



dapat diakses melalui <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo>



## Pemanfaatan Logika *Fuzzy* Untuk Sistem Prediksi Banjir

Ernawatil Gani <sup>a\*</sup>, Hesky S. Kolibu <sup>a\*</sup>, Gerald H. Tamuntuan <sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Jurusan Fisika, FMIPA, Unsrat, Manado

### KATA KUNCI

logika Fuzzy  
banjir

### ABSTRAK

Iklm merupakan salah satu isu penting dunia saat ini, terjadi karena adanya proses hukum alam yang sesuai dengan keseimbangan dari tiap kondisi daerah. Dampak negatif yang sering dirasakan berkaitan dengan iklim adalah timbulnya bencana alam, seperti banjir. Penelitian untuk prediksi banjir digunakan empat variabel masukan yaitu luas penampang, tingkat kemiringan lereng DAS, intensitas curah hujan dan koefisien limpasan aliran sungai. Model logika yang digunakan untuk pengolahan masukan adalah model mamdani. Hasil menunjukkan bahwa banjir terjadi pada level III dengan kombinasi dengan kombinasi luas penampang sempit (0-40 m<sup>2</sup>), kemiringan lereng landai (0-8%), curah hujan lebat (12,6-50 mm/jam) dan koefisien limpasan tinggi (11-25). Ancaman banjir terjadi pada level II dengan kombinasi luas penampang melebar (41-60 m<sup>2</sup>), kemiringan lereng landai (0-8 %), curah hujan lebat (12,6-50 mm/jam) dan koefisien limpasan sedang (0,26-10).

### KEYWORDS

Fuzzy logic  
flood

### ABSTRACT

The climate is one important issues of the world today, because of the process of natural law in accordance with the balance of any conditions in the area. The negative impacts are often felt the climate was associated with the incidence of natural disasters, such as floods. The research for flood forecast used four input variable that is profile area, slope level of drainage basin, rainfall intensity and river flow runoff coefficient. The logical model that has been used for data processing is mamdani's model. The results showed that flood occur at level III with the combinations of narrow profile area (0-40 m<sup>2</sup>), edge slope (0-8%), heavy rainfall (12,6-50 mm/jam) and high runoff coefficient (11-25). Flood threat occur at level II with the combinations of narrow profile area (41-60 m<sup>2</sup>), edge slope (0-8%), heavy rainfall (12,6-50 mm/jam) and medium runoff coefficient (0,26-10).

### TERSEDIA ONLINE

01 Agustus 2016

### 1. Pendahuluan

Risiko bencana menurut UU No. 24 tahun 2007 adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegjatan masyarakat (Perka BNPB No. 15 Tahun 2012). Frekuensi kejadian paling besar dan banyak menimbulkan kerugian dari suatu bencana karena iklim adalah banjir. Banjir didefinisikan sebagai tergenangnya suatu tempat akibat

meluapnya air yang melebihi kapasitas pembuangan air disuatu wilayah yang dapat menimbulkan kerugian fisik, sosial dan ekonomi (PROMISE Indonesia, 2009). Beberapa cara mitigasi persoalan banjir dapat dilakukan baik dengan eksperimen, teoritik ataupun pemodelan. Pemodelan yang digunakan salah satunya adalah dengan logika *fuzzy*.

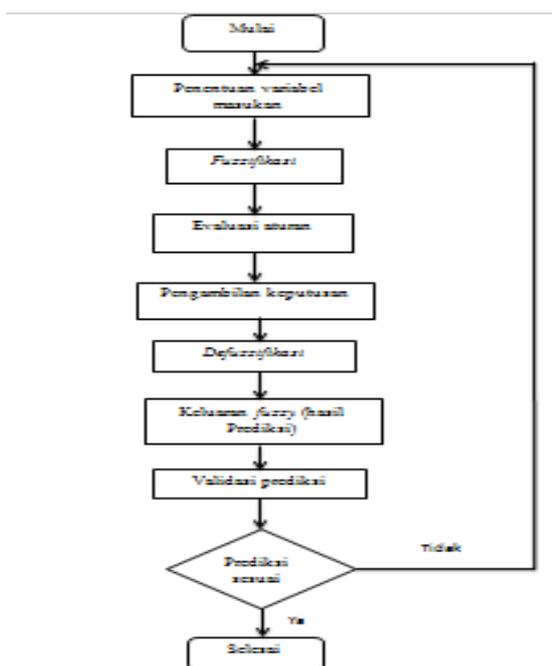
Logika *fuzzy* merupakan logika bernilai banyak yang mampu mendefinisikan nilai diantara keadaan yang konvensional seperti benar atau salah, ya atau tidak, hitam atau putih dan sebagainya. Penalaran

