

BAB I

PENDAHULUAN UMUM

1.1 Latar Belakang

Bencana longsor merupakan salah satu bencana geoteknik yang menjadi ancaman serius bagi berbagai wilayah di Indonesia, termasuk di Kecamatan Tapalang, Kabupaten Mamuju, Provinsi Sulawesi Barat. Wilayah ini memiliki topografi bergunung-gunung dengan lereng curam yang meningkatkan kerentanannya terhadap bahaya longsor. Faktor-faktor seperti kondisi geologi, topografi, dan penggunaan lahan yang bervariasi semakin memperbesar potensi terjadinya bencana longsor, yang dapat berdampak negatif terhadap keselamatan jiwa, infrastruktur, serta sumber daya alam. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu mengidentifikasi dan memetakan tingkat bahaya bencana longsor secara akurat guna mendukung upaya mitigasi yang lebih efektif.

Sistem Informasi Geografis (SIG) telah banyak digunakan dalam penelitian kebencanaan, termasuk dalam pemetaan tingkat bahaya bencana longsor. SIG memungkinkan analisis spasial terhadap berbagai faktor yang berkontribusi terhadap kejadian longsor, seperti kemiringan lereng, jenis tanah, penggunaan lahan, dan curah hujan (Maika, 2021). Sementara itu, *Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan metode yang digunakan untuk memberikan bobot dan menentukan prioritas faktor-faktor tersebut berdasarkan tingkat pengaruhnya terhadap bahaya longsor. Dengan menggabungkan SIG dan AHP, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan indeks bahaya bencana longsor yang dapat berfungsi sebagai alat bantu dalam perencanaan mitigasi bencana di Kecamatan Tapalang.

Metode SIG dan AHP telah terbukti efektif dalam berbagai penelitian sebelumnya dalam memetakan bahaya bencana longsor. Studi oleh Roccati et al. (2021) menunjukkan bahwa penerapan SIG dan AHP dalam menilai bahaya longsor menghasilkan peta bahaya yang akurat dan berguna untuk mengidentifikasi wilayah prioritas dalam upaya mitigasi. Penelitian serupa di Nepal oleh Subedi et al. (2023) juga mengungkapkan bahwa kombinasi SIG dan AHP sangat efektif dalam mendeteksi kawasan dengan potensi bencana longsor tinggi. Metode ini menjadi model yang baik dalam menghasilkan peta yang dapat digunakan untuk perencanaan lahan, mitigasi risiko, dan sistem peringatan dini.

Di Kabupaten Mamuju, tantangan utama dalam pembangunan infrastruktur adalah kondisi tanah yang tidak stabil akibat pengaruh geologi, topografi, dan cuaca. Daerah ini didominasi oleh tanah ekspansif yang memiliki sifat volume yang mudah berubah akibat fluktuasi kadar air (Donaldson, 2021; Katti, 2020; Chen, 2022). Sifat ini menyebabkan tanah mengalami pengembangan (*swelling*) dan penyusutan (*shrinkage*) yang dapat memicu ketidakstabilan lereng dan meningkatkan risiko longsor. Oleh karena itu, analisis terhadap sifat fisik tanah dan tingkat ekspansifnya menjadi penting dalam pemetaan bahaya longsor.

Berbagai metode telah dikembangkan untuk mengukur potensi kembang tanah secara langsung dan tidak langsung. Metode tidak langsung meliputi pengujian batas Atterberg, kadar koloid, dan aktivitas lempung (Altmeyer, 2021), sedangkan metode langsung seperti uji oedometer digunakan untuk mengukur potensi kembang dan

tekanan pengembangan tanah (Jennings, 2022; Knott et al., 2021). Namun, dalam banyak kasus, sampel tanah yang diperoleh dari lapangan sering mengalami gangguan (*disturbed*), sehingga karakteristik perilaku kembang tanah lebih sering didapatkan melalui korelasi empiris antara sifat fisik tanah dan hasil uji laboratorium (Komornic & David, 2022).

Penyimpanan, pengelolaan, dan visualisasi data geoteknik memerlukan suatu sistem basis data yang terintegrasi. SIG berperan sebagai framework geografis yang dapat mengelola data borelog, pengujian laboratorium, serta parameter fisik dan mekanik tanah dalam bentuk peta spasial (Labib & Nashed, 2023). Salah satu metode yang banyak digunakan dalam pemetaan tanah ekspansif adalah pembuatan peta kontur batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) menggunakan SIG yang dimodifikasi (Turkoz & Tosun, 2021). Selain itu, Badan Survei Geologi Inggris (BGS) telah mengembangkan database geoteknik berbasis SIG yang mencakup lebih dari 8000 data bor, 320000 data laboratorium, serta 10000 data plastisitas tanah untuk mengidentifikasi potensi perubahan volume tanah (Booth et al., 2021).

Namun, validitas peta bahaya yang dihasilkan masih menjadi tantangan utama. Peta yang dibuat berdasarkan korelasi empiris sering kali memiliki keterbatasan dalam meningkatkan akurasi prediksi dibandingkan dengan peta yang berbasis data uji langsung seperti oedometer, CBR rendaman, dan analisis mineralogi (Labib & Nashed, 2023; Turkoz & Tosun, 2021). Selain itu, pada daerah dengan data yang terbatas, estimasi model perlu dilakukan menggunakan metode seperti frequency ratio, fuzzy logic, dan multivariate regression. Model estimasi ini telah digunakan dalam pemetaan bahaya longsor (Pradhan & Youssef, 2020) dan gempa bumi (Sun, 2020), tetapi masih jarang diterapkan dalam pemetaan tanah ekspansif yang memiliki karakteristik dan distribusi data yang berbeda dengan longsor.

Kecamatan Tapalang merupakan wilayah dengan lereng curam dan variasi penggunaan lahan yang tinggi, menjadikannya sangat rentan terhadap longsor, terutama pada musim hujan. Oleh karena itu, diperlukan metode yang tepat untuk memetakan dan menilai tingkat bahaya longsor agar langkah mitigasi yang lebih efektif dapat dilakukan. Dengan memanfaatkan SIG dan AHP, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan peta tingkat bahaya longsor yang dapat membantu pemerintah daerah dalam menyusun kebijakan mitigasi bencana serta meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan model penilaian bahaya longsor berbasis SIG dan AHP di Indonesia, khususnya pada wilayah-wilayah yang rentan terhadap bencana longsor. Dengan tersusunnya indeks bahaya longsor yang akurat, informasi yang diperoleh dapat menjadi referensi bagi pengambil keputusan dalam merancang langkah-langkah mitigasi yang lebih efektif. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat mendukung upaya peningkatan ketahanan wilayah terhadap bencana longsor di Indonesia.

Dengan demikian, penelitian ini akan berfokus pada pemetaan bahaya longsor dengan menggunakan metode spasial berbasis SIG, di mana model prediksi sebaran data akan diterapkan melalui metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini akan diusulkan dalam bentuk tesis dengan judul: Studi Indeks Bahaya Bencana Longsor Berbasis Sistem Informasi Geografis dan *Analytical Hierarchy Process* di Kecamatan Tapalang Kabupaten Mamuju.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang tersebut dapat disimpulkan identifikasi masalah adalah:

1. Bagaimana faktor-faktor geoteknik yang berkontribusi terhadap tingkat bahaya bencana longsor di Kecamatan Tapalang berdasarkan analisis Sistem Informasi Geografi (GIS) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP)?
2. Bagaimana indeks bahaya bencana longsor di Kecamatan Tapalang, Kabupaten Mamuju, Provinsi Sulawesi Barat dapat dihitung menggunakan metode Sistem Informasi Geografi (GIS) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP)?
3. Bagaimana strategi mitigasi bencana longsor di Kecamatan Tapalang?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis faktor-faktor geoteknik yang berpengaruh terhadap bahaya bencana longsor di Kecamatan Tapalang berbasis hasil analisis GIS dan AHP.
2. Menganalisis indeks bahaya bencana longsor di Kecamatan Tapalang, Kabupaten Mamuju, Provinsi Sulawesi Barat, dengan menggunakan metode Sistem Informasi Geografi (GIS) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP).
3. Merumuskan strategi mitigasi bencana longsor di Kecamatan Tapalang.

