

## Penerapan Logika *Fuzzy* dalam Menentukan Tingkat Kerawanan Longsor di Suatu Wilayah

Wilda Ismarnita, Respitawulan\*

*Prodi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.*

### ARTICLE INFO

#### Article history :

Received : 8/2/2023  
Revised : 14/6/2023  
Published : 20/7/2023



Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Volume : 3  
No. : 1  
Halaman : 45-54  
Terbitan : Juli 2023

### ABSTRAK

*Fuzzy Mamdani* adalah salah satu bagian dari *Fuzzy Inference System*. Pada penelitian ini metode *Fuzzy Mamdani* diterapkan untuk menentukan tingkat kerawanan longsor pada suatu daerah tertentu dengan mengambil variabel *input* dari curah hujan, kemiringan lereng, ketinggian tanah, dan jenis tanah. Metode *Fuzzy Mamdani* mempunyai empat tahapan untuk mendapatkan variabel *output*, yaitu langkah pertama menentukan himpunan *Fuzzy* dari masing-masing variabel *input* dan *output*. Langkah kedua yaitu aplikasi fungsi implikasi dengan fungsi MIN. Langkah ketiga yaitu komposisi aturan dengan fungsi MAX. Langkah keempat yaitu mengubah *output* dari bilangan *Fuzzy* ke bilangan tegas atau *defuzzifikasi*, metode *defuzzifikasi* yang digunakan adalah metode *centroid*. Hasil penelitian menunjukkan semua wilayah dalam contoh kasus masuk kedalam wilayah yang rawan longsor.

**Kata Kunci :** *Fuzzy Mamdani*; Bencana Longsor; Deteksi Bencana.

### ABSTRACT

*Fuzzy Mamdani* is one part of the *Fuzzy Inference System*. In this study the *Fuzzy Mamdani* method was applied to determine the level of landslide vulnerability in a certain area by taking input variables from rainfall, slope, soil height, and soil type. The *Fuzzy Mamdani* method has four stages to obtain the output variable. The first step is to determine the *Fuzzy* set of each input and output variable. The second step is the application of the implication function using the MIN function. The third step is the composition of the rules using the MAX function. The fourth step is to change the output from *Fuzzy* numbers to firm numbers or *defuzzification*. The *defuzzification* method that we used is the *centroid* method. The results of the study showed that all areas in the sample cases are included in landslide-prone areas.

**Keywords :** *Fuzzy Mamdani*; Landslide Disaster; Disaster Detection.

© 2023 Jurnal Riset Matematika Unisba Press. All rights reserved.

## A. Pendahuluan

Metode *Fuzzy Mamdani* merupakan salah satu bagian dari *Fuzzy Inference System* yang berguna untuk penarikan kesimpulan atau suatu keputusan terbaik dalam permasalahan yang tidak pasti. Metode *Fuzzy Mamdani* diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Metode *Fuzzy Mamdani* dalam prosesnya menggunakan kaedah-kaedah linguistik dan memiliki algoritma *Fuzzy* yang dapat dianalisis secara matematika, sehingga lebih mudah dipahami [1], [2]. Metode *Fuzzy* digunakan pada berbagai bidang diantaranya bidang perdagangan [3], bidang pertanian [4], bidang kedokteran [5], dan bidang industry [6].

Pada penelitian ini metode *Fuzzy Mamdani* diterapkan untuk mendeteksi tingkat kerawanan longsor. Tanah longsor merupakan suatu aktivitas dari proses gangguan keseimbangan yang menyebabkan Bergeraknya massa tanah dan batuan dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah, kondisi topografi yang berbukit dan wilayah pegunungan, tingginya tingkat kepadatan penduduk di wilayah perbukitan serta pemanfaatan lahan dan ruang yang kurang baik menimbulkan tekanan terhadap ekosistem [7]. Salah satu mitigasi bencana adalah dengan melakukan identifikasi daerah rawan tanah longsor berdasarkan faktor-faktor penyebab terjadinya tanah longsor.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian untuk implementasi metode *Fuzzy Mamdani* untuk mitigasi bencana, diantaranya penggunaan metode *Fuzzy Mamdani* untuk mendeteksi longsor dengan parameter curah hujan, ketinggian, kemiringan lahan, kepadatan penduduk, dan penggunaan lahan [8]. Selain itu, metode *Fuzzy Mamdani* juga diterapkan untuk mendeteksi awal banjir [9]. Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, pada penelitian ini dilakukan proses analisis dengan menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* untuk menentukan tingkat kerawanan tanah longsor. Adapun faktor-faktor yang diperhitungkan adalah curah hujan, kemiringan lereng, ketinggian, dan jenis tanah.

