

Sistem Informasi Geografi Daerah Potensi Banjir Menggunakan Fuzzy Inferensi Sistem

Maezun Nafis Marzuqi^{1)*}, Nugroho Adhi S²⁾, Rifki Dwi Kurniawan³⁾

¹⁾Program Studi Teknik Informatika STMIK Tegal, Indonesia

²⁾³⁾Program Studi Sistem Informasi STMIK Tegal, Indonesia

¹⁾shinodhanafis@gmail.com, ²⁾nugrohoadhisantoso@gmail.com, ³⁾rifki.dk@gmail.com

Abstrak :

Selama 2-3 dekade terakhir, perekonomian banyak negara di dunia telah berkembang pesat tetapi pembangunan yang tidak seimbang karena mengharapakan pertumbuhan ekonomi saja. Sementara itu kurangnya perencanaan yang efektif dalam pemanfaatan sumber daya alam. Hal ini secara signifikan dapat menyebabkan perubahan iklim yang merupakan penyebab utama bencana alam. Dengan ini, Indonesia di beberapa daerah juga telah mengalami bencana alam selama berabad-abad. Terutama, banjir yang merupakan bencana paling berbahaya di Indonesia setiap tahun dapat mengakibatkan hilangnya banyak nyawa dan harta benda, lingkungan dan ekonomi. Karena pengelolaan banjir negara adalah efisiensi yang tidak memadai. Tidak mampu mendukung analisis banjir secara komprehensif. Penelitian ini menerapkan Sistem Informasi Geografis dan Pengambilan Keputusan Multi Kriteria untuk membuat Prediksi Potensi Banjir skala regional. Provinsi Jawa Tengah di Indonesia digunakan sebagai daerah penelitian dalam Makalah ini. Dalam proses praktis, teknik logika Fuzzy telah digunakan untuk meningkatkan penilaian spesialis dengan menerapkan keanggotaan Fuzzy karena keputusan manusia sering sesuai dalam ketidakpastian maka teknik AHP diproses secara teratur. Struktur hierarki dalam penelitian ini mengkategorikan faktor banjir spasial menjadi dua tingkatan sebagai berikut: 6 kriteria (Meteorologi, Geologi, Topografi, Hidrologi, Manusia dan Sejarah Banjir) dan 8 faktor (Curah Hujan Rata-Rata, Jarak dari Aliran, Kemampuan drainase tanah, Kemiringan, Ketinggian, Tata Guna Lahan, Jarak dari jalan raya dan Daerah Tergenang di masa lalu). Validitas perbandingan berpasangan dalam AHP ditunjukkan sebagai nilai CR yang menunjukkan bahwa penilaian spesialis cukup konsisten. Hasil komputasi FAHP menunjukkan bahwa kriteria prioritas pertama adalah Meteorologi. Selain itu, Curah Hujan merupakan faktor yang paling mempengaruhi terjadinya banjir. Terakhir, output ditampilkan dalam peta tematik provinsi Jawa Tengah dengan tingkat risiko banjir yang diolah dengan sistem GIS. Peta tersebut diklasifikasikan menjadi: Risiko Tinggi, Risiko Sedang dan Risiko Rendah (13,20%, 75,58%, dan 11,22% dari total area).

Kata kunci :

Banjir, Resiko Banjir, *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP), Metode *Fuzzy logic*, Sistem Informasi Geografis (GIS), Metode *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM)

PENDAHULUAN

Akhir-akhir ini jumlah bencana alam telah meningkat secara berbahaya yang juga merupakan masalah dunia yang paling memprihatinkan. Salah satu bencana yang paling sering dan merugikan di dunia adalah banjir yang sering terjadi di Indonesia. Jenis bencana alam ini dominan jika digambarkan dalam bentuk kerugian manusia. Banjir dapat dimunculkan dari faktor alam dan faktor tidak alami. Untuk mengurangi kerugian akibat bencana alam ini, banyak upaya pemerintah dan non pemerintah telah dilakukan untuk memberikan informasi untuk pengelolaan banjir. Ini penting untuk pencegahan kerusakan.

Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) yang diimplementasikan pada Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sebuah proses dimana pengolahan data geografis dan pengambilan keputusan diterapkan secara bersama-sama untuk memperoleh solusi yang paling sesuai dari masalah tersebut (Mailinda, 2014). Sangat cocok digunakan untuk menganalisis masalah bencana berbasis GIS karena pengolahan data bersifat geografis. MCDA telah mengembangkan identifikasi banjir dalam bentuk alat bantu keputusan (Nurafni, Studi Informatika, Indonesia Mandiri, & Jakarta No, 2020). Metode ini dapat memberikan informasi yang lebih baik untuk melengkapi situasi pengambilan keputusan dan memungkinkan pengambil keputusan untuk mengidentifikasi serangkaian kriteria. Namun, kesulitan keputusan analisis risiko banjir biasanya di bawah kompleksitas dan

*Maezun Nafis Marzuqi¹⁾, Nugroho Adhi S²⁾, Rifki Dwi Kurniawan³⁾



ketidakpastian. Dengan demikian, metode konvensional mungkin tidak cukup untuk memberikan hasil keputusan yang efektif (Nurafni et al., 2020).

Analytical Hierarchy Process (AHP) yang diteliti oleh Saaty (Saaty & T.L, 2012) merupakan metode yang banyak digunakan untuk memecahkan masalah multi kriteria (Nomleni & Prasetyo, 2016),(Tarkono et al., 2021). Secara bersamaan, kekurangan AHP harus diperhatikan karena berkaitan dengan evaluasi manusia. Pemikiran manusia selalu tidak pasti dan ambigu. Sehingga untuk mengatasi kekurangan tersebut, logika *Fuzzy* akan dioptimalkan perhitungan AHP untuk solusi terbaik. Metode ini akan dikaitkan dengan nomor evaluasi yang bervariasi dari 1 hingga 9 secara berurutan untuk mencapai masalah rumit di bawah pengetahuan manusia (Alexsandrana, Sitorus, & Midyanti, 2019).

Konvergensi antara *Fuzzy Logic* dan istilah AHP atau *Fuzzy AHP* (FAHP) akan melibatkan teori himpunan untuk fleksibilitas dalam pengambilan keputusan yang kompleks. FAHP dapat mencerminkan ketidakpastian manusia sebagai angka desimal untuk optimalisasi keputusan untuk metode AHP (Saaty & T.L, 2012). Dalam penelitian ini bertujuan untuk mendefinisikan peta daerah risiko banjir berbasis GIS dengan menggunakan teknik FAHP untuk mengidentifikasi dan menilai situasi banjir di wilayah studi yaitu Provinsi Jawa Tengah di Indonesia.

METODE PENELITIAN

1) *Fuzzy Logic*

Teori *Fuzzy* atau logika *fuzzy* dapat meningkatkan klasifikasi faktor untuk menghindari ambiguitas. Isi dari faktor-faktor ini mungkin berasal dari batas-batas yang tajam. Namun, ketidakpastian faktor dapat ditangani dengan baik dengan fungsi keanggotaan *Fuzzy* (Wibowo, Setyohadi, & Rakhmad, 2016). Secara tradisional, Keanggotaan *Fuzzy* mengklasifikasi ulang nilai faktor sebagai skala angka 0 hingga 1 berdasarkan kemungkinan menjadi anggota himpunan. "0" menunjukkan bahwa nilai faktor sepenuhnya bukan anggota himpunan. "1" menunjukkan bahwa nilai faktor ini sepenuhnya merupakan anggota himpunan. Nilai kemungkinan skala faktor adalah semakin besar angkanya, semakin besar kemungkinan keanggotaannya (Dela Cerna & Maravillas, 2015). Secara matematis, himpunan *Fuzzy* dapat didefinisikan sebagai berikut (Ao, Kim, & Amouzegar, 2017):

$$A = \{x, \mu_A(x)\} \text{ for each } x \in X \quad (1)$$

Dimana μ_A adalah fungsi keanggotaan yang mendefinisikan nilai keanggotaan x dalam himpunan *Fuzzy* A . Nilainya antara 0 dan 1 untuk semua μ_A yang berarti = 0 nilai x tidak ada di A dan 1= berarti ada sepenuhnya di A . Namun, $0 < \mu(x) < 1$ menunjukkan bahwa x milik A , jika $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$. Persamaannya sebagai berikut (Saaty & T.L, 2012):

$$A = \{[x_1, \mu_A(x_1)] + [x_2, \mu_A(x_2)] + \dots + [x_n, \mu_A(x_n)]\} \quad (2)$$

