

Analisis Kerawanan Longsor Menggunakan Metode *Composite Mapping Analysis* (CMA) di Kabupaten Tana Toraja

Afdalul Roihan¹, Ilham B. Mataburu²

^{1,2} Program Studi Geografi, Fakultas Ilmu Sosial dan Hukum, Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta Timur 13220, Indonesia.

^{*)} Email Korespondensi: afdalul_1411622002@mhs.unj.ac.id

Abstract

Sitasi:

Roihan, A.¹, Mataburu, I.B².,, (2023). *Analisis Kerawanan Longsor Menggunakan Metode Composite Mapping Analysis (CMA) di Kabupaten Tana Toraja*. Jurnal Sains Geografi. Vol. 3, No. 1.

Sejarah Artikel:

Diterima: 14 Januari 2025

Disetujui: 13 Maret 2025

Publikasi: 23 Mei 2025

Tana Toraja Regency has geographical characteristics that are prone to landslides due to its hilly topography and high rainfall. This study aims to analyze the level of landslide vulnerability using Composite Mapping Analysis (CMA) method by integrating six parameters: rainfall, slope, land use, elevation, soil type, and geology. The analysis results show that the geological factor has the highest weight (36.95%), followed by slope (26.44%), and rainfall (18.17%). Based on the vulnerability zoning, 83.54% of the area is categorized as safe, 9.51% is not vulnerable located in Mengkendek and Rantetayo, 2.18% is vulnerable located in Bittuang, Mappak, and Massanda, and 4.77% is very vulnerable located in Bonggakaradeng and Simbuang. Highly vulnerable areas are concentrated in the southern and eastern parts of the district, especially in areas with a combination of high rainfall, steep slopes and unstable geology. This research produced a landslide vulnerability zoning map that can be used as a reference in disaster mitigation planning and spatial planning of Tana Toraja Regency.

Keywords: landslide vulnerability, Composite Mapping Analysis, GIS, Tana Toraja, disaster mitigation

Abstrak



Copyright: © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Kabupaten Tana Toraja memiliki karakteristik geografis yang rentan terhadap bencana longsor karena kondisi topografi berbukit dan curah hujan tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kerawanan longsor menggunakan metode Composite Mapping Analysis (CMA) dengan mengintegrasikan enam parameter: curah hujan, keterenggan, penggunaan lahan, elevasi, jenis tanah, dan geologi. Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor geologi memiliki bobot tertinggi (36.95%), diikuti oleh lereng (26.44%), dan curah hujan (18.17%). Berdasarkan zonasi kerawanan, 83.54% wilayah termasuk kategori aman, 9.51% tidak rawan berada di Mengkendek dan Rantetayo, 2.18% rawan yang berlokasi di Bittuang, Mappak, dan Massanda, serta 4.77% sangat rawan yang berada di Bonggakaradeng dan Simbuang. Wilayah dengan kategori sangat rawan terkonsentrasi di bagian selatan dan timur kabupaten, terutama di daerah dengan kombinasi curah hujan tinggi, lereng curam, dan kondisi geologi yang kurang stabil. Penelitian ini menghasilkan peta zonasi kerawanan longsor yang dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan mitigasi bencana dan tata ruang wilayah Kabupaten Tana Toraja.

Kata Kunci: kerawanan longsor, Composite Mapping Analysis, SIG, Tana Toraja, mitigasi bencana

1. Pendahuluan

Kabupaten Tana Toraja, yang terletak di wilayah perbukitan Sulawesi Selatan, memiliki karakteristik geografis yang rentan terhadap bencana longsor (DIBI BNPB, 2024). Kondisi topografi yang didominasi oleh lereng curam, jenis tanah yang kurang stabil, serta intensitas curah hujan yang tinggi menciptakan lingkungan yang sangat rentan terhadap kejadian tanah longsor (Permadi et al., 2018; Susanti et al., 2017). Bencana ini menjadi ancaman serius bagi keberlanjutan wilayah, mengakibatkan kerusakan signifikan pada infrastruktur, lahan pertanian, hingga mengancam keselamatan masyarakat (Ramadhan & Muhamad Kurniawan, 2021).

Bencana longsor di Tana Toraja tidak hanya terjadi secara sporadis, tetapi juga berulang setiap tahun, terutama selama musim penghujan (Kurniawan et al., 2018; Saryal et al., 2014). Faktor-faktor seperti alih fungsi lahan hutan menjadi pemukiman atau lahan perkebunan memperburuk kondisi ini. Sebagai contoh, laporan dari BNPB menunjukkan bahwa longsor di wilayah ini seringkali diperparah oleh minimnya vegetasi penahan lereng, drainase yang buruk, dan aktivitas manusia yang tidak memperhatikan kelestarian lingkungan. Oleh karena itu, mitigasi berbasis data spasial diperlukan untuk memberikan solusi yang efektif dan berkelanjutan (Kurnia Darmawan dan Andri Suprayogi, 2015).

