

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia terletak di tiga lempeng tektonik adalah Eurasia, Pasifik, dan Indo-Australia, menjadikan rawan bencana alam seperti gempa bumi, tsunami, dan tanah longsor. Situasi geologi memberikan kelimpahan alam namun memiliki risiko tinggi, terutama saat curah hujan tinggi, angin puting beliung, dan longsor. Bencana tidak hanya disebabkan alam dan aktivitas manusia yang tidak bisa mengelola sumber daya (Rachmawati et al., 2024).

Tanah longsor merupakan bencana alam yang sering terjadi di Indonesia, terutama di daerah pegunungan dan lereng-lereng yang curam. Berdasarkan terakhir di perbarui BPS Kabupaten Karo (2019) curah hujan tahun 2018 rata-rata satu tahun mencapai 4,658 mm sedangkan terakhir diperbarui Badan Pusat Statistik Kabupaten Karo, (2020) curah hujan tahun 2019 rata-rata satu tahun mencapai 147,333 mm. Tanah longsor menimbulkan banyak kerugian baik (kerugian materiil), maupun (kerugian immateriil), tanah longsor ini memberikan dampak yang sangat merugikan bagi penduduk yang bermukim di wilayah pinggir tebing yang berdampak pada kerusakan yang cukup parah (Mutiarra et al., 2024).

Tanah longsor terjadi karena pergerakan tanah atau batuan yang diakibatkan oleh tidak keseimbangan antara gaya penahan dan gaya pendorong terganggu. Biasanya, hal ini disebabkan oleh faktor luar yang

membuat gaya penahan menjadi lebih lemah dibandingkan gaya yang mendorong tanah kebawah. Akibatnya, tanah dilereng tidak punya tumpuan yang kuat lagi. Ketika ikatan antar tanah sudah rusak atau hilang, tanah pun turun dan terjadilah longsor (Maulana et al., 2023).

Tanah longsor disebabkan oleh curah hujan yang sangat tinggi, dapat menyebabkan kejenuhan air pada tanah, dan lemahnya daya dukung tanah. Gempa bumi dapat memicu longsor melalui pergeseran dan perubahan struktur tanah, kemudian aktivitas manusia seperti penggundulan hutan, kontruksi, dan perubahan penggunaan lahan juga melemahkan struktur tanah. Batuan suatu daerah juga dapat menjadi penyebab tanah longsor. Dampak longsor dapat diukur melalui data curah hujan, jenis tanah, kemiringan lereng, penggunaan lahan, dan geologi (Pasha et al., 2024).

Berdasarkan Napitupulu et al., (2024) Kabupaten Karo memiliki ibukota di Kecamatan Kabanjahe terletak di Sumatera Utara dengan luas wilayah Kabupaten Karo 2.127,25 Km² dan 2,97% dari luas provinsi Sumatera Utara. Secara geografis terletak di antara 2⁰50' – 3⁰19' Lintang Utara dan 97⁰55' – 98⁰38' Bujur Timur, merupakan dataran tinggi di bukit barisan dengan ketinggian 200-1500 mdpl. Kabupaten Karo memiliki dua gunung berapi aktif adalah gunung sinabung dan sibayak. Wilayah ini berbatasan dengan Kabupaten Langkat dan Kabupaten Deli Serdang di sebelah utara, Kabupaten Dairi dan Kabupaten Samosir di sebelah selatan, Kabupaten Deli Serdang dan Kabupaten Simalungun di sebelah timur, serta Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam di sebelah barat.

Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), jumlah kejadian tanah longsor di Indonesia mencapai 1.153 kejadian pada tahun 2020. Data yang dikeluarkan oleh BNPB juga menunjukkan bahwa tanah longsor termasuk dalam tiga besar bencana alam terparah di Indonesia pada tahun 2020, setelah banjir dan angin puting beliung (Zulfa et al., 2022).