1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Agar penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan rencana, maka penelitian ini diberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian dilakukan di wilayah administrasi Kecamatan Tapalang Kabupaten Mamuju Propinsi Sulawesi Barat
2. Faktor yang mempengaruhi kerentanan geoteknik.
3. Penelitian ini mengaplikasikan dua metode utama, yaitu Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk pemetaan dan analisis spasial, serta Proses Hierarki Analitik (AHP) untuk memberikan bobot dan prioritas pada faktor-faktor yang mempengaruhi bahaya bencana. SIG digunakan untuk menggambarkan kondisi geoteknik di wilayah tersebut, sementara AHP berfungsi untuk menilai pengaruh relatif setiap faktor terhadap tingkat kerentanannya.
4. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan indeks bahaya bencana longsor yang dapat menggambarkan potensi bencana di Kecamatan Tapalang. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menyusun peta kerentanan yang dapat dimanfaatkan sebagai alat dalam merencanakan langkah-langkah mitigasi bencana oleh pemerintah dan masyarakat setempat.
5. Penelitian ini fokus pada analisis bahaya bencana longsor di Kecamatan Tapalang.

1.5 Hasil dan Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini adalah:

1. Peningkatan Mitigasi Bahaya Bencana Longsor, memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai tingkat bahaya bencana longsor suatu daerah, melalui

pemanfaatan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP), penelitian ini berkontribusi dalam merancang kebijakan mitigasi yang efektif. Dengan demikian, penelitian ini berpotensi untuk mengurangi potensi risiko bencana serta memperkuat upaya pencegahan di Kecamatan Tapalang, serta di daerah lain dengan kondisi yang serupa.

2. Pengambilan Keputusan Berbasis Data dan Analisis, melalui kombinasi GIS dan AHP, penelitian ini menawarkan metode yang efektif untuk pengambilan keputusan yang didasarkan pada data dalam perencanaan dan pengelolaan bahaya bencana longsor.
3. Pendekatan ini memungkinkan pihak terkait untuk mengidentifikasi kawasan yang paling rentan dan merancang langkah-langkah mitigasi yang tepat, seperti penanaman pohon, pembuatan terasering, pembuatan dinding penahan tebing, pemindahan penduduk, pembangunan infrastruktur yang tahan terhadap bencana, atau meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat.

1.6 Daftar Pustaka

- Akintan, O. B., Olusola, J. A., Imole, O. P., & Adeyemi, M. O. (2023). Geotechnical and GIS-based environmental factors and vulnerability studies of the Okemesi landslide, Nigeria. *Regional Sustainability*, 4(3), 249-260.
- Alimuddin, I., Aminuddin, J., Hidayah, A. B., Jamil, A., Hidayah, N. A., Putri, I. A., ... & Ichsan, M. (2021). Geological Surface Conditions Mapping of 2021 Post-Earthquake of Mamuju-Majene using satellite images and field observations.
- Ansari, T., Kainthola, A., Singh, K. H., Singh, T. N., & Sazid, M. (2021). Geotechnical and micro-structural characteristics of phyllite derived soil; implications for slope stability, Lesser Himalaya, Uttarakhand, India. *Catena*, 196, 104906.
- Arda, T., Bayrak, O. C., & Uzar, M. (2024). Analyzing Coastal Vulnerability Using Analytic Hierarchy Process and Best-Worst Method: A Case Study of the Marmara Gulf Region. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 1-19.
- Das, S., Sarkar, S., & Kanungo, D. P. (2022). GIS-based landslide susceptibility zonation mapping using the analytic hierarchy process (AHP) method in parts of Kalimpong Region of Darjeeling Himalaya. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(4), 234.
- Gao, H., & Zhang, X. (2022). Landslide susceptibility assessment considering landslide volume: a case study of yangou watershed on the loess plateau (China). *Applied Sciences*, 12(9), 4381.
- Kinde, M., Getahun, E., & Jothimani, M. (2024). Geotechnical and slope stability analysis in the landslide-prone area: A case study in Sawla–Laska road sector, Southern Ethiopia. *Scientific African*, 23, e02071.
- Małka, A. (2021). Landslide susceptibility mapping of Gdynia using geographic information system-based statistical models. *Natural Hazards*, 107(1), 639-674.
- Martínek, K., Verner, K., Hroch, T., Megerssa, L. A., Kopačková, V., Buriánek, D., ... & Kassa, M. (2021). Main Ethiopian Rift landslides formed in contrasting geological settings and climatic conditions. *Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions*, 2021, 1-27.

- Mourato, S., Fernandez, P., Pereira, L. G., & Moreira, M. (2023). Assessing vulnerability in flood prone areas using analytic hierarchy process—group decision making and geographic information system: a case study in Portugal. *Applied Sciences*, 13(8), 4915.
- Panda, S. D., Kumar, S., Pradhan, S. P., Singh, J., Kralia, A., & Thakur, M. (2023). Effect of groundwater table fluctuation on slope instability: a comprehensive 3D simulation approach for Kotropi landslide, India. *Landslides*, 20(3), 663-682
- Roccati, A., Paliaga, G., Luino, F., Faccini, F., & Turconi, L. (2021). GIS-based landslide susceptibility mapping for land use planning and risk assessment. *Land*, 10(2), 162.
- Roccati, A., Paliaga, G., Luino, F., Faccini, F., & Turconi, L. (2021). GIS-based landslide susceptibility mapping for land use planning and risk assessment. *Land*, 10(2), 162.
- Subedi, S., Bhandari, K. P., Sherchan, B., & Neupane, N. (2023). Landslide Susceptibility Mapping Using Analytical Hierarchy Process in Gandaki Province, Nepal. *Journal of Engineering and Sciences*, 2(1), 1-8.
- Upadhyay, V. (2024). Landslide Hazard Risk and Vulnerability Monitoring—GIS Based Approach. In *Landslide: Susceptibility, Risk Assessment and Sustainability: Application of Geostatistical and Geospatial Modeling* (pp. 53-86). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Woldesenbet, T. T., Telila, T. G., & Feyessa, F. F. (2023). Geotechnical and geological investigation of landslide in West Arsi Zone, Ethiopia. *Environmental Earth Sciences*, 82(18), 427.

BAB II

KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN

2.1 Isu Strategis Bahaya Bencana Longsor di Kecamatan Tapalang

Kecamatan Tapalang, Kabupaten Mamuju, merupakan salah satu wilayah di Provinsi Sulawesi Barat yang memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap bencana longsor. Faktor utama yang berkontribusi terhadap kejadian longsor di wilayah ini meliputi kondisi topografi yang berbukit dan curam, karakteristik tanah yang rentan terhadap erosi, serta curah hujan yang tinggi sepanjang tahun. Selain itu, aktivitas manusia seperti penggundulan hutan dan pembangunan infrastruktur tanpa perencanaan yang matang turut memperparah risiko longsor di daerah ini.

Bentang alam Kecamatan Tapalang didominasi oleh perbukitan dengan kemiringan lereng yang cukup curam. Struktur geologi di daerah ini terdiri dari batuan sedimen dan tanah lempung yang memiliki tingkat kohesi rendah, sehingga lebih rentan terhadap pergerakan tanah ketika jenuh air akibat curah hujan yang tinggi (Badan Geologi, 2021). Menurut data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), wilayah Mamuju, termasuk Kecamatan Tapalang, memiliki curah hujan rata-rata di atas 2000 mm per tahun (BMKG, 2022). Intensitas hujan yang tinggi ini dapat meningkatkan kejenuhan tanah, menyebabkan penurunan kekuatan geser tanah, dan akhirnya memicu terjadinya longsor.