## B. Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data dari instansi mengenai data curah hujan yang didapatkan dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), data kemiringan lereng serta ketinggian tanah yang didapatkan dari Dinas Tata Ruang dan Permukiman (DTRP), dan data jenis tanah dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD). Adapun kategori kerawanan longsor diambil dari Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG). Data-data tersebut digunakan sebagai variabel penelitian, variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan dua macam variabel yaitu variabel *input* dan *output*. Variabel *input* terdiri dari 4 variabel yaitu curah hujan, kemiringan lereng, ketinggian, jenis tanah. Sedangkan variabel *output*nya berupa tingkat kerawanan longsor.

Peneliti menggunakan metode logika *Fuzzy Mamdani* untuk mendapatkan *output*, diperlukan 4 tahapan: (1) Pembentukan himpunan *Fuzzy*, pada Metode Mamdani baik variabel *input* maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *Fuzzy* [10]; (2) Aplikasi fungsi implikasi, pada metode Mamdani fungsi implikasi yang digunakan adalah Min; (3) Komposisi aturan, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari gabungan antar aturan. Ada tiga metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *Fuzzy*, yaitu: *max*, *additive* dan probabilitik OR (probor); (4) Proses penggabungan fungsi keanggotaan dengan menggunakan metode Max dilakukan dengan menggunakan perumusan [1]:

$$\mu_{sf}(x_i) = \max((\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i))) \quad (1)$$

Dengan  $\mu_{sf}(x_i)$  adalah nilai keanggotaan solusi *Fuzzy* sampai aturan ke-*i* dan  $\mu_{kf}(x_i)$  adalah nilai keanggotaan konsekuensi *Fuzzy* aturan ke-*i*.

Penegasan (*defuzzifikasi*), *input* dari proses *defuzzifikasi* adalah suatu himpunan *Fuzzy* yang diperoleh dari suatu komposisi aturan-aturan *Fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada himpunan *Fuzzy* tersebut. Jika diberikan suatu himpunan *Fuzzy* dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai *output* [10]. Prosedur *defuzzifikasi* dengan menggunakan metode *Centroid*, yaitu menentukan momen (integral dari masing-masing fungsi keanggotaan dari komposisi aturan), menentukan luas, dan menentukan titik pusat. Proses dalam menentukan titik pusat daerah *Fuzzy* dilakukan dengan menggunakan perumusan [11]:

$$z^* = \frac{\int_a^b \mu_x(z)z dz}{\int_a^b \mu_x(z) dz} \tag{2}$$

Dengan  $z^*$  adalah nilai hasil defuzzifikasi/ titik pusat daerah Fuzzy,  $\mu_x(z)$  adalah nilai keanggotaan,  $z$  adalah nilai keluaran pada aturan ke- $i$ , dan  $\int_a^b \mu_x(z)z dz$  adalah momen untuk semua daerah hasil komposisi aturan. Dan jika  $z^*$  bernilai diskrit maka dapat diganti persamaan berikut:

$$z^* = \frac{\sum z\mu_x(z)}{\sum \mu_x(z)} \tag{3}$$

Dengan  $z^*$  adalah nilai hasil defuzzifikasi/ titik pusat daerah Fuzzy,  $\mu_x(z)$  adalah nilai keanggotaan, dan  $z$  adalah nilai keluaran pada aturan ke- $i$ .

**C. Hasil dan Pembahasan**

Adapun langkah-langkah dalam proses perhitungan logika Fuzzy Mamdani, sebagai berikut.

Membentuk variabel input dan output, untuk membentuk variabel *input* dan *ouput* terdapat beberapa penyebab terjadinya tanah longsor antara lain: curah hujan, kemiringan lereng, ketinggian tanah, dan jenis tanah. Pada penelitian ini digunakan 4 parameter penyebab tanah longsor untuk menentukan daerah rawan tanah longsor. Variabel *input* yang digunakan adalah curah hujan, kemiringan lereng, ketinggian tanah, dan jenis tanah. Sedangkan variabel *output* yang digunakan adalah tingkat kerawanan longsor.