Salah satu tantangan utama dalam mitigasi bencana dalam konteks ini tanah longsor di Tana Toraja adalah kurangnya data spasial yang detail mengenai tingkat kerawanan longsor (Rahman, 2015). Peta kerawanan yang ada seringkali bersifat generalisasi dan kurang spesifik untuk kebutuhan perencanaan tata ruang lokal. Akibatnya, pemerintah daerah dan masyarakat tidak memiliki panduan yang memadai untuk melakukan langkah antisipasi atau intervensi. Dalam konteks ini, metode Composite Mapping Analysis (CMA) yang berbasis

Sistem Informasi Geografis (SIG) menjadi pendekatan yang relevan (Nurul Mukhlisa et al., 2023). Penelitian yang sejenis juga dilakukan oleh Mataburu et al. (2022) yang telah terbukti efektif dalam pemetaan bencana berbasis spasial dengan mengaplikasikan metode CMA pada analisis wilayah rawan banjir di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cimanuk, dan berhasil menghasilkan klasifikasi kerawanan dengan akurasi tinggi melalui integrasi parameter fisik dan spasial seperti kemiringan, penggunaan lahan, dan jenis tanah. CMA memungkinkan integrasi berbagai parameter yang mempengaruhi longsor, seperti kelerengan, jenis tanah, curah hujan, dan penggunaan lahan, untuk menghasilkan peta kerawanan yang lebih komprehensif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi parameter-parameter kerawanan longsor seperti kelerengan, curah hujan, penggunaan lahan, jenis tanah, dan pola drainase, menganalisis tingkat kerawanan longsor di Kabupaten Tana Toraja menggunakan metode Composite Mapping Analysis (CMA) berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG), serta memberikan rekomendasi pengelolaan risiko bencana melalui perencanaan tata ruang, rehabilitasi lahan kritis, dan edukasi masyarakat mengenai manajemen risiko bencana.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah Kabupaten Tana Toraja yang beribukota di Makale secara geografis terletak di bagian Utara Provinsi Sulawesi Selatan, yang secara geografis memiliki topografi berbukit dan curam. Wilayah penelitian ini dipilih karena tingginya intensitas longsor yang dipicu oleh curah hujan tinggi, jenis tanah yang rentan, dan perubahan penggunaan lahan. Wilayah ini mencakup titik koordinat geografis 2° - 3° Lintang Selatan dan 119° - 120° Bujur Timur. Kabupaten Tana Toraja berbatasan dengan Kabupaten Toraja Utara di sebelah Utara,

Kabupaten Enrekang pada bagian Timur,
Kabupaten Pinrang sebelah Selatan, dan

Provinsi Sulawesi Barat khususnya
Kabupaten Mamasa pada bagian Barat.



Gambar 1 Lokasi Penelitian Kerawanan Longsor

2.2. Bahan Penelitian

Untuk mengetahui wilayah rawan tanah longsor ini, peneliti menggunakan metode *overlay GIS* dengan pembobotan skor pada 6 parameter, yaitu curah hujan, lereng, penggunaan lahan, elevasi, jenis tanah, dan geologi batuan, serta titik lokasi terjadinya longsor sebagai parameter pembanding dalam penentuan bobot dan skor. Analisis wilayah rawan longsor ini dilakukan pada *software ArcGIS 10.8*.

Berikut data-data yang digunakan pada penelitian ini:

1. Peta rata-rata curah hujan bersumber dari CHIRPS dengan rentang waktu 30 tahun.
2. Peta lereng didapatkan melalui hasil pengolahan terhadap data *digital elevation model (DEM)* yang berasal dari DEMNAS BIG.

3. Peta penggunaan lahan diperoleh melalui peta Rupa Bumi Indonesia yang di produksi oleh BIG
4. Peta elevasi didapatkan melalui hasil pengolahan terhadap data *digital elevation model (DEM)* yang berasal dari DEMNAS BIG.
5. Peta jenis tanah diperoleh dari hasil pengolahan data *digital soil map of the world (DSMW)* yang diproduksi oleh *Food and Agriculture Organization (FAO)*
6. Peta geologi didapatkan melalui RBI yang di produksi oleh BIG
7. Plotting lokasi titik kejadian longsor berasal dari Data dan Informasi Bencana Indonesia (DIBI) BNPB dalam rentang waktu 2014-2024.

2.3. Pengolahan Data

Tingkat kerawanan tanah longsor ditentukan berdasarkan nilai bobot dan skor pada setiap parameter yang memengaruhi kerawanan

tersebut. Penentuan bobot dan skor dilakukan dengan menggunakan metode *Composite Mapping Analysis* (CMA). Nilai bobot dan skor diperoleh dengan membandingkan nilai observasi dari kejadian longsor tertentu dengan nilai ekspektasi kejadian yang diperkirakan berdasarkan luasan wilayah (Mataburu et al., 2022). Nilai observasi menggambarkan jumlah kejadian longsor per satuan wilayah, sedangkan nilai ekspektasi mencerminkan proporsi kejadian yang seharusnya terjadi berdasarkan luas area tertentu.

