

Penerapan Metode Fuzzy Mamdani Untuk Prediksi Curah Hujan di Kota Yogyakarta

Abdul Rohman

Universitas PGRI Yogyakarta

Tri Hastono

Universitas PGRI Yogyakarta

Andri Prisda Tyaka*

Universitas PGRI Yogyakarta

Jl. IKIP PGRI I Sonosewu No.117, Sonosewu, Ngestiharjo, Kec. Kasihan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55182

Abdoel565656@gmail.com

Abstract. *Weather and climate play an important role in everyday life, influencing various aspects of society and the environment. The city of Yogyakarta as a cultural center cannot be separated from the impacts of climate change, including rainfall patterns which can have significant effectiveness on daily activities, agriculture and infrastructure. This research uses a fuzzy logic methodology approach with the Mamdani method to predict rainfall. Fuzzy logic has proven to be effective in cold situations and is able to overcome the challenges of missing or incomplete data. The data used in this research was obtained from Bappeda DIY. The implementation for predicting rainfall levels uses Matlab by utilizing the provided Fuzzy Logic Matlab Toolbox. Based on research conducted using a fuzzy logic test to calculate all research accuracy data, an average error value in RMSE was obtained of 39.88%. These results indicate that there is significant error in these predictions, indicating that the fuzzy logic control model is not completely accurate. Therefore, it is necessary to review the data used in this prediction to ensure its accuracy.*

Keywords: *Prediction, Rainfall, Fuzzy Mamdani, Matlab*

Abstrak. Cuaca dan iklim memainkan peran krusial dalam kehidupan sehari-hari, memengaruhi berbagai aspek masyarakat dan lingkungan. Kota Yogyakarta, sebagai pusat kebudayaan, tidak terlepas dari dampak perubahan iklim, termasuk pola curah hujan

yang dapat memiliki implikasi signifikan pada aktivitas harian, pertanian, dan infrastruktur. Penelitian ini menggunakan pendekatan metodologi logika *fuzzy* dengan metode *Mamdani* untuk memprediksi curah hujan. Logika *fuzzy* terbukti efektif dalam situasi ketidakpastian dan mampu mengatasi tantangan data yang kurang atau tidak lengkap. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Bappeda DIY. Implementasi untuk prediksi tingkat curah hujan ini menggunakan Matlab dengan memanfaatkan *Fuzzy Logic Matlab Toolbox* yang telah disediakan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Melalui uji logika *fuzzy* untuk menghitung semua data akurasi penelitian, diperoleh nilai error rata-rata dalam RMSE sebesar 39,88%. Hasil ini menandakan bahwa terdapat kesalahan yang signifikan dalam prediksi ini, menunjukkan bahwa model kontrol logika *fuzzy* tidak sepenuhnya akurat. Oleh karena itu, diperlukan peninjauan kembali terhadap data yang digunakan dalam prediksi ini untuk memastikan keakuratannya.

Kata kunci: Prediksi, Curah Hujan, *Fuzzy Mamdani*, Matlab

1. LATAR BELAKANG

Cuaca dan iklim adalah aspek penting dalam kehidupan sehari-hari, memengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia dan lingkungan. Kota Yogyakarta, sebagai salah satu kota budaya di Indonesia, tidak terlepas dari perubahan kondisi iklim, termasuk pola curah hujan yang dapat memiliki dampak signifikan pada aktivitas sehari-hari, pertanian, dan infrastruktur. Prediksi curah hujan menjadi fokus yang sangat penting karena memiliki dampak signifikan pada berbagai aspek kehidupan. Informasi ini tidak hanya berperan dalam menjamin keselamatan masyarakat, tetapi juga sangat vital untuk mengelola produksi pertanian, peternakan, perikanan, serta operasional penerbangan dan berbagai sektor lainnya. Dengan hasil prediksi yang telah diperoleh, dimungkinkan untuk membentuk model yang terfokus pada komponen khusus, yakni curah hujan, memberikan dasar yang solid untuk berbagai kebutuhan sektor-sektor. (Aliana et al., 2021) Ilmu Meteorologi dan Klimatologi memfokuskan pada pemahaman cuaca dan iklim di seluruh dunia. Di Indonesia, Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) bertanggung jawab atas aspek meteorologi sebagai Lembaga Pemerintah Non Departemen. Data klimatologi, seperti curah hujan, kecepatan angin, suhu, kelembaban,