Fuzzy diilustrasikan sebagai kemungkinan menjadi anggota himpunan *Fuzzy* yang dihitung dengan berbagai fungsi keanggotaan *Fuzzy*. Jadi fungsi-fungsi tersebut adalah metode untuk mengubah nilai faktor asli menjadi nilai *Fuzzy* (Wibowo et al., 2016). Fungsi keanggotaan *fuzzy* yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

Fuzzy Gaussian: Berguna untuk keanggotaan yang mendekati nilai tertentu [13].

$$\mu(x) = e^{-f1*(x-f2)^2} \quad (3)$$

Fuzzy Large: Berguna ketika nilai input yang besar memiliki keanggotaan yang lebih tinggi (Nomleni & Prasetyo, 2016).

$$\mu(x) = \frac{1}{1 + (\frac{x}{f2})^{-f1}} \quad (4)$$

Fuzzy Linear: Berguna ketika nilai input yang lebih kecil meningkat secara linier ke nilai yang lebih besar yang merupakan kemiringan positif dan ketika nilai input yang lebih besar menurun secara linier ke nilai yang lebih kecil yang merupakan kemiringan negatif (Nomleni & Prasetyo, 2016).

Fuzzy Small: Berguna ketika nilai input yang kecil memiliki keanggotaan yang lebih tinggi (Saaty & T.L, 2012).

$$\mu(x) = \frac{1}{1 + (\frac{x}{f2})^{f1}} \quad (5)$$

Dimana, $f1$ adalah spread dan $f2$ adalah titik tengah.

*Maezun Nafis Marzuqi¹, Nugroho Adhi S², Rifki Dwi Kurniawan³



2) **Analytic hierarchy process (AHP)**

AHP adalah metode pengambilan keputusan multi kriteria yang dapat memproses data kuantitatif dan kualitatif. Prosedurnya dimulai dengan membagi masalah menjadi kriteria dan faktor untuk membentuk struktur hierarki. Semua faktor dipertimbangkan untuk memecahkan masalah. Struktur hierarkis seperti itu dapat menyederhanakan masalah dan membuatnya lebih mudah dipahami (Saaty & T.L, 2012). Hal ini dapat menjadikannya metode pengambilan keputusan yang lebih efektif dalam kondisi yang rumit. Struktur hierarkis ini menyajikan manipulasi masalah yang terdiri dari masalah, sejumlah kriteria, dan sejumlah faktor. Semua faktor dikaitkan dengan kriteria dan kemudian untuk mengatasi masalah. Selain itu, perbandingan berpasangan pada awalnya dilakukan dengan memperkirakan bagaimana kemungkinan faktor-faktor A yang relevan dapat mempengaruhi faktor B yang lain. Ini akan dikaitkan dengan semua faktor dengan menunjukkan dalam bentuk matriks persegi (Dela Cerna & Maravillas, 2015). Keputusan akhir dicapai dengan menganalisis faktor dan kriteria yang terlibat setelah pemrosesan matematis (Wibowo et al., 2016). Untuk menghasilkan penilaian kuantitatif dari setiap keputusan yang mungkin, pembobotan faktor-faktor di setiap tingkat struktur hierarki diimplementasikan (Saaty & T.L, 2012). Pembobotan ini dapat mengimplikasikan kemungkinan relatif dari faktor-faktor tersebut terhadap pencapaian masalah. Setiap pasangan faktor di bawah kriteria yang sama dipertimbangkan dan prioritas relatif dari dua faktor ini ditetapkan oleh evaluasi spesialis. Evaluasi akan didasarkan pada persepsi spesialis individu. Matriks perbandingan berpasangan dianggap konsisten jika Persamaan (6) dan Persamaan (7) berikut:

$$a_{ij} = a_{in} \cdot a_{nj} \tag{6}$$

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \tag{7}$$

$$\begin{bmatrix} P_1/P_1 & \dots & P_1/P_j & \dots & P_1/P_n \\ \dots & 1 & \dots & \dots & \dots \\ P_i/P_1 & \dots & 1 & \dots & P_i/P_n \\ \dots & \dots & \dots & 1 & \dots \\ P_n/P_1 & \dots & P_n/P_j & \dots & P_n/P_n \end{bmatrix} \tag{8}$$

