

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang berada di antara lempeng Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik, Letak geografis inilah yang membuat Indonesia rawan terhadap bencana alam seperti bencana geologi dan bencana hidrometeorologi. Bencana geologi sendiri merupakan bencana yang terjadi akibat pergerakan lempeng seperti gempa bumi, erupsi gunung berapi, dan tanah longsor, sedangkan bencana hidrometeorologi terjadi karena Indonesia berada di garis khatulistiwa yang memiliki iklim tropis dan curah hujan yang tinggi.

Tanah longsor merupakan salah satu kejadian alam yang terjadi di wilayah pegunungan, terutama di musim hujan. Kondisi tektonik di Indonesia yang membentuk morfologi tinggi, patahan, batuan vulkanik yang mudah rapuh serta ditunjang dengan iklim di Indonesia yang berupa tropis basah, sehingga menyebabkan potensi tanah longsor menjadi tinggi. Peristiwa ini didukung dengan adanya degradasi perubahan tata guna lahan akhir-akhir ini, menyebabkan kejadian tanah longsor menjadi semakin meningkat. Kombinasi faktor antropogenik dan alam sering merupakan penyebab terjadinya longsor yang memakan korban jiwa dan kerugian harta benda (Naryanto, 2017).

Menurut UU No.24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana, bencana merupakan rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat. Bencana tanah longsor atau sering disebut gerakan tanah semakin sering terjadi di Indonesia dari tahun ketahun, menurut data BNPB (2021), sepanjang tahun 2020 telah terjadi sebanyak 572 kejadian longsor di Indonesia dan pada tahun 2021 jumlah kejadian tanah longsor mencapai 1.321 kejadian di Indonesia. Di daerah Sulawesi Selatan sendiri bencana tanah longsor sering terjadi bahkan tidak jarang bencana ini memakan korban jiwa salah satu kejadiannya terdapat pada Kabupaten Gowa dimana menurut Dansat Brimob Polda Sulsel Heru Novianto (2022) kejadian ini menimbulkan korban jiwa sebanyak 5 orang dan membuat beberapa jalan ditutup dikarenakan tanah longsor tersebut menutupi ruas jalan.

Bencana ini sering terjadi pada lokasi hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) yang memiliki kemiringan lereng yang curam ditambah ketika terjadinya penebangan di wilayah hulu mengakibatkan penampang sungai tidak mampu menampung debit air sungai yang besar sehingga menyebabkan lapisan kedap air tanah menjadi jenuh dan berakibat terjadinya tanah longsor. Kejadian tanah longsor mengakibatkan kerusakan infrastruktur, lahan pertanian, relokasi pemukiman, destruksi hutan dan lahan, bahkan menelan korban jiwa. Tingginya tingkat kerugian yang dialami masyarakat akibat bencana alam disebabkan karena kurangnya informasi kerawanan bencana yang akan terjadi, sehingga membuat masyarakat tidak tanggap akan bencana yang terjadi disekitar mereka.

Keterbatasan yang banyak ditemui dalam identifikasi kejadian longsor secara langsung membuat diperlukannya metode yang lebih efisien. Seiring dengan

perkembangan teknologi informasi saat ini, identifikasi longsor dilakukan dengan metode analisis spasial berdasarkan hasil penginderaan jauh. Salah satu metode yang banyak digunakan yaitu *Artificial Neural Network (ANN)*. Model *Artificial Neural Network (ANN)* dapat menyelesaikan data yang kompleks dan tidak linear, seperti data yang terkait dengan faktor-faktor lingkungan dan geologis yang berpengaruh terhadap kejadian tanah longsor. Berdasarkan (Sheela & Deepa., 2013) ANN adalah model pemrosesan informasi komputasi yang terinspirasi oleh struktur biologis, yang meniru cara kerja otak manusia dan terdiri dari beberapa unit pemrosesan (neuron) yang saling berkaitan untuk memecahkan suatu masalah. Setiap pemrosesan (neuron) menerima sinyal dari data input (elemen) yang diproses secara matematis sehingga menghasilkan output.

