



## Analisis Zona Rawan Bencana Tanah Longsor Metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP). Studi Kasus : Daerah Bukit Bual dan Sekitarnya, Kabupaten Sijunjung dan Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat

Arya Danendra Borinsky<sup>1\*</sup>, Idarwati<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia.

DOI: <https://doi.org/10.29303/Goescienceed.v6i4.1411>

### Article Info

Received: 25 September 2025

Revised: 05 January 2026

Accepted: 05 January 2026

Correspondence:

Email: [idarwati@ft.unsri.ac.id](mailto:idarwati@ft.unsri.ac.id)

**Abstract:** Landslides are a significant hydrometeorological threat in Indonesia, particularly in the West Sumatra Province. This research aims to map landslide hazard zones in the Sawahlunto and Tanah Datar regions by integrating the Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) and Geographic Information System (GIS) methods. The FAHP method was utilized to determine the relative weights of four main landslide-inducing parameters: slope, rainfall, land cover, and soil type. Spatial data for each parameter were then analyzed using a weighted overlay technique within the GIS platform to produce a landslide susceptibility map. The FAHP analysis results indicate that slope and rainfall have the most significant influence with weights of 29.86% each, followed by land cover at 29.76%, and soil type at 10.52%, with a consistency ratio (CR) of 0.0006975 signifying a consistent assessment. Based on the spatial analysis, the study area is classified into three susceptibility zones: low, medium, and high. The high-susceptibility zones are generally found in areas with slope gradients >40%, and land cover dominated by rice fields, agricultural fields, plantations, and settlements, despite being characterized by sedimentary soil types and moderate rainfall categories. Conversely, low-susceptibility zones are characterized by gentle slopes (0-2%) and swamp land cover. The findings of this study are expected to provide a scientific basis for local governments in formulating effective disaster mitigation strategies and spatial planning to reduce future risks.

**Keywords:** Landslide, disaster, fuzzy, Analytical Hierarchy Process, Fuzzy Analytical Hierarchy Process

**Citation:** Borinsky, A. D., Idarwati (2025). Analisis Zona Rawan Bencana Tanah Longsor Metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP). Studi Kasus : Daerah Bukit Bual dan Sekitarnya, Kabupaten Sijunjung dan Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat. *Journal Pendidikan, Sains, Geologi dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 6(4), 2487-2491. doi: <https://doi.org/10.29303/Goescienceed.v6i4.1411>

### Pendahuluan

Bencana alam merupakan fenomena alam yang dapat membahayakan kehidupan manusia. Bencana alam dapat terjadi kapan saja dan berpotensi membahayakan keselamatan Masyarakat serta mengganggu keberlangsungan kehidupan. Kejadian ini dapat terjadi secara tiba-tiba sehingga memberikan berbagai dampak, mulai dari korban jiwa hingga kerugian material seperti kerusakan pada infrastruktur dan kehilangan harta benda bagi Masyarakat. Secara geografis sebagian besar wilayah Negara Kesatuan

Republik Indonesia berada pada kawasan rawan bencana alam, dan salah satu bencana alam yang sering terjadi adalah bencana longsor. Bencana tanah longsor merupakan salah satu kejadian alam yang kerap terjadi di wilayah pegunungan, terutama di musim hujan (Naryanto, Soewandita, Ganesha, Prawiradisatra, & Kristijono, 2019). Bencana ini berkaitan erat dengan faktor seperti curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah, dan tutupan lahan.

Berdasarkan data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB, 2024), Tanah longsor

Email: [idarwati@ft.unsri.ac.id](mailto:idarwati@ft.unsri.ac.id)

merupakan bencana dengan korban meninggal dan hilang terbanyak pada tahun 2024, dengan total korban mencapai 235 korban jiwa dari 207 kejadian. Tanah longsor merupakan salah satu bencana yang paling umum terjadi di Provinsi Sumatera Barat. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Sawahlunto dan Kabupaten Sijunjung 2025, pada tahun 2024 tercatat ada 17 desa/kelurahan di Kota Sawahlunto dan 34 desa/kelurahan di Kabupaten Sijunjung yang mengalami bencana tanah longsor. Tingginya jumlah desa yang terdampak ini mencerminkan kerawanan yang cukup serius, terutama ketika diperhatikan bahwa kondisi geografis Sumatera Barat memang sangat rentan terhadap longsor. Upaya mitigasi menjadi sangat penting untuk dilakukan sebagai bagian dari perencanaan dalam mengatasi masalah ini. Oleh karena itu, penerapan strategi tanggap darurat perlu dilakukan secara tepat agar dapat meminimalkan dampak bencana (Idrus & Umar, 2024).

