

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang sangat rentan terhadap bencana alam. Berdasarkan data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) selama sepuluh tahun terakhir, dari 2014-2023, tercatat 27,802 kejadian bencana dengan korban jiwa sebesar 38,675,498 orang (BNPB, 2024). Salah satu bencana yang banyak terjadi di Sulawesi Selatan adalah tanah longsor, dengan total kejadian selama 10 tahun terakhir sebesar 116, dan terdapat 15,601 korban jiwa, dan 10 total kejadian tanah longsor terjadi di kabupaten luwu utara (BNPB, 2024). Tanah longsor itu sendiri adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran tersebut, bergerak ke bawah atau ke luar lereng (Pazzi et al., 2019).

Bencana tanah longsor terbesar yang memicu banjir bandang terjadi di Daerah Aliran Sungai (DAS) Balease pada tahun 2020. Menurut Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Luwu Utara, peristiwa tersebut menimbulkan korban jiwa serta kerugian harta benda yang signifikan.

Tanah longsor sebagai bencana geologi dapat menyebabkan dampak serius, baik berupa korban jiwa maupun kerugian material, seperti pendangkalan sungai serta kerusakan permukiman, jembatan, saluran irigasi, dan berbagai infrastruktur fisik lainnya (Faizana et al., 2015).

Berdasarkan Peraturan Kepala BNPB Tahun 2012, kejadian tanah longsor dipengaruhi oleh sejumlah faktor pengontrol, antara lain kemiringan lereng, kedekatan terhadap alur sungai, jarak dari zona rekahan atau sesar, kondisi litologi, jenis tanah, tutupan/penggunaan lahan, serta intensitas curah hujan. Di samping faktor-faktor tersebut, sifat dan karakteristik mikromorfologi tanah turut menentukan tingkat kestabilan lereng karena berhubungan dengan struktur, porositas, dan kohesi material penyusunnya. Studi mikromorfologi tanah mampu mengungkap kondisi struktur tanah, porositas, rekahan mikro, serta orientasi partikel tanah yang berpengaruh terhadap pergerakan massa tanah (Ahmad et al., 2023). Salah satu upaya pencegahan tanah longsor yang dapat dilakukan adalah pemetaan (Psomiadis et al., 2020; Zhong et al., 2020).

Pemetaan longsor dapat menggunakan metode metode statistik seperti metode weight of evidence (WoE) dan logistic

regression (LR) yang banyak digunakan untuk pemetaan bahaya longsor (Heckmann et al., 2014). Misbahudin (2020) mengungkapkan bahwa metode WoE didasarkan pada informasi yang diperoleh dari keterkaitan antara parameter dan data kejadian, sehingga dapat diprediksi wilayah yang berpotensi longsor. Metode LR memiliki kelebihan karena mampu menganalisis hubungan antar variabel tetapi memiliki kekurangan karena tidak mampu mengevaluasi pengaruh antara kelas yang berbeda (Pamela et al., 2018). Samodra (2014) dan Suhua et al. (2016) memanfaatkan metode statistik dengan pendekatan baru yaitu menggunakan kombinasi Weight of Evidence (WoE) dan Logistic Regression (LR) untuk pemetaan bahaya longsor.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang muncul dari latar belakang penelitian yang telah dijabarkan sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana metode inventarisasi lokasi kejadian tanah longsor berdasarkan data citra satelit di wilayah DAS Balease?
2. Faktor-faktor apa saja yang berpengaruh terhadap kejadian tanah longsor di DAS Balease?
3. Bagaimana tingkat kerawanan tanah longsor di DAS Balease berdasarkan pemodelan menggunakan metode Weight of Evidence (WoE) dan Logistic Regression (LR), serta metode mana yang memiliki tingkat akurasi terbaik?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Menginventarisasi lokasi kejadian tanah longsor di DAS Balease berdasarkan analisis data citra satelit.
2. Mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kejadian tanah longsor di DAS Balease.
3. Menyusun peta kerawanan tanah longsor menggunakan metode Weight of Evidence (WoE) dan Logistic Regression (LR), serta membandingkan tingkat akurasi kedua metode untuk menentukan metode terbaik.