Dapat dikatakan bahwa perasaan pengambil keputusan yang sebenarnya melibatkan beberapa ketidakpastian yang mungkin menjadikan matriks menjadi tidak konsisten (Saaty & T.L, 2012). Matriks tersebut harus diverifikasi dengan menghitung *Consistency Ratio* (CR). Nilai ini dapat diturunkan dari matriks semua perbandingan berpasangan dan vektor bobot sebagai rumus berikut:

$$C. R. = \frac{C.I.}{R.I.} \tag{9}$$

Consistency Index (CI) diperoleh:

$$C. I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \tag{10}$$

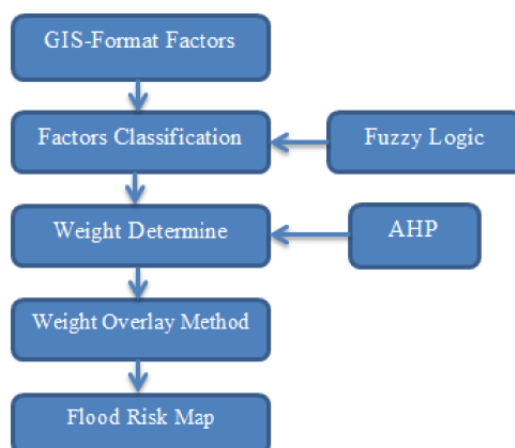
Dimana, n adalah jumlah factor dan adalah λ_{max} nilai *eigen* terbesar [19]. RI adalah indeks *Random Inconsistency* yang bergantung pada ukuran matriks. Nilai konsistensi pada *pair-wise comparisons* akan memenuhi syarat jika $CR < 0.10$, sedangkan $CR > 0.10$ menunjukkan matriks yang tidak konsisten (Wibowo et al., 2016).

3) **Metode FAHP**

Fuzzy AHP dalam penelitian ini telah dibagi menjadi lima langkah yang diilustrasikan pada Gambar 1. Langkah pertama, faktor banjir yang relevan dikumpulkan dan lapisan faktor format GIS diproses oleh alat GIS. Langkah selanjutnya, logika Fuzzy diterapkan untuk membuat semua faktor Fuzzy. Faktor-faktor tersebut diklasifikasikan melalui fungsi keanggotaan. Langkah ketiga, metode AHP diterapkan pada semua faktor Fuzzy untuk mempersiapkan peta risiko banjir berdasarkan perhitungan bobot.

*Maezun Nafis Marzuqi¹, Nugroho Adhi S², Rifki Dwi Kurniawan³





Gambar 1. Faktor Format GIS Kerangka Kerja, Klasifikasi Faktor, Penentuan Bobot, Metode Overlay Bobot, Peta Resiko Banjir