Pembuatan peta zona rawan bencana tanah longsor sangat berguna dalam proses memecahkan solusi dan pengambilan langkah dalam memitigasi tanah longsor. Selain membantu dalam pengambilan keputusan, peta zona daerah rawan bencana tanah longsor ini dapat digunakan sebagai acuan pemantauan wilayah rawan bencana secara berkala. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam penyusunan strategi mitigasi bencana dan perencanaan tata ruang.

Mengingat besarnya dampak yang ditimbulkan dari bencana tanah longsor, diperlukan upaya penanganan yang tepat untuk pengurangan resiko guna memenuhi kebutuhan Masyarakat terkait penanggulangan bencana, yang meliputi kesiapsiagaan dan mitigasi, Salah satunya upaya yang dapat dilakukan adalah pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang memiliki peranan signifikan untuk mitigasi bencana. (Nugraheni, Saragih, Kusuma, Setiawibawa, & Kurniadi, 2025).

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan suatu sistem informasi yang dirancang dengan menggunakan basis data yang memiliki referensi spasial dan berkoordinat geografi. Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan alat yang digunakan untuk mengelola data spasial yang memungkinkan untuk analisis data tabulasi serta spasial secara cepat dan akurat (Saefudin & Susandi, 2020). Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) tidak dapat dipisahkan dari kegiatan perencanaan, mengingat kemampuannya dalam mengakomodasi dan mengelola data spasial sehingga menjadikannya sebagai dasar yang relevan dan andal dalam proses perencanaan (Kurniawati, et al., 2020).

## Metode

### Data dan Parameter Penelitian

Dalam pembuatan peta zona kerawanan tanah longsor, metode penelitian ini dirancang melalui metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) dan di integrasi Sistem Informasi Geografis (SIG). Pendekatan ini memungkinkan dalam pengolahan data secara sistematis dengan mempertimbangkan parameter yang berpengaruh terhadap terjadinya longsor, seperti kemiringan lereng, jenis tanah, curah hujan, dan penggunaan lahan.

Tabel 1: Klasifikasi Pembobotan Parameter Kemiringan Lereng (Maryani, Kiat, Priyono, Ramadhan, & Yudha, 2024)

Kemiringan Lereng (%)	Skor
0 - 2	1
2 - 15	2
15 - 25	3
25 - 40	4
> 40	5

Tabel 2: Klasifikasi Pembobotan Parameter Tutupan Lahan (Maryani, Kiat, Priyono, Ramadhan, & Yudha, 2024)

Penggunaan Lahan	Skor
Rawa	1
Semak	2
Hutan	3
Sawah, Ladang, Perkebunan	4
Pemukiman	5

Tabel 3: Klasifikasi Pembobotan Parameter Jenis Tanah (Sawitri, Azhar, Ulfiyana, & Karo-Karo, 2021)

Jenis Tanah	Skor
Aluvial	1
Kapur	2
Sedimen	3
Vulkanis	4

Tabel 4: Klasifikasi Pembobotan Parameter Curah Hujan (Maryani, Kiat, Priyono, Ramadhan, & Yudha, 2024)

Curah Hujan	Kelas	Skor
2001 - 2500	Rendah	1
2501 - 3000	Sedang	2
3001 - 3500	Tinggi	3
> 35001	Sangat Tinggi	4

### Metode Analisis

Metode Fuzzy AHP adalah metode analisis yang dikembangkan dari metode AHP. Metode FAHP digunakan untuk menentukan bobot relatif setiap parameter dengan mengakomodasi ketidakpastian dan subjektivitas dalam penilaian. Konsep metode FAHP merupakan metode yang digunakan untuk dapat

menutupi kelemahan yang terdapat pada metode AHP yaitu mencakup permasalahan terhadap kriteria yang memiliki sifat subjektif lebih banyak, sehingga Keputusan terhadap hasil akhir yang diambil bisa lebih efektif (Astuti & Safrudin, 2016). Penggunaan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) merupakan salah satu alternatif untuk memodelkan zona rawan tanah longsor berbasis Multi-Criteria Decision Making (MCDM) (Aminudin, Wijaya, & Hadi, 2023).