penguapan, dan topografi, memiliki peran penting dalam memberikan informasi yang berdampak pada perencanaan aktivitas masyarakat sehari-hari untuk masa depan. (Sudarta et al., 2021) Penelitian ini menggunakan suatu pendekatan metodologi, yakni logika *Fuzzy* dengan metode *Mamdani*. Pendekatan ini memiliki kemampuan dalam memperkirakan curah hujan. Logika *Fuzzy* membuktikan manfaatnya dalam menyimpulkan dan membuat keputusan optimal dalam situasi yang penuh ketidakpastian. Keuntungan tambahan dari model deret waktu *Fuzzy* adalah kemampuannya mengatasi tantangan data yang kurang atau tidak lengkap, yang sering menjadi hambatan dalam meramalkan cuaca. (Prasetyo et al., 2023) Ini sesuai dengan variabel yang akan diukur karena tingkat curah hujan adalah suatu keadaan yang tergantung pada waktu dan lokasi, dan termasuk dalam kondisi yang tidak pasti serta sering mengalami perubahan. Faktor-faktor seperti perubahan suhu udara, tekanan udara, dan kelembaban memengaruhi kondisi ini. (Gunadi et al., 2021) Berdasarkan penelitian di atas, maka penulis membuat penelitian dengan judul Penerapan Metode Fuzzy Mamdani untuk Prediksi Curah Hujan di Kota Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan penggunaan logika *Fuzzy Mamdani* dalam meramalkan tingkat curah hujan di kota Yogyakarta agar dapat meningkatkan akurasi prediksi.

2. KAJIAN TEORITIS

2.1 Cuaca dan Iklim

Cuaca dan iklim merupakan kondisi yang terlihat sama akan tetapi 2 hal tersebut sangat berbeda. Cuaca adalah kondisi atmosfer / udara yang diamati dan diawasi dalam jangka waktu yang relatif singkat atau pendek di suatu wilayah yang terbatas. (Luthfiarta et al., 2020) Iklim adalah gambaran rata-rata kondisi cuaca secara tahunan yang melibatkan wilayah yang cukup luas. (Dewi et al., 2020) Ilmu yang membahas dan mempelajari tentang cuaca disebut meteorologi. Meteorologi merupakan ilmu yang mempelajari dan mengkaji serta prediksi perubahan cuaca yang berasal dari sirkulasi atmosfer pada skala yang cukup besar. (Tulandi & Handriyono, 2019) Sedangkan ilmu yang mempelajari tentang iklim disebut klimatologi. Klimatologi merupakan ilmu klimatologi adalah cabang ilmu pengetahuan yang memfokuskan pada studi iklim disuatu wilayah atau planet, termasuk analisis perubahan iklim di masa lalu dan proyeksi untuk masa depan. (Heksaputra et al., 2013) Cuaca dan iklim sangatlah sulit untuk diprediksi

dikarenakan memerlukan beberapa factor dan variabel untuk menentukan suatu cuaca dan iklim yaitu suhu, tekanan udara, kecepatan angin, kelembapan udara, dan curah hujan.(Sasake et al., 2021)

2.2 Logika Fuzzy

Logika *Fuzzy* merupakan cabang dari Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*). Konsep logika *Fuzzy* adalah modifikasi dari teori himpunan, di mana setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan yang bersifat kontinu dan dapat bernilai antara 0 hingga 1. Sejak ditemukannya logika *Fuzzy* oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965, logika *Fuzzy* telah diterapkan dalam berbagai masalah, termasuk kendali proses, klasifikasi dan pencocokan pola, manajemen dan pengambilan keputusan, riset operasional, ekonomi, dan bidang lainnya. Sejak tahun 1985, terjadi kemajuan pesat dalam pengembangan logika *Fuzzy*, terutama dalam konteks situasi yang bersifat non-linier, tidak terdefinisi dengan jelas, berubah seiring waktu, dan dalam situasi yang sangat kompleks.(Jumadi & Sartika, 2020)