Menentukan Pendefinisian Parameter, berikut ini merupakan Tabel-Tabel dari setiap parameter penyebab daerah rawan tanah longsor yang digunakan sebagai acuan dan referensi dalam penentuan daerah rawan tanah longsor. Pembagian tiap kelas dari masing-masing parameter disesuaikan dengan kondisi daerah yang diamati.

Curah Hujan:

**Tabel 1.** Parameter Curah Hujan

Kelas	Curah Hujan (mm/bulan)	Nilai Linguistik
Rendah	0 – 100 mm	$x < 100$
Sedang	100 – 300 mm	$100 < x \leq 300$
Tinggi	300 – 500 mm	$300 < x \leq 500$

Sumber: diolah berdasarkan data dari BMKG, 2020

Kemiringan Lereng:

**Tabel 2.** Parameter Kemiringan Lereng

Kelas	Kemiringan Lereng	Nilai Linguistik
Datar	0% – 8%	$x \leq 10$
Landai	8% – 15%	$5 < x \leq 20$
Agak Curam	15% – 25%	$15 < x \leq 30$
Curam	25% – 40%	$25 < x \leq 45$
Sangat Curam	$x > 40\%$	$x > 40$

Sumber: diolah berdasarkan data dari SK Mentan No.837/Kpts/Um/11/80

Ketinggian Tanah:

**Tabel 3.** Parameter Ketinggian Tanah

Kelas	Ketinggian Tanah (mdpl)
Sangat Rendah	$x \leq 1000$
Rendah	$1000 < x \leq 1500$
Sedang	$1500 < x \leq 2000$
Tinggi	$2000 < x \leq 2500$
Sangat Tinggi	$x > 2500$

Sumber: diolah berdasarkan data dari BPBD, 2014

Jenis Tanah:

**Tabel 4.** Parameter Jenis Tanah

Kelas	Jenis Tanah (%)	Nilai Linguistik
Tidak Peka	Andosol	$x < 10$
Agak Peka	Latosol	$10 < x \leq 20$
Peka	Podsolik	$20 < x \leq 30$
Sangat Peka	Gleisol, Aluvial	$x > 30$

Sumber: diolah berdasarkan data dari Sistem Informasi Sumberdaya Lahan Pertanian, 2019

Berdasarkan Tabel 4 untuk proses perhitungan diambil nilai tengah dari rentang nilai linguistik masing-masing jenis tanah.

Tingkat Kerawanan Longsor:

**Tabel 5.** Tingkat Kerawanan Longsor

Tingkat Kerawanan	Kriteria
Kurang Rawan	$x \leq 2,5$
Rawan	$2,6 \leq x \leq 3,6$
Sangat Rawan	$x \geq 3,7$

Sumber: diolah berdasarkan data dari PVMBG, 2005

Pembentukan Himpunan *Fuzzy*, pada metode *Fuzzy Mamdani*, variabel *input* maupun *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *Fuzzy*. Dalam menentukan kerawanan longsor, variabel *input* yaitu curah hujan, kemiringan lereng, ketinggian tanah, dan jenis tanah. Serta satu variabel *output* yaitu tingkat kerawanan longsor. Penentuan variabel yang digunakan dalam penelitian ini, terlihat pada Tabel 6 sebagai berikut.

**Tabel 6.** Penentuan Variabel

Fungsi	Nama Variabel	Semesta Pembicaraan
Input	Curah Hujan	[0, 500]
	Kemiringan Lereng	[0, 45]
	Ketinggian Tanah	[0, 2500]
	Jenis Tanah	[0, 30]
Output	Tingkat Kerawanan Longsor	[2.5, 3.5]

Dari variabel yang telah dimunculkan, kemudian disusun domain himpunan *Fuzzy*. Berdasarkan domain tersebut, selanjutnya ditentukan fungsi keanggotaan dari masing-masing variabel seperti terlihat pada Tabel 7. Berikut adalah perancangan himpunan *Fuzzy* untuk menentukan kerawanan longsor.