Data spasial yang telah dibobotkan selanjutnya dianalisis menggunakan SIG melalui *weighted overlay* untuk menghasilkan peta zona kerawanan longsor yang akurat dan dapat menjadi acuan dalam perencanaan mitigasi bencana. Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan suatu sistem informasi yang dirancang dengan menggunakan basis data yang memiliki referensi spasial dan berkoordinat geografi. Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan alat yang digunakan untuk mengelola data spasial yang memungkinkan untuk analisis data tabulasi serta spasial secara cepat dan akurat (Saefudin & Susandi, 2020). Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) tidak dapat dipisahkan dari kegiatan perencanaan, mengingat kemampuannya dalam mengakomodasi dan mengelola data spasial sehingga menjadikannya sebagai dasar yang relevan dan andal dalam proses perencanaan (Kurniawati, et al., 2020).

**Observasi Lapangan**

Observasi lapangan ini dilakukan untuk menggambarkan kondisi aktual pada daerah penelitian. Observasi ini memperlihatkan persebaran longsor yang terjadi pada daerah penelitian. Observasi ini mencakup pencatatan titik kejadian longsor, jenis longsor, serta dokumentasi foto yang memberikan gambaran nyata mengenai karakteristik wilayah yang rawan longsor. Pada Daerah penelitian terdapat beberapa titik longsor dengan tipe kelongsoran *rotational landslide* (Gambar 1), *Rockfall* (Gambar 2), *Translation Landslide* (Gambar 3).



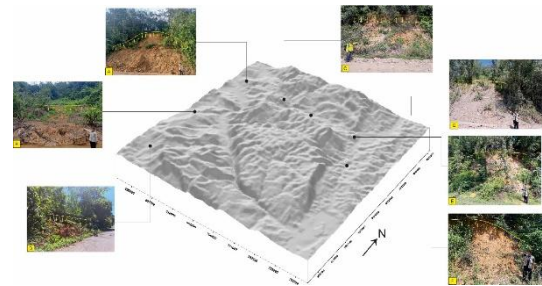
**Gambar 1.** *rotational landslide*



**Gambar 2.** *Rockfall*



**Gambar 3.** *Translation Landslide*



**Gambar 4.** Sebaran titik Longsor pada daerah penelitian

**Hasil dan Pembahasan**

***Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP)**

Perhitungan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) dilakukan untuk memperoleh bobot dari setiap parameter yang berpengaruh terhadap kerawanan longsor. FAHP dipilih karena mampu mengakomodasi ketidakpastian dalam penilaian perbandingan berpasangan yang bersifat subjektif, sekaligus memperbaiki kelemahan metode AHP konvensional. Pada bagian ini ditampilkan hasil perhitungan yang meliputi tahapan AHP berupa matriks perbandingan berpasangan, nilai *eigen*, *weighted sum vector*, nilai  $\lambda_{maks}$ , serta *consistency ratio*. Selanjutnya, hasil tersebut dikembangkan dengan pendekatan *fuzzy* melalui *Triangular Fuzzy Number* (TFN), perhitungan sintesis *fuzzy*, penentuan prioritas *fuzzy*, dan normalisasi bobot FAHP.. Bobot akhir yang diperoleh kemudian digunakan dalam proses *weighted overlay* untuk menghasilkan peta zona kerawanan longsor.

Tabel 5: Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	KL	JT	TL	CH
KL	1	4	2	1,33
JT	0,25	1	0,50	0,33
TL	0,50	2	1	0,67
CH	0,75	3	1,50	1
Jumlah	2,5	10	5	3,333333333

Tabel 6: *Eigen* ( $\lambda$ )

Kriteria	Jumlah	<i>Eigen</i>
KL	1,60	0,40
JT	0,40	0,10
TL	0,80	0,20
CH	1,20	0,30

Tabel 7: *Weighted Sum Vector*

Kriteria	WS
----------	----

KL	1,6000
JT	0,4000
TL	0,8000
CH	1,2000

Tabel 8: Lamda Maksimum

Kriteria	WS/EV
KL	4,003
JT	4,010
TL	3,995
CH	4,000
Maks	4,002

Tabel 9: Indeks Konsistendi dan Rasio Konsistensi

Indeks Konsistensi	0,0006277
Rasio Konsistensi	0,0006975

Berdasarkan hasil Analisa, jika nilai CR < 0,1, rasio tersebut berarti menunjukkan tingkat konsistensi yang wajar. Namun, jika CR > 0,10, nilai rasio tersebut berarti menunjukkan penilaian yang tidak konsisten (Rodcha, Tripathi, & Shrestha, 2019).

