ A3
13	Nov-16	9.246,00	A4 $\rightarrow$ A5	38	Des-18	3.867,00	A3 $\rightarrow$ A3
14	Des-16	5.155,00	A5 $\rightarrow$ A3	39	Jan-19	13.094,00	A3 $\rightarrow$ A7
15	Jan-17	3.131,00	A3 $\rightarrow$ A2	40	Feb-19	12.908,00	A7 $\rightarrow$ A7
16	Feb-17	2.266,00	A2 $\rightarrow$ A2	41	Mar-19	12.071,00	A7 $\rightarrow$ A7
17	Mar-17	2.101,00	A2 $\rightarrow$ A2	42	Apr-19	8.513,00	A7 $\rightarrow$ A5
18	Apr-17	2.159,00	A2 $\rightarrow$ A2	43	Mei-19	1.976,00	A5 $\rightarrow$ A2
19	Mei-17	1.413,00	A2 $\rightarrow$ A1	44	Jun-19	31,00	A2 $\rightarrow$ A1
20	Jun-17	951,00	A1 $\rightarrow$ A1	45	Jul-19	117,00	A1 $\rightarrow$ A1
21	Jul-17	636,00	A1 $\rightarrow$ A1	46	Agu-19	0,00	A1 $\rightarrow$ A1
22	Agu-17	118,00	A1 $\rightarrow$ A1	47	Sep-19	0,00	A1 $\rightarrow$ A1
23	Sep-17	766,00	A1 $\rightarrow$ A1	48	Okt-19	1,00	A1 $\rightarrow$ A1
24	Okt-17	1.772,00	A1 $\rightarrow$ A1	49	Nov-19	832,00	A1 $\rightarrow$ A1
25	Nov-17	2.564,00	A1 $\rightarrow$ A2	50	Des-19	13.067,00	A1 $\rightarrow$ A7

Membentuk *fuzzy logical relationship group* (FLRG) dengan cara mengelompokkan himpunan *fuzzy* yang memiliki *current state* sama, lalu dikelompokkan menjadi satu himpunan pada *next state*. Selanjutnya dicari nilai tengah dari setiap grup FLRG. Nilai ini yang nantinya menjadi patokan penentuan peramalan pada tahap selanjutnya. Berdasarkan tabel 3 diperoleh FLRG dan nilai prediksi sebagai berikut.

Tabel 4. Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)

A1	A1, A2, A3, A7	5.144,07
A2	A1, A2, A4, A5	4.676,43
A3	A2, A3, A4, A7	6.547,00
A4	A2, A4, A5	5.923,48
A5	A2, A3, A4	4.676,43
A6	-	0,00
A7	A5, A7	10.288,14

Tahap yang terakhir dalam analisis dengan *fuzzy time series* adalah *defuzzifikasi*. *Defuzzifikasi* merupakan proses menentukan nilai prediksi/peramalan berdasarkan FLR dan FLRG. Diperoleh hasil *defuzzifikasi* sebagai berikut.

Tabel 5. *Defuzzifikasi*

No	Bulan	Curah Hujan	defuzzifikasi	No	Bulan	Curah Hujan	defuzzifikasi
1	Nov-15	3.933,00	NA	26	Des-17	2.566,00	4.676,43
2	Des-15	6.246,00	6.547,00	27	Jan-18	8.319,00	4.676,43
3	Jan-16	5.636,00	5.923,48	28	Feb-18	6.432,00	4.676,43
4	Feb-16	7.574,00	5.923,48	29	Mar-18	3.642,00	5.923,48
5	Mar-16	4.991,00	4.676,43	30	Apr-18	2.865,00	4.676,43
6	Apr-16	6.130,00	6.547,00	31	Mei-18	744,00	4.676,43
7	Mei-16	3.624,00	5.923,48	32	Jun-18	478,00	5.144,07
8	Jun-16	3.073,00	4.676,43	33	Jul-18	268,00	5.144,07
9	Jul-16	1.205,00	4.676,43	34	Agu-18	6,00	5.144,07
10	Agu-16	2.088,00	5.144,07	35	Sep-18	86,00	5.144,07
11	Sep-16	3.342,00	4.676,43	36	Okt-18	64,00	5.144,07
12	Okt-16	6.287,00	4.676,43	37	Nov-18	4.147,00	5.144,07
13	Nov-16	9.246,00	5.923,48	38	Des-18	3.867,00	6.547,00
14	Des-16	5.155,00	4.676,43	39	Jan-19	13.094,00	6.547,00
15	Jan-17	3.131,00	6.547,00	40	Feb-19	12.908,00	10.288,14
16	Feb-17	2.266,00	4.676,43	41	Mar-19	12.071,00	10.288,14
17	Mar-17	2.101,00	4.676,43	42	Apr-19	8.513,00	10.288,14
18	Apr-17	2.159,00	4.676,43	43	Mei-19	1.976,00	4.676,43
19	Mei-17	1.413,00	4.676,43	44	Jun-19	31,00	4.676,43
20	Jun-17	951,00	5.144,07	45	Jul-19	117,00	5.144,07
21	Jul-17	636,00	5.144,07	46	Agu-19	0,00	5.144,07
22	Agu-17	118,00	5.144,07	47	Sep-19	0,00	5.144,07
23	Sep-17	766,00	5.144,07	48	Okt-19	1,00	5.144,07
24	Okt-17	1.772,00	5.144,07	49	Nov-19	832,00	5.144,07
25	Nov-17	2.564,00	5.144,07	50	Des-19	13.067,00	5.144,07