Secara matematis, model CMA untuk memetakan tingkat kerawanan tanah longsor dirumuskan sebagai berikut:

$$TRL = \sum_{i=1}^n (Wi \cdot Xi)$$

Di mana:

$$Wi = \frac{Mi}{\sum Mi}$$

$$Xi = \left(\frac{Oi}{Ei} \right) \cdot 100 \div \sum \left(\frac{Oi}{Ei} \right)$$

Keterangan:

- **TRL:** Tingkat Kerawanan Longsor.
- **Wi:** Bobot parameter ke-i.
- **Xi:** Skor faktor parameter ke-i.
- **Mi:** Rata-rata luas observasi pada setiap faktor kerawanan longsor.
- **Oi:** Jumlah observasi kejadian longsor.
- **Ei:** Jumlah ekspektasi kejadian longsor.

Metode overlay dilakukan terhadap semua parameter kerawanan longsor yang telah diberi bobot dan skor, kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak SIG untuk menghasilkan peta tingkat kerawanan tanah longsor di wilayah penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

Dalam analisis kerawanan longsor, parameter curah hujan merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi kejadian tanah longsor (Hidayat & Zahro, 2020). Curah hujan berkaitan langsung dengan tingkat kejenuhan tanah oleh air, yang dapat menyebabkan pelemahan kohesi tanah dan memicu longsor. Berdasarkan data, wilayah dengan curah hujan 2500-3000 mm memiliki luas terbesar (61.51%). Meskipun curah hujan di atas 3000 mm mencakup 38.46% wilayah dengan lebih banyak titik bencana, Hal ini menunjukkan bahwa area dengan curah hujan sedang lebih rawan longsor dibandingkan dengan area dengan curah hujan sangat tinggi, yang mungkin dipengaruhi oleh faktor lain seperti kondisi geologi atau penggunaan lahan.

Parameter kelerengan mempengaruhi kerawanan tanah longsor karena kemiringan lahan yang lebih curam cenderung meningkatkan risiko pergerakan tanah akibat gravitasi. Berdasarkan data yang dianalisis, area dengan kemiringan 25-45% mencakup luas terbesar, yaitu 94,6 ha (47,34%) dari total wilayah, dan menjadi lokasi bencana paling dominan dengan 21 titik longsor. Pada kemiringan lebih dari 45%, meskipun luasnya hanya 13,8 ha (6,93%), terdapat 25 titik longsor dengan rasio observasi/ekspektasi (O/E) sebesar 0,521, menunjukkan konsentrasi tinggi longsor. Sebaliknya, kemiringan landai 0-8% dan 8-15% memiliki risiko longsor yang rendah karena kemampuan tanah menahan pergerakan lebih baik, ditunjukkan oleh skor O/E yang sangat kecil. Secara keseluruhan, peningkatan risiko longsor sejalan dengan bertambahnya kemiringan, karena stabilitas tanah menurun pada lereng curam (Ridwan et al., 2019).

Pada parameter penggunaan lahan (*Land Use and Land Cover*) memainkan peran penting dalam menentukan kerawanan terhadap tanah longsor karena jenis penggunaan lahan memengaruhi stabilitas tanah dan risiko

erosi. Dari data yang ada, lahan dengan penggunaan seperti sawah dan pertanian lahan kering menunjukkan risiko tinggi dengan rasio observasi terhadap ekspektasi (O/E) sebesar 0,125 dan 0,119, serta skor kerawanan tertinggi masing-masing 0,445 dan 0,427. Hal ini disebabkan oleh aktivitas manusia yang mengganggu struktur tanah, meningkatkan kerentanannya terhadap longsor. Sebaliknya, kawasan hutan lahan kering primer dan sekunder memiliki risiko yang lebih rendah, dengan skor O/E nol pada hutan primer karena vegetasi yang lebat membantu menjaga kestabilan tanah. Pemukiman dan lahan terbuka, meskipun memiliki luas kecil, juga tidak menunjukkan adanya titik longsor dalam data ini. Dengan demikian, intensitas aktivitas manusia dan tingkat vegetasi menjadi faktor utama dalam menentukan tingkat kerawanan longsor berdasarkan penggunaan lahan (Gilang Rupaka et al., 2015; Pratiwi et al., 2022).

Parameter elevasi memiliki pengaruh signifikan terhadap kerawanan longsor, terutama karena kaitannya dengan kemiringan lereng dan distribusi curah hujan. Berdasarkan data, kawasan dengan elevasi 1000–1500 meter memiliki skor kerawanan tertinggi (0,479), diikuti oleh <1000 meter (0,365). Hal ini disebabkan oleh tingginya aktivitas manusia di daerah rendah hingga menengah, seperti pertanian dan pemukiman, yang meningkatkan tekanan pada stabilitas tanah. Sebaliknya, daerah dengan elevasi >2000 meter memiliki skor nol, menunjukkan risiko longsor yang sangat rendah karena aktivitas manusia yang minimal dan keberadaan vegetasi alami yang padat. Dengan demikian, elevasi mencerminkan kerawanan yang beragam, di mana aktivitas manusia dan kondisi geomorfologi menjadi faktor utama yang berkontribusi pada tingkat kerawanan longsor.