2.3 Inferensi fuzzy

Sistem Inferensi *Fuzzy* (FIS) merupakan sebuah metode untuk memetakan suatu domain input ke dalam suatu domain output yang berbeda dengan menggunakan logika *Fuzzy*. Sistem Inferensi *Fuzzy* adalah kerangka komputasi yang didasari pada teori himpunan *Fuzzy*, aturan *Fuzzy* dalam format *IF-THEN*, dan penalaran *Fuzzy*. Dalam konteks penalaran Inferensi *Fuzzy*, terdapat tiga metode, yakni: 1. Metode *Mamdani*, 2. Metode *Tsukamoto*, dan 3. Metode *Sugeno*.(Athiyah et al., 2021)

2.4 Metode Mamdani

Metode *Mamdani* merupakan metode yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi karena menggunakan struktur operasi '*min-max*' yang sederhana. Metode *Mamdani* pertama kali diimplementasikan pada tahun 1974 oleh Ebrahim Mamdani dan rekan-rekannya di *Queen Mary College, University of London*. Implementasi ini berhasil mengaplikasikan logika kabur dan penalaran pendekatan dalam sistem kendali pada mesin uap.(Putri, 2019) Mamdani adalah suatu kerangka kerja linguistik di mana proses berpikir manusia dapat dijelaskan. Dengan menggunakan Inferensi *Fuzzy*, proses berfikir manusia dapat dimodelkan.(Nauli et al., 2020) Penggunaan Inferensi *Fuzzy Mamdani*

telah tersebar luas untuk merekam pengetahuan yang dimiliki oleh para pakar. Hal ini memungkinkan penerapan Inferensi *Fuzzy Mamdani* untuk menggambarkan keahlian pakar secara lebih intuitif, sehingga lebih menyerupai cara pakar mengambil keputusan.

Untuk memperoleh output *Metode Mamdani*, Ada 4 tahapan. (Julisman & Erlin, 2014)

a. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*

Variabel input dan output dalam metode mamdani, Himpunan Fuzzy dikelompokkan menjadi satu atau lebih

b. Aplikasi Fungsi Implikasi

Fungsi aplikasi yang digunakan dalam Metode *Mamdani* adalah *Min*

c. Komposisi Aturan

Dalam penelitian ini komposisi antar aturan menggunakan metode *MAX*. Untuk rumusnya sebagai berikut : $\mu_{sf}(xi)=\max(\mu_{sf}(xi), \mu_{kf}(xi))$

d. Penegasan (Defuzzy)

Dalam penelitian ini untuk pengambilan nilai *Crisp* sebagai output menggunakan metode *Centroid*. *Crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*). Dirumuskan sebagai berikut :

$$Z^* = \frac{\int_z z \mu(z) dz}{\int_z \mu(z) dz}$$

3. METODE PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Dataset untuk penelitian ini diambil dari Bappeda DIY. Dimulai dari bulan Januari 2022 sampai bulan Desember 2022. Data tersebut meliputi data rata-rata suhu, Rata-rata tekanan udara, Rata-rata kecepatan angin, Rata-rata kelembapan udara dan Rata-rata curah hujan. Data tersebut bisa dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Data Curah Hujan dari bulan Januari – Desember 2022

Bulan	Suhu (°C)	Tekanan Udara	Kecepatan Angin	Kelembapan Udara	Curah Hujan
-------	--------------	------------------	--------------------	---------------------	----------------

	(mbar)	(knot)	(%)	(mm ³)	
Januari	26,60	989,00	4,00	81,00	244,00
Februari	26,40	989,30	3,00	82,00	386,00
Maret	26,20	990,00	4,00	85,00	349,00
April	26,00	991,10	3,00	84,00	308,60
Mei	26,90	990,70	3,00	82,40	169,20
Juni	25,80	991,70	2,90	83,50	176,80
Juli	25,50	992,10	3,30	80,70	22,50
Agustus	25,70	992,90	4,00	79,74	74,70
September	26,20	992,30	4,00	82,26	163,50
Oktober	25,30	992,10	3,00	87,31	412,50
November	25,60	987,00	2,00	86,79	575,50
Desember	26,00	989,20	3,00	85,00	339,50

3.2 Pembentukan Himpunan Fuzzy

Ada 4 variabel input yang di modelkan :