Kabupaten karo ini terdapat beberapa kejadian longsor yang terjadi dari BPBD Karo, (2024) mengungkapkan bahwa Pada tanggal 24 Januari 2024, mengalami hujan deras di desa tongging, Kecamatan Merek, Kabupaten Karo Sumatera Utara, menyebabkan bencana tanah longsor dan beriringan dengan banjir. Akibatnya 10 hektare lahan pertanian dan dua tempat wisata rusak, serta jalan dari Merek sampai Sidikalang sempat terputus. Upaya penanganan adanya koordinasi dengan aparat terkait, pembersihan kayu tumbang dengan bergotong royong bersama masyarakat, pengarahan alat berat untuk material longsor, dan perencanaan penggunaan ekskavator untuk membersihkan batu di muara sungai.

Berdasarkan BPBD Karo, (2024) , tanah longsor terjadi pada Jumat, 27 September 2024 pukul 22.00 WIB di Desa Pengambatan, Kecamatan Merek. Longsor menutup badan jalan di tiga titik di Jalan Lintas Merek–Sidikalang akibat hujan deras berkepanjangan serta buruknya resapan saluran air. Upaya penanganan meliputi pendataan, kaji cepat, koordinasi dengan aparat setempat, pemasangan rambu bahaya, serta pembersihan material longsor menggunakan alat berat.

Selain itu pendapat dari Jhon Rico, (2021) Pada Kamis malam, 26 Agustus 2021, terjadi dua titik longsor di Kecamatan Kabanjahe, Kabupaten Karo, yang mengakibatkan lima warga meninggal, empat luka-luka, dan tujuh rumah rusak berat. Korban luka dirawat di RSUD Kabanjahe dan korban meninggal telah diserahkan kepada keluarga. BMKG memperkirakan hujan ringan masih berpotensi terjadi, dan BNPB mengimbau masyarakat untuk tetap waspada terhadap bahaya hidrometeorologi.

Berdasarkan dari IRBI Indeks Risiko Bencana Indonesia (2023) yang dimana risiko bencana tanah longsor yang berada di Kabupaten Karo mendapat skor sesuai isi tabel indeks risiko perancaman sebesar 17.05, dengan kelas risikonya tinggi dari skor tersebut, terlihat bahwa risiko longsor di wilayah tersebut terbilang tinggi. Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1 Indeks Risiko Bencana Tanah Longsor Tahun 2023

No.	Kabupaten/Kota	Provinsi	Skor	Kelas Risiko
168	Kolaka	Sulawesi Tenggara	18.11	Tinggi
169	Pesawaran	Lampung	18.08	Tinggi
170	Ogan Komering Ulu	Sumatera Selatan	17.99	Tinggi
171	Bone	Sulawesi Selatan	17.93	Tinggi
172	Konawe Selatan	Sulawesi Tenggara	17.88	Tinggi
173	Parigi Moutong	Sulawesi Tengah	17.87	Tinggi
174	Kaur	Bengkulu	17.78	Tinggi
175	Seluma	Bengkulu	17.78	Tinggi
176	Jembrana	Bali	17.68	Tinggi
177	Minahasa Selatan	Sulawesi Utara	17.52	Tinggi
No.	Kabupaten/Kota	Provinsi	Skor	Kelas Risiko
178	Kota Palu	Sulawesi Tengah	17.42	Tinggi