Manfaat dari hasil penelitian yaitu :

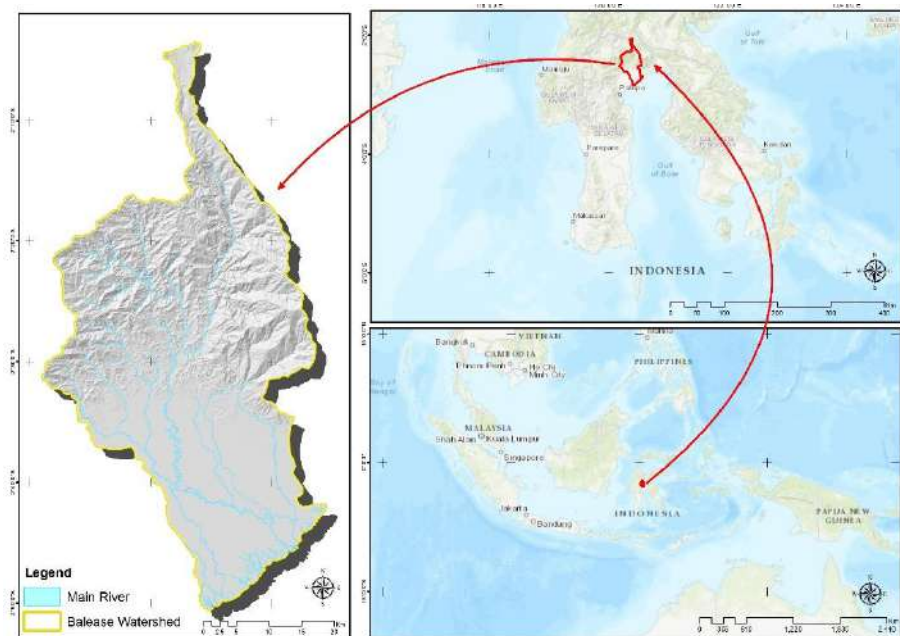
1. Memberikan informasi ilmiah sebagai bahan pertimbangan bagi pemerintah daerah dalam perencanaan pembangunan wilayah DAS Balease yang berbasis mitigasi bencana.

2. Menjadi dasar acuan bagi instansi terkait dalam upaya mitigasi, pengendalian, dan antisipasi bencana tanah longsor serta banjir bandang di wilayah DAS Balease.
3. Memberikan kontribusi akademik dalam pengembangan metode pemodelan kerawanan longsor berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG).

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Waktu

Lokasi penelitian terletak di Kabupaten Luwu Utara Provinsi Sulawesi Selatan tepatnya di DAS Balease. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Maret Tahun 2024 hingga Januari 2026. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Lokasi Penelitian

2.2 Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan data dari berbagai sumber yaitu berupa data primer dan sekunder. Parameter dan sumber data penyusunan peta rawan longsor disajikan pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2. 1 Parameter Longsor dan Teknik Analisis

Type Data	Parameter	Skala / Resolusi	Sumber Data	Teknik Analisis	Jumlah Kelas	Sumber Kelas	Jenis Data
Faktor Topografi	Elevasi		FABDEM (University of Bristol), 2022	Analisis Permukaan	4	PVMBG	Data Sekunder
	Lereng		FABDEM (University of Bristol), 2022	Analisis Permukaan	7	PVMBG	
	Aspect		FABDEM (University of Bristol), 2022	Analisis Permukaan	9	PVMBG	
	Plan Curvature	30 x 30 meter	FABDEM (University of Bristol), 2022	Analisis Permukaan	3	PVMBG	
	Profil Curvature		FABDEM (University of Bristol), 2022	Analisis Permukaan	3	PVMBG	
Faktor Hidrologi	Stream Power Index (SPI)		FABDEM (University of Bristol), 2022	SPI SAGA	4	PVMBG	
	Terrain Wetness Index (TWI)		FABDEM (University of Bristol), 2022	TWI SAGA	5	PVMBG	
	Jarak dari Sungai		Peta RBI, BIG 2018	Jarak Euclidean	6	PVMBG	
Faktor Geologi	Lithologi	1 : 50.000	Peta Geologi Interpretasi, Badan Geologi 2010	-	8	ESDM	
	Jarak dari Patahan	1 : 100.000	Peta Geologi, Badan Geologi 2009	Jarak Euclidean	6	ESDM	
	Landform		Sistem Lahan, BIG 2022	-	15	ESDM	
Faktor Manusia	Jarak dari Jalan	1 : 50.000	Peta RBI, BIG 2018	Jarak Euclidean	6	PVMBG	
	Penggunaan Lahan		Peta RBI, BIG 2018	-	12	BIG	
Faktor Iklim	Curah Hujan	-	Curah Hujan BMKG, Kebijakan Satu Peta (KSP)	-	4	BMKG	
Faktor Tanah	Jenis Tanah	1 : 50.000	Peta Tanah, Balai Besar Sumberdaya Lahan pertanian 2018	-	10	BBSDLP	