Tabel 10: Triangular Fuzzy Number (TFN)

Kriteria	KL			JT			TL			CH		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
KL	1	1	1	2	4	6	1	2	3	1	1	1
JT	0,1	0,2	0,5	1	1	1	0,3	0,3	1	0,3	0,3	1
TL	0,3	0,5	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1
CH	1	1	1	1	3	5	1	2	3	1	1	1

Tabel 11: Sintesis Fuzzy (Si)

Kriteria	Si		
	l	m	u
KL	0,164	0,371	0,784
JT	0,056	0,097	0,249
TL	0,109	0,208	0,428
CH	0,131	0,324	0,713

Tabel 12: Prioritas Fuzzy

Skala Priotitas	KL	JT	TL	CH
KL	1	1	1	1
JT	0,352	1	0,817	0,580
TL	0,997	1	1	1,160
CH	1,206	1	1	1

Tabel 13: Normalisasi Bobot FAHP

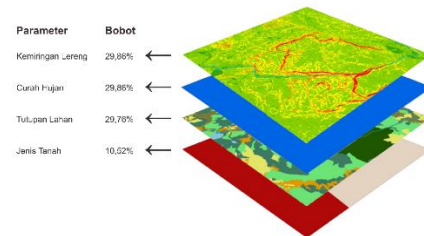
Kriteria	d-min	Bobot FAHP
KL	1	0,2986
JT	0,3524	0,1052
TL	0,9967	0,2976

CH	1	0,2986
Jumlah	3,3490	1

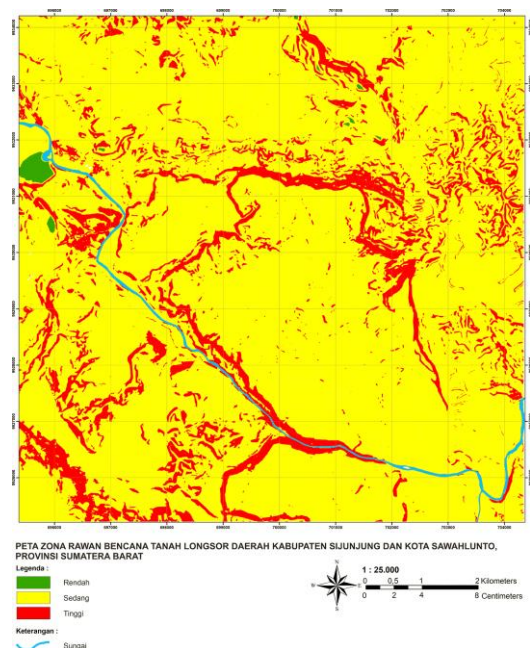
Berdasarkan hasil pengolahan data dengan pendekatan Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP), diperoleh bobot pada masing-masing kriteria, yaitu Kemiringan Lereng sebesar 29,86%, Curah Hujan sebesar 29,86%, Tutupan Lahan sebesar 29,76%, dan Jenis Tanah sebesar 10,52%. Hasil ini menunjukkan bahwa parameter yang paling berperan terhadap terjadinya tanah longsor pada daerah penelitian secara berturut-turut adalah Kemiringan Lereng dan Curah Hujan, diikuti oleh Tutupan Lahan, serta Jenis Tanah.

**Peta Ancaman Bencana Tanah Longsor**

Bobot kriteria yang diperoleh dari hasil perhitungan FAHP selanjutnya digunakan dalam proses analisis spasial dengan metode weighted overlay pada Sistem Informasi Geografis (SIG). Proses ini dilakukan dengan mengkombinasikan peta parameter kemiringan lereng, curah hujan, tutupan lahan, dan jenis tanah sesuai bobot masing-masing, sehingga diperoleh peta zona kerawanan longsor. Peta ini memberikan gambaran spasial mengenai tingkat kerawanan wilayah penelitian terhadap ancaman bencana tanah longsor.



Gambar 5. Ilustrasi Weighted Overlay



Gambar 6. Peta Rawan Bencana Tanah Longsor

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis spasial yang dilakukan dengan menggunakan metode *weighted overlay* yang dan melakukan integrasi dengan bobot parameter dari *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) yang telah dilakukan sebelumnya, dihasilkan bahwa wilayah penelitian terbagi ke dalam tiga kelas zona kerawanan tanah longsor, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Perbedaan tingkat kerawanan ini dipengaruhi oleh variasi kondisi fisik wilayah yang mencakup kemiringan lereng, jenis tanah, tutupan lahan, serta curah hujan.