Jenis tanah memainkan peran penting dalam menentukan kerawanan terhadap longsor karena perbedaan karakteristik fisik dan

kimia tanah memengaruhi stabilitas lereng (Rahman, 2015). Berdasarkan data, tanah Luvisol menunjukkan skor kerawanan tertinggi (0,299), yang mungkin disebabkan oleh tekstur dan kandungan organik tanah yang membuatnya lebih rentan terhadap erosi dan pelapukan di bawah pengaruh curah hujan tinggi. Andosol, yang biasanya memiliki struktur butiran stabil karena kandungan mineralnya, memiliki skor lebih rendah (0,186), tetapi tetap menunjukkan potensi kerawanan di lokasi dengan aktivitas manusia. Tanah Acrisol memiliki tingkat kerawanan bervariasi, tergantung distribusi dan tekstur tanah, sementara Ferralsols tidak mencatat kerawanan karena luasannya kecil dan aktivitas manusia minimal. Variasi ini menekankan pentingnya memperhatikan jenis tanah sebagai indikator dalam analisis risiko longsor.

Parameter geologi merupakan salah satu faktor dalam menentukan kerawanan terhadap longsor karena sifat batuan dan formasi geologi memengaruhi kestabilan tanah. Berdasarkan data, sedimen klastika sedang seperti batupasir memiliki skor tinggi (0,085) dengan 23 titik bencana, menunjukkan bahwa jenis batuan ini, meskipun cukup stabil, menjadi rentan di bawah kondisi erosi intensif atau curah hujan tinggi. Sedimen terumbu seperti batugamping juga mencatat skor kerawanan tinggi (0,733), yang dapat dikaitkan dengan porositas dan kelarutan batumannya yang memungkinkan infiltrasi air tinggi, sehingga melemahkan struktur lereng.

Tabel 1 Nilai Skor 6 Parameter Tingkat Kerawanan Longsor

Keterangan	Luas (ha)	Luas (%)	Titik Lokasi Bencana	N_O	N_E	O/E	skor
a. Curah Hujan							
2000-2500mm	0.05564 8	0.03	0	0.000	0	0.0000	0.0
2500-3000mm	123.063 3	61.51	15	8.204	30.7561 6633	0.2668	0.7
>3000mm	76.9438 6	38.46	35	2.198	19.2299 2603	0.1143	0.3
Total	200.062 808	100	50	10.4026 16	49.9860 9237	0.3811	1

Keterangan	Luas (ha)	Luas (%)	Titik Lokasi Bencana	N_O	N_E	O/E	skor
b. SLOPE							
0-8%	14.3397 6	7.17461381	1	0.06973 6174	3.58730 6905	0.01943 9701	0.03506 1919
8-15%	25.1198 6	12.56822251	0	0	0	0	0
15-25%	51.9414 2	25.98785679	3	0.05775 7374	12.9939 2839	0.00444 4951	0.00801 7022
25-45%	94.6197 5	47.34111066	21	0.22194 098	23.6705 5533	0.00937 6247	0.01691 1228
>45%	13.8472 5	6.928196224	25	1.80541 2627	3.46409 8112	0.52117 826	0.94000 983
Total	199.868 04	100	50	2.15484 7154	43.7158 8874	0.55443 9159	1

Keterangan	Luas (ha)	Luas (%)	Titik Lokasi Bencana	N_O	N_E	O/E	skor
LULC							
Bandara / Pelabuhan	0.06064 4	0.048679886	0	0	0	0	0
Belukar	62.3435 8	50.04416501	16	0.25664 2304	25.0220 8251	0.01025 6632	0.03651 3666
Hutan Lahan Kering Primer	14.9310 4	11.98537892	0	0	0	0	0
Hutan Lahan Kering Sekunder	21.6986 7	17.41786118	1	0.04608 5774	8.70893 0591	0.00529 1783	0.01883 8777
Pemukiman	0.29143 4	0.233938622	0	0	0	0	0
Pertanian Lahan Kering	10.1949 7	8.183661589	5	0.49043 7932	4.09183 0795	0.11985 7823	0.42669 4484
Pertanian Lahan Kering Campur	53.6584 1	43.07244345	18	0.33545 5337	21.5362 2173	0.01557 6332	0.05545 1824
Savana / Padang rumput	28.6811 3	23.02279084	5	0.17433 0649	11.5113 9542	0.01514 418	0.05391 3362
Sawah	9.98193 9	8.012658279	5	0.50090 4684	4.00632 914	0.12502 8341	0.44510 1553
Tanah Terbuka	0.07056 8	0.056646035	0	0	0	0	0
Total	124.577 121	162.0782238	50	1.80385 6679	49.8547 0767	0.28089 8459	1

Keterangan	Luas (ha)	Luas (%)	Titik Lokasi Bencana	N_O	N_E	O/E	skor
------------	-----------	----------	----------------------	-----	-----	-----	------

