

## DISASTER RISK REDUCTION MELALUI ANALISIS DETEKSI WILAYAH RAWAN BANJIR DI REJOSO MENGGUNAKAN METODE FUZZY SUGENO

Cahya Mar'a Saliha Sumantri<sup>1\*</sup>, Nur Amalia<sup>1</sup>, Roudlatul Hikmawati<sup>1</sup>, Safira Damayanti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Ilmu Pendidikan, Institut Teknologi dan Sains Nahdlatul Ulama Pasuruan, Indonesia

\*Email: [cahyamss17@gmail.com](mailto:cahyamss17@gmail.com)

Accepted: January 1<sup>th</sup> 2024. Approved: August 25<sup>th</sup> 2024. Published: August 31<sup>th</sup> 2024

**Abstract:** Kali Rejoso merupakan sungai terbesar di Kecamatan Rejoso (Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur), yang sering kali membawa banjir di desa-desa kecamatan Rejoso di saat musim penghujan, sehingga perlu dikelola secara menyeluruh sejak sebelum, pada saat dan setelah melanda di kecamatan Rejoso. Penanggulangan bencana perlu dilaksanakan secara terencana, terpadu, terkoordinasi dan menyeluruh dalam rangka memberikan perlindungan kepada masyarakat dan ancaman, risiko dan dampak bencana. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen yang bertujuan membangun sistem penunjang keputusan dalam menentukan desa terdampak banjir paling besar di wilayah Kecamatan Rejoso. Salah satu upaya mencegah dan mengurangi dampak dari bencana banjir adalah dengan menyediakan informasi daerah rawan banjir yang dikemas dalam bentuk peta digital. Dalam rangka mengetahui wilayah di Kecamatan Rejoso, Kabupaten Pasuruan yang termasuk dalam desa yang terdampak banjir, dilakukan penelitian menggunakan metode matematis *Fuzzy Sugeno* dengan hasil akhir sistem pendukung pengambilan keputusan untuk dapat menentukan wilayah atau desa-desa di Kecamatan Rejoso yang terdampak banjir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Sugeno* memberikan keputusan akhir yaitu desa Kedungbako sebagai desa yg ditentukan aman dari banjir dan desa Manikrejo ditentukan sebagai desa yang terkena dampak banjir.

**Keywords:** *disaster risk, ancaman banjir, fuzzy sugeno*

### PENDAHULUAN

Kali Rejoso merupakan sungai terbesar di Kecamatan Rejoso (Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur), yang sering kali membawa banjir di desa-desa kecamatan Rejoso di saat musim penghujan, sehingga perlu dikelola secara menyeluruh sejak sebelum, pada saat dan setelah melanda di kecamatan Rejoso. Penanggulangan bencana perlu dilaksanakan secara terencana, terpadu, terkoordinasi dan menyeluruh dalam rangka memberikan perlindungan kepada masyarakat dan ancaman, risiko dan dampak bencana [1].

Kawasan rawan bencana banjir di Kabupaten Pasuruan ditetapkan sebanyak 10 kecamatan, salah satunya DAS Rejoso [2]. DAS Rejoso meliputi 5 kecamatan, yaitu Kecamatan Rejoso, Grati, Winongan, Gondang Wetan dan Kecamatan Lekok. Hampir setiap tahun pada musim penghujan, sungai Rejoso meluap dan mengakibatkan banjir berskala menengah maupun besar yang merendam rumah-rumah warga. Pada tahun 2017 terjadi banjir bandang yang mengakibatkan 2 kecamatan tergenang air yaitu kecamatan Rejoso dan Kecamatan Grati dengan ketinggian air rata-rata mencapai 50 cm sampai satu meter. Desa yang terendam yakni Desa Patuguran, Toyaning, Arjosari, dan Desa Kedawung. Selama tujuh hari banjir sempat surut kemudian kembali menerjang, sehingga aktivitas warga dan masa pemulihan pasca banjir terhenti.

Selain merendam pemukiman, banjir di Kecamatan Rejoso juga merendam jalan raya Rejoso Pasuruan. Akibatnya arus lalu lintas pantura menuju Surabaya maupun Probolinggo macet. Kemacetan terjadi hingga lebih 2 Km. Jalur pantura di Desa

Arjosari terendam air setinggi 30-40 cm sejauh kurang lebih 1,5Km. “kami imbau kendaraan roda empat masuk ke tol agar tidak terjebak macet” kata Pengawas Angkutan Jalan dan Terminal UPT P3 LLAJ Probolinggo Dishub Jatim, Yulianto saat dikonfirmasi, Minggu (12/2/2023).

Faktor penyebab terjadinya banjir di DAS Rejoso (Dinas Pengairan Provinsi Jawa Timur, 2016) di antara pendangkalan pada muara (terbentuknya pulau sedimen yang menyumbat muara) dan ruas sungai di sekitar muara sampai dengan jembatan jalan nasional. Penyebabnya yaitu kapasitas anak sungai dan drainase di Kecamatan Rejoso maupun Kecamatan Grati yang kurang mampu mengalirkan aliran banjir beserta genangan airnya.