Berdasarkan penerapan Metode *Fuzzy Time Series* dimana bulan Desember 2019 mendapatkan kelas A_7 maka didapat hasil peramalan untuk bulan Januari 2020 adalah sebesar 10.288,14. Plot data historis dan data peramalan curah hujan Kabupaten Blitar menggunakan *microsoft excel* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Plot Data Historis dan Peramalan Curah Hujan Kabupaten Blitar

Berdasarkan pada gambar 2 dapat dibandingkan data historis dengan data hasil peramalan curah hujan Kabupaten Blitar. Bentuk plot hasil peramalan tiap bulan memiliki nilai yang tidak jauh berbeda dengan data historisnya. Langkah selanjutnya yaitu mengukur tingkat akurasi pada peramalan. Perhitungan nilai akurasi ini menggunakan Mean Absolute Error (MAE). Dengan persamaan (6) diperoleh nilai MAE sebagai berikut.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t|$$

$$MAE = \frac{1}{50} \times 155.180,55$$

$$MAE = 3.103,61$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan peramalan curah hujan Kabupaten Blitar menggunakan Metode Fuzzy Time Series dengan penentuan interval berdasarkan rata-rata data curah hujan Kabupaten Blitar bulan November 2015-Desember 2019 diperoleh hasil peramalan bulan Januari 2020 sebesar 10.288,14 mm dengan nilai Mean Absolute Error (MAE) sebesar 3.103,61.

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan solusi pemerintah dalam acuan perencanaan diberbagai sektor seperti produksi pertanian, perkebunan, penerbangan, perikanan, dan sebagainya. Serta dapat mendeteksi secara dini terhadap bencana yang dapat terjadi akibat curah hujan ektrim.

SARAN

Bagian ini adalah opsional. Apabila ada maka saran-saran berisi saran penelitian lebih lanjut untuk menutup kekurangan penelitian saat ini atau pengembangan dari penelitian yang sudah dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Bagian ini bersifat opsional. Apabila ada, maka ucapan terimakasih ditujukan kepada **institusi** yang telah memberi **“dukungan financial”** terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPK Perwakilan Provinsi Jawa Timur, "Kabupaten Blitar BPK Perwakilan Provinsi Jawa Timur," BPK Perwakilan Provinsi Jawa Timur, Jawa Timur, 2021.
- [2] P. E. Sasongko, "Studi Kesesuaian Lahan Potensial Untuk Tanaman Kelapa Sawit di Kabupaten Blitar," *Jurnal Mapeta*, Vols. Vol. 12, No. 2, 2010.
- [3] Badan Pusat Statistik Kabupaten Blitar, Kabupaten Blitar Dalam Angka 2019, Blitar: Badan Pusat Statistik Kabupaten Blitar, 2019.
- [4] A. B. Elfajar, B. D. Setiawan and C. Dewi, "Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Kota Batu Menggunakan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Vols. Vol. 1, No. 2, pp. 85-94, 2017.
- [5] K. Nugroho, "Model Analisis Prediksi Menggunakan Metode Fuzzy Time Series," *INFOKAM*, vol. No 1 Th.XII/MARET/16, pp. 46-50, 2016.
- [6] L. Sinay, T. Pentury and D. Anakotta, "Peramalan Curah Hujan di Kota Ambon Menggunakan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing," *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan Barekeng*, vol. Vol. 11/ No.2, pp. 101-108, 2017.
- [7] N. Fauziah, S. Wahuningsih and Y. N. Nasution, "Peramalan Menggunakan Fuzzy Times Series Chen (Studi Kasus: Curah Hujan Kota Samarinda)," *Jurnal Statistika*, Vols. Vol. 4, No. 2, pp. 52-61, 2016.

-
- [8] Rahmawati, D. E. Sari, A. N. Rahma and M. Soleh, "Peramalan Curah Hujan di PPKS Bukit Sentang Dengan Menggunakan Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur," *Jurnal Matematika Interatif*, Vols. Vol.17, No.1, pp. 51-61, 2021.
- [9] T. D. Anjani, "Sistem Peramalan Tingkat Produksi The Nort Face Dengan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing Untuk Peningkatan Performance Produksi," *Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknologi Informasi (JURSISTEKNI)*, Vols. Vol. 1, No.3, pp. 16-39, 2019.
- [10] Y. T. D. S. Suteja, D. Harisuseno and S. Wahyuni, "Studi Laju Infiltrasi Menggunakan Model Horton dan Model Philip pada Berbagai Tutupan Lahan," *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air (JTRESDA)*, Vols. Vol.2, No.1, pp. 81-90, 2021.
- [11] N. S. D. S. S. Siti Nur Hamidah, "Teknik Peramalan Menggunakan Metode Pemulusan Eksponential Holt-Winters," *Jurnal Matematika Murni dan Terapan (Epsilon)*, Vols. Vol. 07, No. 02, pp. 26-33, 2017.
- [12] I. Sungkawa, Penerapan Ukuran Ketetapan Nilai Ramalan Data Deret Waktu Dalam Seleksi Model Peramalan Volume Penjualan PT Satriamandiri Citramulia, Universitas Binur, 2011.
- [13] D. Putra, "Model Prediksi Kekeringan Menggunakan Metode Holt-Winters (Studi Kasus : Wilayah Kabupaten Boyolali)," Universitas Kristen Satya, Salatiga, 2018.
- [14] I. J. Thira, N. A. Mayangky, D. N. Kholifah, I. Balla and W. Gata, "Peramalan Data Kunjungan Wisatawan Mancanegara ke Indonesia menggunakan Fuzzy Time Series," *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika*, Vols. Vol.5, No. 1, pp. 18-23, 2019.