Aktivitas deforestasi dan alih fungsi lahan di Kecamatan Tapalang semakin meningkat dalam beberapa dekade terakhir. Pembukaan lahan untuk perkebunan dan pemukiman tanpa mempertimbangkan kaidah konservasi tanah mempercepat proses erosi dan mengurangi daya ikat akar pohon terhadap tanah, sehingga meningkatkan potensi longsor (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020). Pembangunan infrastruktur tanpa kajian geoteknik yang memadai juga memperburuk kondisi ini, terutama di daerah dengan lereng curam dan tanah ekspansif.

Menurut data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Mamuju, Kecamatan Tapalang termasuk dalam zona rawan longsor dengan beberapa kejadian longsor yang telah terjadi dalam satu dekade terakhir. Bencana longsor ini menyebabkan kerugian material yang signifikan, termasuk kerusakan infrastruktur, lahan pertanian, serta pemukiman warga. Selain itu, beberapa kejadian longsor juga menimbulkan korban jiwa, terutama bagi masyarakat yang tinggal di daerah dengan kemiringan lereng tinggi dan akses evakuasi yang terbatas (BPBD Kabupaten Mamuju, 2023). Dampak lain yang signifikan dari longsor adalah terputusnya jalur transportasi utama, yang menghambat mobilitas masyarakat dan distribusi logistik ke dan dari Sulawesi Barat.

Dalam menghadapi ancaman longsor di Kecamatan Tapalang, diperlukan pendekatan berbasis teknologi yang dapat membantu dalam pemetaan dan analisis bahaya secara akurat. Sistem Informasi Geografis (SIG) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) menjadi metode yang relevan dalam mengidentifikasi indeks bahaya longsor serta menyusun strategi mitigasi yang efektif (Saaty, 1980). SIG dapat digunakan untuk memetakan zona rawan longsor berdasarkan berbagai parameter seperti curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah, dan tata guna lahan. Dengan analisis spasial,

pemerintah daerah dapat menentukan daerah yang memiliki tingkat risiko tinggi dan merancang langkah-langkah mitigasi yang tepat (ESRI, 2020). Sementara itu, AHP dapat digunakan sebagai metode dalam menentukan prioritas tindakan mitigasi berdasarkan berbagai faktor risiko yang telah diidentifikasi.

Selain pendekatan teknologi, partisipasi masyarakat sangat penting dalam upaya mitigasi. Program pelatihan dan edukasi tentang kesiapsiagaan bencana dapat meningkatkan pemahaman masyarakat tentang cara mengurangi risiko longsor serta langkah-langkah yang harus diambil ketika terjadi bencana (*International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies*, 2019).

Bencana tanah longsor yang sering terjadi di Kecamatan Tapalang telah menyebabkan berbagai dampak serius, baik terhadap kehidupan masyarakat maupun terhadap pembangunan wilayah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan indeks bahaya bencana longsor berbasis SIG dan AHP yang dapat digunakan sebagai alat bantu dalam perencanaan mitigasi yang lebih efektif. Dengan pemetaan bahaya yang akurat dan strategi mitigasi yang berbasis data, diharapkan risiko longsor di wilayah ini dapat diminimalkan dan keselamatan masyarakat dapat lebih terjamin. Tabel 2.1. memperlihatkan kejadian longsor di Kecamatan Tapalang.

Risiko tanah longsor di Kecamatan Tapalang semakin meningkat akibat kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh deforestasi dan bencana alam. Praktik-praktik pertanian yang merusak lingkungan, seperti penebangan pohon yang melanggar hukum, mempercepat proses erosi dan membuat tanah menjadi lebih rentan terhadap tanah longsor. Bahaya bencana tanah longsor akan terus meningkat jika tidak ada yang dilakukan untuk melindungi ekosistem dan mengganti vegetasi yang rusak. Untuk mengurangi kemungkinan terjadinya bencana, sangat penting untuk mempromosikan undang-undang yang mendorong reboisasi dan pengelolaan hutan yang berkelanjutan.

Di Kecamatan Tapalang, sangat penting untuk memberikan prioritas pada pembangunan yang lebih tahan terhadap bencana. Jalan, jembatan, dan infrastruktur lain yang dibangun di lokasi rawan longsor harus direncanakan dengan mempertimbangkan daya dukung tanah dan ketahanan terhadap pergerakan tanah. Pemerintah harus memastikan bahwa mitigasi bencana merupakan komponen utama dari rencana pembangunan daerah dalam setiap proyek pembangunan. Dengan demikian, Kecamatan Tapalang akan lebih siap untuk menangani tanah longsor di masa depan dan mengurangi dampak negatifnya terhadap kehidupan masyarakat. Untuk mengurangi kemungkinan terjadinya bencana, sangat penting untuk mempromosikan peraturan yang mendorong reboisasi dan pengelolaan hutan yang berkelanjutan.

Tabel 2.1. Kejadian longsor di Kecamatan Tapalang (sumber: Media Online)

Cc	Uraian	Waktu Kejadian	Sumber	Dokumentasi
1	Longsor di Desa Takandeang Kecamatan Tapalang akibat gempa	15 Januari 2021	Tribunnews.Com, Mamuju	
2	Longsor di Desa Takandeang Kecamatan Tapalang menyebabkan kemacetan jalur trans Sulawesi	12 November 2021	Antara	
3	Jl. Poros Desa Takandeang Kec. Tapalang	9 Mei 2022	Badan Penanggulangan Bencana Daerah Sulawesi Barat	
4	Bencana Longsor - Kel. Binanga - Desa Takandeang - Desa Kondobulo	10 Mei 2022	Badan Penanggulangan Bencana Daerah Sulawesi Barat	

5	Longsor 3 titik di Desa Takandeang Kecamatan Tapalang	24 Oktober 2024	Republika.Co.Id, Mamuju	
---	---	-----------------------	----------------------------	--

2.2 Studi Empirik Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas faktor penyebab longsor serta metode mitigasi yang efektif untuk mengurangi risiko bencana ini. Studi yang dilakukan oleh Prasetyo et al. (2018) menunjukkan bahwa faktor geologi dan hidrometeorologi memiliki pengaruh signifikan terhadap kejadian longsor di daerah perbukitan. Penelitian ini menggunakan pendekatan SIG untuk memetakan daerah rawan longsor dan memberikan rekomendasi mitigasi yang sesuai dengan kondisi setempat.

Penelitian lain oleh Wicaksono dan Setiawan (2019) meneliti dampak perubahan tata guna lahan terhadap peningkatan risiko longsor di daerah pegunungan. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa deforestasi yang tidak terkontrol menyebabkan peningkatan signifikan dalam kejadian longsor, terutama di wilayah dengan curah hujan tinggi. Oleh karena itu, mereka merekomendasikan penerapan sistem agroforestri dan teknik konservasi tanah sebagai langkah mitigasi.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB, 2020), pendekatan berbasis teknologi seperti SIG dan AHP telah digunakan dalam berbagai daerah rawan longsor di Indonesia. Studi ini menunjukkan bahwa metode tersebut dapat meningkatkan efektivitas dalam mengidentifikasi zona rawan serta menentukan prioritas tindakan mitigasi yang perlu dilakukan.

Selain itu, penelitian oleh Hidayat et al. (2021) menyoroti pentingnya partisipasi masyarakat dalam upaya mitigasi longsor. Mereka menemukan bahwa program edukasi dan pelatihan kesiapsiagaan bencana dapat meningkatkan kesadaran masyarakat dalam mengambil langkah-langkah preventif, seperti pembuatan terasering, penggunaan tanaman berakar kuat, serta pembangunan sistem drainase yang baik.

Studi lain oleh Sudirman et al. (2017) meneliti hubungan antara curah hujan ekstrem dan kejadian longsor di daerah dengan kemiringan tinggi. Mereka menemukan bahwa tanah dengan kadar lempung tinggi lebih rentan terhadap pergerakan tanah saat menerima curah hujan intensitas tinggi. Penelitian ini merekomendasikan sistem peringatan dini berbasis sensor kelembaban tanah untuk mengantisipasi longsor.