- a. Suhu terdiri dari 3 himpunan *Fuzzy*, yaitu : DINGIN, SEDANG dan PANAS
- b. Tekanan Udara terdiri dari 3 himpunan *Fuzzy*, yaitu : RENDAH, SEDANG dan TINGGI
- c. Kecepatan Udara terdiri dari 3 himpunan *Fuzzy*, yaitu : PELAN, SEDANG dan KENCANG
- d. Kelembapan Udara terdiri dari 3 himpunan *Fuzzy*, yaitu : KERING, SEDANG dan BASAH

Sedangkan variable output berupa curah hujan terdiri dari 4 himpunan *Fuzzy*, yaitu : RENDAH, SEDANG, TINGGI dan SANGAT TINGGI.

Tabel 2. Himpunan *Fuzzy*

Fungsi	Nama Variabel	Nama Himpunan <i>Fuzzy</i>	<i>Range</i>	<i>Domain</i>	Ket
<i>Input</i>	Suhu	Dingin	22-34	22-28	(°C)
		Sedang		27 - 30	
		Panas		29 - 34	
	Tekanan	Rendah	989-1000	989 - 993	(mbar)
		Sedang		992-995	
		Tinggi		994-1000	
	Kecepatan Angin	Pelan	0-12	0 - 5	(knot)
		Sedang		4-9	
		Kencang		8-12	
	Kelembaban udara	Kering	0-100	0-70	(%)
		Sedang		65-80	
		Basah		75-100	
<i>Output</i>	Curah Hujan	Rendah	0-600	0-105	(mm ³)
		Sedang		95-305	
		Tinggi		295-405	
		Sangat Tinggi		395-600	

3.3 Pengolahan Data dengan *Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani*

a. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*

suhu $\mu_{DINGIN} [25,70] = 1$

tekanan $\mu_{SEDANG} [992,90] = 1$

kecepatan angin $\mu_{PELAN} [4,00]$

$= - (x-d)/(d-c), c < x \leq d = - (4,00 - 5) / (5 - 4) = 1,00$

kecepatan angin $\mu_{SEDANG} [4,00]$

$= (x-a)/(b-a), a < x \leq b = (4,00 - 4) / (5 - 4) = 0,00$

kelembaban udara $\mu_{SEDANG} [79,74]$

$= - (x-d)/(d-c), c < x \leq d = - (79,74 - 88) / (88 - 66) = 0,375$

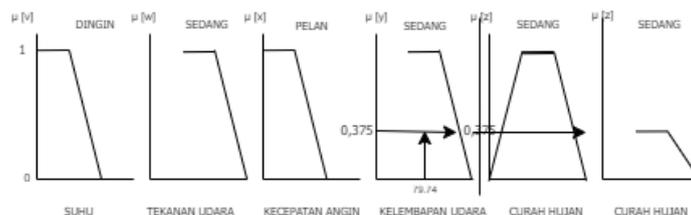
kelembaban udara $\mu_{BASAH} [79,74]$

$= (x-a)/(b-a), a < x \leq b = (87,31 - 66) / (88 - 66) = 0,624$

b. Aplikasi Fungsi Implikasi

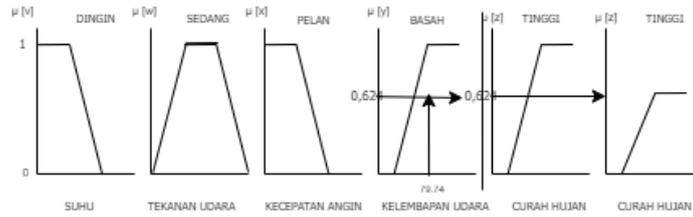
Setelah pembentukan himpunan *Fuzzy*, maka dilakukukan pembentukan aturan logika *Fuzzy*. Karena menggunakan *Metode Mamdani*, Maka fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi *MIN* dengan menggunakan 81 (delapan puluh satu) aturan yang berisi kombinasi dari semua variabel *input*. Dari data input kita memperoleh 4 (empat) aturan *Fuzzy* (dari 81 aturan yang diaplikasikan) sebagai berikut :

