

## **IMPLEMENTASI METODE FUZZY MAMDANI MENGGUNAKAN MATLAB UNTUK PREDIKSI CURAH HUJAN**

**Adnan Fito Dharmawan, Rifqi Nur Fauzi**

Informatika, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

Email: adnan.dharmawan@mhs.unsoed.ac.id, rifqi.fauzi@mhs.unsoed.ac.id

### **Abstrak**

---

### ***Kata Kunci***

---

## **1. PENDAHULUAN**

Di Indonesia, bencana alam sudah menjadi salah satu fenomena yang sangat wajar terjadi. Ada berbagai macam hal yang bisa menjadi penyebab bencana alam, salah satunya adalah tingginya curah hujan di suatu daerah. Curah hujan mempunyai dampak yang signifikan terhadap pertanian, hidrologi, iklim, dan kesejahteraan manusia [1]. Di zaman yang modern ini, kita sudah bisa mempredikikan atau memprediksi curah hujan untuk mempersiapkan diri, khususnya menghindari hal-hal yang tidak diinginkan. Ada banyak sekali manfaat yang bisa didapatkan dari memprediksi curah hujan.

Untuk memprediksi curah hujan, ada beberapa metode yang lazim digunakan. Fuzzy merupakan salah satu teknik yang sangat sering digunakan untuk memecahkan masalah di kehidupan sehari-hari. Termasuk memprediksi curah hujan, metode ini menjadi salah satu pilihan yang sangat lazim digunakan. Bahasa

fuzzy mengacu pada jenis representasi pengetahuan yang dapat disesuaikan secara kontekstual dan digunakan untuk memecahkan masalah yang tidak dapat dipecahkan secara sempurna [1].

Untuk mengatasi ketidakpastian data, logika fuzzy menggunakan derajat keanggotaan yang bernilai mulai dari 0 hingga 1. Logika fuzzy dapat digunakan untuk memberikan penjelasan dari suatu masalah dengan kaidah linguistik atau bahasa yang mudah dipahami. Sehingga, informasi yang didapatkan bisa diolah lagi dalam pengambilan keputusan dengan lebih mudah.

Ada beberapa teknik dalam Logika Fuzzy yang dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan di kehidupan sehari-hari. Untuk melakukan prediksi curah hujan, Fuzzy Mamdani cukup

tepat dipilih karena dapat menangani ketidakpastian dan ambiguitas dalam variabel input dan juga output. Metode Fuzzy Mamdani mampu merepresentasikan nilai-nilai yang tidak dapat terdefinisi secara eksak atau tak memiliki kriteria yang mutlak. Adapun output yang diberikan oleh metode ini berupa himpunan fuzzy yang dapat menggambarkan detail secara lebih spesifik sehingga informasi yang didapatkan bisa lebih relevan dalam pengambilan Keputusan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Metode logika fuzzy dapat digunakan untuk prediksi cuaca karena logika fuzzy dapat menyelesaikan masalah yang mengandung ketidakpastian, ketidakjelasan, dan ketidaktepatan [4]. Berbeda dengan konsep logika sederhana yang hanya memetakan keputusan ke dua pilihan yaitu benar atau salah, logika fuzzy dapat memberikan lebih banyak kemungkinan. Derajat keanggotaan, atau nilai kebenaran perantara, dikenali oleh logika fuzzy dan berkisar dari 0 hingga 1 [1].

Pada teori himpunan *fuzzy*, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting [2]. Derajat keanggotaan inilah yang nantinya akan membantu kita dalam menyelesaikan suatu permasalahan dengan menggunakan logika fuzzy.