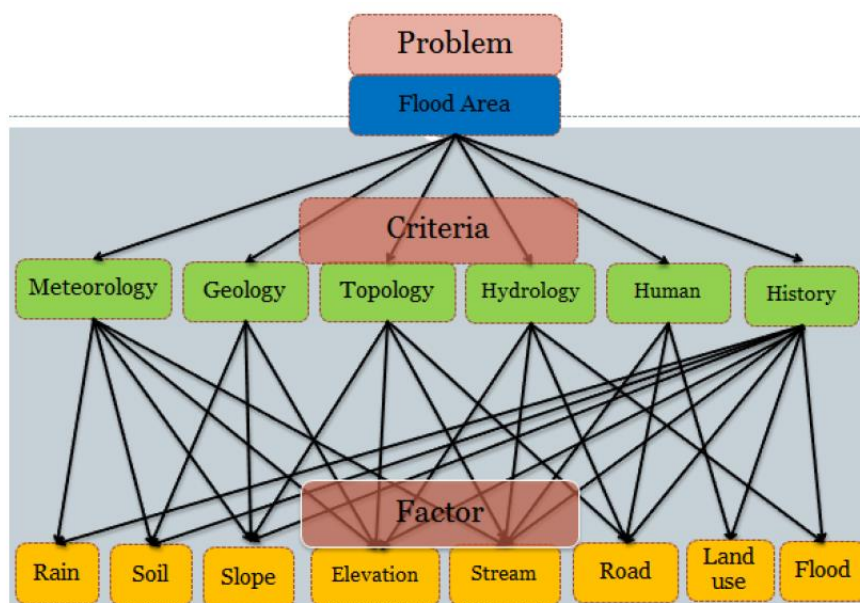
4) Data

Data yang digunakan dalam makalah ini membahas secara keseluruhan 8 faktor yang terkait dengan risiko terjadinya banjir yaitu Curah Hujan, Kemampuan drainase tanah, Kecuraman lereng, Ketinggian di atas permukaan laut rata-rata, Jarak dari sungai, Jarak dari jalan, Penggunaan lahan dan daerah yang terkena banjir di masa lalu. Dapat disadari bahwa curah hujan harus menjadi faktor risiko utama banjir, terutama saat hujan deras. Dalam pengolahannya, lapisan Curah Hujan diolah dengan menggunakan data statistik curah hujan yang merupakan pengamatan per jam dari 5 stasiun hujan di sekitar wilayah studi. Data curah hujan ini dirata-ratakan dan diinterpolasi dengan metode IDW. Tercatat bahwa ada hujan lebat di mana saja, mungkin lebih banyak banjir di sana. Daerah banjir di masa lalu juga dianggap sebagai faktor banjir karena setiap daerah yang pernah dilanda banjir mungkin akan terjadi lagi. Jadi, jika ada daerah yang sering tergenang air, kemungkinan besar akan terjadi banjir. Lapisan ini dihasilkan oleh statistik banjir dalam sepuluh tahun. Selanjutnya, jarak yang jauh dari jalan merupakan salah satu faktor banjir karena kemampuan drainase akan terhalang material jalan. Jadi setiap daerah yang berada di dekat jalan raya, kemungkinan besar akan terjadi banjir. Apalagi, permukaan jalan beton sulit mengalirkan air saat hujan deras. Lapisan jalan dihasilkan dengan jarak penyangga 100m, 250m, 500m, 750m dan 1000m dari lapisan vektor jalan. Demikian pula halnya dengan jarak jauh dari sungai karena banyaknya curah hujan yang mengalir ke sungai setelah hujan lebat hingga jumlah air sungai meluap ke bantaran sungai. Lapisan ini juga dibangkitkan dengan jarak penyangga 100m, 250m, 500m, 750m dan 1000m dari lapisan vektor sungai. Kemampuan drainase tanah dan penggunaan permukaan tanah juga dianggap sebagai faktor banjir karena keduanya signifikan terhadap kemampuan drainase hujan saat hujan lebat. Apakah ada area tanah yang memiliki kemampuan drainase yang buruk atau ada permukaan tanah yang merupakan lokasi bangunan, area tersebut kemungkinan akan lebih mungkin untuk tergenang karena air hujan yang berlebihan tidak dapat dikeringkan secara aktif. Derajat kemiringan dan elevasi di atas permukaan laut rata-rata juga merupakan faktor utama banjir karena akan menentukan kecepatan dan arah aliran air hujan selama hujan lebat. Jadi, apakah ada daerah yang kurang curam atau elevasinya lebih rendah, daerah itu kemungkinan besar akan banjir. Lapisan-lapisan ini dihasilkan dari resolusi DEM 5 m.