[R11] if suhu is DINGIN (1) and tekanan is SEDANG (1) and kecepatan angin is PELAN (1) and kelembapan udara is SEDANG (0,375) then curah hujan is SEDANG (0,375)



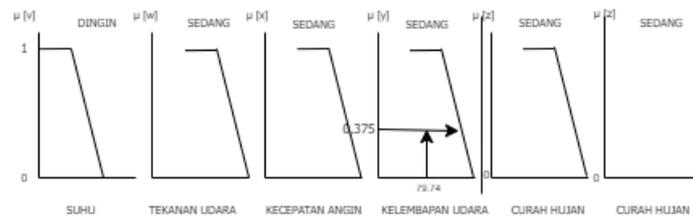
Gambar 1. Aplikasi Fungsi Implikasi untuk R11

[R12] if suhu is DINGIN (1) and tekanan is SEDANG (1) and kecepatan angin is PELAN (1) and kelembapan udara is BASAH (0,624) then curah hujan is TINGGI (0,624)



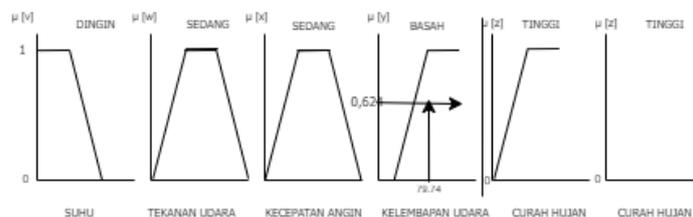
Gambar 2. Aplikasi Fungsi Implikasi untuk R12

[R14] if suhu is DINGIN (1) and tekanan is SEDANG (1) and kecepatan angin is SEDANG (0) and kelembapan udara is SEDANG (0,375) then curah hujan is SEDANG (0)

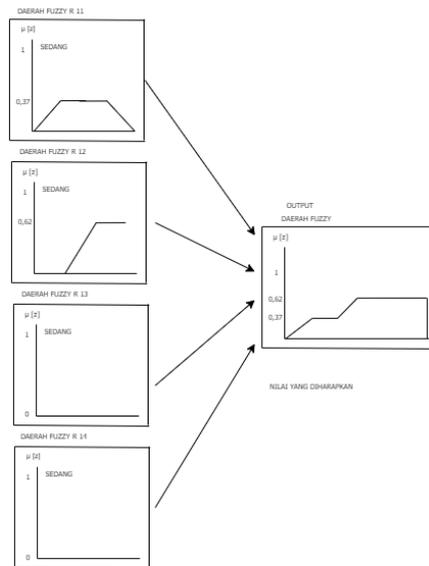


Gambar 3. Aplikasi Fungsi Implikasi untuk R14

[R15] if suhu is DINGIN (1) and tekanan is SEDANG (1) and kecepatan angin is SEDANG (0) and kelembapan udara is BASAH (0,624) then curah hujan is TINGGI (0)

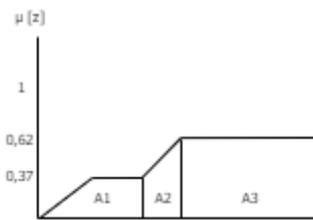


Gambar 4. Aplikasi Fungsi Implikasi untuk R15



Gambar 5. Proses Defuzzifikasi

c. Komposisi Aturan



Gambar 6. Daerah Hasil Komposisi

$$\mu[z] \begin{cases} 0,6 & z \leq 295 \\ \frac{z-295}{305} & 295 \leq z \leq 305 \\ 0,4 & z \geq 305 \end{cases}$$

d. Penegasan (*Defuzzifikasi*)

Penegasan *Difuzzifikasi* menggunakan Metode *Centroid*.

$$M1 = \int_0^{295} (0,6)z \, dz = 26107,5 \mid M2 = \int_{295}^{305} \left(z - \frac{295}{305}\right) z \, dz = 15200 \mid M3 = \int_{305}^{395} (0,4)z \, dz = 12600$$

Luas setiap daerah :

$$A1 = 295 \cdot 0,6 = 177 \mid A2 = (0,4 + 0,6) \cdot (305 - 295) / 2 = 5 \mid A3 = (395 - 305) \cdot 0,4 = 36$$

Titik Pusat :

$$Z = (53907,5)/218 = 247,282\text{mm}^3$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Prediksi

Implementasi prediksi menggunakan Matlab R2015a dengan memanfaatkan *Fuzzy Logic Matlab*

Toolbox yang terdiri dari 5 *tools*:

a. *Fuzzy Inference System (FIS Editor)*.

b. *Membership Function Editor*.