Penyebab lainnya yaitu kapasitas anak sungai dan drainase di Kecamatan Rejoso maupun Kecamatan Grati yang kurang mampu mengalirkan aliran banjir beserta genangan airnya. Upaya jangka menengah berupa usulan pembersihan gorong-gorong, jembatan, sungai serta pemasangan sandbag ke Pemerintah Provinsi Jawa Timur untuk penanganan sesuai dengan kewenangan serta tinjauan lapangan oleh deputi BNPB. Upaya jangka panjang dengan penanganan permanen

Pasca banjir seperti normalisasi, optimalisasi, serta usulan kepada Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat ([pasuruankab.go.id](http://pasuruankab.go.id)). Belum terdapatnya jalur evakuasi di Kecamatan Rejoso juga menjadi suatu hal yang perlu dipertimbangkan, hal tersebut dikarenakan sudah terdapatnya titik evakuasi sementara. Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pembuatan jalur evakuasi yaitu keberadaan jembatan, kondisi jalan, panjang

jalan, kemiringan lereng [3]. Serta ada beberapa jurnal sebagai bahan pendukung untuk meneliti banjir di Kecamatan Rejoso yang berisi Berdasarkan hasil analisis risiko bencana, tingkat risiko bencana banjir DAS Rejoso di Kecamatan Rejoso Kabupaten Pasuruan memiliki klasifikasi yang beragam, yakni terdiri dari klasifikasi tinggi, sedang, dan klasifikasi rendah.

Desa Arjosari memiliki tingkat risiko rendah dan sedang dengan luas masing-masing tingkat risiko yaitu 61,88 Ha dan 36,11 Ha. Desa Jarangan memiliki tingkat risiko rendah dan sedang dengan masing-masing seluas 112,78 Ha dan 68,20 Ha. Desa Kemantenrejo tidak berisiko terhadap bencana banjir hanya saja, Desa Kemantenrejo rawan terhadap bencana banjir. Desa Ketegan dengan tingkat risiko tinggi seluas 57,81 Ha. Desa Pandanrejo dengan tingkat risiko tinggi dengan luas 2,94 Ha. Desa Patuguran dengan tingkat risiko tinggi seluas 54,93 Ha. Desa Rejoso Lor dengan tingkat risiko rendah, sedang dan tinggi yang masing-masing memiliki luas 38,24 Ha, 54,88 Ha dan 46,14 Ha. Desa Sambirejo dengan tingkat risiko sedang dan tinggi, masing-masing seluas 118,80 Ha dan 72,40 Ha. Desa Toyaning dengan tingkat risiko sedang dan tinggi, masing-masing seluas 110,83 Ha dan 72,40 Ha.

Berdasarkan hasil analisa penentuan titik evakuasi, diperoleh 36 titik evakuasi yang tersebar di desa yang terdelineasi risiko bencana banjir akibat luapan DAS Rejoso. Pada Desa Jarangan, Patuguran serta Desa Sambirejo jumlah titik evakuasi yang direncanakan belum dapat menampung seluruh masyarakat dalam desa untuk ditempati sebagai tempat evakuasi sementara, oleh karena itu masyarakat di 3 Desa tersebut juga dapat di evakuasi keluar desa. Perencanaan jalur evakuasi dengan *network analysis* menggunakan jalur terpendek, sehingga masyarakat yang terkena tingkat risiko tinggi dan sedang dapat mengevakuasi secara cepat, dengan memprioritaskan ibu hamil, wanita, lansia serta anak-anak. Perencanaan titik evakuasi dan jalur evakuasi difokuskan pada penyelamatan melalui jalur darat. Oleh karena itu, penelitian analisis deteksi wilayah rawan banjir di Kecamatan Rejoso Kabupaten Pasuruan diperlukan, untuk membantu mencari jalan keluar permasalahan di beberapa titik wilayah rawan banjir, sehingga ke depannya bisa menanggulangi atau mengurangi potensi banjir, memaksimalkan normalisasi sungai dan jalur evakuasi masyarakat.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Penelitian eksperimen ini bertujuan membangun sistem penunjang keputusan dalam menentukan desa terdampak banjir paling besar di wilayah Kecamatan Rejoso, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur.

### 1. Analisis Kebutuhan

Tahap awal dalam pengembangan adalah analisis guna mengidentifikasi permasalahan-permasalahan yang timbul dalam proses

penetapan urutan desa-desa yang paling terdampak banjir di Kecamatan Rejoso. Untuk mengidentifikasi permasalahan tersebut diperlukan data untuk penetapan urutan desa-desa terdampak banjir. Data yang dibutuhkan adalah

a. Parameter penentu urutan desa-desa terdampak banjir

Pada metode *fuzzy sugeno* diperlukan parameter sebagai unsur penentu urutan desa terdampak banjir. Selain curah hujan, terdapat beberapa parameter penentu desa terdampak banjir, yaitu:

1) Tanah Pertanian dengan Irigasi Sederhana

Tanah pertanian yang menggunakan sistem irigasi sederhana biasanya diusahakan secara mandiri oleh suatu kelompok petani pemakai air, sehingga kelengkapan maupun kemampuan dalam mengukur dan mengatur masih sangat terbatas. Salah satu kelemahannya yaitu, pemborosan air karena banyak air yang terbuang dan air yang terbuang tersebut tidak selalu mencapai lahan di sebelah. Selain itu, bangunan penyadap bersifat sementara, sehingga tidak mampu bertahan lama.