Penelitian ini mengkaji kerawanan tanah longsor yang berlokasi di DAS Karajae, DAS Karajae sendiri memiliki luas 17.529,21 ha. Secara administrasi Das Karajae mencakup 4 (empat) Kabupaten Kota, yaitu Kabupaten Pinrang, Kabupaten Sidenreng Rappang, Kabupaten Barru, dan Kota Pare-Pare. Berdasarkan laporan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) kota pare- pare, Sulawesi Selatan pada bulan Februari 2023 terjadi bencana alam berupa banjir dan tanah longsor yang meliputi Kecamatan Bacukki Barat (Kelurahan Kampung Baru), dan Kecamatan Ujung (Kelurahan Lapadde). Kepala BPBD Sulsel Amson Padolo (2023), menjelaskan bahwa dalam kejadian ini menyebabkan kerugian materil yang meliputi 13 rumah warga hanyut, serta ruas jalan sempit tertutup, dan juga kejadian ini memakan korban jiwa sebanyak 3 orang.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi sebaran tanah longsor tahun 2019 - 2023 di DAS Karajae.
2. Menganalisis faktor-faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya tanah longsor di DAS Karajae.
3. Membuat peta kerawanan tanah longsor di DAS Karajae.

Kegunaan dari penelitian ini agar data hasil penelitian diharapkan menjadi sumber informasi bagi masyarakat dan pemerintah mengenai tingkat kerawanan tanah longsor dengan melihat faktor penyebabnya, serta sebagai acuan mitigasi bencana tanah longsor di DAS Karajae.

Lanjutan tabel 1

No	Alat	Kegunaan
3.	Alat tulis menulis	Mencatat alur penelitian (teknis dan nonteknis)
4.	Kamera digital	Mendokumentasikan penelitian di lapangan

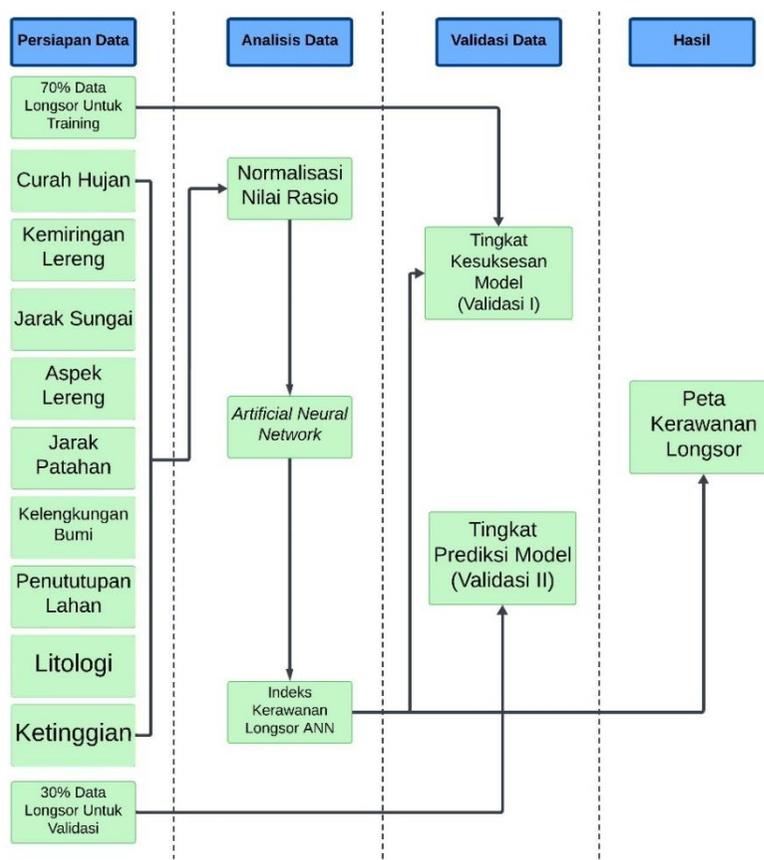
Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam proses penelitian

No	Bahan	Kegunaan	Sumber Data
1.	Citra <i>Time Series</i>	Inventarisasi kejadian longsor	<i>Google Earth Pro</i>
2.	Citra Sentinel-2 L2A/B	Analisis penutupan lahan	ESA (<i>European Space Agency</i>). https://www.esa.int/
3.	Citra DEMNAS (<i>Digital Elevation Model Nasional</i>)	Data pembangun faktor kemiringan lereng, ketinggian, arah lereng, jarak dari sungai	Badan Ina-Geoportal https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/
4.	Data spasial curah hujan satelit CSIRO MERRA	Data pembangun faktor curah hujan	<i>Global Weather dan MERRA NASA</i> https://power.larc.nasa.gov
5.	Peta Geologi skala 1:250.000	Data pembangun faktor litologi dan Jarak dari Patahan	Pusat Penelitian dan pengembangan geologi indonesia
6.	Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI)	Data pendukung analisis dan administrasi	Rupa Bumi Indonesia (RBI) https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/
7.	Batas Daerah Aliran Sungai Karajae	Peta dasar Lokasi penelitian	SK Kementerian LHK Tahun 2018 Nomor SK.304 Tentang Penetapan Peta Daerah Aliran Sungai