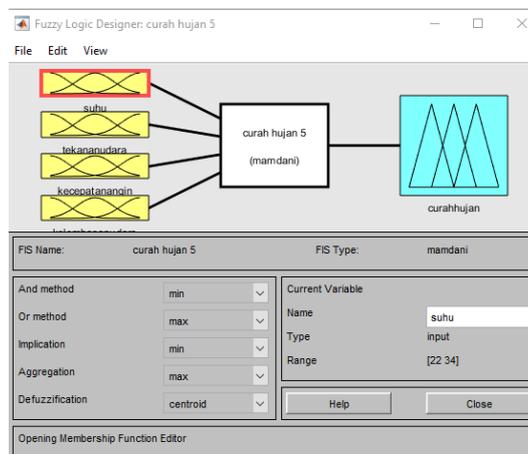
c. *Rule Editor*.

d. *Rule Viewer*.

Sedangkan untuk menghitung eror uji logika *Fuzzy* menggunakan rumus prediksi rata-rata dan Rumus RMSE (*Root Mean Square Error*)

4.2 Fuzzy Logic Matlab Toolbox

A. *Fuzzy Inference System (FIS Editor)*.

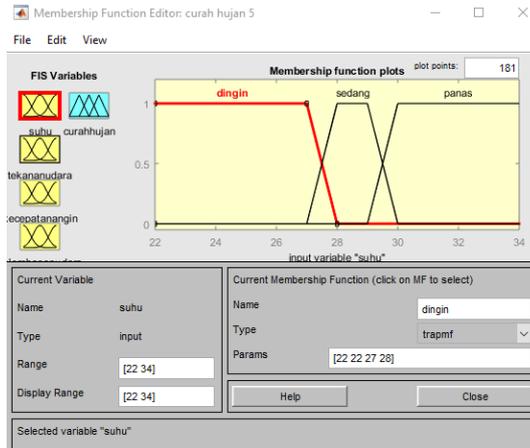


Gambar 7. *Fuzzy Inference System (FIS Editor)*.

Gambar 7 menampilkan variabel *input*, variabel *output*, Dan metode yang digunakan untuk prediksi adalah (*Mamdani*). Selanjutnya menjelaskan operator memakai operator *And*

(*min*), fungsi aplikasi implikasi (*Implication*) menggunakan *min*, komposisi aturan (*Aggregation*) menggunakan *max* dan *Defuzzifikasi* menggunakan Metode *Centroid*.

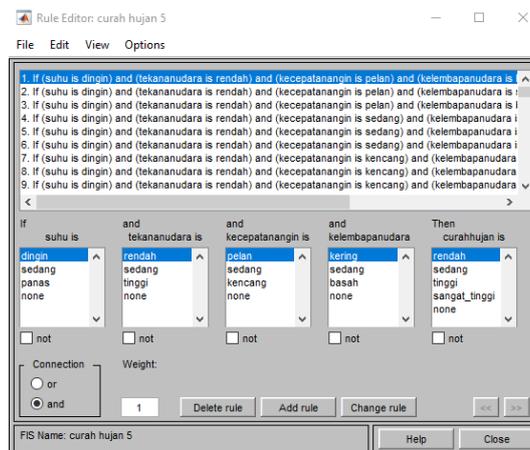
B. Membership Function Editor



Gambar 8. Membership Function Editor

Gambar 8 menampilkan fungsi keanggotaan himpunan *Fuzzy* untuk setiap variabel *input* yang digunakan untuk masing-masing variabel *input* dan *output*, dan *domain* dari masing-masing himpunan. kurva yang digunakan adalah kurva *trapesium* (trapmf).

C. Rule Editor



Gambar 9. Rule Editor

Gambar 9 menampilkan pengeditan rule yang digunakan untuk memprediksi berdasarkan himpunan *Fuzzy* dari setiap *input* (suhu, tekanan, kecepatan angin, kelembaban relatif) dan variable *output* (curah hujan) dengan menggunakan *Connection and*.