2) Pembangunan tempat tinggal (luas bangunan)

Pembangunan tempat tinggal yang dilakukan secara besar-besaran dapat menghilangkan daratan kosong tempat resapan air hujan, yang secara tidak langsung menyebabkan banjir. Hal ini berakibat wilayah yang seharusnya berfungsi sebagai hidro-orologis, yaitu wilayah yang mempunyai kemampuan untuk menahan dan menyerap air ke dalam tanah, menjadi berkurang bahkan menghilang.

3) Tanah Kering Pertanian

Kondisi tanah atau daratan yang ditumbuhi oleh tanaman biasanya akan menyerap air hujan. Namun, apabila daratan tersebut tertutup oleh semen, paving, aspal, dll. tentu saja tidak dapat menyerap air hujan sama sekali. Begitu pun juga dengan kondisi tanah pada lahan pertanian yang kurang mampu menyerap air dan unsur hara, maka tanahnya menjadi gersang, keras, dan juga tidak mampu memberikan hasil yang terbaik pada tanaman yang tumbuh di tanah tersebut.

b. Data desa di Kecamatan Rejoso yang merupakan daftar desa yang terdampak banjir.

## 2. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini pertama kali dilakukan dengan melakukan pengamatan (observasi) untuk mempelajari klasifikasi data luas tanah pertanian yang menggunakan irigasi sederhana, luas bangunan tempat tinggal masyarakat, dan luas tanah kering pertanian

setiap desa. Hasil pengamatan kemudian diolah menjadi data-data penelitian. Data-data yang sudah diolah merupakan data input. Selanjutnya data-data input diproses dengan menggunakan metode *fuzzy sugeno*.

### 3. Data sampel

Populasi data yang akan digunakan dalam penelitian adalah data monografi Kecamatan Rejoso meliputi kepadatan penduduk, drainase aliran sungai, ketinggian wilayah dan curah hujan. Data tersebut akan dijadikan parameter untuk menentukan daerah rentan banjir pada Kecamatan Rejoso.

Selain itu, untuk membangun sistem pendukung keputusan dalam menentukan desa terdampak banjir dengan *fuzzy sugeno* diperlukan data-data, yaitu : luas tanah perhatian yang menggunakan irigasi sederhana, luas bangunan tempat tinggal dan luas tanah kering pertanian. Data-data tersebut diperoleh melalui berkas/arsip milik per kecamatan yang tersimpan di website BPS Kabupaten Pasuruan untuk Kecamatan Rejoso. Berikut ini merupakan sampel data desa di Kecamatan Rejoso [4].

**Tabel 1.** Sampel Data Desa Kecamatan Rejoso

| Nama Desa      | Luas Tanah Pertanian Dengan Irigasi Sederhana (Ha) | Luas Bangunan Tempat Tinggal (Ha) | Luas Tanah Kering Pertanian (Ha) |
|----------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Sadengrejo     | 0                                                  | 90.65                             | 21.64                            |
| Pandanrejo     | 0                                                  | 108.54                            | 47.40                            |
| Ketegan        | 0                                                  | 119.80                            | 3.10                             |
| Toyaning       | 0                                                  | 81.74                             | 35.86                            |
| Arjosari       | 0.34                                               | 41.51                             | 0                                |
| Kemantren Rejo | 0                                                  | 29.02                             | 29.37                            |
| Segoropuro     | 12.34                                              | 45.69                             | 26.82                            |
| Patuguran      | 36.20                                              | 69.33                             | 33.74                            |
| Rejoso Lor     | 88.45                                              | 19.44                             | 58.36                            |
| Kawisrejo      | 0                                                  | 96.70                             | 9.59                             |
| Rejoso Kidul   | 0                                                  | 83.44                             | 27.29                            |
| Kedungbako     | 0                                                  | 9.40                              | 0                                |
| Manikrejo      | 4.31                                               | 131.83                            | 0                                |
| Karang Pandan  | 4.30                                               | 100.92                            | 13.50                            |
| Sambirejo      | 11.68                                              | 26.90                             | 0                                |
| Jarangan       | 28.00                                              | 35.36                             | 12.74                            |

Sumber: BPS Kabupaten Pasuruan

### 4. Variabel Penelitian

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data dalam penelitian ini berdasarkan dokumen yang ada di kantor Kecamatan Rejoso. Studi pustaka dengan mempelajari, meneliti dan membaca buku, jurnal, artikel, data BMKG Pasuruan, tesis yang berhubungan dengan metodologi penelitian. Hal ini bertujuan mengetahui daerah-daerah yang sering terjadi banjir yang dilakukan dengan mengkaji berbagai

kasus yang berkaitan dengan bencana banjir di Kecamatan Rejoso. Variabel yang digunakan untuk membangun sistem pendukung keputusan dalam menentukan desa terdampak banjir dengan *fuzzy sugeno* adalah luas tanah sawah irigasi sederhana, luas bangunan tempat tinggal, dan luas tanah kering pertanian.