179	Sumbawa	Nusa Tenggara Barat	17.37	Tinggi
180	Dairi	Sumatera Utara	17.31	Tinggi
181	Maluku Tengah	Maluku	17.22	Tinggi
182	Karo	Sumatera Utara	17.05	Tinggi
183	Kampar	Riau	16.93	Tinggi
184	Kota Sawahlunto	Sumatera Barat	16.92	Tinggi
185	Kapuas	Kalimantan Tengah	16.91	Tinggi
186	Mamberamo Raya	Papua	16.8	Tinggi
187	Waropen	Papua	16.8	Tinggi
188	Biak Numfor	Papua	16.8	Tinggi
189	Supiori	Papua	16.8	Tinggi
190	Kaimana	Papua Barat	16.8	Tinggi
191	Fak Fak	Papua Barat	16.8	Tinggi
192	Boven Digoel	Papua	16.8	Tinggi
193	Mimika	Papua	16.8	Tinggi
194	Deiyai	Papua	16.8	Tinggi
195	Intan Jaya	Papua	16.8	Tinggi
196	Tolikara	Papua	16.8	Tinggi
197	Tambrau	Papua Barat	16.8	Tinggi
198	Hulu Sungai Selatan	Kalimantan Selatan	16.72	Tinggi
199	Sumedang	Jawa Barat	16.68	Tinggi
200	Batang	Jawa Tengah	16.62	Tinggi
201	Tabanan	Bali	16.6	Tinggi

Sumber: (IRBI INDEKS RISIKO BENCANA INDONESIA, 2023)

Tabel 2 Indeks Pengkajian Risiko Longsor Per kecamatan Di Kabupaten Karo

NO	KECAMATAN	TOTAL LUAS (Ha)	KELAS
1	Barusjahe	6.438	Sedang
2	Berastagi	1.101	Sedang
3	Dolat Rakyat	1.172	Sedang
4	Juhar	14.992	Sedang
5	Kabanjahe	373	Sedang
6	Kutabuluh	15.032	Sedang
7	Laubaleng	16.257	Sedang
8	Mardinding	16.57	Sedang
9	Merdeka	2.434	Sedang

NO	KECAMATAN	TOTAL LUAS (Ha)	KELAS
10	Merek	4.634	Sedang
11	Munte	3.032	Sedang
12	Naman Teran	3.77	Sedang
13	Payung	1.366	Sedang
14	Simpang Empat	1.794	Sedang
15	Tiga Binanga	8.765	Sedang
16	Tiganderket	4.26	Sedang
17	Tigapanah	1.694	Sedang
Total Kabupaten Karo		103.845	Sedang

Sumber: (Dokumen KRB Kabupaten Karo, 2022)

Kabupaten Karo dalam angka 2024 menunjukkan bahwa curah hujan cukup tinggi dan merata sepanjang tahun. Kondisi ini sangat mendukung kesuburan tanah sehingga sektor pertanian di wilayah ini tumbuh pesat. Data curah hujan yang tercatat di Kabupaten Karo menunjukkan fluktuasi yang signifikan. Misalnya, pada bulan Februari, curah hujan tercatat 145 mm yang turun selama 8 hari hujan, sedangkan pada bulan Maret terjadi penurunan dengan total curah hujan 134 mm yang turun dalam 6 hari hujan. Pada bulan April, curah hujan kembali meningkat menjadi 143 mm yang tercatat selama 11 hari hujan, dan pada bulan Mei, curah hujan menurun menjadi 118 mm dengan 8 hari hujan (Badan Pusat Statistik Kabupaten Karo, 2020).

Kabupaten Karo ini dapat tergolong cukup rawan dalam bencana longsor dengan curah hujan cukup tinggi dapat dilihat dari BPS Kabupaten Karo, bencana longsor bisa datang dengan tiba tiba dapat dilihat menurut topografi wilayah di Kabupaten Karo ada beberapa tinggi wilayahnya dimulai dari 200 sampai 1.500. Topografi wilayah juga berpengaruh pada

tanah longsor, karena menyebabkan pergerakan tanah yang kuat, yang dimana di Kabupaten Karo dalam angka tahun 2024 sebagian wilayah didominasi oleh daerah pengunungan (Juni Muchlis Mustafa et al., 2019).

Berdasarkan RKPD Kabupaten Karo, (2024) mengatakan Topografi mengacu pada bentuk permukaan bumi dan fitur fisiknya seperti gunung, lembah, dan lainnya. Kabupaten Karo memiliki topografi yang berbukit-bukit, tinggi dan bergelombang. Oleh karena itu, terdapat banyak lembah yang dalam, alur sungai dan lereng yang curam dan landai di wilayah ini. Oleh karena itu, dapat diasumsikan bahwa ada risiko tanah longsor yang mengancam di Kabupaten Karo.