D. Rule Viewer



Gambar 10. Rule Viewer

Gambar 10 menampilkan hasil dari *rule* yang telah dimasukkan pada *rule editor*.

4.3 Uji Logika Fuzzy

Tabel 3. Hasil Prediksi Logika Fuzzy

Bulan	Suhu	Tekanan Udara	Kecepatan Angin	Kelembapan Udara	Curah Hujan	Prediksi Fuzzy
Januari	26,60	989,00	4,00	81,00	244,00	420
Februari	26,40	989,30	3,00	82,00	386,00	420
Maret	26,20	990,00	4,00	85,00	349,00	420
April	26,00	991,10	3,00	84,00	308,60	420
Mei	26,90	990,70	3,00	82,40	169,20	420
Juni	25,80	991,70	2,90	83,50	176,80	420
Juli	25,50	992,10	3,30	80,70	22,50	420
Agustus	25,70	992,90	4,00	79,74	74,70	401
September	26,20	992,30	4,00	82,26	163,50	420
Oktober	25,30	992,10	3,00	87,31	412,50	420
November	25,60	987,00	2,00	86,79	575,50	420
Desember	26,00	989,20	3,00	85,00	339,50	420

Agar dapat mengetahui keakuratan dari pemodelan yang telah dibuat dengan logika *Fuzzy Mamdani*, Maka digunakan perhitungan nilai RMSE Dari variable prediksi sebagai berikut :

a. Prediksi Rata-Rata

$$P = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_N}{N}$$

$$P = \frac{420 + 420 + \dots + 420}{12} = 418,416 \%$$

b. RMSE

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N P_{awal} - P_{hasil}^2}{N}}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{(420-244)^2 + (420-386)^2 + \dots + (420-339,5)^2}{12}} = 166,88\%$$

$$X = \frac{RMSE}{P} = \frac{166,88}{418,416} \times 100\% = 39,88\% \text{ Jadi nilai RMSE yaitu } 39,88\%$$

Ket : P = Prediksi rata-rata X = Nilai eror prediksi

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan mengenai penerapan logika *fuzzy* metode *Mamdani* untuk meramalkan intensitas curah hujan di Kota Yogyakarta, Dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil menciptakan sebuah model prediksi curah hujan. Temuan menunjukkan bahwa pada suhu 26,40°, tekanan udara 989,30 millibar, kecepatan angin 3,00 knot, dan kelembapan udara 82,00%, prediksi curah hujan adalah 420 mm, masuk dalam kategori tinggi. Namun, dibandingkan dengan data curah hujan dari Bappeda DIY sebagai pembanding, Prediksi ini memiliki selisih sebesar 34. Selanjutnya, Setelah pengujian pada bulan lain, Pada suhu 25,70°, tekanan udara 992,90 millibar, kecepatan angin 4,00 knot, dan kelembapan udara 79,74%, prediksi curah hujan adalah 401 mm, masuk dalam kategori sedang. Namun, data BMKG hanya menunjukkan angka 74,70 mm, dengan selisih sebesar 326,3. Melalui uji logika *fuzzy* untuk menghitung semua data akurasi penelitian, diperoleh nilai error rata-rata dalam RMSE sebesar 39,88%. Hasil ini menandakan bahwa terdapat kesalahan yang signifikan dalam prediksi

ini, menunjukkan bahwa model kontrol logika *fuzzy* belum dapat diandalkan. Meskipun demikian, perbedaan hasil prediksi yang signifikan dengan data pembanding mengindikasikan bahwa pemodelan menggunakan kontrol logika *fuzzy* ini tidak sepenuhnya akurat. Oleh karena itu, diperlukan peninjauan kembali terhadap data yang digunakan dalam prediksi ini untuk memastikan keakuratannya.