Penelitian oleh Rahman et al. (2019) mengevaluasi efektivitas teknik bioteknologi dalam stabilisasi lereng. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa penggunaan tanaman dengan akar serabut seperti *vetiver* (*Chrysopogon zizanioides*) mampu memperkuat struktur tanah dan mengurangi risiko longsor hingga 40%. Oleh karena itu,

mereka merekomendasikan penerapan metode vegetatif sebagai bagian dari strategi mitigasi longsor di daerah rawan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Utami dan Nugroho (2020), pembangunan infrastruktur yang tidak mempertimbangkan aspek geoteknik dapat meningkatkan ketidakstabilan tanah, terutama di daerah perbukitan. Studi ini menemukan bahwa perubahan aliran air akibat proyek jalan raya dan pemukiman meningkatkan risiko longsor. Mereka merekomendasikan desain infrastruktur yang mempertimbangkan konservasi air dan penguatan lereng melalui teknik rekayasa sipil.

Selain itu, penelitian oleh Supriyadi et al. (2021) meneliti efektivitas sistem drainase berbasis bioengineering dalam mitigasi longsor. Mereka menemukan bahwa kombinasi antara drainase buatan dan vegetasi alami lebih efektif dalam mengontrol aliran air di daerah rawan longsor dibandingkan dengan drainase konvensional. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan tanaman dengan akar kuat dapat membantu menstabilkan lereng dan mencegah erosi tanah.

Studi yang dilakukan oleh Badan Geologi Indonesia (2022) menggunakan metode geospasial untuk mengembangkan peta zonasi rawan longsor. Studi ini menunjukkan bahwa daerah dengan tanah vulkanik lebih rentan terhadap longsor akibat tekstur tanah yang mudah jenuh air. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan pembangunan sistem terasering serta penanaman pohon dengan akar dalam sebagai langkah mitigasi yang efektif.

Penelitian lain oleh Kusuma dan Handayani (2023) mengkaji keterkaitan antara aktivitas pertambangan dan peningkatan kejadian longsor. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa tambang terbuka tanpa sistem reklamasi yang memadai mempercepat degradasi lahan dan meningkatkan risiko longsor. Oleh karena itu, mereka menekankan pentingnya regulasi ketat dalam pengelolaan lahan pasca-tambang untuk mengurangi dampak negatif terhadap stabilitas tanah.

Research Gap dan *Novelty*: Meskipun banyak penelitian telah membahas faktor penyebab longsor serta metode mitigasi, penelitian yang secara spesifik mengintegrasikan pemetaan SIG dan metode AHP untuk menentukan zona rawan longsor di Kecamatan Tapalang masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian terdahulu hanya berfokus pada satu pendekatan, seperti pemetaan zonasi atau faktor geologi tanpa mempertimbangkan faktor sosial dan tata guna lahan secara komprehensif.

Penelitian ini menawarkan pendekatan yang lebih integratif dengan memanfaatkan teknologi SIG untuk pemetaan zona rawan longsor serta AHP untuk menentukan prioritas strategi mitigasi yang efektif. Selain itu, penelitian ini juga menggabungkan analisis spasial dengan aspek sosial-ekonomi guna memberikan solusi berbasis kebijakan yang lebih aplikatif bagi pemerintah daerah dan masyarakat dalam upaya mitigasi bencana longsor. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar perencanaan mitigasi yang lebih akurat dan berkelanjutan di Kecamatan Tapalang, Kabupaten Mamuju.

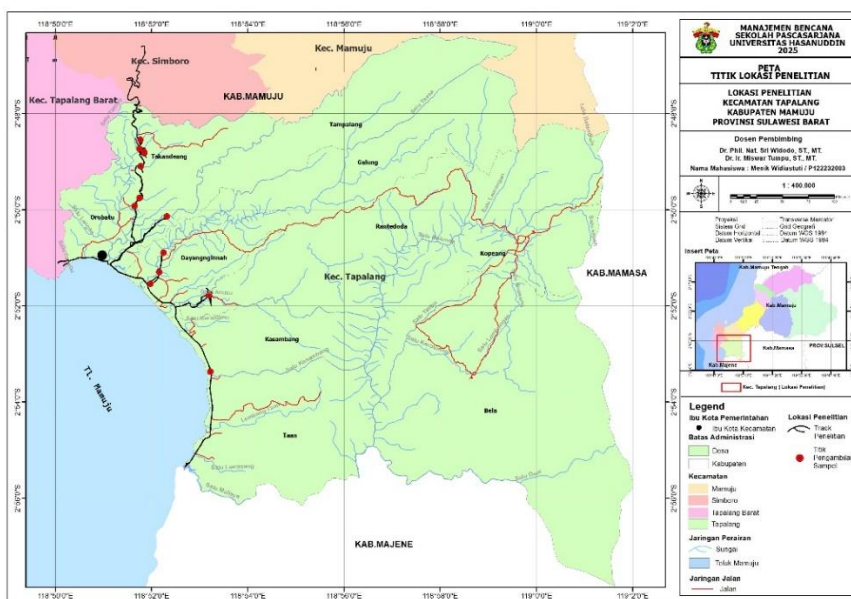
2.3 Lokasi Penelitian

Kecamatan Tapalang merupakan salah satu kecamatan yang terletak di Kabupaten Mamuju, Provinsi Sulawesi Barat. Secara geografis, wilayah ini didominasi oleh

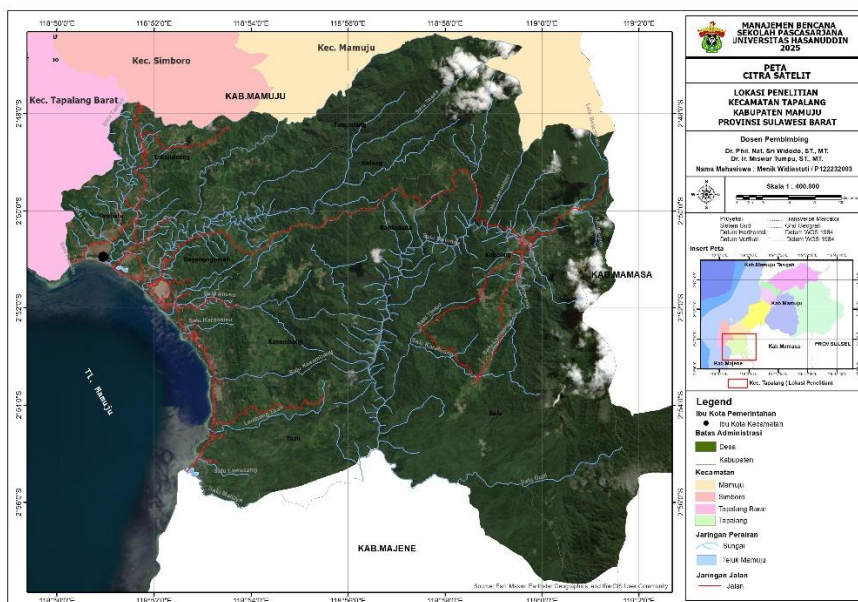
perbukitan dengan kemiringan lereng yang cukup curam, menjadikannya sebagai daerah yang rentan terhadap bencana tanah longsor. Kecamatan ini berbatasan dengan Kecamatan Tapalang Barat di sebelah barat, Kecamatan Simboro dan Kepulauan di sebelah selatan, serta Kabupaten Majene di sebelah utara. Kondisi topografi yang bervariasi dari dataran rendah hingga daerah perbukitan dengan ketinggian mencapai lebih dari 500 meter di atas permukaan laut menjadikan Tapalang memiliki potensi bencana geologi yang tinggi, terutama di musim hujan ketika intensitas curah hujan meningkat.