2.3 Prosedur Pengumpulan Data

Sumber data pada penelitian ini terbagi menjadi dua data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer sendiri adalah data yang diperoleh secara langsung, data primer yang digunakan dalam penelitian ini berupa data inventarisasi tanah longsor dan hasil *groundcheck* lapangan. Data sekunder ialah sebuah data pendukung yang diperoleh dari faktor yang mempengaruhi tanah longsor.

Data inventarisasi tanah longsor dan faktor penyebabnya diintegrasikan secara spasial dalam perangkat lunak ArcGIS dan menjadi dua data penting yang digunakan sebagai basis data utama dalam penelitian ini. Pengumpulan dan pengolahan data termuat dalam bagan alir penelitian pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

2.3.1 Identifikasi Sebaran Tanah Longsor

Identifikasi tanah longsor didapatkan dari hasil interpretasi citra penginderaan jarak jauh berdasarkan karakteristik spektral, bentuk, dan kontras (Kanugo dkk, 2006 dalam Soma dan Kubota., 2017). Pengidentifikasian lokasi terjadinya tanah longsor dan inventarisasi tanah longsor selama 5 tahun terakhir mulai dari Tahun 2019 sampai 2023 dengan memanfaatkan citra time series dari aplikasi google earth pro. Lokasi tanah longsor diberikan tanda titik sebagai penanda koordinat dan poligon tanah longsor tersebut. Identifikasi tanah longsor yang terjadi tahun ke tahun digunakan sebagai data primer.

2.3.2 Faktor Penyebab Tanah Longsor

Menurut Ayalew dan Yamagishi (2005) sampai saat ini belum terdapat pedoman secara universal untuk menentukan faktor pengontrol tanah longsor. Sehingga muncul kesulitan untuk menentukan faktor-faktor yang akan dipilih berkorelasi atau tidak terhadap kejadian tanah longsor di wilayah penelitian. Karena kondisi seperti itu dan tidak tersedianya pedoman yang universal untuk pemilihan faktor tanah longsor, maka penentuan faktor tanah longsor didasarkan pada ketersediaan data (Soma *et al.*, 2019). Faktor penyebab yang menjadi variabel dalam penelitian ini ialah data kemiringan lereng, curah hujan, kelengkungan bumi, penutupan lahan, litologi, ketinggian, jarak patahan,

jarak sungai, dan aspek lereng.

1. Kemiringan Lereng

Pada suatu wilayah memiliki kelerengan yang berbeda-beda. Data kelerengan ini diambil dari data DEMNAS pada geoportal. Data mentah ini akan diolah di ArcGIS dengan menggunakan tools slope lalu melakukan *classification* pada tools yang tersedia. Hasil dari pengelolaan data terdapat 5 (lima) kelas klasifikasi kemiringan kelas lereng yaitu 0-8% (datar), 8%-15% (landai), 15%-25% (agak curam), 25%-45% (curam), dan >45% (sangat curam). Hal inilah yang akan menjadi faktor penyebab terjadinya tanah longsor.

2. Curah Hujan

Data curah hujan didapatkan dari data titik *global weather* untuk menentukan titik stasiun terdekat dari sebuah DAS, dan data spasial curah hujan dari situs Satelit MERRA NASA sebagai data mentah kemudian akan diolah di ArcGIS. Pada pengelolaan di ArcGIS akan menggunakan metode isohyet untuk analisis intensitas curah hujan per tahunnya. Menurut Rifan & Sri (2017) metode ini merupakan metode yang paling teliti untuk menghitung kedalaman hujan rata-rata di suatu luas wilayah tertentu.

3. Kelengkungan Bumi (Curvature)

Data kelengkungan bumi didapatkan dari data DEM Nasional sama halnya dengan data kelerengan. Dalam pembuatan peta menggunakan tools di ArcGIS yaitu contour. Pada hasil contour akan menghasilkan 3 (tiga) kelas morfologi topografi yaitu cembung, datar, dan cekung. Hasil morfologi topografi ini mengindikasikan bahwa dilapangan wilayah penelitian memiliki kelengkungan topografi yang berbeda-beda.