ELEV							
< 1000m	86.1222	43.02904336	26	0.30189 6607	21.5145 2168	0.01403 2225	0.36476 6172
>2500m	1.0728	0.536000679	0	0	0	0	0
1000-1500m	70.6618	35.30459807	23	0.32549 4114	17.6522 9904	0.01843 9191	0.47932 4781
1500-2000m	25.8345	12.90763381	1	0.03870 7929	6.45381 6906	0.00599 768	0.15590 9047
2000-2500m	16.4577	8.222724071	0	0	0	0	0
	200.149	100	50	0.66609 8651	45.6206 3762	0.03846 9096	1

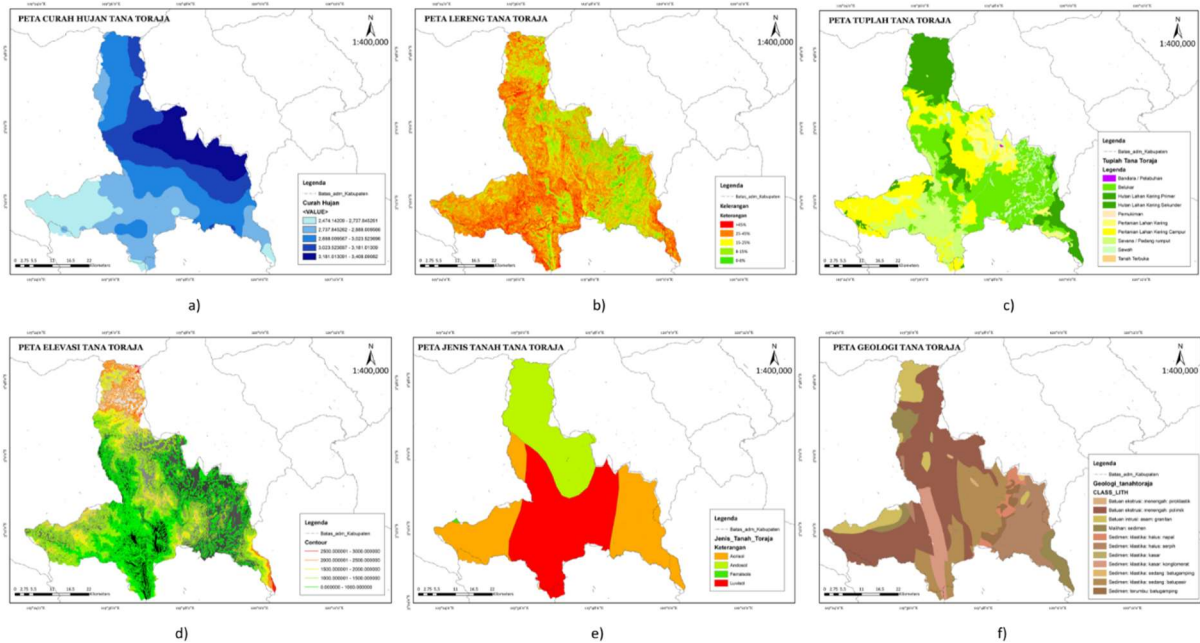
Keterangan	Luas (ha)	Luas (%)	Titik Lokasi Bencana	N_O	N_E	O/E	skor
------------	-----------	----------	----------------------	-----	-----	-----	------

SOIL							
Acrisol	33.4599 3	16.72477672	2	0.05977 2988	8.36238 8362	0.00714 7837	0.10638 0775
Acrisol	34.1335 8	17.06149727	8	0.23437 3306	8.53074 8634	0.02747 3944	0.40889 2851
Andosol	53.6556 3	26.81949519	9	0.16773 6359	13.4097 476	0.01250 854	0.18616 3752
Ferralsols	0.17992 3	0.089933601	0	0	0	0	0
Luvisol	78.6329 8	39.30429722	31	0.39423 6617	19.6521 4861	0.02006 0739	0.29856 2622
Total	200.062 043	100	50	0.85611 927	49.9550 332	0.06719 1059	1

Keterangan	Luas (ha)	Luas (%)	Titik Lokasi Bencana	N_O	N_E	O/E	skor
------------	-----------	----------	----------------------	-----	-----	-----	------