5) Struktur Hirarki

Dalam analisis banjir, struktur hierarki yang menyajikan peringkat prioritas faktor banjir dibagi menjadi tiga tingkatan; tingkat pertama adalah masalah yang merupakan daerah rawan banjir dalam tulisan ini. Tingkat kedua adalah kriteria termasuk enam faktor banjir utama: Meteorologi, Geologi, Topografi, Hidrologi, Manusia dan Sejarah Banjir. Tingkat ketiga adalah faktor yang meliputi delapan faktor; Curah Hujan, Tanah, Kemiringan, Ketinggian, Aliran, Jalan, Tata Guna Lahan dan Banjir. Pada setiap faktor awalnya diklasifikasikan ke dalam skala risiko yang semakin tinggi skalanya semakin tinggi risiko banjir. Dalam prakteknya, klasifikasi faktor disesuaikan dengan definisi banjir dari organisasi lokal. Struktur hierarki grafis ditunjukkan pada Gambar 2

*Maezun Nafis Marzuqi¹, Nugroho Adhi S², Rifki Dwi Kurniawan³



Gambar 2. Struktur Hierarki Analitik Yang Terdiri Dari Tiga Tingkatan Yaitu Masalah, Kriteria, Dan Faktor

HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

Metode AHP diterapkan pada pengklasifikasian secara ulang pada metode Fuzzy. Semua faktor direklasifikasi berdasarkan beberapa fungsi keanggotaan yang terkait dengan kandungan faktor seperti yang ditunjukkan pada tabel 1. Kemampuan drainase tanah, Penggunaan lahan, Aliran, Jalan dan Banjir adalah faktor kategori, sedangkan Ketinggian, Kemiringan dan Hujan adalah faktor kontinu.

Tabel 1. Perbandingan

Factor	Ranking	Class	Fuzzy Reclass	Factor	Ranking	Class	Fuzzy Reclass
Tanah	1	Sangat lambat	1	Elevation	1	0-5m	1
	2	Lambat	0.8		2	5-10m	0.75294117
	3	Sedang	0.6		3	10-15m	0.50196078
	4	Bagus	0.4		4	15-20m	0.25098039
	5	Sangat bagus	0.2		5	>20m	0
Penggunaan Jalan	1	Penduduk	1	Slope	1	5%	1
	2	Padi, Tanaman,	0.8		2	10%	0.75294117
	3	Genangan air	0.6		3	15%	0.50196078
	4	Taman, Kayu	0.4		4	20%	0.25098039
	5	Kolam	0.2		5	25%	0
Jalan	1	100 m	1	Flood	1	8 year	1
	2	250 m	0.8		2	6 year	0.8
	3	500 m	0.6		3	4 year	0.6
	4	750 m	0.4		4	2 year	0.4
	5	1000m	0.2		5	0 year	0.2
Sungai Kecil	1	100 m	1	Rain	1	118 mm/d	1
	2	250 m	0.8		2	116 mm/d	0.75294117

*Maezun Nafis Marzuqi¹, Nugroho Adhi S², Rifki Dwi Kurniawan³



Factor	Ranking	Class	Fuzzy Reclass	Factor	Ranking	Class	Fuzzy Reclass
	3	500 m	0.6		3	114 mm/d	0.50196078
	4	750 m	0.4		4	112 mm/d	0.25098039
	5	1000m	0.2		5	108 mm/d	0

Menurut struktur hierarki yang ditunjukkan pada Gambar 2, bobot setiap matriks perbandingan level diperoleh dengan penyelidikan spesialis. Hasil bobot relatif dan hasil pemeringkatan risiko banjir total dari semua faktor ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil

Factor	Weight Level 1	Ranking	Alternative	Weight Level 2	Ranking
Meteorology	0.430216	1	Rain	0.347291	1
History	0.261929	2	Flood	0.227668	2
Topography	0.151338	3	Slope	0.157336	3
Hydrology	0.083415	4	Elevation	0.103789	4
Human	0.044971	5	Stream	0.062672	5
Geology	0.02813	6	Road	0.046105	6
			LandUse	0.031976	7
			Soil	0.023164	8

Hasil akhir, peta risiko banjir dihasilkan dari integrasi bobot relatif dari AHP dengan reklasifikasi fuzzy dengan GIS. Risiko banjir dalam peta dibagi menjadi tiga kelas: risiko rendah, risiko sedang, risiko tinggi (13,20%, 75, 58%, dan 11,22% dari luas total). Peta tematik daerah rawan banjir ditunjukkan pada Gambar 3



Gambar 3. Peta Resiko Banjir dibagi Menjadi Tiga Kelas: Resiko Rendah, Resiko Tinggi, Resiko Banjir