4. Tutupan Lahan

Tutupan lahan menjadi salah satu indikator yang berpengaruh dalam terjadinya tanah longsor. Dalam pengelolaan data penutupan lahan didapatkan dari Citra Sentinel 2A/B tahun 2023 pada platform ESA (European Space Agency) sebagai data mentah yang akan dilakukan digitasi dengan acuan klasifikasi dari Direktorat Perdirjen Planologi tahun 2020. Hasil dari metode ini kemudian dilakukan uji akurasi sistem melalui perbandingan hasil peta klasifikasi dengan *Google Earth Pro*. Perbandingan ini menggunakan uji akurasi Kappa dengan bantuan *confusion matrix* dan menunjukkan nilai akurasi keseluruhan, sebagai cara untuk mengetahui tingkat *error* dalam mendigitasi di citra (data prediksi) dan dibandingkan dengan data di lapangan (data actual). Uji akurasi perbandingan ini dibantu dengan *confusion matrix* sebagai cara untuk mengetahui tingkat *error* dalam mendigitasi di citra (data prediksi) dan dibandingkan di lapangan. Uji akurasi ini menggunakan kappa accuracy (KA), dimana persentase akurasi menggunakan semua elemen *confusion matrix*.

5. Litologi

Peta litologi didapatkan dari hasil ekstraksi data dari peta geologi yang dikeluarkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Indonesia. Hasil dari keluaran ini menghasilkan berbagai macam bentukan batuan yang peka terhadap tanah longsor. Contoh batuan Endapan Aluminium (Qac), Formasi Camba (Tmc). Faktor-faktor pengkondisi inilah yang nanti akan diolah ke dalam ArcGIS dengan memanfaatkan tools-tools yang tersedia.

6. Ketinggian

Peta ketinggian didapatkan dari data DEM Nasional sama halnya dengan kelerengan dan kontur. Data akan menghasilkan berbagai macam ketinggian yang berbeda dari satu wilayah dengan wilayah lainnya dengan menggunakan tools natural breaks pada ArcGIS untuk menghasilkan kelas klasifikasi ketinggian.

7. Jarak Patahan

Peta jarak patahan didapatkan melalui hasil ekstraksi data dari Peta Geologi yang dikeluarkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Indonesia dengan skala 1:250.000 Tahun 1995. Pengelolaan data untuk jarak patahan diolah menggunakan tools *Euclidean Distance*. Hasil yang didapatkan terdapat 5 (lima) kelas yaitu 0-100m, 100m–200m, 200m–300m, 300m–400m, dan >400 m.

8. Jarak sungai

Dalam membuat data peta jarak sungai membutuhkan data DEMNAS dan akan diolah di ArcGIS dengan tools hydrology. Proses ini akan menghasilkan berbagai macam alur jaringan-jaringan sungai. Selanjutnya akan dilakukan proses pengelolaan pada tools *Eucalidean Distance* untuk menghasilkan jarak dari jaring-jaring sungai. Dalam hasil klasifikasi didapatkan 5 (lima) kelas 0-20m, 20-40m, 40-60m, 60-80m, dan >100m

9. Aspek Lereng

Data aspek lereng di dapatkan dari data DEMNAS dalam pembuatan peta aspek lereng menghasilkan 8 kelas arah lereng yaitu utara, timur, tenggara, selatan, selatan barat daya, barat, utara barat daya.

2.4 Analisis Data

Analisis data menggunakan metode kuantitatif yaitu menggunakan metode *Artificial Neural Network*. Pada tahap pertama mencari nilai normalisasi masing-masing faktor penyebab tanah longsor menggunakan metode frekuensi rasio. Frekuensi rasio adalah perbandingan daerah terjadinya tanah longsor pada keseluruhan daerah penelitian, dan juga perbandingan probabilitas terjadinya tanah longsor dengan yang tidak terjadi (Tazik *et al.*, 2014).