Setelah risiko tanah longsor diketahui, rute evakuasi ditentukan. Perencanaan evakuasi dapat dilakukan jauh sebelum terjadinya tanah longsor. Tujuannya adalah untuk meminimalkan kerusakan yang disebabkan oleh bencana. Prosedur evakuasi yang dapat direncanakan antara lain penentuan dengan rute evakuasi. Dengan adanya jalur rute evakuasi ini dapat memberikan kemudahan pada masyarakat dalam mencapai rute terdekat (Firdaus et al., 2024). Penggunaan geodata semakin meningkat dalam sepuluh tahun terakhir seiring dengan perkembangan teknologi dan meluasnya penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG). Teknologi ini memungkinkan ekstraksi, pencatatan, dan pengumpulan data geospasial dengan lebih efektif. Studi tentang fenomena geografis, termasuk bentuk, ukuran, orientasi, karakteristik, serta hubungannya dengan

fenomena lain di permukaan bumi, menjadi lebih mudah berkat SIG dan teknologi informasi lainnya (Restu et al., 2025).

Selain itu, sistem informasi geografis (SIG) juga dapat memberikan data yang berharga untuk peringatan dini dan tanggap darurat jika terjadi bencana. Teknik - teknik ini memungkinkan terciptanya informasi geografis yang komprehensif yang mendukung pengambilan keputusan yang tepat dalam tanggap bencana. Hal ini dapat membantu melindungi masyarakat dengan lebih baik, mengurangi kerusakan properti, mengoptimalkan pemantauan bencana, dan memfasilitasi penilaian kerusakan serta kerugian akibat bencana. Dengan adanya SIG ini dapat memberikan gambaran apa yang terjadi dilapangan seperti yang berada di Kabupaten Karo dengan bencana tanah longsor, pada SIG ini dapat melihat zonasi risiko longsor yang terjadi disana (Bandrova et al., 2012,: Matondang et al., 2025).

Menurut Refiyanni & Silvia, (2020) Rute evakuasi adalah bagian dari konsep yang dirancang untuk memandu orang ke titik kumpul jika terjadi keadaan darurat, seperti bencana. Rute ini harus dalam kondisi baik dan cukup lebar untuk dilalui kendaraan darurat seperti ambulans dan mobil yang membawa warga. Rute evakuasi biasanya dipilih sehingga mengarah dari jalan terdekat dan tercepat ke titik kumpul untuk menjangkau masyarakat secara efisien.

Network Analysis, yang merupakan bagian dari ArcGIS, dapat digunakan untuk menganalisis jaringan jalan dan aspek-aspek terkait sebagai bagian dari proses perencanaan. Pendekatan ini memperhitungkan

aspek aksesibilitas, sehingga dapat digunakan oleh berbagai pihak untuk menganalisis suatu lokasi secara efektif dan efisien. Metode ini digunakan untuk membuat jalur evakuasi di Kabupaten Karo, yang sangat membutuhkan jalur evakuasi yang efektif karena risiko yang tinggi beberapa tempat terhadap tanah longsor (Shabrina & Ahmad, 2023). Dengan adanya risiko longsor dan pembuatan jalur evakuasi menggunakan *Network Analysis* di Kabupaten Karo maka memberikan efek yang menguntungkan pada optimalisasi keselamatan publik. Pendekatan *Network Analysis* memungkinkan untuk memperhitungkan aksesibilitas, kecepatan dan efisiensi ketika merencanakan rute evakuasi. Hal ini mengurangi risiko bagi penghuni jika terjadi bencana, terutama jika terjadi tanah longsor. Berdasarkan permasalahan yang sudah diuraikan maka perlu dilakukan penelitian dengan judul “Pemetaan Zonasi Risiko Longsor Dan Jalur Evakuasi Berbasis *Network Analysis* Di Kabupaten Karo”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan dari latar belakang, maka dapat dilakukan identifikasi masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Kejadian tanah longsor di Kabupaten Karo sering terjadi.
2. Kabupaten Karo yang memiliki topografi yang bervariasi dari datar hingga sangat curam.
3. Curah hujan yang cukup tinggi tahun 2019 rata-rata satu tahun mencapai 147,333 mm di kabupaten Karo berpotensi menyebabkan kejadian tanah longsor.