**Tabel 7.** Himpunan *Fuzzy*

Variabel	Himpunan
Curah Hujan	Rendah
	Sedang
	Tinggi
Kemiringan Lereng	Datar
	Landai
	Agak Curam
	Curam
	Sangat Curam
Ketinggian Tanah	Sangat Rendah
	Rendah
	Sedang
	Tinggi
Jenis Tanah	Sangat Tinggi
	Tidak Peka
	Agak Peka
	Peka
	Sangat Peka
Tingkat Kerawanan Longsor	Kurang Rawan
	Rawan
	Sangat Rawan

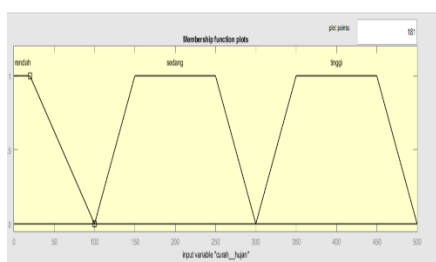
Himpunan *Fuzzy* beserta fungsi keanggotaan dari variabel curah hujan, kemiringan lereng, ketinggian tanah, dan jenis tanah direpresentasikan sebagai berikut:

Curah Hujan, pada Tabel 1 tersebut, dapat dibuat fungsi keanggotaannya untuk curah hujan sebagai berikut:

$$\mu_{Rendah} = \begin{cases} 0, & x \geq 100 \\ \frac{100 - x}{100 - 20}, & 20 < x < 100, \\ 1, & x \leq 20 \end{cases} \quad \mu_{Sedang} = \begin{cases} 0, & x \leq 100 \text{ atau } x \geq 300 \\ \frac{x - 100}{150 - 100}, & 100 \leq x \leq 150 \\ 1, & 150 \leq x \leq 250 \\ \frac{300 - x}{300 - 250}, & 250 \leq x \leq 300 \end{cases}$$

$$\mu_{Tinggi} = \begin{cases} 0, & x \leq 300 \text{ atau } x \geq 500 \\ \frac{x - 300}{350 - 300}, & 300 \leq x \leq 350 \\ 1, & 350 \leq x \leq 450 \\ \frac{500 - x}{500 - 450}, & 450 \leq x \leq 500 \end{cases}$$

Dimana  $x$  adalah anggota himpunan curah hujan. Representasi dengan Gambar 1 dari grafik curah hujan sebagai berikut:



**Gambar 1.** Grafik Curah Hujan

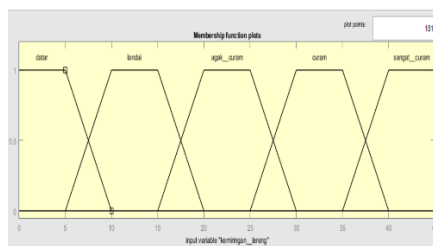
Kemiringan Lereng, pada Tabel 2 tersebut, dapat dibuat fungsi keanggotaannya untuk kemiringan lereng sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Datar}} = \begin{cases} 0, & x \geq 10 \\ \frac{10-x}{10-5}, & 5 < x < 10 \\ 1, & x \leq 5 \end{cases}, \mu_{\text{Landai}} = \begin{cases} 0, & x \leq 5 \text{ atau } x \geq 20 \\ \frac{x-5}{10-5}, & 5 \leq x \leq 10 \\ 1, & 10 \leq x \leq 15 \\ \frac{20-x}{20-15}, & 15 \leq x \leq 20 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{gagak Curam}} = \begin{cases} 0, & x \leq 15 \text{ atau } x \geq 30 \\ \frac{x-15}{20-10}, & 15 \leq x \leq 20 \\ 1, & 20 \leq x \leq 25 \\ \frac{30-x}{30-25}, & 25 \leq x \leq 30 \end{cases}, \mu_{\text{Curam}} = \begin{cases} 0, & x \leq 25 \text{ atau } x \geq 45 \\ \frac{x-15}{20-10}, & 25 \leq x \leq 30 \\ 1, & 30 \leq x \leq 40 \\ \frac{30-x}{30-25}, & 40 \leq x \leq 45 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sangat Curam}} = \begin{cases} 0, & x \leq 40 \\ \frac{x-40}{45-40}, & 40 < x < 45 \\ 1, & x \geq 45 \end{cases}$$

Dimana  $x$  adalah anggota himpunan kemiringan lereng. Representasi dengan Gambar 2 dari grafik kemiringan lereng sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik Kemiringan Lereng