GEOLOGI							
Malihan: sedimen	5.98867 7	2.99	0	0	0	0	0
Malihan: sedimen	7.70353 8	3.85	0	0	0	0	0
Sedimen: klastika: kasar Batuan ekstrusi:	0.27724 3	0.14	0	0	0	0	0
menengah: piroklastik	0.45827 4	0.23	0	0	0	0	0
Sedimen: klastika: sedang: batugamping	0.28326 7	0.14	0	0	0	0	0
Sedimen: klastika: halus: serpih	27.0768 4.22724	13.54	4	0.14772 7944	6.76792 7799	0.02182 7648	0.01229 8587
Sedimen: klastika: halus: napal	4.22724 3	2.11	1	0.23656 0803	1.05661 2133	0.22388 6132	0.12614 6574
Batuan intrusi: asam: granitan	0.64462 6	0.32	0	0	0	0	0
Batuan intrusi: asam: granitan	14.9233 7	7.46	1	0.06700 8993	3.73014 1327	0.01796 4197	0.01012 1761
Sedimen: klastika: sedang: batupasir	24.6322 9	12.31	23	0.93373 3729	6.15691 5154	0.15165 6098	0.08544 9228
Sedimen: klastika: sedang: batupasir	12.4385 5	6.22	2	0.16079 0446	3.10905 3076	0.05171 6855	0.02913 9384
Batuan ekstrusi: menengah: polimik	84.5981 1	42.29	12	0.14184 7141	21.1455 5266	0.00670 8131	0.00377 9635
Sedimen: terumbu: batugamping	4.63951 7	2.32	7	1.50877 7746	1.15966 1263	0.30105 0397	0.73306 4832
Sedimen: klastika: kasar: konglomerat	12.1460 9	6.07	0	0	0	0	0
Total	200.037 595	100	50	3.19644 6802	43.1258 6342	0.77480 9457	1

Sumber: Pemrosesan data



Gambar 2 a) Curah hujan, b) Lereng, C) Penggunaan Lahan, d) Elevasi, e) Jenis tanah, dan f) Geologi

3.2. Pembahasan

Hasil analisis menggunakan model CMA menunjukkan bahwa parameter jenis batuan merupakan faktor utama yang memengaruhi kerawanan longsor dengan nilai bobot tertinggi, yakni sebesar 0,774. Hal ini mengindikasikan bahwa jenis batuan, terutama sedimen terumbu seperti batugamping, memiliki kontribusi signifikan terhadap kejadian longsor karena sifatnya yang mudah menyerap air dan rentan terhadap pelapukan (Aryaseta et al., 2022). Parameter lain yang memberikan kontribusi signifikan adalah curah hujan dan kemiringan lereng, masing-masing dengan bobot 0,45 dan 0,35, sesuai dengan Hidayat & Zahro (2020) menunjukkan bahwa wilayah dengan intensitas hujan tinggi pada lereng curam lebih rentan terhadap longsor. Kombinasi antara curah hujan yang tinggi dan kemiringan lereng yang tajam mempercepat proses erosi dan pergerakan massa tanah.

Selanjutnya, parameter tutupan lahan mencatat bobot 0,30, menurut Gilang Rupaka et al. (2015) penggunaan lahan seperti permukiman atau area terbuka tanpa vegetasi cenderung meningkatkan aliran permukaan air dan melemahkan kestabilan tanah, terutama pada daerah dengan hutan yang sudah mengalami konversi. Faktor jenis tanah juga memiliki bobot signifikan sebesar 0,126, yang menunjukkan bahwa tanah dengan tekstur halus seperti napal lebih rentan terhadap pelapukan akibat infiltrasi air yang lambat. Parameter pola aliran permukaan menyumbang nilai 0,085, menunjukkan bahwa daerah dengan pola aliran air yang terkonsentrasi memiliki risiko lebih tinggi terhadap longsor. Terakhir, elevasi memberikan bobot 0,03, yang mengindikasikan bahwa pembukaan lahan secara masif seperti pertanian di lereng gunung atau penggalian tanah untuk konstruksi juga dapat memicu longsor, meskipun dampaknya tidak sebesar parameter lainnya.

Tabel 2 Nilai Bobot Parameter Kerawanan Longsor Tana Toraja

No	Parameter	Observasi	
		Longsor	Bobot
1	Curah Hujan Penggunaan	0.38	18.17329329
2	Lahan	0.2808985	13.39602459
3	Geologi	0.7748095	36.95059974
4	Jenis Tanah	0.0671911	3.204336101
5	Lereng	0.5544392	26.44115824
6	Elevasi	0.0384691	1.834588047
Total		2.10	100

Sumber: Pemrosesan data

Dalam penelitian ini, Wilayah dengan tingkat kerawanan longsor dapat dikategorikan menjadi empat kelas, yaitu Aman, Tidak Rawan, Rawan, dan Sangat Rawan. Berdasarkan data yang tersedia, wilayah dengan kategori Aman memiliki luas paling besar, yaitu 1661 ha atau sekitar 83,54% dari total area dan terawan memiliki luas wilayah 94.77 ha atau sekitar 4.76% dari wilayah penelitian (Tabel 3).