Pada analisis kali ini, kami menggunakan Fuzzy Mamdani untuk membuat prediksi curah hujan. Ada beberapa jenis metode fuzzy yang umum digunakan, termasuk Mamdani. Dalam penerapannya, ada aturan-aturan tertentu yang berbeda antara Fuzzy Mamdani dengan model Fuzzy lainnya. Saat melakukan evaluasi aturan dalam aturan mesin inferensi, metode Mamdani menggunakan fungsi MIN dan komposisi antar-rule menggunakan fungsi MAX untuk menghasilkan himpunan *fuzzy* baru [2]. Sementara untuk proses defuzzyfikasinya, metode Mamdani menggunakan metode Centroid sebagai berikut:

$$z = \frac{\int \mu(z).z \, dz}{\int \mu(z)dz}$$

Dalam penerapannya, ada 4 langkah yang harus dilakukan dalam metode fuzzy Mamdani, sebagai berikut [1]:

### a. Membentuk himpunan fuzzy

Langkah pertama dalam mengimplementasikan logika fuzzy adalah dengan membentuk himpunan fuzzy (fuzzifikasi). Melalui tahap ini, kita akan mengubah nilai input menjadi nilai fuzzy. Untuk mendapatkan nilai fuzzy, kita harus menggunakan fungsi keanggotaan dengan berbagai macam pola, mulai dari trapesium hingga segitiga.

### b. Penggunaan fungsi implikasi

Setelah membentuk himpunan fuzzy, hal yang perlu kita lakukan selanjutnya adalah menggunakan fungsi implikasi. Pada Langkah ini, kita menerapkan aturan-aturan fuzzy yang sebelumnya sudah disiapkan. Variabel input dan output yang ada akan dihubungkan dengan aturan IF-THEN.

### c. Komposisi aturan

Setelah semua aturan diterapkan, selanjutnya kita akan menggabungkannya menjadi Kumpulan keluaran fuzzy. Dalam proses ini, operator maksimum atau minimum bisa diterapkan sesuai dengan kondisinya. Hasil dari langkah ini dapat berupa kumpulan *output* fuzzy akhir yang mencerminkan temuan sistem fuzzy.

### d. Defuzzyfikasi

Langkah yang terakhir dalam penerapan logika fuzzy dikenal sebagai proses defuzzyfikasi. Pada bagian ini, ada prosedur atau ketentuan khusus yang dilakukan untuk mengubah suatu nilai fuzzy menjadi *output*

yang tegas. Adapun metode-metode yang mungkin digunakan dalam langkah ini yaitu *centroid*, *mean* maksimum, dan beberapa lainnya. Hasil akhir dari implementasi logika fuzzy ditentukan dari nilai output yang dihasilkan pada proses ini.

### 3. METODE

#### 3.1 Pembentukan Himpunan Fuzzy

Untuk membuat model Fuzzy Mamdani dalam prediksi curah hujan, pembentukan himpunan fuzzy melibatkan 4 variabel. Adapun variabel tersebut antara lain terdiri dari variabel masukan berupa suhu, kelembapan, dan tekanan udara, sementara variabel keluarannya berupa curah hujan.

Tabel 1 Himpunan suhu

Variabel	Himpunan fuzzy	Jangkauan
Suhu (°C)	Dingin	[22, 22, 27]
	Hangat	[25, 29, 32]
	Panas	[30, 35, 35]

Pada tabel 1, kita mengetahui bahwa variabel suhu terdiri dari 3 himpunan fuzzy yaitu dingin, hangat, dan panas. Sementara itu, untuk jangkauannya berada dalam skala derajat celcius.

Tabel 2. Himpunan kelembapan

Variabel	Himpunan fuzzy	Jangkauan
Kelembapan (%)	Kering	[47, 47, 68]
	Lembap	[69, 73, 86]

	Basah	[78, 98, 98]
--	-------	--------------

Sementara di tabel 2, kita dapat mengetahui variabel kelembapan yang terdiri dari himpunan fuzzy kering, lembap dan basah. Untuk jangkauannya sendiri berada dalam skala persen.