*Maezun Nafis Marzuqi¹, Nugroho Adhi S², Rifki Dwi Kurniawan³



KESIMPULAN

Metode Fuzzy AHP dalam penelitian ini digunakan untuk mengevaluasi klasifikasi risiko banjir di provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Namun, beberapa karakteristik dari semua faktor dalam evaluasi ini berbeda. Model risiko banjir berbasis GIS membutuhkan lebih banyak faktor sebagai masukan untuk meningkatkan akurasi model. Karena metode Fuzzy AHP digunakan untuk menyelesaikan masalah penelitian ini, maka perhitungan bobot relatif dari masing-masing faktor dan overlay peta dalam model harus lebih diperhatikan. Namun, hasil penelitian menunjukkan bagaimana penerapan metode Fuzzy efektif untuk menentukan daerah rawan banjir. Hal ini memberikan kemampuan penilaian untuk risiko banjir sebagai persentase di daerah ketika peta banjir digunakan untuk tujuan pencegahan banjir. Sedangkan pada fungsi keanggotaan Fuzzy individual mampu menilai nilai risiko banjir sebagai angka desimal untuk setiap faktor ketika faktor tersebut digunakan untuk tujuan identifikasi risiko. Logika fuzzy memberikan estimasi kemungkinan risiko banjir pada semua faktor input. Akhirnya, disimpulkan bahwa metode Fuzzy AHP memiliki efisiensi yang tinggi untuk analisis risiko banjir. Selain itu, fungsi metode Fuzzy AHP juga dapat membantu untuk studi banjir di masa mendatang.

REFERENSI

- Alexsandrana, Sitorus, S. H., & Midyanti, D. M. (2019). Menggunakan Logika Fuzzy Tsukamoto Berbasis Website (Studi Kasus Kota Pontianak). *Jurnal Komputer Dan Aplikasi*, 07(02), 61–70.
- Ao, S. I., Kim, H. K., & Amouzegar, M. A. (2017). Transactions on engineering technologies: World Congress on Engineering and Computer Science 2015. *Transactions on Engineering Technologies: World Congress on Engineering and Computer Science 2015*, 1–588. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-2717-8>
- Dela Cerna, M. A., & Maravillas, E. A. (2015). Landslide hazard GIS-based mapping using mamdani fuzzy logic in small scale mining areas of surigao del norte, philippines. *Lecture Notes in Engineering and Computer Science*, 2220(December), 901–906.
- Mailinda, D. (2014). *PENENTUAN KERENTANAN POTENSI BANJIR DENGAN LOGIKA Kelompok G Kelas A*. (115090600111036).
- Nomleni, A., & Prasetyo, S. Y. (2016). *Visualisasi Informasi Wilayah Resiko Banjir Berdasarkan Data Iklim Dengan Metode Fuzzy (Studi Kasus Kabupaten Semarang)*. (682009069).
- Nurafni, S., Studi Informatika, P., Indonesia Mandiri, S., & Jakarta No, J. (2020). *INFORMASI (Jurnal Informatika dan Sistem Informasi) Sistem Informasi Geografi Daerah Potensi Kekeringan Menggunakan Sistem Inferensi Fuzzy*. 12(1), 25–37.
- Saaty, & T.L. (2012). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting*.
- Tarkono, Humam, A., Humam, A., Vidia Mahyunis, R., Fauziah Sayuti, S., Annisa Hermastuti, G., ... Rahmayani, I. (2021). Pemetaan Daerah Potensi Rawan Banjir Dengan Sistem Informasi Geografi Metode Weighted Overlay Di Kelurahan Keteguhan. *Buguh: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(3), 9–20. <https://doi.org/10.23960/buguh.v1n3.138>
- Wibowo, N. S., Setyohadi, D. P. S., & Rakhmad, H. (2016). Penggunaan Metode Fuzzy Dalam Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Daerah Rawan Banjir Di Kabupaten Jember. *Prosiding*, 0(0), 20–26. Retrieved from <https://publikasi.polije.ac.id/index.php/prosiding/article/view/151>

*Maezun Nafis Marzuqi¹, Nugroho Adhi S², Rifki Dwi Kurniawan³