DAFTAR REFRENSI

- Aliana, D. S. N., Permanasari, Y., & Respitawulan. (2021). Prediksi Curah Hujan di Kota Bandung Menggunakan Model Logika Fuzzy Time Series. *Jurnal Riset Matematika*, 1(1), 65–72. <https://doi.org/10.29313/jrm.v1i1.220>
- Athiyah, U., Handayani, A. P., Aldean, M. Y., Putra, N. P., & Ramadhani, R. (2021). Sistem Inferensi Fuzzy : Pengertian, Penerapan, dan Manfaatnya. *JOURNAL OF DINDA (Data Science, Information Technology, and Data Analytics)*, 1, 73–76. <https://doi.org/https://doi.org/10.20895/dinda.v1i2.201>
- Dewi, E. P., Wijaya, A., Sujatini, S., Rahmana, D., Mandela, C., & Gulit, F. (2020). Penerapan Double Skin Facade Pada Daerah Iklim Tropis. *IKRA-ITH TEKNOLOGI*, 4(2), 1–7.
- Gunadi, I., Khuriati, A., Maulana, M. F., Putranto, A. B., Suseno, J. E., & Hersaputri, M. (2021). Penentuan Curah Hujan Berdasarkan Input Cuaca Menggunakan Metode Logika Fuzzy Mamdani. *Jurnal Pengabdian Vokasi*, 02, 155–159. <https://doi.org/10.14710/Gading>
- Heksaputra, D., Azani, Y., Naimah, Z., & Iswari, L. (2013). Penentuan Pengaruh Iklim Terhadap Pertumbuhan Tanaman dengan Naïve Bayes Lizda Iswari. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, 15–2013. <https://journal.uui.ac.id/Snati/article/view/3126>
- Julisman, Z., & Erlin. (2014). Prediksi Tingkat Curah Hujan di Kota Pekanbaru menggunakan Logika Fuzzy Mamdani. *Jurnal SATIN - Sains Dan Teknologi Informasi*, 3(1), 66–72. <https://doi.org/10.33372/stn.v3i1.355>

- Jumadi, J., & Sartika, D. (2020). IMPLEMENTASI METODE FUZZY INFERENCE SYSTEM UNTUK REKOMENDASI SISWA KELAS UNGGUL. *SNASTIKOM*, 38223, 541–547. www.snastikom.com
- Luthfiarta, A., Febriyanto, A., Lestiawan, H., & Wicaksono, W. (2020). Analisa Prakiraan Cuaca dengan Parameter Suhu, Kelembaban, Tekanan Udara, dan Kecepatan Angin Menggunakan Regresi Linear Berganda. *JOINS (Journal of Information System)*, 5(1), 10–17. <https://doi.org/10.33633/joins.v5i1.2760>
- Nauli, S. M., Hasibuan, A. N., & Sihite, A. . M. H. (2020). Sistem Pakar Diagnosa Kifosis Menerapkan Metode Fuzzy Mamdani. *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi Dan Komputer)*, 4(1), 334–338. <https://doi.org/10.30865/komik.v4i1.2716>
- Prasetyo, H. R., Palupi, I., & Wahyudi, B. A. (2023). Prediksi Menggunakan Model Fuzzy Time Series Studi Kasus Curah Hujan di Kabupaten Bandung. *LOGIC: Jurnal Penelitian Informatika*, 1(1), 8–12. <https://doi.org/10.25124/logic.v1i1.6405>
- Putri, I. K. (2019). APLIKASI METODE FUZZY MIN-MAX (MAMDANI) DALAM MENENTUKAN JUMLAH PRODUKSI PERUSAHAAN. *Jurnal Ilmiah d'Computare*, 9(38). <https://www.journal.uncp.ac.id/index.php/computare/article/view/1463>
- Sasake, S., Lesnussa, Y. A., & Wattimena, A. Z. (2021). Peramalan Cuaca Menggunakan Metode Rantai Markov (Studi Kasus : Cuaca Harian Di Kota Ambon). *Jurnal Matematika*, 11(1), 1. <https://doi.org/10.24843/jmat.2021.v11.i01.p131>
- Sudarta, L., Syahputra, I., Zardi, M., & Rahmawati, C. (2021). Studi Perbandingan Karakteristik Data Klimatologi Stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Aceh. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 7(1), 23–29. <https://doi.org/https://doi.org/10.30601/jtsu.v7i1.1543>
- Tulandi, D. G., & Handriyono, R. E. (2019). Analisis Konsentrasi CO Pada Kegiatan Industri Pengasapan Ikan Di Tambak Wedi Surabaya. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 107–112.