### 1. Zona Rawan Rendah

Kelas rendah umumnya dijumpai pada wilayah dengan kemiringan lereng (0–2%) dan tutupan lahan berupa rawa. Jenis tanah yang berkembang pada zona ini didominasi tanah sedimen, serta curah hujan kategori sedang (2501–3000 mm). Kondisi tersebut membuat potensi terjadinya longsor pada zona ini relatif kecil

### 2. Zona Rawan Sedang

Kelas sedang merupakan zona yang paling mendominasi pada wilayah daerah penelitian. Zona kerawanan kelas sedang umumnya dijumpai pada wilayah dengan kemiringan lereng (2–15%), (15–25%), (25–40%) dan tutupan lahan berupa Semak, Hutan, Sawah, Ladang, Perkebunan. Jenis tanah yang berkembang pada zona ini didominasi tanah sedimen, serta curah hujan kategori sedang (2501–3000 mm)

### 3. Zona Rawan Tinggi

Zona kerawanan kelas tinggi umumnya dijumpai pada wilayah dengan kemiringan lereng (2–15%), (25–40%), (> 40%) dan tutupan lahan didominasi oleh Sawah, Ladang, Perkebunan serta pemukiman. Jenis tanah yang berkembang pada zona ini didominasi tanah sedimen, serta curah hujan kategori sedang (2501–3000 mm).

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada kedua orangtua saya yang sudah sangat berjuang dan selalu membersamai segala usaha yang saya lakukan. Tidak lupa juga ucapan terimakasih kepada dosen pembimbing atas bimbingan, arahan dan motivasi yang selalu diberikan sehingga dapat diterbitkan artikel ini.

## Daftar Pustaka

Aminudin, A., Wijaya, A. P., & Hadi, F. (2023). ANALISIS ZONA RAWAN TANAH LONGSOR MENGGUNAKAN METODE FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY

PROCESS (FAHP) (Studi Kasus: Kabupaten Boyolali). *Jurnal Geodesi Undip*, 231-240.

Astuti, Y., & Safrudin, A. (2016). Metode FUZZY AHP untuk Pemilihan Ketua OSIS pada SMA N 1 Jogonalan Klaten. *Creative Information Technology Journal (CITEC Journal)*, 56-71.

Idrus, I., & Umar, B. (2024). Mitigasi Bencana Banjir Akibat Longsor pada Daerah Aliran Sungai Terhadap Ketersediaan Air Bersih di Kecamatan Dondo. *Jurnal Bangunan Konstruksi*, 46-52.

Kurniawati, U. F., Handayeni, K. E., Nurlaela, S., Idajati, H., Firmansyah, F., Pratomoadojo, N. A., & Septriadi, R. S. (2020). Pengolahan Data Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) Untuk Kebutuhan Penyusunan Profil di Kecamatan Sukolilo. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 190-196.

Maryani, M., Kiat, U., Priyono, K., Ramadhan, A., & Yudha, V. (2024). Landslide potential mapping in Pituruh District of Purworejo by using geographic information system. *IOP Publishing*, 1 - 8.

Naryanto, H. S., Soewandita, H., Ganesha, D., Prawiradisastra, F., & Kristijono, A. (2019). Analisis Penyebab Kejadian dan Evaluasi Bencana Tanah Longsor di Desa Banaran, Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo, Provinsi Jawa Timur Tanggal 1 April 2017. *JURNAL ILMU LINGKUNGAN*, 272-282.

Nugraheni, D., Saragih, H. J., Kusuma, Setiawibawa, R., & Kurniadi, A. (2025). Aplikasi Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan Risiko Bencana Tanah Longsor di Kabupaten Purworejo. *Geosfera: Jurnal Penelitian Geografi (GeoJPG)*, 46-56.

Rodcha, R., Tripathi, N., & Shrestha, R. P. (2019). Comparison of Cash Crop Suitability Assessment Using Parametric, AHP, and FAHP Methods. *MDPI*, 1-22.

Saefudin, & Susandi, D. (2020). SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK ANALISA SPASIAL POTENSI LEMBAGA PENDIDIKAN KETERAMPILAN. *Jurnal Sistem Informasi*, 123-131.

Sawitri, R. F., Azhar, D. B., Ulfiyana, R., & Karo-Karo, T. K. (2021). Aplikasi Citra Landsat untuk Pemetaan Daerah Rawan Longsor di Kabupaten Bandung. *Jurnal Geosains dan Remote Sensing (JGRS)*, 65-73.