

IDENTIFIKASI DAERAH KAWASAN RAWAN LONGSOR MENGUNAKAN SKORING DAN OVERLAY DI KOTA PADANGSIDIMPUAN

Nazwa Kamal Napitupulu¹⁾, Luthfiya Ratna Sari²⁾

1) Program Studi Teknologi Geomatika, Jurusan Teknik Informatika, Politeknik Negeri Batam
Jl. Ahmad Yani Batam Kota, Tlk.Tering Kec.Batam Kita, Kota Batam Kepulauan Riau 29461
Email : nazwakamal07@com1), luthfiya.ratna.s@polibatam.ac.id 2)

ABSTRACT

Landslides are natural disasters that commonly occur in areas with steep topography and high rainfall. Factors such as geological conditions, slope steepness, rainfall intensity, land cover, and human activities contribute to the occurrence of these events. The city of Padangsidempuan, located in North Sumatra, exhibits complex geomorphological characteristics, including transition zones between valleys and hills within the Barisan Mountain system. This area is vulnerable to landslides due to its unstable lithology, high rainfall, and increasing development pressure, especially in sloped areas where conservation efforts are inadequate. The combination of physical characteristics and development pressures makes Padangsidempuan highly susceptible to landslides, thus requiring the identification of landslide-prone zones.

Keywords : Landslides, Geographic Information Systems (GIS), Spatial Data

ABSTRAK

Tanah longsor adalah bencana alam yang umum terjadi di daerah yang memiliki topografi curam dan curah hujan tinggi. Faktor-faktor seperti kondisi geologi, kemiringan lereng, intensitas curah hujan, tutupan lahan, dan aktivitas manusia berkontribusi terhadap terjadinya peristiwa ini. Kota Padangsidempuan, yang terletak di Sumatera Utara, menunjukkan karakteristik geomorfologi yang kompleks, termasuk zona transisi antara lembah dan bukit dalam sistem Pegunungan Barisan. Wilayah ini rentan terhadap tanah longsor karena litologinya yang tidak stabil, curah hujan yang tinggi, dan meningkatnya tekanan pembangunan, khususnya di daerah miring di mana upaya konservasi tidak memadai. Kombinasi karakteristik fisik dan tekanan pembangunan ini membuat Padangsidempuan sangat rentan terhadap tanah longsor, sehingga diperlukan identifikasi zona yang rawan longsor.

Kata Kunci : Tanah Longsor, Sistem Informasi Geografi, Data Spasial

1. Pendahuluan

Bencana alam merupakan isu yang menimpa hampir semua negara di dunia, termasuk Indonesia. Posisi geografis dan kondisi bentang alam memainkan peran penting dalam membedakan jenis bencana yang terjadi. Karena terletak di persimpangan dua lempeng benua, Indonesia sangat rawan terhadap gempa bumi dan tsunami. Selain itu, letaknya di garis khatulistiwa memberikan iklim tropis dengan curah hujan yang tinggi, sehingga negara ini rentan mengalami banjir dan tanah longsor. Tanah longsor yang sering melanda berbagai daerah di Indonesia merupakan kejadian alam yang dipicu oleh berbagai faktor. Dari segi kondisi alam, sekitar 45% wilayah Indonesia terdiri dari lahan pegunungan berbukit yang mudah longsor dan tererosi, khususnya ketika intensitas hujan tinggi.

Tanah longsor adalah kejadian di mana lapisan tanah, bebatuan, atau bahan lain di sisi bukit tiba-tiba bergeser atau meluncur ke bawah. Ini bisa terjadi dalam ukuran kecil, seperti gerakan material di pinggir jalan, atau besar-besaran, seperti longoran gunung atau tebing. Peristiwa ini biasanya muncul ketika kekuatan yang mendorong lebih kuat daripada yang menahan lereng tersebut. Kekuatan pendorong dipengaruhi oleh sudut kemiringan bukit, kadar air di dalamnya, dan berat tanah, sedangkan kekuatan penahan bergantung pada kerapatan dan daya tahan tanah. Selain itu, longsor juga bisa disebabkan oleh gerakan tanah dan dipicu oleh hal lain, seperti hujan deras. Hujan lebat memengaruhi kadar air di pori-pori material lereng, yang akhirnya membuat lereng jadi tidak stabil dan berpotensi longsor.