Tabel 3. Himpunan tekanan udara

Variabel	Himpunan fuzzy	Jangkauan
Tekanan Udara (hPa)	Ringan	[1001, 1001, 1008]
	Normal	[1006, 1009, 1013]
	Berat	[1011, 1017, 1017]

Tabel 3 menunjukkan variabel Tekanan Udara yang terdiri dari 3 himpunan fuzzy yaitu ringan, normal hingga berat dalam skala hPa.

Tabel 4. Himpunan curah hujan

Variabel	Himpunan fuzzy	Jangkauan
Curah hujan (mm)	Rendah	[90, 90, 160]
	Sedang	[140, 177, 210]
	Tinggi	[190, 265, 265]

Himpunan fuzzyfikasi disajikan melalui tabel 4 dengan variabel curah hujan

sebagai rendah, sedang, hingga tinggi pada skala mm dengan jangkauan mulai dari 90 hingga 265 mm.

### 3.2 Pembentukan Aturan Fuzzy

Dalam sebuah sistem logika fuzzy, salah satu aspek penting yang harus diperhatikan adalah aturan-aturan fuzzy. Berdasarkan dari penelitian sebelumnya, berikut ini adalah aturan-aturan yang digunakan untuk menyusun sistem logika fuzzy dalam prediksi curah hujan:

[Rule 1] If (Suhu is Dingin) and (Kelembapan is Kering) and (Tekanan is Ringan) Then (Curah Hujan is Rendah)

[Rule 2] If (Suhu is Dingin) and (Kelembapan is Kering) and (Tekanan is Normal) Then (Curah Hujan is Rendah)

[Rule 3] If (Suhu is Dingin) and (Kelembapan is Kering) and (Tekanan is Berat) Then (Curah Hujan is Rendah)

[Rule 4] If (Suhu is Dingin) and (Kelembapan is Lembab) and (Tekanan is Ringan) Then (Curah Hujan is Sedang)

[Rule 5] If (Suhu is Dingin) and (Kelembapan is Lembab) and (Tekanan is Normal) Then (Curah Hujan is Sedang)

[Rule 6] If (Suhu is Dingin) and (Kelembapan is Lembab) and (Tekanan is Berat) Then (Curah Hujan is Tinggi)

[Rule 7] If (Suhu is Dingin) and (Kelembapan is Basah) and (Tekanan is Ringan) Then (Curah Hujan is Tinggi)

[Rule 8] If (Suhu is Dingin) and (Kelembapan is Basah) and (Tekanan is Normal) Then (Curah Hujan is Tinggi)

[Rule 9] If (Suhu is Dingin) and (Kelembapan is Basah) and (Tekanan is Berat) Then (Curah Hujan is Tinggi)

[Rule 10] If (Suhu is Hangat) and (Kelembapan is Kering) and (Tekanan is Ringan) Then (Curah Hujan is Rendah)

[Rule 11] If (Suhu is Hangat) and (Kelembapan is Kering) and (Tekanan is Normal) Then (Curah Hujan is Rendah)

[Rule 12] If (Suhu is Hangat) and (Kelembapan is Kering) and (Tekanan is Berat) Then (Curah Hujan is Sedang)

[Rule 13] If (Suhu is Hangat) and (Kelembapan is Lembab) and (Tekanan is Ringan) Then (Curah Hujan is Sedang)

[Rule 14] If (Suhu is Hangat) and (Kelembapan is Lembab) and (Tekanan is Normal) Then (Curah Hujan is Sedang)

[Rule 15] If (Suhu is Hangat) and (Kelembapan is Lembab) and (Tekanan is Berat) Then (Curah Hujan is Tinggi).

[Rule 16] If (Suhu is Hangat) and (Kelembapan is Basah) and (Tekanan is Ringan) Then (Curah Hujan is Tinggi)

[Rule 17] If (Suhu is Hangat) and (Kelembapan is Basah) and (Tekanan is Normal) Then (Curah Hujan is Tinggi).