Tipe Data	Parameter	Skala / Resolusi	Sumber Data	Teknik Analisis	Jumlah Kelas	Sumber Kelas	Jenis Data
Kejadian Longsor	Titik Kejadian Longsor	-	Citra Satelit Spot 6 akuisi 2020 dan koleksi citra dari Esri Wayback berupa citra WorldView-3 akuisi 2024 dan survey	Interpretasi dan Segmentasi Objek	-	-	Data Sekunder dan Primer

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Inventarisasi Kejadian Tanah longsor

Inventarisasi kejadian tanah longsor merupakan tahapan awal yang sangat penting dalam pemodelan bahaya longsor, karena berfungsi sebagai dasar dalam membangun hubungan statistik antara kejadian longsor dan faktor-faktor pengontrolnya. Data inventarisasi yang akurat akan menentukan kualitas dan reliabilitas model yang dihasilkan (Guzzetti et al., 2012).

Inventarisasi dilakukan melalui interpretasi visual citra satelit resolusi menengah hingga tinggi yang diperoleh dari sumber data penginderaan jauh terbaru pada periode penelitian. Identifikasi lokasi longsor dilakukan dengan teknik digitasi manual (on-screen digitizing) menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.8. Interpretasi visual didasarkan pada ciri morfologi longsor seperti adanya bekas mahkota longsor (scarp), perubahan tekstur dan warna permukaan tanah, pola aliran material, serta gangguan tutupan vegetasi. Untuk meningkatkan akurasi, hasil interpretasi citra diverifikasi dengan data sekunder berupa laporan kejadian dari instansi terkait serta dokumentasi lapangan apabila tersedia.

Hasil inventarisasi kemudian dikonversi ke dalam format data spasial berbentuk titik (point feature) yang mewakili lokasi kejadian longsor. Data ini selanjutnya digunakan sebagai variabel dependen dalam pemodelan statistik.

2.3.2 Metode Weight of Evidence (WoE)

Probabilitas perubahan yang diakibatkan oleh adanya tambahan informasi disebut probabilitas posterior. Probabilitas bersyarat dari keberadaan longsor dengan mempertimbangkan kehadiran faktor tambahan dapat dirumuskan sebagai berikut (Samodra, 2014).

$$W_{ji}^+ = \text{Ln} \left(\frac{P\{L\}}{P\{\underline{L}\}} \right) = \frac{\left(\frac{P\{F_{ji} \cap L\}}{P\{L\}} \right)}{\left(\frac{P\{F_{ji} \cap \underline{L}\}}{P\{\underline{L}\}} \right)}$$

Sementara itu, probabilitas bersyarat dari keberadaan longsor yang tidak menghadirkan faktor dapat dirumuskan sebagai berikut (Bonham-Carter, 1994):

$$W_{ji}^- = \text{Ln} \left(\frac{P\{L\}}{P\{\underline{L}\}} \right) = \frac{\left(\frac{P\{F_{ji} \cap L\}}{P\{L\}} \right)}{\left(\frac{P\{F_{ji} \cap \underline{L}\}}{P\{\underline{L}\}} \right)}$$

dimana : Probabilitas, F_{ji} : keberadaan faktor j kelas i , \underline{F}_{ji} : tidak ada faktor j kelas i , \underline{L} : tidak ada longsor, L : keberadaan longsor, W_{ji}^+ : rasio kemungkinan yang menyatakan bahwa rasio dalam kasus adanya, faktor F_{ji} maka suatu longsor L terjadi/muncul atau tidak muncul/terjadi, dan W_{ji}^- : rasio kemungkinan yang menyatakan bahwa rasio dalam kasus tidak adanya faktor F_{ji} maka suatu longsor L terjadi/muncul atau tidak muncul/terjadi. Korelasi positif ditunjukkan oleh $W_{ji}^+ =$ positif dan $W_{ji}^- =$ negatif, sedangkan korelasi negatif ditunjukkan oleh $W_{ji}^+ =$ negatif dan $W_{ji}^- =$ positif. Adapun longsor tidak dipengaruhi oleh keberadaan atau tidak adanya suatu faktor pemicu longsor apabila $W_{ji}^+ = W_{ji}^- = 0$. Hal ini menunjukkan bahwa tidak adanya korelasi antara longsor dan faktor pemicu. Pengukuran korelasi juga dapat diukur dengan kontras bobot sebagai berikut (Samodra, 2014):