Berikut ini merupakan variabel yang digunakan pada penelitian ini :

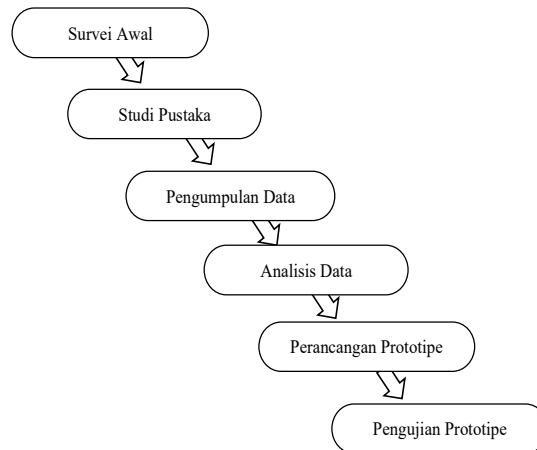
**Tabel 2.** Variabel Penelitian

| Variabel                               | Himpunan Fuzzy | Domain | Himpunan Semesta |
|----------------------------------------|----------------|--------|------------------|
| Luas tanah pertanian irigasi sederhana | Sempit         | 0-20   | 0.59             |
|                                        | Sedang         | 20-40  |                  |
|                                        | Lapang         | 40-59  |                  |
| Luas bangunan tempat tinggal           | Sempit         | 0-44   | 0.132            |
|                                        | Sedang         | 44-89  |                  |
|                                        | Lapang         | 89-32  |                  |
| Luas tanah kering pertanian            | Sempit         | 0-20   | 0.59             |
|                                        | Sedang         | 20-40  |                  |
|                                        | Lapang         | 40-59  |                  |

### 5. Teknik Analisis Data

Dalam merancang sistem pendukung keputusan dalam menentukan daerah terdampak banjir dengan menggunakan *fuzzy sugeno*. Hasil

pengolahan data tersebut akan mendapatkan himpunan input *fuzzy* dan output daerah rentan banjir. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



**Gambar 1.** Langkah-langkah penelitian

a. Data Penelitian

Wilayah Kabupaten Pasuruan dengan luas 1.474.015 km<sup>2</sup> terletak antara 112°33'55" hingga 113°05'37" Bujur Timur dan antara 7°32'34" hingga 7°57'20" Lintang Selatan. Sebelah Utara dibatasi oleh Kota Pasuruan, Selat Madura dan Kabupaten Sidoarjo, sebelah Selatan dibatasi oleh Kabupaten Malang, sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Mojokerto dan Kota Batu, serta sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Probolinggo.

Kelerengan 0 - 2% : seluruh Kecamatan Bangil, Rembang, Kraton, Pohjentrek, Gondangwetan, Rejoso dan Lekok, sebagian Kecamatan Pasrepan, Kejayan, Wonorejo, Winongan, Grati dan Nguling. Di wilayah Kabupaten Pasuruan mengalir enam sungai yang besar yang bermuara di Selat Madura yaitu: (1) Sungai Lawean bermuara di Desa Penunggul, Kecamatan Nguling, (2) Sungai Rejoso bermuara di wilayah Kecamatan Rejoso, (3) Sungai Gembong bermuara di wilayah Kota Pasuruan, (4) Sungai Welang bermuara di Desa Pulakerto, Kecamatan Kraton, (5) Sungai Masangan bermuara di Desa Raci, Kecamatan Bangil, (6) Sungai Kedunglarangan bermuara di Desa Kalianyar, Kecamatan Bangil.

Kecamatan Rejoso di Kabupaten Pasuruan terletak di antara, Kecamatan Lekok, Kecamatan Grati, dan Kota Pasuruan, terbentang pada 7,30' - 8,30' Lintang Selatan dan 112°30' - 113°30' Bujur Timur. Wilayahnya merupakan dataran rendah hingga dataran tinggi dengan ketinggian mulai 0 mdpl hingga 100 mdpl. Secara Umum, wilayah Kecamatan Rejoso Kabupaten Pasuruan memiliki 16 Desa, yang terbagi habis menjadi Dusun, 74 Rukun Warga (RW) dan sebanyak 275 Rukun Tetangga (RT) dengan luas wilayah sebesar 35.51 km.

1) Fungsi keanggotaan

Fungsi keanggotaan merupakan suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai dengan 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi

a) Variabel Luas Tanah pertanian irigasi (LI)

Himpunan universal untuk variabel LI adalah: [0, 59]. Besarnya LI dibedakan menjadi 3, yaitu:

- Sempit ( $x \leq 0$ )
- Sedang ( $0 < x < 40$ )
- Lapang ( $x > 40$ )

Adapun fungsi keanggotaan himpunan samar besarnya LI adalah sebagai berikut.