[Rule 18] If (Suhu is Hangat) and (Kelembapan is Basah) and (Tekanan is Berat) Then (Curah Hujan is Tinggi)

[Rule 19] If (Suhu is Panas) and (Kelembapan is Kering) and (Tekanan is Ringan) Then (Curah Hujan is Rendah)

[Rule 20] If (Suhu is Panas) and (Kelembapan is Kering) and (Tekanan is Normal) Then (Curah Hujan is Rendah)

[Rule 21] If (Suhu is Panas) and (Kelembapan is Kering) and (Tekanan is Berat) Then (Curah Hujan is Rendah)

[Rule 22] If (Suhu is Panas) and (Kelembapan is Lembab) and (Tekanan is Ringan) Then (Curah Hujan is Rendah)

[Rule 23] If (Suhu is Panas) and (Kelembapan is Lembab) and (Tekanan is Normal) Then (Curah Hujan is Sedang)

[Rule 24] If (Suhu is Panas) and (Kelembapan is Lembab) and (Tekanan is Berat) Then (Curah Hujan is Sedang)

[Rule 25] If (Suhu is Panas) and (Kelembapan is Basah) and (Tekanan is Ringan) Then (Curah Hujan is Sedang)

[Rule 26] If (Suhu is Panas) and (Kelembapan is Basah) and (Tekanan is Normal) Then (Curah Hujan is Tinggi)

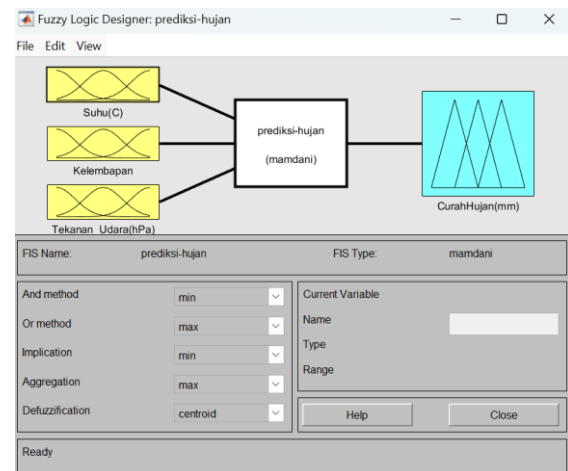
[Rule 27] If (Suhu is Panas) and (Kelembapan is Basah) and (Tekanan is Berat) Then (Curah Hujan is Tinggi)

#### 4. IMPLEMENTASI DENGAN MATLAB

Salah satu software yang dapat digunakan dalam membantu menganalisa suatu kasus yang berhubungan dengan logika fuzzy yaitu Matlab [3]. Matlab menjadi salah satu tools yang paling bermanfaat untuk kebutuhan komputasi matematika, analisis data, simulasi, hingga permodelan.

Pada analisis kali ini, kami menggunakan Matlab untuk mengimplementasikan sistem logika fuzzy yang sudah disiapkan di awal. Memasukan rumus-rumus dan rule sesuai dengan ketentuan untuk mendapatkan hasil yang diharapkan. Ada tiga variabel masukan yang digunakan sesuai dengan yang telah disebutkan di awal yaitu suhu, kelembapan, dan juga tekanan. Sementara untuk variabel keluarannya yaitu kategori curah hujan. Ada 27 aturan fuzzy yang digunakan pada implementasi kali ini untuk menghubungkan variabel masukan dan keluaran.

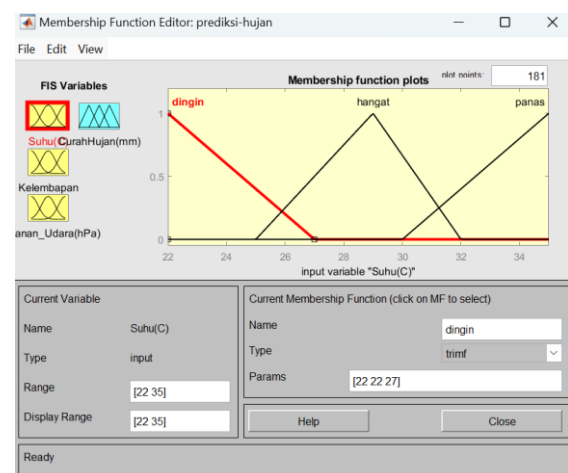
Dengan menggunakan FIS Matlab, kita akan merancang sistem fuzzy mamdani untuk prediksi hujan dengan variabel yang telah ditetapkan.