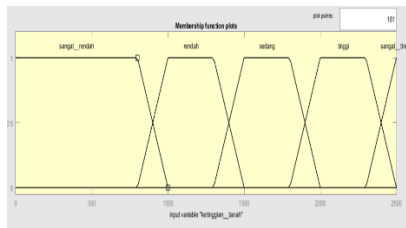
Ketinggian Tanah, pada Tabel 3 tersebut, dapat dibuat fungsi keanggotaannya untuk ketinggian tanah sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Sangat Rendah}} = \begin{cases} 0, & x \geq 1000 \\ \frac{1000-x}{1000-800}, & 800 < x < 1000 \\ 1, & x \leq 800 \end{cases}, \mu_{\text{Rendah}} = \begin{cases} 0, & x \leq 800 \text{ atau } x \geq 1500 \\ \frac{x-800}{1000-800}, & 800 \leq x \leq 1000 \\ 1, & 1000 \leq x \leq 1300 \\ \frac{1500-x}{1500-1300}, & 1300 \leq x \leq 1500 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}} = \begin{cases} 0, & x \leq 1300 \text{ atau } x \geq 2000 \\ \frac{x-1300}{1500-1300}, & 1300 \leq x \leq 1500 \\ 1, & 1500 \leq x \leq 1800 \\ \frac{2000-x}{2000-1800}, & 1800 \leq x \leq 2000 \end{cases}, \mu_{\text{Tinggi}} = \begin{cases} 0, & x \leq 1800 \text{ atau } x \geq 2500 \\ \frac{x-1800}{2000-1800}, & 1800 \leq x \leq 2000 \\ 1, & 2000 \leq x \leq 2300 \\ \frac{2500-x}{2500-2300}, & 2300 \leq x \leq 2500 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sangat Tinggi}} = \begin{cases} 0, & x \leq 2300 \\ \frac{x-2300}{2500-2300}, & 2300 < x < 2500 \\ 1, & x \geq 2500 \end{cases}$$

Dimana  $x$  adalah anggota himpunan ketinggian tanah. Representasi dengan Gambar 3 dari grafik ketinggian tanah sebagai berikut:



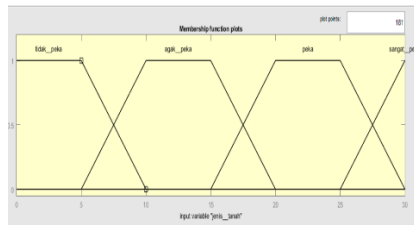
**Gambar 3.** Grafik Ketinggian Tanah

Jenis Tanah, pada Tabel 4 tersebut, dapat dibuat fungsi keanggotaannya untuk jenis tanah sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Tidak Peka}} = \begin{cases} 1, & x \leq 5 \\ \frac{10-x}{10-5}, & 5 < x < 10, \\ 0, & x \geq 10 \end{cases} \quad \mu_{\text{Agak Peka}} = \begin{cases} 0, & x \leq 10 \text{ atau } x \geq 20 \\ \frac{x-5}{10-5}, & 5 \leq x \leq 10 \\ 1, & 10 \leq x \leq 15 \\ \frac{20-x}{20-15}, & 15 \leq x \leq 20 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Peka}} = \begin{cases} 0, & x \leq 20 \text{ atau } x \geq 30 \\ \frac{x-20}{20-15}, & 15 \leq x \leq 20 \\ 1, & 20 \leq x \leq 25 \\ \frac{30-x}{30-25}, & 25 \leq x \leq 30 \end{cases} \quad \mu_{\text{Sangat Peka}} = \begin{cases} 0, & x \leq 30 \\ \frac{30-x}{30-35}, & 30 < x < 35 \\ 1, & x \geq 35 \end{cases}$$

Dimana  $x$  adalah anggota himpunan jenis tanah. Representasi dengan Gambar 4 dari grafik jenis tanah sebagai berikut:



**Gambar 4.** Grafik Jenis Tanah

Menentukan Aturan *Fuzzy*, setelah menentukan fungsi keanggotaan, dibuat aturan *Fuzzy* menggunakan pernyataan jika-maka (IF-THEN). Terdapat 300 kombinasi aturan yang terbentuk. Dari 300 kombinasi aturan, 24 aturan dihilangkan karena kondisi tersebut tidak mungkin terjadi yaitu kondisi dengan ketinggian sangat rendah atau rendah dan kemiringan agak curam atau curam. Jadi aturan yang digunakan sebanyak 276 kombinasi aturan.