Dari segi klimatologi, Kecamatan Tapalang memiliki curah hujan tahunan yang cukup tinggi, dengan rata-rata lebih dari 2000 mm per tahun menurut data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Kondisi hidrometeorologi ini berkontribusi terhadap meningkatnya kejenuhan tanah, yang pada akhirnya dapat memicu pergerakan tanah dan longsor, terutama di daerah dengan struktur tanah yang labil. Selain itu, aktivitas penggunaan lahan yang terus berkembang, seperti pembukaan lahan untuk perkebunan dan pemukiman, turut mempercepat laju erosi dan meningkatkan risiko bencana. Faktor-faktor ini menjadikan Kecamatan Tapalang sebagai salah satu daerah prioritas dalam kajian mitigasi bencana longsor di Sulawesi Barat.

Dari aspek sosial dan ekonomi, Kecamatan Tapalang memiliki masyarakat yang sebagian besar bermata pencaharian di sektor pertanian dan perkebunan. Namun, aktivitas ini sering kali dilakukan tanpa mempertimbangkan prinsip konservasi tanah yang berkelanjutan, seperti penebangan hutan tanpa reboisasi yang memadai. Selain itu, pembangunan infrastruktur seperti jalan dan pemukiman di daerah dengan kemiringan tinggi tanpa sistem drainase yang baik turut meningkatkan ketidakstabilan tanah. Minimnya akses terhadap informasi mitigasi bencana serta kurangnya kesiapsiagaan masyarakat terhadap potensi longsor semakin memperburuk kondisi kerentanan wilayah ini. Oleh karena itu, diperlukan kajian yang lebih mendalam mengenai indeks bahaya longsor di Kecamatan Tapalang menggunakan pendekatan berbasis teknologi seperti Sistem Informasi Geografis (GIS) dan Analytical Hierarchy Process (AHP) untuk menghasilkan strategi mitigasi yang lebih efektif. Gambar 2.1. dan 2.2. masing-masing memperlihatkan peta administrasi dan peta citra satelit lokasi penelitian.



Gambar 2.1. Peta administrasi lokasi penelitian



Gambar 2.2. Peta citra satelit lokasi penelitian

2.4 Kerangka Konseptual Penelitian

Kerangka konseptual penelitian ini disusun untuk menganalisis faktor-faktor utama yang mempengaruhi kejadian longsor serta strategi mitigasi yang dapat diterapkan secara efektif di daerah rawan bencana. Berdasarkan Dokumen RBI BNPB tahun 2023 intensitas gerakan tanah di Indonesia semakin meningkat dengan sebaran wilayah

bencana semakin luas. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya pemanfaatan lahan, intensitas hujan yang tinggi dengan durasi yang panjang. Serta kajian literatur dan penelitian terdahulu, penelitian ini mengidentifikasi empat variabel utama yang berkontribusi terhadap kejadian longsor, yaitu faktor geologi, hidrometeorologi, perubahan tata guna lahan, dan partisipasi masyarakat dalam mitigasi bencana.

Penelitian ini juga merujuk pada berbagai studi sebelumnya yang relevan dalam mengkaji fenomena longsor dan upaya mitigasinya (Frananda et al., 2021). Studi lain menekankan pentingnya kondisi hidrometeorologi, khususnya curah hujan ekstrem dan durasi hujan yang berkepanjangan, sebagai pemicu utama terjadinya gerakan tanah (Ummah, 2019). Penelitian-penelitian tersebut menjadi dasar dalam menyusun variabel geologi dan hidrometeorologi sebagai komponen penting dalam analisis ini.

Selain itu, beberapa kajian lain menyoroti peran perubahan tata guna lahan, khususnya alih fungsi hutan menjadi lahan permukiman atau pertanian, yang secara signifikan meningkatkan risiko longsor (Firdaus et al., 2021). Tidak kalah penting, partisipasi masyarakat dalam upaya mitigasi bencana juga telah banyak dibahas, kemudian menyimpulkan bahwa keterlibatan masyarakat dalam perencanaan dan pelaksanaan strategi mitigasi mampu memperkuat ketahanan lokal terhadap bencana (Samiri et al., 2024). Dengan merujuk pada temuan-temuan tersebut, penelitian ini mengembangkan kerangka konseptual yang terintegrasi untuk memahami hubungan antar variabel dan mengusulkan strategi mitigasi yang holistik dan berbasis masyarakat.

Faktor geologi, seperti jenis tanah, kemiringan lereng, dan kondisi batuan dasar, berperan penting dalam menentukan tingkat kerentanan suatu wilayah terhadap longsor (Rahmawati & Virgawati, 2024). Selain itu, faktor hidrometeorologi, terutama curah hujan tinggi, berkontribusi terhadap kejenuhan tanah yang menyebabkan penurunan stabilitas lereng (Aisah & Gofar, 2022).

Di sisi lain, perubahan tata guna lahan, khususnya deforestasi dan alih fungsi lahan tanpa mempertimbangkan aspek konservasi, turut meningkatkan risiko longsor secara signifikan, terutama di daerah dengan curah hujan tinggi. Selain faktor lingkungan, aspek sosial juga memainkan peran penting dalam mitigasi bencana. Suatu penelitian menunjukkan bahwa tingkat kesiapsiagaan masyarakat, melalui edukasi dan pelatihan mitigasi bencana, dapat meningkatkan efektivitas tindakan preventif seperti pembuatan terasering, penggunaan tanaman berakar kuat, dan pembangunan sistem drainase yang baik (Hidayat et al., 2023).

Berdasarkan temuan-temuan tersebut, penelitian ini mengembangkan kerangka konseptual yang menghubungkan faktor penyebab longsor dengan efektivitas strategi mitigasi. Kerangka ini menegaskan bahwa kejadian longsor merupakan hasil interaksi antara faktor alamiah dan antropogenik. Oleh karena itu, upaya mitigasi yang berbasis teknologi, kebijakan konservasi lingkungan, serta partisipasi masyarakat yang aktif diharapkan dapat mengurangi tingkat risiko bencana secara signifikan. Gambar 2.3. memperlihatkan kerangka konseptual penelitian.

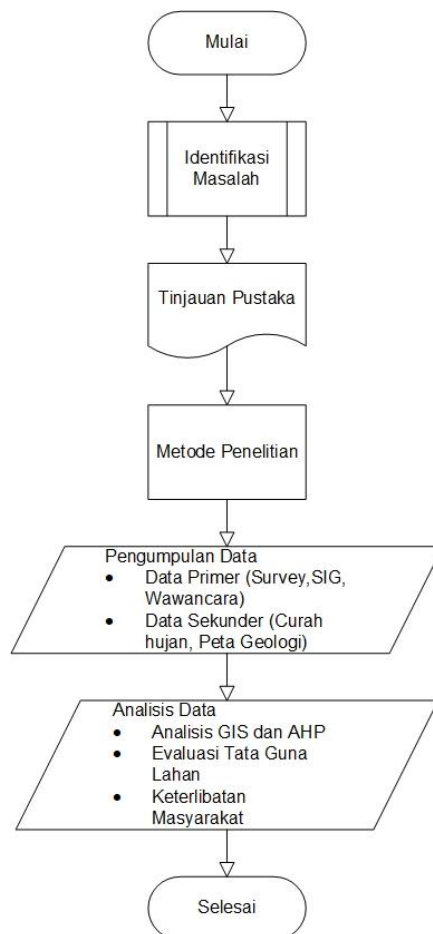


Gambar 2.3. *Kerangka konseptual penelitian*

2.5 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian merupakan representasi visual dari tahapan yang dilakukan dalam suatu penelitian, bertujuan untuk memastikan proses penelitian berlangsung secara sistematis dan terarah (Creswell, 2014). Menurut Sugiyono (2017), bagan alir penelitian dapat membantu dalam memahami hubungan antara setiap tahap penelitian serta alur kerja yang harus diikuti untuk mencapai hasil yang valid dan dapat diandalkan.