Gambar 1 Fuzzy Logic Designer

Pada gambar 1, terlihat desain dari sistem fuzzy mamdani yang menggunakan 3 variabel sebagai *input* dan satu variabel sebagai *output*.

Selanjutnya, setelah itu kita akan membuat fungsi keanggotaan dari setiap variabel sesuai dengan ketentuan yang telah ada. Pertama, kita akan mengatur keanggotaan untuk variabel suhu.



Gambar 2 Fungsi Keanggotaan Variabel Suhu

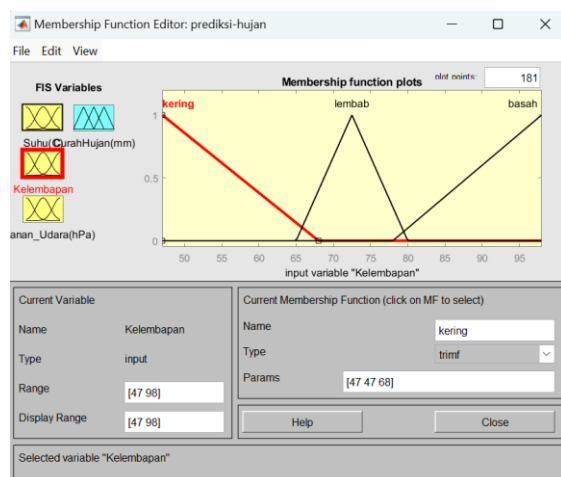
Untuk suhu dingin, derajat keanggotaannya adalah 1 untuk suhu kurang dari atau sama dengan 22°C dan berkurang

secara linear hingga mencapai nilai 0 ketika suhu lebih besar dari 27°C.

Sementara untuk suhu hangat, derajat keanggotaannya adalah 0 untuk suhu kurang dari atau sama dengan 25°C, meningkat secara linear dari 0 hingga 1 ketika suhu antara 25°C dan 29°C, kemudian berkurang secara linear dari 1 hingga 0 ketika suhu antara 29°C dan 32°C. Derajat keanggotaannya adalah 0 untuk suhu lebih besar dari 32°C.

Sementara untuk panas, Derajat keanggotaannya adalah 0 untuk suhu kurang dari atau sama dengan 30°C, dan meningkat secara linear hingga mencapai nilai 1 ketika suhu lebih besar dari 35°C.

Setelah menyelesaikan himpunan keanggotaan untuk variabel suhu, selanjutnya kita juga perlu mengatur pada variabel kelembapan.



*Gambar 3 Fungsi Keanggotaan Kelembapan*

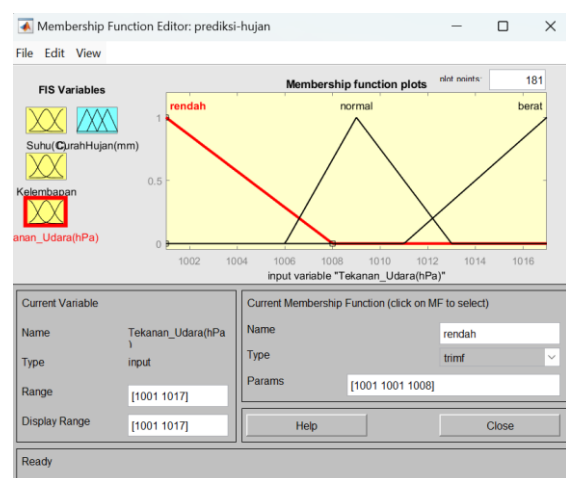
Untuk kelembapan kering, derajat keanggotaannya adalah 1 untuk kelembapan kurang dari atau sama dengan 47% dan berkurang secara linear hingga mencapai nilai 0 ketika kelembapan lebih besar dari 68%.