Jika rasio yang dihasilkan memiliki nilai 1 artinya frekuensi kejadian pada kelompok pertama dan kelompok kedua memiliki frekuensi yang sama. Dalam hal ini, dapat dianggap bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara kedua kejadian tersebut, karena frekuensi kejadian pada kedua kelompok sama. Sedangkan jika nilai yang dihasilkan lebih besar dari 1,0 maka hubungan antara kejadian longsor dan faktor penyebabnya lebih tinggi, dan jika rasio kurang dari 1,0 maka hubungan antara kejadian longsor dan faktor penyebabnya rendah (Lee, 2006). Nilai rasio di setiap kelas menunjukkan tingkat hubungan nilai rasio frekuensi yang di hitung dengan rumus (Soma & Kubota.,2017):

$$Fr = \frac{Pxcl (nm)/\Sigma Pxcl}{Pixel (nm)/\Sigma Pnx}$$

Keterangan:

Fr : Nilai *Frequency ratio*

Pxcl : Jumlah piksel dengan tanah longsor di dalam kelas n dari parameter m (nm)

Pixel : Jumlah piksel di kelas n dari parameter m (nm)

$\Sigma Pxcl$: Total piksel tanah longsor

ΣPnx : Keseluruhan piksel dari area.

Selanjutnya, hasil data nilai normalisasi dari frekuensi rasio digunakan untuk melanjutkan analisis data. Normalisasi data penting karena variabel memiliki satuan yang berbeda. Meskipun proses normalisasi data diperluas untuk memungkinkannya mendukung tipe data baru, aspek struktur database yang ada sebagian besar tetap tidak berubah. Oleh karena itu, aplikasi yang berinteraksi dengan database tidak terpengaruh secara signifikan. Data diskalakan dalam rentang dari 0 hingga 1. Pengskalakan dilakukan untuk meningkatkan keakuratan informasi digital berikutnya dan mencapai hasil yang lebih baik (Sheela & Deepa., 2013).

Pada penelitian kali ini diterapkan Multi-layer perceptron (MLP). Untuk setiap *hidden neuron* dan *output neuron* proses inputnya yaitu dengan mengkalikan setiap input (x_i) dengan bobot yang sesuai (w_i) (Soma & Kubota., 2017):

$$LS ANN = \sum_{i=0}^n W_i X_i$$

Keterangan :

LS ANN : Peta Akhir kerawanan tanah longsor
dihitung untuk semua *pixel*

W_i : Bobot input

X_i : Input

Setelah memproses jumlah tersebut (jika melebihi ambang batas neuron, neuron kemudian diaktifkan) menggunakan fungsi aktivasi non-linear untuk menghasilkan hasil (y_i) yang merupakan output dengan persamaan (Soma & Kubota., 2017):

$$y_i = G + (b^2 + W^2(s(b^1 + W^1i)))$$

Keterangan :

y_i : Hasil Dari *Artificial Neural Network*

- G : Fungsi aktivasi
 b^1 : Bias vektor 1
 W^1 : Matriks bobot 1
 b^2 : Bias vektor 2
 W^2 : Matriks bobot 2

2.5 Validasi Data

Memverifikasi hasil analisis bahaya tanah longsor menggunakan data yang diperoleh untuk menentukan akurasi peta dibuat dengan menggunakan metode *Artificial Neural Network*. Data ini menentukan nilai kesesuaian dengan menggunakan data validasi lapangan yang memberikan estimasi bahwa data lapangan sebagai data yang dianggap benar dan paling sesuai dengan kondisi resiko yang sebenarnya.

Menurut Fadilah *et al.*, (2019) hasil validasi memperlihatkan nilai akurasi prediksi berdasarkan AUC (Area Under Curve) melalui analisis ROC (*Receiver Operating Characteristic*) dengan menggunakan software SPSS. Data ini menentukan nilai validasi penerapan data menggunakan perkiraan yang disediakan lapangan. Data lapangan itulah yang dianggap benar dan paling tepat profil risiko yang sebenarnya. ROC membuat grafik plot sensitivitas (rasio positif benar) terhadap 1-spesifisitas (rasio positif palsu) dengan berbagai ambang. Nilai Indeks dihitung sebagai berikut:

$$AUC = \sum TP + \sum \frac{TN}{P+N}$$

P adalah jumlah total tanah longsor dan N adalah jumlah total lokasi non- tanah longsor. Area di bawah kurva ini disebut *Area Under the Curve* (AUC) yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja model yang dianalisis.

2.6 Peta Kerawanan Tanah Longsor

Setelah didapatkan hasil dari nilai *Artificial Neural Network* yang telah divalidasi sebelumnya menggunakan ROC, selanjutnya dilakukan *Overlay* peta tingkat kerawanan tanah longsor yang terdiri dari sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. mengklasifikasikan dilakukan dengan menggunakan nilai LSI (*Landslide Susceptibility Index*) dengan metode *natural breaks* ada pada ArcGIS.