Dalam penelitian ini, bagan alir disusun berdasarkan tahapan yang umum digunakan dalam penelitian ilmiah, dimulai dari identifikasi masalah hingga penyusunan kesimpulan dan rekomendasi. Setiap tahap memiliki fungsi dan tujuan spesifik yang berkontribusi terhadap kejelasan dan ketepatan hasil penelitian. Gambar 2.4. memperlihatkan bagan alir penelitian.



Gambar 2.4. Bagan alir penelitian

2.6 Analisis Data spasial berbasis vektor dan raster

Dalam penelitian ini, pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) memiliki peranan penting dalam analisis spasial terhadap potensi risiko longsor. Untuk mendukung proses analisis dan penyajian data, digunakan dua jenis format data spasial utama, yaitu *raster* dan *vektor*. Pemahaman terhadap karakteristik masing-masing format sangat penting karena berpengaruh langsung terhadap hasil analisis dan visualisasi peta tematik.

2.6.1 Format Data Raster

Format raster merupakan jenis data spasial yang merepresentasikan permukaan bumi dalam bentuk grid atau sel piksel. Setiap piksel pada raster memiliki nilai tertentu yang merepresentasikan karakteristik geografis, seperti ketinggian (elevasi), curah hujan, atau tingkat kemiringan lereng.

- a. Karakteristik utama format raster:
 1. Terdiri atas matriks baris dan kolom (grid).
 2. Setiap sel piksel memiliki nilai numerik (contoh: nilai elevasi atau intensitas).
 3. Mewakili data yang bersifat kontinu.
 4. Memiliki resolusi spasial yang ditentukan oleh ukuran piksel (misal: 30x30 meter).

- b. Contoh penggunaan raster dalam penelitian ini:
 1. Data Digital Elevation Model (DEM) digunakan untuk analisis topografi wilayah Kecamatan Tapalang.
 2. Analisis kemiringan lereng dan arah aliran air (flow direction) dilakukan dengan menggunakan data raster sebagai dasar perhitungan.

- c. Format file raster yang umum digunakan:
 1. .tif (GeoTIFF)
 GeoTIFF (.tif) merupakan salah satu format raster yang paling banyak digunakan dalam analisis spasial. Format ini berbasis pada standar TIFF (Tagged Image File Format) tetapi telah diperluas untuk menyimpan informasi georeferensi seperti sistem koordinat dan proyeksi. Dengan kemampuan menyimpan data multi-band dan resolusi tinggi, GeoTIFF sangat ideal digunakan untuk menyimpan data seperti Digital Elevation Model (DEM), peta kemiringan lereng, maupun citra satelit. Keunggulan lain dari format ini adalah kompatibilitasnya yang luas dengan berbagai perangkat lunak SIG seperti ArcGIS, QGIS, dan GRASS GIS, serta dukungan terhadap kompresi data tanpa kehilangan informasi spasial yang penting.
 2. .asc (ASCII Grid)
 ASCII Grid (.asc) adalah format raster berbasis teks yang menyimpan data dalam bentuk angka yang tersusun dalam grid. Format ini terdiri atas bagian header yang mencakup informasi mengenai ukuran grid, resolusi, dan koordinat, serta bagian isi yang berisi nilai-nilai dari masing-masing sel. Karena menggunakan format teks, ASCII Grid mudah dibaca dan dimodifikasi secara manual, sehingga sering digunakan dalam pertukaran data antar sistem atau untuk keperluan dokumentasi ilmiah. Meskipun demikian, format ini kurang efisien untuk data dengan resolusi tinggi karena ukuran file yang dapat menjadi sangat besar dan waktu pemrosesan yang lebih lama.
 3. .img (ERDAS IMAGE)
 ERDAS Imagine (.img) adalah format raster yang dikembangkan oleh perangkat lunak ERDAS Imagine dan umum digunakan dalam pengolahan citra satelit dan data penginderaan jauh. Format ini mampu menyimpan data raster dalam berbagai tipe (seperti integer, float, dan multi-band), serta mendukung kompresi file untuk efisiensi penyimpanan. Format .img sering dipilih dalam analisis spasial yang

melibatkan dataset besar dan kompleks, seperti pemetaan tutupan lahan atau klasifikasi penggunaan lahan berbasis citra satelit. Dengan dukungan terhadap data spektral yang tinggi, format ini sangat cocok untuk analisis lanjutan dalam konteks mitigasi bencana berbasis data penginderaan jauh.

Ketiga format ini memiliki peran penting dalam proses analisis spasial bencana longsor. Pemilihan format yang tepat disesuaikan dengan kebutuhan tahapan analisis, ukuran data, serta perangkat lunak yang digunakan. Dalam penelitian ini, format GeoTIFF digunakan untuk menyimpan data DEM dan hasil pemodelan kemiringan lereng, sedangkan format vektor digunakan pada tahap akhir untuk menyajikan peta tematik zonasi kerentanan longsor yang lebih mudah dipahami dan dianalisis secara spasial. Raster sangat berguna untuk analisis yang membutuhkan data kontinyu, seperti simulasi longsor atau model distribusi ketinggian. Namun, hasilnya kurang efektif untuk penyajian peta tematik yang membutuhkan identifikasi batas-batas wilayah secara presisi.

2.6.2. Format Data Vektor

Berbeda dengan raster, format vektor menggambarkan objek spasial dengan menggunakan geometri berbasis titik (point), garis (line), dan poligon (polygon). Setiap entitas dalam data vektor memiliki atribut yang menjelaskan informasi non-spasial seperti nama wilayah dan tingkat kerawanan.

a. Karakteristik utama format vektor:

1. Representasi geometris objek diskrit.
2. Setiap fitur memiliki atribut yang dapat disimpan dalam tabel data.
3. Presisi tinggi dalam menggambarkan batas-batas spasial.

b. Contoh penggunaan vektor dalam penelitian ini:

1. Batas administrasi Kecamatan Tapalang dalam format poligon.
2. Jaringan sungai dan jalan dalam bentuk garis.
3. Titik-titik lokasi pemukiman atau fasilitas umum yang terdampak longsor.

c. Format file vektor yang umum digunakan:

1. .shp (Shapefile)

Shapefile (.shp) adalah format data vektor yang paling umum digunakan dalam sistem informasi geografis (SIG). Dikembangkan oleh ESRI, format ini terdiri dari beberapa file pendukung seperti .shp, .shx, dan .dbf yang bersama-sama menyimpan data geometris berupa titik, garis, atau poligon beserta atribut-atributnya. Shapefile sangat populer untuk keperluan pemetaan dan analisis spasial dasar karena kemudahan penggunaannya dan dukungan luas dari berbagai perangkat lunak GIS.

2. .geojson (Geographic JSON)

GeoJSON (.geojson) adalah format data spasial berbasis JSON yang dirancang untuk menyimpan dan bertukar data geografis secara ringan

dan mudah dibaca oleh manusia maupun komputer. GeoJSON mendukung berbagai tipe geometris seperti titik, garis, dan poligon, serta cocok untuk aplikasi web mapping seperti Leaflet dan Mapbox. Karena formatnya berupa teks, GeoJSON mudah diintegrasikan dalam pengembangan aplikasi berbasis web dan sangat populer dalam ekosistem pemetaan modern.

3. .kml (Keyhole Markup Language)

KML (Keyhole Markup Language) adalah format berbasis XML yang awalnya dikembangkan oleh perusahaan Keyhole dan sekarang banyak digunakan dalam platform seperti Google Earth dan Google Maps. KML mampu menyimpan data spasial seperti titik, garis, dan poligon, serta memungkinkan penambahan elemen tambahan seperti gambar, deskripsi, dan styling visual. Format ini sering digunakan untuk visualisasi peta interaktif dan penyebaran data geospasial yang mudah dibagikan.

4. .gdb (Geodatabase)

Geodatabase (.gdb) merupakan format basis data spasial milik ESRI yang digunakan untuk menyimpan data vektor, raster, dan topologi dalam satu wadah terintegrasi. Geodatabase memungkinkan pengelolaan data GIS yang kompleks dengan mendukung struktur data yang lengkap, relasi antar fitur, serta metadata yang kaya. Format ini tersedia dalam bentuk file geodatabase (file-based) dan sangat ideal untuk proyek GIS berskala besar yang membutuhkan manajemen data terstruktur dan efisien.