\*Corresponding author: Jurusan Fisika FMIPA UNSRAT, Jl. Kampus Unsrat, Manado, Indonesia 95115; Email address: ernawatilg@gmail.com

logika fuzzy menyediakan cara untuk memahami kinerja sistem dengan menilai masukan dan keluaran sistem dari hasil pengamatan. Kelebihan dari logika fuzzy adalah dalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematis yang kompleks dari objek yang akan dikendalikan. Prediksi banjir dengan pengaruh tinggi muka air merupakan metode yang sering digunakan dalam kondisi daerah yang data kuantitasnya pasti dengan satu pengaruh. Pemodelan dengan logika fuzzy menjadi alat sederhana prediksi banjir dengan data tidak pasti dan dipengaruhi dari beberapa kondisi. Prediksi datangnya banjir dalam kasus ini setidaknya dipengaruhi oleh beberapa kondisi misalnya luas penampang, kemiringan lereng daerah aliran sungai, intensitas curah hujan, debit air di sungai dan aspek fisik lainnya yang bisa mempengaruhi risiko banjir (Risma, 2014).

**2. Metode**

Penelitian ini menghimpun variabel-variabel masukan yang mempengaruhi terjadinya banjir. Masukan yang menjadi indikator terjadinya banjir dalam penelitian ini berupa luas penampang, kemiringan daerah saluran, intensitas curah hujan dan koefisien limpasan aliran. Setelah itu dianalisa serta ditentukan *membership function* dan *rule*, kemudian dibuat simulasi prediksi banjir dengan logika fuzzy. Jenis logika yang digunakan dalam penelitian ini adalah model mamdani karena lebih tepat untuk masukan yang berasal dari manusia. Pada model mamdani, logika operasi yang digunakan adalah AND dan semua aturan saling bergantung dan mempengaruhi.



**Gambar 1.** Diagram rangkaian alat pada setiap node Client maupun Server

**3. Hasil dan Pembahasan**

Variabel masukan menggunakan empat variabel pada Tabel 1 hingga Tabel 4 dengan variabel keluaran berupa prediksi banjir (Tabel 5) pada nilai antara 0-1.

**Tabel 1.** Tingkatan Luas Penampang

	Tingkatan Fuzzy	Nilai (m <sup>2</sup> )
Luas penampang	Sempit	0-40
	Sedang	41-60
	Melebar	>61

**Tabel 2.** Tingkatan Kemiringan Lereng DAS (dalam Arsyad, 2000)

	Tingkatan Fuzzy	Nilai (%)
Kemiringan lereng DAS	Landai	0-8
	Kritis	9-30
	Curam	>31

Sumber: Rahayu, et al, 2009

**Tabel 3.** Tingkatan Intensitas Curah Hujan (dalam Arsyad, 2000)

	Tingkatan Fuzzy	Nilai (mm/jam)
Intensitas Curah Hujan	Gerimis	1-6,25
	Sedang	6,26-12,5
	Lebat	12,6-50
	Sangat Lebat	>51