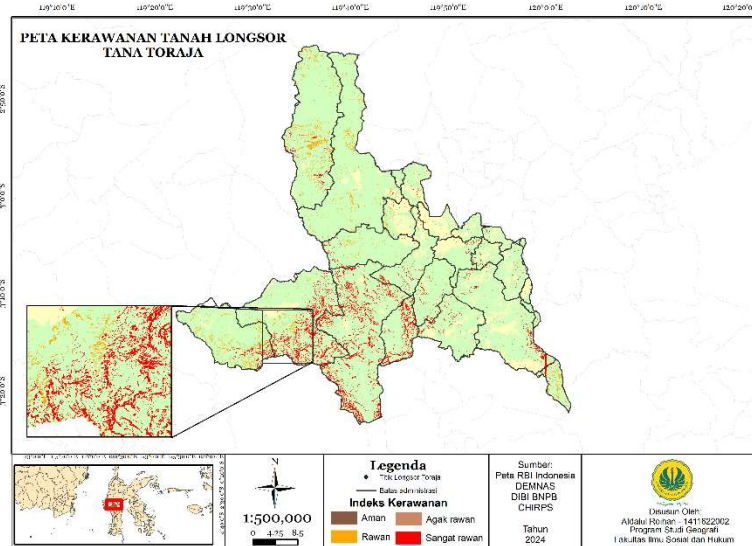
Tabel 3 Tingkat kerawanan longsor Tana Toraja

Tingkat Kerawanan	Luas (ha)	Luas (%)
Aman	1661	83.53576045
Tidak Rawan	189.16	9.513319956
Rawan	43.44	2.184704054
Sangat Rawan	94.77	4.766215543
Total	1988.37	100

Sumber: Pemrosesan data

Kabupaten Tana Toraja memiliki tingkat kerawanan tanah longsor yang bervariasi, terbagi menjadi empat kategori utama: aman, tidak rawan, rawan, dan sangat rawan. Wilayah dengan kategori aman meliputi 18 kecamatan, seperti Awan Rante Karua dan Baruppu, yang umumnya memiliki topografi lebih stabil. Kategori tidak rawan mencakup 4 wilayah, termasuk Rantetayo dan Gandangbatu Silanan, yang relatif memiliki risiko longsor lebih rendah.

Di sisi lain, terdapat 13 wilayah dalam kategori rawan, termasuk Bittuang yang mencatat jumlah kejadian tanah longsor tertinggi, yaitu 7 kejadian. Selain itu, wilayah dengan kategori sangat rawan mencakup 3 kecamatan, seperti Bonggakaradeng, Rano, dan Simbuang, yang masing-masing mencatat 3 kejadian tanah longsor.



Gambar 3 Peta Hasil Kerawanan Longsor

Berdasarkan analisis spasial dari peta kerawanan tanah longsor di Kabupaten Tana Toraja, terdapat pola distribusi kerawanan yang dipengaruhi oleh faktor topografi, curah hujan, penggunaan lahan, dan kondisi geomorfologi. Wilayah dengan kategori sangat rawan cenderung berada di area berbukit dan pegunungan yang memiliki kemiringan lereng curam. Faktor utama yang memengaruhi kerawanan ini adalah intensitas curah hujan tinggi, yang dapat memicu pergerakan tanah, serta kondisi tanah yang gembur atau tidak stabil. Lokasi-lokasi yang termasuk ke dalam kategori Sangat Rawan seperti Bonggakaradeng (34.96 ha), Simbuang (26.53 ha), dan Rano (9,51 ha) diharapkan untuk bersiap untuk mitigasi bencana tanah longsor. Juga pada area kategori rawan terdeteksi bahwa adanya pembukaan lahan untuk pertanian tanpa mempertimbangkan teknik konservasi tanah.

Secara spasial, zona sangat rawan terlihat mendominasi bagian selatan dan timur kabupaten. Daerah ini tidak hanya memiliki topografi curam tetapi juga menjadi kawasan dengan tingkat aktivitas manusia yang cukup tinggi, seperti pemukiman dan kegiatan agraris. Hal ini meningkatkan risiko longsor, terutama pada musim hujan. Sebaliknya, wilayah di bagian barat laut, seperti Masanda dan Bonggakaradeng,

menunjukkan tingkat kerawanan yang lebih rendah. Wilayah ini cenderung memiliki topografi yang lebih landai dan stabil, serta tutupan vegetasi yang lebih baik. Kondisi geomorfologi di daerah ini lebih mendukung kestabilan tanah, sehingga risiko longsor relatif minimal.

Penggunaan metode CMA pada penelitian rawan bencana dinilai unggul dalam mengefektifkan proses kuantifikasi risiko melalui pendekatan rasio observasi terhadap ekspektasi (O/E) yang dapat memetakan distribusi kerawanan secara objektif dan spasial. Meskipun demikian, metode CMA memiliki beberapa keterbatasan. Salah satu kekurangannya adalah ketergantungan pada kelengkapan dan keakuratan data historis kejadian longsor. Jika data observasi tidak merata secara spasial atau temporal, hasil perhitungan rasio O/E bisa menjadi bias. Selain itu, CMA kurang memperhitungkan aspek temporal, sehingga tidak membedakan kejadian yang bersifat musiman atau ekstrem. Kekurangan lainnya adalah sifatnya yang deterministik, di mana hubungan antar variabel dianggap independen tanpa mempertimbangkan interaksi antar parameter.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa Kabupaten Tana Toraja memiliki tingkat kerawanan tanah longsor yang bervariasi, dipengaruhi oleh kombinasi faktor geologi, kelerengan, dan curah hujan sebagai parameter dominan. Berdasarkan analisis menggunakan metode Composite Mapping Analysis (CMA), geologi memiliki bobot tertinggi sebesar 36,95%, diikuti oleh kelerengan sebesar 26,44% dan curah hujan sebesar 18,17%. Zonasi kerawanan yang dihasilkan mengklasifikasikan wilayah ke dalam empat kategori, yaitu aman (83,54%), tidak rawan (9,51%), rawan (2,18%), dan sangat rawan (4,77%), dengan konsentrasi kerawanan tertinggi berada di bagian selatan dan timur kabupaten, seperti Bonggakaradeng, Simbuang, dan Rano.