4. Belum adanya peta khusus jalur evakuasi dengan *Network Analysis* di Kabupaten Karo.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan dari dari identifikasi masalah diatas maka peneliti dapat membatasi masalah pada penelitian ini. Berikut batasan masalah dalam penelitian ini:

1. Kejadian tanah longsor yang memerlukan pemetaan zonasi risiko tanah longsor di Kabupaten Karo.
2. Analisis jalur evakuasi dengan berbasis *Network Analysis* di Kabupaten Karo.

D. Rumusan Masalah

Setelah dilakukan pembatasan masalah, langkah selanjutnya adalah melakukan perumusan terhadap masalah yang akan diteliti. Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana zona risiko bencana tanah longsor di Kabupaten Karo?
2. Bagaimana pembuatan jalur evakuasi dengan berbasis *Network Analysis* di Kabupaten Karo?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dirumuskan diatas, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk memetakan zonasi risiko longsor di Kabupaten karo

2. Merancang jalur evakuasi dengan berbasis *Network Analysis* di Kabupaten karo

F. Manfaat Penelitian

Penulis berharap pemenlitian ini dapat memberi manfaat, antara lain sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

- a. Memberikan data dan hasil penelitian yang dapat digunakan sebagai acuan bagi mahasiswa, dosen, atau peneliti lainnya dalam kajian risiko bencana dan perencanaan jalur evakuasi.
- b. Menjadi referensi baru bagi penelitian serupa yang membahas pemetaan zonasi risiko bencana alam, khususnya tanah longsor, dalam konteks wilayah dengan karakteristik topografi curam, seperti Kabupaten Karo.
- c. Menambah wawasan tentang pendekatan pemetaan risiko bencana dan jalur evakuasi berbasis teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) dan *Network Analysis*.

2. Manfaat Praktis

- a. Meningkatkan kesadaran masyarakat di Kabupaten Karo terhadap risiko longsor serta pentingnya pengelolaan lingkungan yang baik untuk meminimalkan dampak bencana.

- b. Menyediakan informasi berbasis peta zonasi risiko longsor dan jalur evakuasi yang dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan tata ruang wilayah dan manajemen bencana.

3. Manfaat Kebijakan dan Pengambilan Keputusan

- a. Menyediakan data spasial yang dapat dimanfaatkan oleh pemerintah daerah serta instansi terkait dalam merumuskan kebijakan mitigasi bencana dan penataan kawasan risiko longsor.
- b. Berkontribusi dalam pengembangan strategi mitigasi bencana yang lebih optimal berdasarkan hasil pemetaan zonasi risiko dan analisis jalur evakuasi.
- c. Menjadi referensi dalam perencanaan pembangunan infrastruktur yang lebih tahan terhadap ancaman longsor di Kabupaten Karo.

4. Manfaat Sosial dan Lingkungan

- a. Membantu masyarakat dalam mengenali jalur evakuasi yang paling efektif guna meningkatkan kesiapsiagaan dalam menghadapi ancaman longsor.
- b. Mendorong keterlibatan aktif masyarakat dan pemerintah dalam upaya mitigasi bencana dengan pendekatan berbasis SIG dan metode ilmiah lainnya.
- c. Mendukung pelestarian lingkungan melalui perencanaan tata ruang yang mempertimbangkan aspek risiko bencana guna mengurangi dampak yang ditimbulkan.