$\mu_{LI} \text{ sempit } (x)$

$$= \begin{cases} 1 & ; \text{jika } x \leq 0 \\ \frac{20 - x}{20 - 0} & ; \text{jika } 0 \leq x \leq 20 \\ 0 & ; \text{jika } x \geq 20 \end{cases}$$

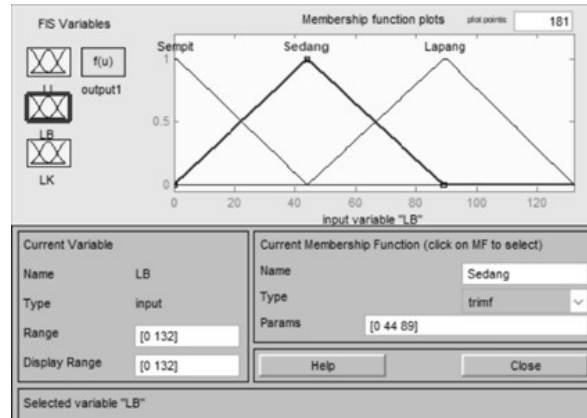
$\mu_{LI} \text{ sedang } (x)$

$$= \begin{cases} 0 & ; \text{jika } x \leq 0; x \geq 40 \\ \frac{x - 0}{20 - 0} & ; \text{jika } 0 \leq x \leq 20 \\ \frac{40 - x}{40 - 20} & ; \text{jika } 20 \leq x \leq 40 \end{cases}$$

$\mu_{LI} \text{ lapang } (x)$

$$= \begin{cases} 0 & ; \text{jika } x \leq 20 \\ \frac{x - 20}{40 - 20} & ; \text{jika } 20 \leq x \leq 40 \\ 1 & ; \text{jika } x \geq 40 \end{cases}$$

Jika digambarkan dengan aplikasi matlab, dapat dilakukan dengan program *fuzzy inference system* (FIS), sebagai berikut:



Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Luas Tanah Pertanian

b) Variabel luas bangun tempat tinggal (LB)  
Himpunan universal untuk variabel LB adalah:  
[0, 132]. Besarnya LB dibedakan menjadi 3, yaitu:

- Sempit ( $x \leq 0$ )
- Sedang ( $0 < x \leq 89$ )
- Lapang ( $x > 89$ )

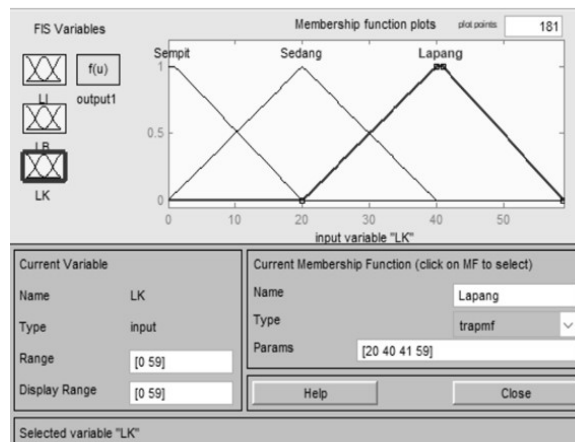
Adapun fungsi keanggotaan himpunan samar besarnya LB adalah sebagai berikut.

$$\mu_{LB}^{sempit}(x) = \begin{cases} 1 & ; \text{jika } x \leq 0 \\ \frac{44-x}{44-0} & ; \text{jika } 0 \leq x \leq 44 \\ 0 & ; \text{jika } x \geq 44 \end{cases}$$

$$\mu_{LB}^{sedang}(x) = \begin{cases} 0 & ; \text{jika } x \leq 0; x \geq 89 \\ \frac{x-0}{44-0} & ; \text{jika } 0 \leq x \leq 44 \\ \frac{89-x}{89-44} & ; \text{jika } 44 \leq x \leq 89 \end{cases}$$

$$\mu_{LB}^{lapang}(x) = \begin{cases} 0 & ; \text{jika } x \leq 44 \\ \frac{x-44}{89-44} & ; \text{jika } 44 \leq x \leq 89 \\ 1 & ; \text{jika } x \geq 89 \end{cases}$$

Digambarkan dengan aplikasi matlab, dapat dilakukan dengan program *fuzzy inference system* (FIS) sebagai berikut



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Luas Bangunan Tempat Tinggal

c) Variabel Luas tanah kering pertanian (LK)  
Himpunan universal untuk variabel LK adalah: [0, 59]. Besarnya LK dibedakan menjadi 3, yaitu:

- Sempit ( $x \leq 0$ )
- Sedang ( $0 < x \leq 40$ )
- Lapang ( $x > 40$ )

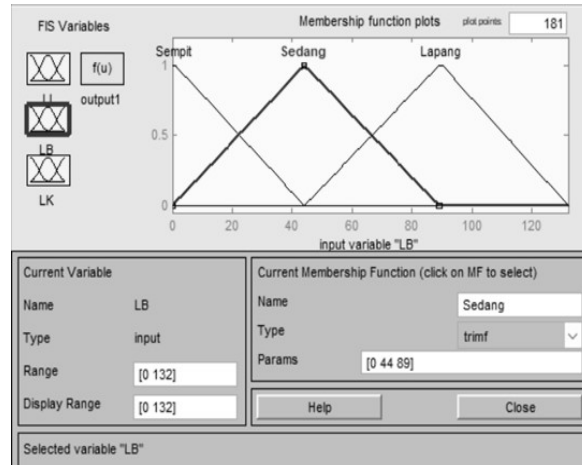
Adapun fungsi keanggotaan himpunan samar besarnya LK adalah sebagai berikut.