Sementara untuk kelembapan lembap, derajat keanggotaannya adalah 0 untuk kelembapan kurang dari atau sama dengan 69%, meningkat secara linear dari 0 hingga 1 ketika kelembapan antara 69% dan 73%, kemudian berkurang secara linear dari 1 hingga 0 ketika kelembapan antara 73% dan 86%.

Derajat keanggotaannya adalah 0 untuk kelembapan lebih besar dari 86%.

Sementara untuk basah, derajat keanggotaannya adalah 0 untuk kelembapan kurang dari atau sama dengan 78%, dan meningkat secara linear hingga mencapai nilai 1 ketika kelembapan lebih besar dari 98%.

Selanjutnya, kita juga mengatur himpunan keanggotaan untuk variabel tekanan udara.



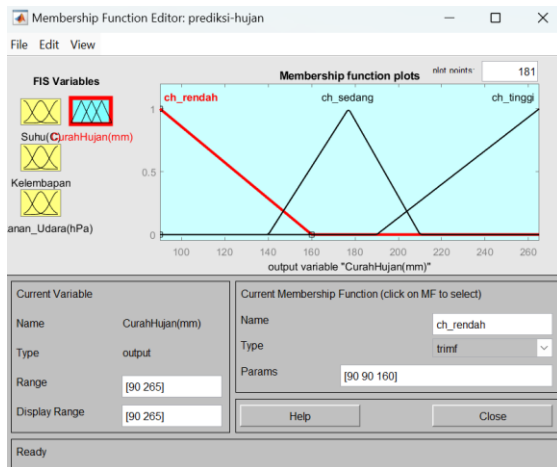
*Gambar 4 Fungsi Keanggotaan Tekanan Udara*

Untuk tekanan udara ringan, derajat keanggotaannya adalah 1 untuk tekanan udara kurang dari atau sama dengan 1001hPa dan berkurang secara linear hingga mencapai nilai 0 ketika tekanan udara lebih besar dari 1008hPa.

Sementara untuk tekanan udara normal, derajat keanggotaannya adalah 0 untuk tekanan udara kurang dari atau sama dengan 1006hPa, meningkat secara linear dari 0 hingga 1 ketika tekanan udara antara 1006hPa dan 1009hPa, kemudian berkurang secara linear dari 1 hingga 0 ketika tekanan udara antara 1009hPa dan 1013hPa. Derajat keanggotaannya adalah 0 untuk tekanan udara lebih besar dari 1013hPa.

Sementara untuk tekanan udara berat, derajat keanggotaannya adalah 0 untuk tekanan udara kurang dari atau sama dengan 1011hPa, dan meningkat secara linear hingga mencapai

nilai 1 ketika tekanan udara lebih besar dari 1017hPa.



*Gambar 5 Fungsi Keanggotaan Curah Hujan*

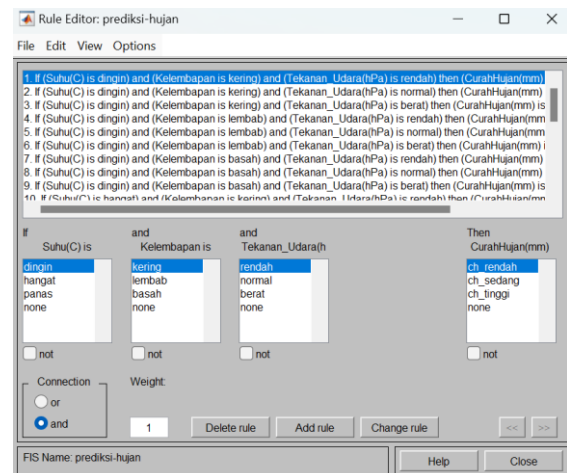
Untuk himpunan curah hujan, fungsi keanggotaannya juga tidak jauh berbeda dengan variabel lainnya.