$$W_{contrast\ ji} = W_{ji}^+ - W_{ji}^-$$

2.3.3 Metode Logistic Regression (LR)

Metode multivariat *logistic regression* membandingkan distribusi longsor yang ada dengan berbagai faktor pemicu longsor secara simultan. Hubungan faktor pemicu longsor dengan longsor yang ada dievaluasi dengan rumus *logistic*

regression. Analisis *logistic regression* dapat ditulis sebagai berikut (zhou *et.al.*, 2016):

$$f(z) = \pi(X_1, X_2, \dots, X_n) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i)}}$$

dimana $\pi(X_1, X_2, \dots, X_n)$ adalah sebuah piksel yang dipengaruhi *slope failure*, yang diberikan kehadiran variabel independen dari X_1 to X_n , β_0 adalah rumusan yang konstan, dan $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ adalah variabel koefisien X_1, X_2, \dots, X_n . β_0, \dots, β_n adalah koefisien yang tidak diketahui yang harus diestimasi berdasarkan data variabel independen longsor dengan menggunakan kemungkinan maksimum. Hasilnya merupakan probabilitas bahwa suatu peristiwa akan terjadi dibagi dengan probabilitas gagal terjadi longsor, disebut sebagai *odds ratio*. Koefisien positif menunjukkan bahwa peristiwa longsor lebih mungkin terjadi dan koefisien negatif menunjukkan bahwa peluang kejadian longsor kecil.

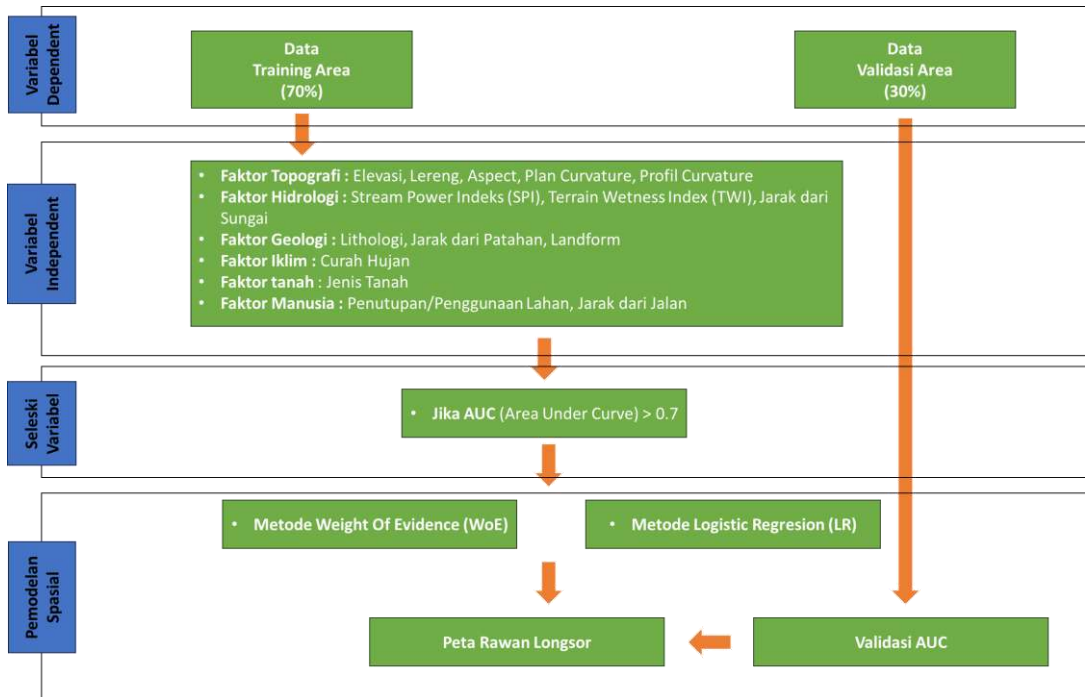
2.3.4 Validasi Weight of Evidence (WoE) dan Logistic Regression (LR)

Proses validasi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan AUC. Kurva AUC merupakan salah satu jenis pengukuran akurasi statistik untuk model prediksi (probabilitas) dalam penilaian/analisis bencana alam (Nefesslioglu, 2011). Semakin tinggi nilai AUC suatu model maka semakin baik model tersebut dalam memprediksi bahaya longsor (Yesilnacar, 2005 dalam Pourghasemi *et.al.*, 2013). Nilai Indeks AUC disajikan pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2. 2 Nilai Indeks AUC

Nilai AUC	Keterangan
> 0.9	Sangat Baik
0.8 - 0.9	Baik
0.7 - 0.8	Cukup Baik
<0.6	Jelek

2.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. 2 Diagram Alir Penelitian