$$\mu_{LK}^{sempit}(x) = \begin{cases} 1 & ; \text{jika } x \leq 0 \\ \frac{20-x}{20-0} & ; \text{jika } 0 \leq x \leq 20 \\ 0 & ; \text{jika } x \geq 20 \end{cases}$$

$$\mu_{LK}^{sedang}(x) = \begin{cases} 0 & ; \text{jika } x \leq 0; x \geq 40 \\ \frac{x-0}{20-0} & ; \text{jika } 0 \leq x \leq 20 \\ \frac{40-x}{40-20} & ; \text{jika } 20 \leq x \leq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{LK}^{lapang}(x) = \begin{cases} 0 & ; \text{jika } x \leq 20 \\ \frac{x-20}{40-20} & ; \text{jika } 20 \leq x \leq 40 \\ 1 & ; \text{jika } x \geq 40 \end{cases}$$

Jika digambarkan dengan aplikasi matlab, dapat dilakukan dengan program *fuzzy inference system* (FIS) sebagai berikut:



Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Luas Tanah Kering Pertanian

1) Menentukan *Rule*

Setelah proses pembuatan fungsi keanggotaan, dilakukan pembuatan *rule* menggunakan *rule base system*.

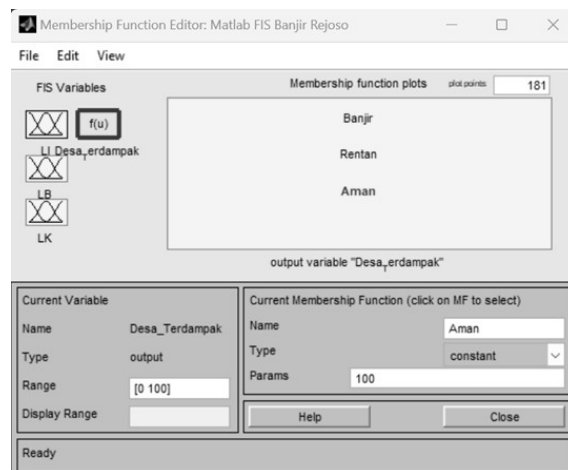
Tabel 3. Rule

| If  | LI     | LB     | LK     | Fuzzy Output |
|-----|--------|--------|--------|--------------|
| R1  | Sempit | Sempit | Sempit | Aman         |
| R2  | Sedang | Sempit | Sempit | Aman         |
| R3  | Lapang | Sempit | Sempit | Rentan       |
| R4  | Sempit | Sedang | Sempit | Aman         |
| R5  | Sedang | Sedang | Sempit | Rentan       |
| R6  | Lapang | Sedang | Sempit | Rentan       |
| R7  | Sempit | Lapang | Sempit | Rentan       |
| R8  | Sedang | Lapang | Sempit | Rentan       |
| R9  | Lapang | Lapang | Sempit | Banjir       |
| R10 | Sempit | Sempit | Sedang | Aman         |
| R11 | Sempit | Sedang | Sedang | Rentan       |
| R12 | Sempit | Lapang | Sedang | Rentan       |
| R13 | Sedang | Sedang | Sedang | Rentan       |
| R14 | Lapang | Sedang | Sedang | Banjir       |
| R15 | Sedang | Lapang | Sedang | Banjir       |
| R16 | Lapang | Lapang | Sedang | Banjir       |
| R17 | Sempit | Sempit | Lapang | Rentan       |
| R18 | Sempit | Sedang | Lapang | Rentan       |
| R19 | Sempit | Lapang | Lapang | Banjir       |
| R20 | Sedang | Sempit | Lapang | Rentan       |
| R21 | Lapang | Sempit | Lapang | Banjir       |
| R22 | Sedang | Sedang | Lapang | Banjir       |
| R23 | Lapang | Sedang | Lapang | Banjir       |
| R24 | Sempit | Lapang | Lapang | Banjir       |
| R25 | Sedang | Lapang | Lapang | Banjir       |
| R26 | Lapang | Lapang | Lapang | Banjir       |

1) Menentukan *Fuzzy Output*

Pada tahap selanjutnya, menentukan output *fuzzy*, menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Hanafi [4], diagram output *fuzzy* tipe Sugeno nilainya

ditentukan dari range 0 sampai dengan 100. Hasil output yang berdasarkan dari tiga variabel (LI, LB, dan LK) ini dapat ditunjukkan pada *fuzzy inference system* pada matlab, seperti berikut:



Gambar 5. *Output fuzzy* hasil pengambilan keputusan.