Pada curah hujan rendah, derajat keanggotaannya adalah 1 untuk curah hujan kurang dari atau sama dengan 90mm dan berkurang secara linear hingga mencapai nilai 0 ketika curah hujan lebih besar dari 160mm.

Sementara untuk curah hujan sedang, derajat keanggotaannya adalah 0 untuk curah hujan kurang dari atau sama dengan 140mm, meningkat secara linear dari 0 hingga 1 ketika curah hujan antara 140mm dan 177mm, kemudian berkurang secara linear dari 1 hingga 0 ketika curah hujan antara 177mm dan 210mm. Derajat keanggotaannya adalah 0 untuk curah hujan lebih besar dari 210mm.

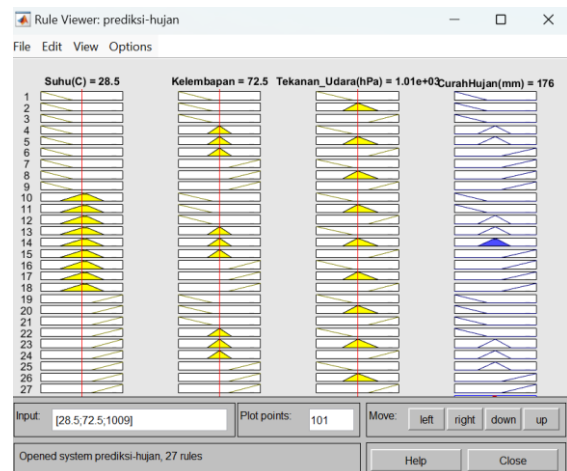
Sementara untuk curah hujan tinggi, derajat keanggotaannya adalah 0 untuk curah hujan kurang dari atau sama dengan 190mm, dan meningkat secara linear hingga mencapai nilai 1 ketika curah hujan lebih besar dari 265mm.

Setelah menyelesaikan fungsi keanggotaan dari setiap variabel, selanjutnya kita perlu memasukkan rule sesuai dengan yang telah ditetapkan. Ada 27 rules yang dimasukan dengan operator AND untuk menghubungkan variabel input dan outputnya. Proses tersebut bisa dilihat pada tabel di bawah ini.



*Gambar 6 Rule Editor*

Setelah membentuk fungsi keanggotaan dan mengedit rules, kita dapat memperoleh hasil perhitungan atau keputusan dari logika fuzzy mamdani. Hasil dari FIS Matlab untuk fuzzy mamdani prediksi hujan dapat dilihat di bawah ini.



*Gambar 7 Hasil FIS Matlab*

## KESIMPULAN

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Karismadi, N. R. H., & Saputra, R. A. (2024). IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY

MAMDANI DALAM PREDIKSI CURAH HUJAN DI KOTA KENDARI. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(1), 1138-1145.

[2] Irfan, M., Ayuningtias, L. P., & Jumadi, J. (2017). Analisa Perbandingan Logic Fuzzy Metode Tsukamoto, Sugeno, Dan Mamdani (Studi Kasus: Prediksi Jumlah Pendaftar Mahasiswa Baru Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Sunan Gunung Djati Bandung). *Jurnal Teknik Informatika*, 10(1), 9-16.

[3] Septiyani, N., & Agoestanto, A. (2023, March). Penerapan Logika Fuzzy Mamdani Pada Prakiraan Cuaca Harian di Kabupaten Cilacap. In *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika* (Vol. 6, pp. 786-795).

[4] Mahanani, Uli, A. E. Fahrudin, and Nurlina. 2015. "Penerapan Logika Fuzzy Untuk Memprediksi Cuaca Harian Di Banjarbaru." *Jurnal Fisika FLUX* 12:13–19.