Proses Perhitungan defuzzifikasi, setelah derajat keanggotaan masing-masing dihitung, proses selanjutnya menghitung *defuzzifikasi* dengan metode *centroid method/center of gravity*. Karena  $z^*$  bernilai diskrit, digunakan rumus sebagai berikut ini:

$$z^* = \frac{\sum z \mu_x(z)}{\sum \mu_x(z)}$$

Selanjutnya akan dilakukan pengujian dengan menggunakan studi kasus 10 Kecamatan di Kabupaten Cianjur yang diperlihatkan pada Tabel 8 sebagai berikut.

**Tabel 8.** Data Kecamatan di Kabupaten Cianjur

Wilayah	Curah Hujan (mm)	Kemiringan Lereng (%)	Ketinggian Tanah (mdpl)	Jenis Tanah (%)
Agrabinta	329	20	303,5	15
Naringgul	329	20	1550	5
Kadupandak	329	12,5	775	15
Takokak	329	20	1450	15
Sukanagara	329	20	855	15
Warungkondang	329	20	600	35
Cilaku	329	15	555,5	35
Karangtengah	329	15	362,5	35
Cugenang	329	20	667,5	5
Pacet	329	20	2021	5

Proses untuk menghitung derajat keanggotaan untuk data yang pertama yang mempunyai curah hujan **329** dalam satuan milimeter (mm), kemiringan lereng **20** dalam satuan persen (%), ketinggian tanah **303,5** dalam satuan meter dari permukaan air laut (mdpl), dan jenis tanah 15 dalam satuan persen (%).

Menentukan Himpunan *Fuzzy*.

Curah Hujan:

$$\mu_{Tinggi} = \frac{500 - 329}{500 - 495} = \frac{171}{5} = 34,2$$

Kemiringan Lereng:

$$\mu_{Agak Curam} = \frac{20 - 15}{20 - 10} = \frac{5}{10} = 0,5$$

Ketinggian Tanah:

$$\mu_{Sangat Rendah} = \frac{1000 - 303,5}{1000 - 800} = \frac{696,5}{200} = 3,4825$$

Jenis Tanah:

$$\mu_{Agak Peka} = \frac{20 - 15}{20 - 15} = \frac{5}{5} = 1$$

Aplikasi Fungsi Implikasi, fungsi implikasi yang digunakan adalah fungsi MIN, yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan yang minimum dari variabel input sebagai output untuk mencari  $\alpha$  – predikat.

$$\begin{aligned} \alpha - \text{predikat} &= \mu_{CHTINGGI}(329) \cap \mu_{KLCURAM}(20) \cap \mu_{KTSANGATRENDAH}(303,5) \cap \mu_{JTAGAKPEKA}(15) \\ &= \min(34,2; 0,5; 3,4825; 1) = 0,5 \end{aligned}$$

Komposisi Aturan, komposisi aturan merupakan kesimpulan secara keseluruhan dengan mengambil tingkat keanggotaan maksimum dari tiap konsekuen, aplikasi fungsi implikasi dan menggabungkan dari semua kesimpulan masing-masing aturan, sehingga diperoleh fungsi keanggotaan daerah aturan *Fuzzy* sebesar 0,5. Kemudian cari titik batasan aturan dengan cara:

$$\begin{aligned} 0 &= \frac{a_1 - 15}{10} \leftrightarrow a_1 = 15 \\ 0,5 &= \frac{a_2 - 15}{10} \leftrightarrow a_2 = 20 \end{aligned}$$



Sehingga diperoleh fungsi keanggotaan:

$$\mu_{Kerentanan} = \{0,5; 15 \leq x \leq 20\}$$

Penegasan (*Defuzzifikasi*), *Defuzzifikasi* yang digunakan dalam menentukan tingkat kerawanan longsor dengan menggunakan metode *Centroid* yang sudah dijelaskan pada persamaan 2.4, pada data curah hujan **329** dengan nilai keanggotaan **34,2**, data kemiringan lereng **20** dengan nilai keanggotaan 0,5, ketinggian tanah **303,5** dengan nilai keanggotaan **3,4825**, dan jenis tanah 15 dengan nilai keanggotaan **1**.

$$z^* = \frac{(329 * 34,2) + (20 * 0,5) + (303,5 * 3,4825) + (15 * 1)}{(329 + 20 + 303,5 + 15) * 5,96} = 3,1$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka diperoleh nilai kerawanan longsor dengan aturan *Fuzzy* sebesar 0,5 dan pengambilan keputusan dengan metode *Centroid* menghasilkan nilai sebesar 3,1. Berdasarkan Tabel 6 daerah tersebut termasuk kategori rawan longsor.