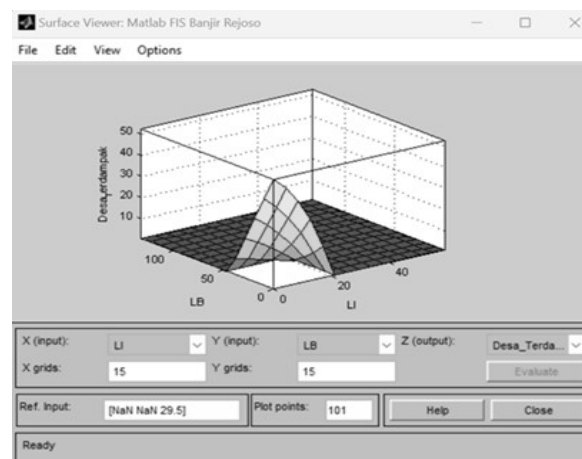
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem pendukung keputusan ini menggunakan sistem *fuzzy* tipe sugeno yang sudah tersedia pada FIS (*fuzzy inference system*) di Matlab. Hasil yang telah diperoleh dari pengolahan data luas tanah pertanian irigasi sederhana, luas bangunan tempat tinggal, dan luas tanah kering pertanian berupa

diagram *surface*, diagram *rule*. Berikut penjabarannya.

### 1. Halaman diagram *surface*

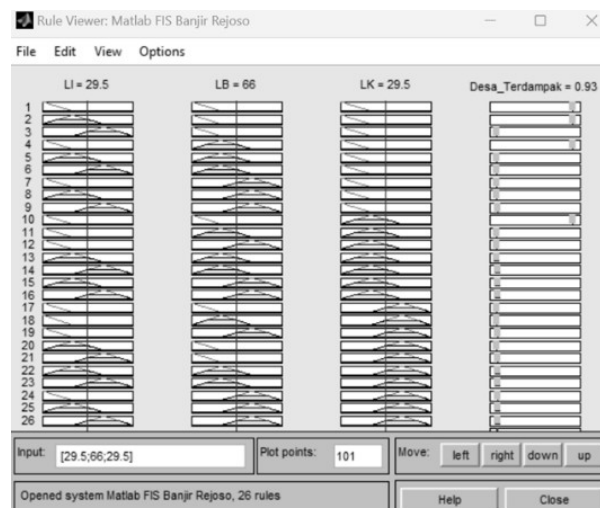
Dari rule-rule yang telah disusun, maka dapat dilihat output yang menghasilkan keputusan dengan gambar dalam bentuk grafik *surface* di bawah ini.



Gambar 6. Diagram *surface* pengambilan keputusan

### 2. Halaman diagram *rule* pada FIS

Rule yang telah disusun menghasilkan keputusan atau rekomendasi dari masing-masing variabel, berikut gambarnya.



Gambar 7. Diagram *rule* pada pengambilan keputusan.

### 3. Pengambilan keputusan desa terdampak banjir

Setelah semua variabel input diolah dalam FIS dan variabel output diolah, selanjutnya diambil keputusan atau rekomendasi berdasarkan rules di atas. Hasil berikut merupakan keputusan Dimana urutan dimulai dari rekomendasi desa

yang paling aman dari banjir hingga desa yang terdampak banjir. Pada posisi pertama, desa yang direkomendasikan aman dari terdampak banjir adalah desa Kedungbako. Posisi kedua, ditempati oleh desa Arjosari, dan posisi ketiga, ditempati oleh desa Sambirejo. Untuk desa-desa lainnya dapat dilihat kembali pada Tabel 4 berikut.

**Tabel 4.** Hasil Pengambilan Keputusan Terdampak Banjir

| Nama Desa      | Luas Tanah Pertanian dengan Irigasi Sederhana (Ha) | Luas Bangunan Tempat Tinggal (Ha) | Luas Tanah Kering Pertanian (Ha) | Nilai | Urutan |
|----------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------|--------|
| Sadengrejo     | 0                                                  | 90.65                             | 21.64                            | 0.576 | 12     |
| Pandanrejo     | 0                                                  | 108.54                            | 47.40                            | 1     | 6      |
| Ketegan        | 0                                                  | 119.80                            | 3.10                             | 0.5   | 15     |
| Toyaning       | 0                                                  | 81.74                             | 35.86                            | 0.899 | 8      |
| Arjosari       | 0.34                                               | 41.51                             | 0                                | 98.4  | 2      |
| Kemantren Rejo | 0                                                  | 29.02                             | 29.37                            | 18.8  | 4      |
| Segoropuro     | 12.34                                              | 45.69                             | 26.82                            | 0.615 | 10     |
| Patuguran      | 36.20                                              | 69.33                             | 33.74                            | 0.987 | 7      |
| Rejoso Lor     | 88.45                                              | 19.44                             | 58.36                            | 0.5   | 14     |
| Kawisrejo      | 0                                                  | 96.70                             | 9.59                             | 0.5   | 13     |
| Rejoso Kidul   | 0                                                  | 83.44                             | 27.29                            | 0.742 | 9      |
| Kedungbako     | 0                                                  | 9.40                              | 0                                | 100   | 1      |
| Manikrejo      | 4.31                                               | 131.83                            | 0                                | 0.5   | 16     |
| Karang Pandan  | 4.30                                               | 100.92                            | 13.50                            | 0.569 | 11     |
| Sambirejo      | 11.68                                              | 26.90                             | 0                                | 65.5  | 3      |
| Jarangan       | 28.00                                              | 35.36                             | 12.74                            | 5.73  | 5      |