Daftar Pustaka

- Aryaseta, B., Wardhani, P. C., & Zainab, S. (2022). Studi Eksperimental Sifat Fisik dan Mekanik Batu Gamping. *KERN : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 8(1).
<https://doi.org/10.33005/kern.v8i1.64>
- Badan Penanggulangan Bencana Nasional. (2024). *Kawasan rawan tanah longsor ada di setiap provinsi*.
- Gilang Rupaka, A. P., Suharyanto, S., & Sudarno, S. (2015). Analisis Kesesuaian Penggunaan Lahan Pada Daerah Rawan Tanah Longsor Di Kabupaten Tegal. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 12(2).
<https://doi.org/10.14710/presipitasi.v12i2.52-56>
- Hidayat, R., & Zahro, A. A. (2020). Penentuan Ambang Curah Hujan untuk Memprediksi Kejadian Longsor. *JURNAL SUMBER DAYA AIR*, 16(1).
<https://doi.org/10.32679/jsda.v16i1.483>
- Kurnia Darmawan dan Andri Suprayogi. (2015). Analisis Penentuan Zonasi Risiko Bencana Tanah Longsor Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus : Kabupaten Banjarnegara). *I Wayan Eka Swastikayana*, P42, 4(1).
- Kurniawan, A., Budisusanto, Y., & RJ, A. R. (2018). Analisa Potensi Daerah Bencana Tanah Longsor Pada Curah Hujan Rendah Dan Curah Hujan Tinggi Di Kawasan Gunung Wilis. *Geoid*, 14(1), 75.
<https://doi.org/10.12962/j24423998.v14i1.3933>
- Mataburu, I. B., Handawati, R., & Nugratama Hijrawadi, S. (2022). Analisis wilayah rawan banjir DAS Cimanuk hulu menggunakan model complete mapping analysis dan SIG. *Jurnal Georafflesia*, 7(1).
- Nurul Mukhlisa, A., Faisal, M. M., & Surya Ashari, A. (2023). *Penerapan Metode Skoring Dan Weighted Overlay Dalam Menaksir Tingkat Kerawanan Longsor Kecamatan Camba, Kabupaten Maros*.
- Permadi, M. G., Tjahjono, B., & Baskoro, D. P. T. (2018). Identifikasi Daerah Risiko Bencana Longsor di Kota Bogor. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 20(2).
<https://doi.org/10.29244/jitl.20.2.86-94>
- Pratiwi, S. F., Manessa, M. D. M., & Supriatna, S. (2022). Kajian dan Evaluasi Bencana Tanah Longsor di Kecamatan Tanjungsari terhadap RTRW Kabupaten Bogor. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 10(1).
<https://doi.org/10.14710/jwl.10.1.86-96>
- Rahman, A. Z. (2015). Kajian Mitigasi Bencana Tanah Longsor Di Kabupaten Banjarnegara. *GEMA PUBLICA*, 1(1).
<https://doi.org/10.14710/gp.1.1.2015.1-14>
- Ramadhan, A., & Muhamad Kurniawan. (2021). Evaluasi Pengembangan Tata Ruang Wilayah Terhadap Bencana Tanah Longsor di Kecamatan Cisarua, Kabupaten Bogor. *Jurnal*

Geografi, Edukasi Dan Lingkungan (JGEL), 5(2).
<https://doi.org/10.22236/jgel.v5i2.7019>

- Ridwan, A., Muhandi, & Yusa, M. (2019). Identifikasi Stabilitas Lereng Tanah Longsor Menggunakan Metode Elemen Hingga. *JURNAL TEKNIK*, 13(2).
<https://doi.org/10.31849/teknik.v13i2.3598>
- Sarya1, G., Andriawan2, A. H., & Ridho'i3, A. (2014). Intensitas Curah Hujan Memicu Tanah Longsor Dangkal di Desa Wonodadi Kulon. In *Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya Desember* (Vol. 01, Issue 01).
- Susanti, P. D., Miardini, A., & Harjadi, B. (2017). Analisis Kerentanan Tanah Longsor Sebagai Dasar Mitigasi Di Kabupaten Banjarnegara (Vulnerability analysis as a basis for landslide mitigation in Banjarnegara Regency). *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 1(1).
<https://doi.org/10.20886/jppdas.v1i1.2502.g2073>