Sumber: Rahayu, et al, 2009

**Tabel 4.** Tingkatan Koefisien Limpasan

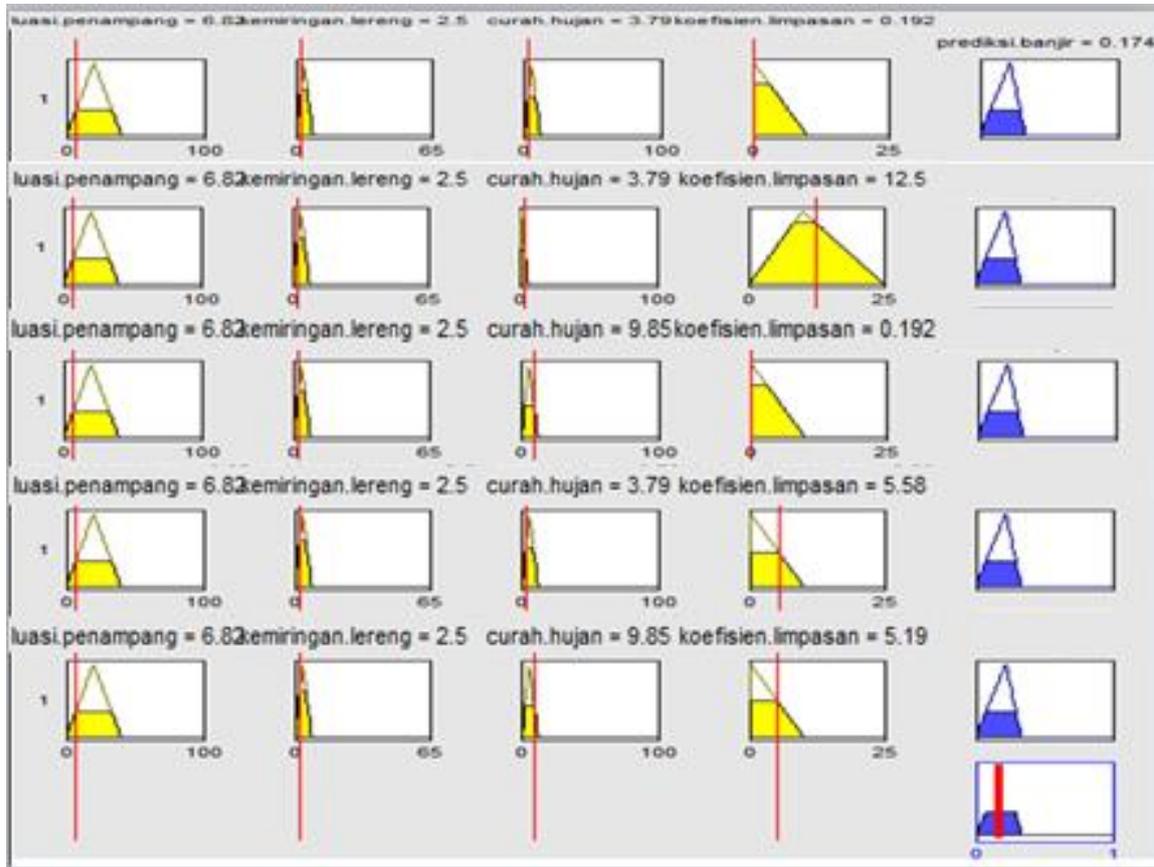
	Tingkatan Fuzzy	Nilai
Koefisien limpasan	Kecil	0-0,25
	Sedang	0,26-10
	Tinggi	>11

**Tabel 5.** Tingkatan Prediksi Banjir

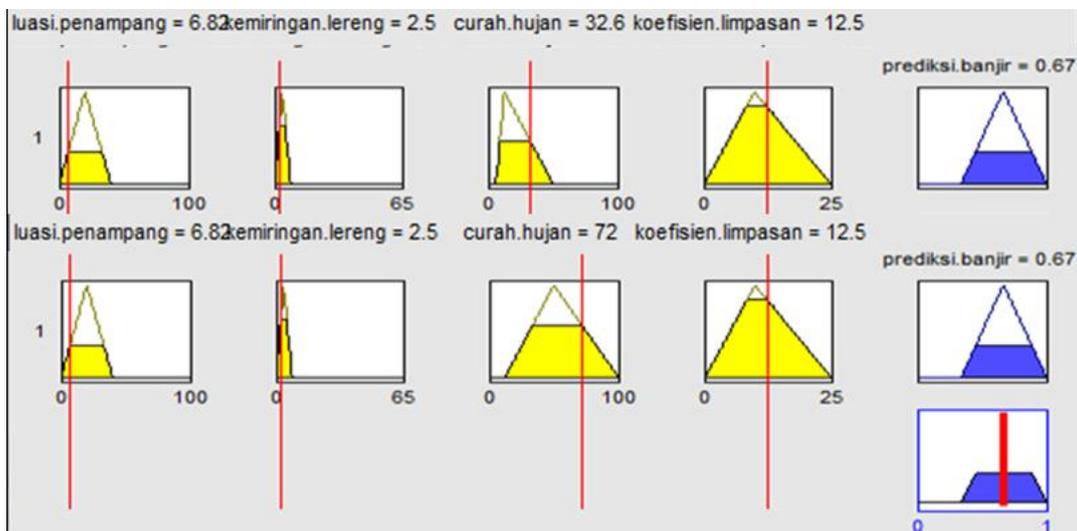
	Tingkatan Fuzzy	Nilai
Prediksi Banjir	Level I	0-0,5
	Level II	0,51-0,65
	Level III	0,66-1,0

Dari hasil penelitian yang diperoleh, bahwa semakin tinggi nilai dari intensitas curah hujan akan menimbulkan kemungkinan besar terjadi banjir namun dengan pengaruh dari indeks kerapatan, luas penampang serta kemiringan lereng DAS. Jika luas penampang semakin besar dan kemiringan semakin curam maka kemungkinannya tidak ada resiko banjir. Adapun hubungan antara tiap variabel

inputan, semakin besar kemiringan lereng suatu DAS semakin cepat laju debit pengaruh dari tingginya indeks kerapatan aliran dan akan mempercepat respon DAS terhadap curah hujan. Luas penampang DAS yang sempit cenderung menurunkan laju limpasan daripada DAS yang berbentuk melebar meski luas keseluruhan dari keduanya sama.