**Tabel 9.** Tingkat Kerawanan Longsor

No	Kecamatan	Tingkat Kerawanan	
		Nilai	Kriteria
1	Agrabinta	<b>3,1</b>	Rawan
2	Naringgul	<b>3,1</b>	Rawan
3	Kadupandak	<b>2,6</b>	Rawan
4	Takokak	<b>3,1</b>	Rawan
5	Sukanagara	<b>3,1</b>	Rawan
6	Warungkondang	<b>3,1</b>	Rawan
7	Cilaku	<b>3,1</b>	Rawan
8	Karangtengah	<b>3,1</b>	Rawan
9	Cugenang	<b>3,1</b>	Rawan
10	Pacet	<b>3,1</b>	Rawan

Pada Tabel 9 diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa 10 Kecamatan di Kabupaten Cianjur termasuk kategori rawan longsor. Kecamatan tersebut diantaranya, Agrabinta, Naringgul, Kadupandak, Takokak, Sukanagara, Warungkondang, Cilaku, Karangtengah, Cugenang, dan Pacet.

**D. Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan hasil penelitian untuk menentukan tingkat kerawanan longsor di suatu wilayah dapat dilakukan dengan metode *Fuzzy Mamdani*. Parameter yang mempengaruhi tingkat kerawanan longsor dengan studi kasus di Kabupaten Cianjur adalah parameter curah hujan, kemiringan lereng, ketinggian tanah, dan jenis tanah. Masing-masing kecamatan memiliki nilai variabel yang berbeda tetapi hasil perhitungan dengan menggunakan *Fuzzy Inference System* menunjukkan bahwa 10 kecamatan di kabupaten cianjur termasuk kategori rawan longsor.

## Daftar Pustaka

- [1] N. Febriany, A. Fitriani, and R. Marwati, “APLIKASI METODE FUZZY MAMDANI DALAM PENENTUAN STATUS GIZI DAN KEBUTUHAN KALORI HARIAN BALITA MENGGUNAKAN SOFTWARE MATLAB,” 2017.
- [2] F. McNeil, *Fuzzy Logic a Pratical Approach*. AP Professional, 1994.
- [3] Caraka. A, H. Haryanto, D. Kusumaningrum, and S. Astuti, “Logika Fuzzy Menggunakan Metode Tsukamoto Untuk Prediksi Perilaku Konsumen Di Toko Bangunan,” *Jurnal Techno.Com*, vol. 14, no. 4, pp. 255–265, 2015.
- [4] K. Tama, M. Abdurohman, and R. Yasirandi, “Implemantasi Fuzzy Logic pada Penjadwalan Pengairan Irigasi (Studi Kaus : BPSDA Serayu Citanduy),” *Journal of Computer Science and Informatics Engineering (J-Cosine)*, vol. 4, no. 2, pp. 161–167, 2020.
- [5] R. Adrial, “Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Stadium Penyakit Kanker Panyudara Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Android,” *Jurnal Kesehatan Komunitas*, vol. 3, no. 3, pp. 117–122, 2017.
- [6] A. Abza, “Identifikasi Tingkat Kepuasan Pelayanan Konsumen Industri Televisi Berlangganan Dengan Logika Fuzzy Metode Tsukamoto,” *Jurnal Intra Tech*, vol. 2, no. 1, pp. 16–30, 2018.
- [7] K. Dwikorta, *Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada, 2005.
- [8] W. Saputra, *Analisis Fuzzy logic Mamdani: Tingkat Kerawanan Longsor di Kawasan Pujon (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim)*. 2016.
- [9] S. Yuliantika and D. Kartika, “Implementasi Metode Fuzzy Mamdani sebagai Deteksi Awal Banjir Lokal di Bendung Gerak Serayu,” *SQUARE: Journal of Mathematics and Mathematics Education*, vol. 2, no. 2, pp. 28–36, 2022.
- [10] D. Vinsensia and Y. Utami, “FUZZY Penerapan Fuzzy Inference System (FIS) Metode Mamdani dalam Pemilihan Jurusan Perguruan Tinggi (Studi Kasus: Pelita Nusantara Medan),” *Sink. J. dan Penelit. Tek. Inform*, vol. 2, no. 2, pp. 28–36, 2018.
- [11] A. Naba, *Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: ANDI, 2009.