Vektor sangat sesuai untuk menyajikan data hasil analisis akhir secara visual dan deskriptif karena lebih mudah dipahami dan digunakan dalam pembuatan peta tematik.

2.6.3. Konversi Raster ke Vektor dalam Penelitian

Dalam proses penelitian ini, format raster digunakan pada tahap analisis spasial, terutama dalam menentukan wilayah yang berpotensi longsor berdasarkan model elevasi dan analisis topografi. Namun, untuk mempermudah visualisasi dan penyajian hasil kepada pembaca dan pihak terkait, hasil analisis raster dikonversi ke format vektor.

a. Konversi dilakukan dengan tahapan sebagai berikut.

1. Klasifikasi raster: raster hasil analisis diklasifikasikan berdasarkan nilai tertentu.
2. Polygonisasi raster: raster dikonversi menjadi poligon agar dapat ditampilkan dalam peta tematik.
3. Penambahan atribut: setiap poligon hasil konversi diberikan informasi tambahan, seperti kelas kerentanan (rendah, sedang, tinggi).

b. Tujuan konversi raster ke vektor

Dalam proses analisis risiko longsor di Kecamatan Tapalang, Kabupaten Mamuju, kami menggunakan data raster sebagai dasar untuk pemodelan spasial, seperti data elevasi (DEM), curah hujan, dan tingkat kerentanan wilayah. Data raster dipilih karena memiliki keunggulan dalam menggambarkan fenomena yang bersifat kontinu di permukaan bumi, seperti tingkat kemiringan lereng, serta sangat mendukung proses analisis spasial seperti overlay, klasifikasi, dan pembobotan.

Penggunaan data raster dalam analisis ini juga sejalan dengan pendekatan yang digunakan dalam Pedoman Teknis Pengkajian Risiko Bencana Longsor oleh BNPB tahun 2019 yang didasarkan kepada Perka BNPB No. 2 Tahun 2012. Dalam pedoman tersebut pengkajian bencana longsor, data raster secara eksplisit digunakan dalam tahap analisis bahaya dan kerentanan karena kemampuannya merepresentasikan variasi spasial secara rinci dan menyeluruh.

Namun, untuk penyajian akhir berupa peta risiko banjir, saya menggunakan format vektor. Hal ini dilakukan agar hasil analisis dapat disesuaikan dengan batas wilayah administrasi seperti desa dan kecamatan yang tersedia dalam bentuk vektor. Dengan menyajikan hasil dalam bentuk vektor, luasan wilayah risiko dapat dihitung secara presisi dan ditampilkan sesuai dengan kebutuhan analisis berbasis wilayah administratif.

2.7 Penilaian Perbandingan Berpasangan Menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan salah satu metode pengambilan keputusan yang digunakan untuk menentukan prioritas dalam berbagai pilihan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Salah satu langkah utama dalam AHP adalah penilaian perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*), yang digunakan untuk menilai tingkat kepentingan relatif antara satu faktor dengan faktor lainnya. Proses ini dilakukan dengan membandingkan setiap elemen dalam suatu hierarki menggunakan skala numerik yang dikembangkan oleh Saaty (1980), biasanya dalam rentang 1 hingga 9. Nilai 1 menunjukkan bahwa dua elemen memiliki tingkat kepentingan yang sama, sedangkan nilai 9 menunjukkan bahwa satu elemen jauh lebih penting dibandingkan elemen lainnya. Dengan teknik ini, AHP memungkinkan penyusunan bobot prioritas untuk setiap faktor yang berkontribusi terhadap suatu permasalahan, seperti dalam penentuan indeks bahaya longsor.

Dalam konteks analisis indeks bahaya longsor di Kecamatan Tapalang, metode perbandingan berpasangan AHP digunakan untuk menilai bobot relatif dari berbagai faktor penyebab longsor, seperti kemiringan lereng, jenis tanah, curah hujan, penggunaan lahan, dan kepadatan vegetasi. Para ahli atau pemangku kepentingan dapat memberikan penilaian terhadap hubungan antar faktor berdasarkan pengalaman dan data empiris. Setelah matriks perbandingan berpasangan disusun, langkah selanjutnya

adalah menghitung nilai eigen dan rasio konsistensi untuk memastikan bahwa penilaian yang diberikan tidak bersifat subjektif atau bias. Hasil akhir dari analisis ini berupa bobot prioritas yang menunjukkan faktor mana yang memiliki pengaruh paling besar terhadap kejadian longsor. Dengan metode ini, penelitian dapat menghasilkan pemetaan risiko longsor yang lebih akurat, sehingga strategi mitigasi yang diusulkan dapat lebih efektif dan berbasis pada analisis yang terukur. Tabel 2.2. memperlihatkan skala Saaty 1-9.

Tabel 2.2. Skala Saaty 1-9

Skala	Penjelasan
1	Kedua faktor sama pentingnya
3	Faktor yang dibandingkan sedikit lebih penting
5	Faktor yang dibandingkan lebih penting
7	Faktor yang dibandingkan sangat lebih penting
9	Faktor yang dibandingkan sangat jauh lebih penting
2, 4, 6, 8	Nilai diantara dua skala di atas
1/X	Jika faktor di sebelah kanan lebih penting, gunakan kebalikan dari skala di atas

Tabel 2.3. Tabel perbandingan antara 2 faktor yang mempengaruhi longsor

No	Faktor 1	Skala Kepentingan	Faktor 2
1	Kemiringan lereng (<i>slope</i>)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Ketinggian (<i>elevation</i>)
2	Kemiringan lereng (<i>slope</i>)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Curah hujan (<i>rainfall</i>)
3	Kemiringan lereng (<i>slope</i>)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Jarak ke Sungai (<i>river distance</i>)
4	Kemiringan lereng (<i>slope</i>)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Jarak ke jalan (<i>road distance</i>)
5	Kemiringan lereng (<i>slope</i>)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Penggunaan lahan (<i>land use</i>)
6	Kemiringan lereng (<i>slope</i>)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Litologi (<i>Lithology</i>)
7	Ketinggian (<i>elevation</i>)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Curah hujan (<i>rainfall</i>)
8	Ketinggian (<i>elevation</i>)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Jarak ke Sungai (<i>river distance</i>)
9	Ketinggian (<i>elevation</i>)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Jarak ke jalan (<i>road distance</i>)
10	Ketinggian (<i>elevation</i>)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Penggunaan lahan (<i>land use</i>)
11	Ketinggian (<i>elevation</i>)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Litologi (<i>Lithology</i>)
12	Curah hujan (<i>rainfall</i>)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Jarak ke Sungai (<i>river distance</i>)
13	Curah hujan (<i>rainfall</i>)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Jarak ke jalan (<i>road distance</i>)
14	Curah hujan (<i>rainfall</i>)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Penggunaan lahan (<i>land use</i>)

15	Curah hujan (<i>rainfall</i>)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Litologi (<i>Lithology</i>)
16	Jarak ke Sungai (<i>river distance</i>)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Jarak ke jalan (<i>road distance</i>)
17	Jarak ke Sungai (<i>river distance</i>)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Penggunaan lahan (<i>land use</i>)
18	Jarak ke Sungai (<i>river distance</i>)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Litologi (<i>Lithology</i>)
19	Jarak ke jalan (<i>road distance</i>)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Penggunaan lahan (<i>land use</i>)
20	Jarak ke jalan (<i>road distance</i>)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Litologi (<i>Lithology</i>)
21	Penggunaan lahan (<i>land use</i>)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Litologi (<i>Lithology</i>)

Tabel 2.3. memperlihatkan bobot perbandingan antara dua faktor yang mempengaruhi bahaya longsor sesuai skala yang ditunjukkan pada Tabel 2.2. Data akan diolah menggunakan metode AHP untuk membangun *Pairwise Comparison Matrix*. Dari matrix tersebut, akan dihitung bobot normalisasi untuk setiap faktor, sehingga dapat digunakan dalam pemodelan peta bahaya longsor di Tapalang. Setelah nilai perbandingan ditetapkan, matriks ini digunakan untuk menghitung bobot relatif dari setiap kriteria dengan menghitung nilai eigen vektor prioritas. Selain itu, dilakukan perhitungan rasio konsistensi (*Consistency Ratio/CR*) untuk memastikan bahwa penilaian dalam matriks tidak bersifat inkonsisten. Jika nilai CR kurang dari 0,1, maka matriks dianggap konsisten dan valid untuk digunakan dalam analisis lebih lanjut. Dalam penelitian ini, *Pairwise Comparison Matrix* digunakan untuk menilai faktor-faktor yang mempengaruhi bahaya longsor, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.3, guna menentukan faktor dominan dalam kejadian longsor di Kecamatan Tapalang.