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian di atas, diperoleh kesimpulan bahwa Logika fuzzy tipe sugeno dapat dipergunakan untuk pendukung keputusan dalam menentukan desa-desa mana saja yang terdampak banjir atau desa mana yang aman dari banjir. Hal tersebut dapat terjadi, dengan menggunakan bantuan variabel atau kriteria dari penyebab banjir (selain curah hujan), yaitu diantaranya luas tanah pertanian irigasi sederhana, luas bangunan tempat tinggal, dan luas tanah kering pertanian. Berdasarkan hasil dan pembahasan, dari 16 desa di Kecamatan Rejoso, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur diperoleh urutan desa dimulai dari desa yang diputuskan aman dari banjir hingga desa yang diputuskan terkena dampak banjir. Urutan pertama dengan keputusan sebagai desa yang diprediksi aman dari banjir yaitu desa Kedungbako dan desa yang diputuskan sebagai desa yang diprediksi terkena dampak banjir yaitu desa Manikrejo.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana.
- [2] Admin. 2020. Hampir setahun, 35 Bencana terjadi di Kabupaten Pasuruan. Diakses dari URL: <https://www.pasururankab.go.id/>
- [3] Wibawa, S. A. (2019). *Penentuan Tingkat Resiko Daerah Rawan Banjir Di Lamongan Sebagai Sistem Kesiapsiagaan, Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah

- Gresik). Untuk Pemetaan Daerah Rawan Banjir Di Kabupaten Jember. *Prosiding*.
- [4] Seksi Integrasi Pengolahan dan Diseminasi Statistik. 2020. *Kecamatan Rejoso Dalam Angka 202*. Edisi ke-4. BPS Kabupaten Pasuruan.
- [5] Alexsandrana, S. H. S., & Midyanti, D. M. Prakiraan Daerah Potensi Rawan Banjir Dengan Menggunakan Logika Fuzzy Tsukamoto Berbasis Website (Studi Kasus Kota Pontianak). *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 7(02).
- [6] Harisuseno, D., & Dermawan, V. (2014). *Studi Pengendalian Banjir Kali Wrti Kabupaten Pasuruan. Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 5(1), 9-18.
- [7] Ifadah, C., Ratnasari, C. D., & Novitasari, D. C. R. (2022). Clustering Daerah Banjir Di Jawa Timur Dengan Algoritma Fuzzy C-Means.
- [8] Nugraha, AL (2017). *Peningkatan Akurasi dan Presisi Analisa Spasial Pemodelan Banjir Kota Semarang Menggunakan Kombinasi Sistem Informasi Geografis Dan Metode Logika Fuzzy*. Teknik, 39 (1), 16-24.
- [9] Nurafni, S. (2020). Sistem Informasi Geografi Daerah Potensi Kekeringan Menggunakan Fuzzy Inferensi Sistem. *INFORMASI (Jurnal Informatika dan Sistem Informasi)*, 12(1), 25-37.
- [10] Sahabat, F., Rachmawati, T. A., & Usman, F. (2019). *Perencanaan Titik Evakuasi Dan Jalur Evakuasi Das Rejoso Kecamatan Rejoso*

- Kabupaten Pasuruan. *Planning for Urban Region and Environment Journal (PURE)*, 8(4), 99-106.
- [11] Setiawan, A. E., & Afdhalluddin, A. (2019). *Analisa Metode Fuzzy Mamdani Dan Sugeno Untuk Deteksi Daerah Rentan Banjir: Studi Kasus Kecamatan Pringsewu. Aisyah Journal Of Informatics and Electrical Engineering(AJIEE)*, 1(1), 72-80
- [12] Wintyasawan, G.R, Sumiadi, dan Soetomo. W. 2022. *Analisis Neraca Air (Water Balance) Pada Derah Aliran Sungai (DAS) Rejos Kabupaten Pauruan*. Universitas Brawijaya.
- [13] Hanafi Ichsan, Moch. H., Yudaningtyas, E., & Muslim, M. A. (2012). Solusi Optimal Pencarian Jalur Tercepat Dengan Algoritma Hybrid Fuzzy-Dijkstra. *EECCIS*, 6(2).
- [14] Cahyaningrum, P.A., Moch. Farhad Z., & Adam Jamal. (2023). Analisis Pengambilan Keputusan Pembangunan Sistem Drainase untuk Mengatasi Banjir di Kota Surabaya. *JMA: Jurnal Media Akademik*, 2 (5).
- [15] Nugroho, D. R., Harliana, & Abd Charis fauzan. (2023). Penerapan Algoritma Fuzzy Sugeno dalam Menentukan Keputusan Guru Berprestasi di SMKS Roudlotun Nasyiin. *JACIS: Journal Automation Computer Information System*, 3 (2), 127-136.
- [16] Rifai, Danang., dan Farid Fitriyadi. (2023). Penerapan Logika Fuzzy Sugeno dalam Keputusan Jumlah Produksi Berbasis Website. *Jurnal Ilmu Komputer*, 2 (2).