Gambar 2. Rule viewer level I



Gambar 3. Rule viewer level III

Curah hujan yang terus mengalami peningkatan menyebabkan prediksi banjir pada level I atau tidak ada ancaman pada kondisi 1 hingga 11, dan dari 17 hingga 25. Ancaman atau level II pada nomor kondisi 12 hingga 15 dengan nilai intensitas curah hujan yang terjadi adalah 32,1-37 mm/jam. Banjir atau level III terjadi pada intensitas curah hujan 39,4 mm/jam. Hal ini diakibatkan adanya perbedaan dari topografi sungai.

Untuk mengetahui keberhasilan dari pemodelan yang telah dibuat dengan logika fuzzy, peneliti gunakan perhitungan nilai NRMSE dari variabel prediksi sebagai berikut:

a. Prediksi rata-rata

$$P = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_{36}}{N} \dots\dots\dots(1)$$

$$P = \frac{0,5 + 0,5 + \dots + 0,5}{25} = 0,5184\%$$

b. RMSE

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

Jadi, nilai NRMSE = RMSE/P = 0,0065/0,5184 = 0,012.

Nilai ini menunjukkan nilai *error* rata-rata prediksi banjir, yang membuktikan bahwa model yang dibuat bisa digunakan untuk prediksi banjir karena nilai 0,012 mendekati nol atau *set point*. Dari kombinasi di atas, prediksi tidak ada ancaman lebih banyak terjadi.

## 5. Kesimpulan

1. Penelitian ini telah menghasilkan model prediksi banjir dengan menggunakan kontrol logika fuzzy. Hasil menunjukkan bahwa banjir terjadi pada level III dengan kombinasi luas penampang

sempit (0-40 m<sup>2</sup>), kemiringan lereng landai (0-8%), curah hujan lebat (12,6-50 mm/jam) dan koefisien limpasan tinggi (11-25). Ancaman banjir terjadi pada level II dengan kombinasi luas penampang melebar (41-60 m<sup>2</sup>), kemiringan lereng landai (0-8%), curah hujan lebat (12,6-50 mm/jam) dan koefisien limpasan sedang (0,26-10). Tidak ada ancaman terjadi dengan kombinasi luas penampang sempit (0-40 m<sup>2</sup>), kemiringan landai (0-8%), curah hujan gerimis (1-6,25 mm/jam) dan koefisien limpasan kecil (0-0,25).

2. Banjir akan terjadi pada dua kombinasi masukan yang berbeda yaitu luas penampang sempit (0-40 m<sup>2</sup>), kemiringan lereng DAS landai (0-8%), intensitas curah hujan lebat (12,6-50 mm/jam) atau sangat lebat (51-100 mm/jam), serta kerapatan limpasan aliran sungai tinggi (11-25). Dengan nilai NRMSE 0,012.

## Daftar Pustaka

- Indrabayu, N. Harun, M.S. Pallu, A. Achmad, dan F. Febriyati. 2012. Prediksi Curah Hujan dengan *Fuzzy Logic*. Prosiding Hasil Penelitian Fakultas Teknik, Makassar. 6:1-10
- Perka BNPB No. 15 tahun 2012. Pedoman Pusat Pengendalian Operasi Penanggulangan Bencana. BNPB, Jakarta.
- PROMISE Indonesia, 2009. Banjir dan Upaya Penanggulangannya. Pusat Mitigasi Bencana, Bandung.
- Rahayu S, Widodo RH, van Noordwijk M, Suryadi I dan Verbist B. 2009. Monitoring air di daerah aliran sungai. World Agroforestry Centre - Southeast Asia Regional Office, Bogor.
- Risma. 2014. Analisis Spasial untuk Menentukan Zona Risiko Banjir Bandang (Studi Kasus Kabupaten Sinjai). Universitas Hasanuddin, Makassar. Halaman: 1-10. [Repositori].
- Sivandam, S.N., et al. 2007. Introduction To *Fuzzy Logic* Using Matlab. Springer, New York.