2.8 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian merupakan pernyataan yang diajukan sebagai jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian dan akan diuji kebenarannya melalui analisis data (Sugiyono, 2017). Penyusunan hipotesis ini didasarkan pada kajian teori dan penelitian terdahulu yang mendukung asumsi mengenai hubungan antara faktor-faktor penyebab longsor dan strategi mitigasi yang diterapkan. Hipotesis berperan sebagai pedoman dalam menentukan metode analisis yang digunakan serta membantu dalam pengambilan kesimpulan secara lebih objektif.

Secara umum, hipotesis penelitian diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_1). Hipotesis nol (H_0) menyatakan bahwa tidak terdapat hubungan atau pengaruh yang signifikan antara variabel-variabel yang diteliti, sedangkan hipotesis alternatif (H_1) menyatakan bahwa terdapat hubungan atau pengaruh yang signifikan di antara variabel-variabel tersebut (Ghozali, 2018).

Dalam konteks penelitian ini, hipotesis dirumuskan berdasarkan faktor-faktor yang diduga memiliki pengaruh terhadap tingkat risiko longsor di Kecamatan Tapalang, Kabupaten Mamuju, yaitu faktor geologi, hidrometeorologi, perubahan tata guna lahan,

serta tingkat partisipasi masyarakat dalam mitigasi bencana. Selain itu, penelitian ini juga menguji efektivitas pendekatan berbasis teknologi, seperti Sistem Informasi Geografis (SIG) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP), dalam mengidentifikasi zona rawan longsor dan menentukan strategi mitigasi yang optimal.

Berdasarkan tujuan penelitian, hipotesis yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. **H₀₁**: Faktor geologi, seperti jenis tanah dan kemiringan lereng, tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap tingkat risiko longsor di Kecamatan Tapalang.
H₁₁: Faktor geologi, seperti jenis tanah dan kemiringan lereng, memiliki pengaruh signifikan terhadap tingkat risiko longsor di Kecamatan Tapalang.
2. **H₀₂**: Faktor hidrometeorologi, terutama curah hujan, tidak berpengaruh signifikan terhadap kejadian longsor di Kecamatan Tapalang.
H₁₂: Faktor hidrometeorologi, terutama curah hujan, berpengaruh signifikan terhadap kejadian longsor di Kecamatan Tapalang.
3. **H₀₃**: Perubahan tata guna lahan tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan peningkatan risiko longsor di Kecamatan Tapalang.
H₁₃: Perubahan tata guna lahan memiliki hubungan yang signifikan dengan peningkatan risiko longsor di Kecamatan Tapalang.
4. **H₀₄**: Partisipasi masyarakat dalam upaya mitigasi tidak berpengaruh signifikan terhadap pengurangan risiko longsor di Kecamatan Tapalang.
H₁₄: Partisipasi masyarakat dalam upaya mitigasi berpengaruh signifikan terhadap pengurangan risiko longsor di Kecamatan Tapalang.
5. **H₀₅**: Pendekatan berbasis teknologi (SIG dan AHP) tidak efektif dalam mengidentifikasi zona rawan longsor dan menyusun strategi mitigasi.
H₁₅: Pendekatan berbasis teknologi (SIG dan AHP) efektif dalam mengidentifikasi zona rawan longsor dan menyusun strategi mitigasi.

Pengujian hipotesis ini akan dilakukan melalui metode analisis statistik yang sesuai, seperti regresi logistik, korelasi, atau analisis varians, guna memastikan validitas dan signifikansi hubungan antarvariabel yang diteliti. Hasil pengujian hipotesis ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam merumuskan kebijakan mitigasi bencana yang lebih efektif serta memperkaya kajian akademik dalam bidang mitigasi bencana dan pengelolaan risiko lingkungan di daerah rawan longsor.

2.9 Daftar Pustaka

- Badan Geologi Indonesia. (2022). *Pemanfaatan metode geospasial dalam pemetaan zonasi rawan longsor di Indonesia*. Jakarta: Kementerian ESDM.
- Badan Geologi. (2021). *Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah di Indonesia*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). (2022). *Laporan Analisis Curah Hujan di Kabupaten Mamuju*. BMKG.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). (2020). *Teknologi mitigasi longsor berbasis SIG dan AHP di daerah rawan bencana*. Jakarta: BNPB.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). (2021). *Pedoman Mitigasi Bencana Longsor Berbasis Teknologi Geospasial*. BNPB.

- Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Mamuju. (2023). *Laporan Tahunan Kejadian Bencana Longsor di Kabupaten Mamuju*. BPBD Kabupaten Mamuju.
- ESRI. (2020). *ArcGIS for Landslide Hazard Mapping and Analysis*. Environmental Systems Research Institute.
- Hidayat, R., Susanto, B., & Nugraha, D. (2021). *Peran partisipasi masyarakat dalam mitigasi longsor di daerah rawan bencana*. Jurnal Mitigasi Bencana, 7(2), 105-120.
- International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. (2019). *Community-Based Disaster Risk Reduction: A Guide for Practitioners*. IFRC.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020). *Laporan Deforestasi dan Dampaknya terhadap Risiko Bencana di Indonesia*. KLHK.
- Kusuma, A. & Handayani, T. (2023). *Dampak aktivitas pertambangan terhadap peningkatan kejadian longsor di daerah perbukitan*. Jurnal Geologi dan Pertambangan, 11(3), 45-60.
- Prasetyo, Y., Nugroho, R., & Kurniawan, H. (2018). *Analisis faktor geologi dan hidrometeorologi terhadap kejadian longsor menggunakan pendekatan SIG di daerah perbukitan*. Jurnal Geoteknik Indonesia, 14(1), 35-50.
- Pusat Studi Bencana Universitas Hasanuddin. (2019). *Kajian Risiko Longsor di Wilayah Perbukitan Sulawesi Barat*. Universitas Hasanuddin.
- Rahman, F., Santoso, W., & Widodo, P. (2019). *Efektivitas teknik bioteknologi dalam stabilisasi lereng rawan longsor*. Jurnal Rekayasa Lingkungan, 9(4), 80-95.
- Sudirman, M., Hakim, R., & Putra, D. (2017). *Hubungan antara curah hujan ekstrem dan kejadian longsor di daerah dengan kemiringan tinggi*. Jurnal Hidrometeorologi dan Geoteknik, 5(1), 22-38.
- Supriyadi, B., Mulyono, S., & Cahyani, R. (2021). *Efektivitas sistem drainase berbasis bioengineering dalam mitigasi longsor*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 12(2), 99-115.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytical Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill.
- Utami, S. & Nugroho, A. (2020). *Dampak pembangunan infrastruktur terhadap ketidakstabilan tanah di daerah perbukitan*. Jurnal Rekayasa Geoteknik, 8(3), 150-165.
- Wicaksono, T. & Setiawan, I. (2019). *Dampak perubahan tata guna lahan terhadap peningkatan risiko longsor di daerah pegunungan*. Jurnal Konservasi Tanah dan Air, 6(1), 75-90.