Ada beberapa penyebab longsor, termasuk faktor alami seperti aktivitas bencana dan faktor manusia seperti penebangan hutan yang tidak terkontrol. Indikator dari aspek alam berdasarkan peraturan Kementerian PU No.22/PRT/M/2007 tentang pedoman penataan tata ruang Kawasan rawan bencana yang dikelompokkan menjadi tujuh yaitu kemiringan lereng, tata air lereng, curah hujan, kegempaan dan vegetasi. Sedangkan, aspek manusia yang dijadikan indikator penyebab tanah longsor adalah aktivitas manusia yang meliputi perubahan penggunaan lahan sehingga mempengaruhi bentang alam.

Kota Padangsidimpuan merupakan wilayah dengan karakteristik geomorfologi kompleks yang terletak di selatan Provinsi Sumatera Utara, pada koordinat $1^{\circ}08' - 1^{\circ}28' \text{ LU}$ dan $99^{\circ}13' - 99^{\circ}20' \text{ BT}$, dengan luas wilayah $\pm 159 \text{ km}^2$. Secara topografis, kota ini berada di zona peralihan antara lembah dan perbukitan bagian dari sistem Pegunungan Bukit Barisan, dengan elevasi bervariasi dari sekitar 260 hingga >1.000 meter di atas permukaan laut. Bentuk lembah ini tersusun atas endapan kuarter yang diendapkan dalam kondisi *fluvial* dan ditandai dengan ketidakstabilan litologi karena pengaruh tektonik lokal.

Secara geologi, wilayah ini didominasi oleh formasi batuan vulkanik muda, sedimen tersier, serta endapan kuarter (*aluvial dan colluvial*) yang cenderung tidak stabil, terutama saat mengalami kejenuhan air akibat curah hujan tinggi (Winoto et al., 2020). Dalam dua dekade terakhir, perkembangan fisik Kota Padangsidimpuan mengalami peningkatan yang

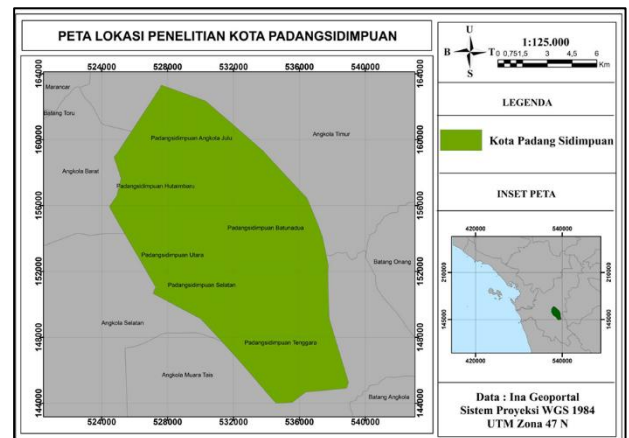
signifikan, ditandai oleh pertumbuhan kawasan permukiman, pembangunan infrastruktur jalan, serta perluasan fungsi lahan dari hutan atau semak belukar menjadi lahan pertanian dan kawasan terbangun (Bappeda Padangsidimpuan, 2022). Proses urbanisasi ini cenderung terjadi tanpa pengelolaan konservasi tanah yang memadai, khususnya di zona lereng yang seharusnya dilindungi. Hal ini berdampak pada berkurangnya tutupan vegetasi alami yang sebelumnya berfungsi sebagai penahan air dan tanah, serta meningkatnya beban hidrologis pada lereng saat musim hujan.

Kota Padangsidimpuan beberapa kali mengalami bencana longsor yang dipicu hujan lebat dan kondisi lereng yang terjal, terutama di bagian tengah hingga barat kota yang berupa perbukitan. Di sisi lain, permukiman dan infrastruktur kota sudah berkembang mendekati kaki lereng maupun sepanjang koridor sungai, sehingga ketika longsor terjadi, dampaknya langsung dirasakan masyarakat. kejadian-kejadian tersebut tidak hanya mengganggu akses jalan dan aktivitas ekonomi, tetapi juga pernah menimbulkan korban jiwa, sehingga menunjukkan bahwa sebagian wilayah kota berada pada wilayah yang rentan terjadinya longsor.

2. Data dan Metodologi

2.1 Data dan Lokasi

Lokasi : Lokasi penelitian dilakukan di Kota Padangsidimpuan, Provinsi Sumatera Utara.

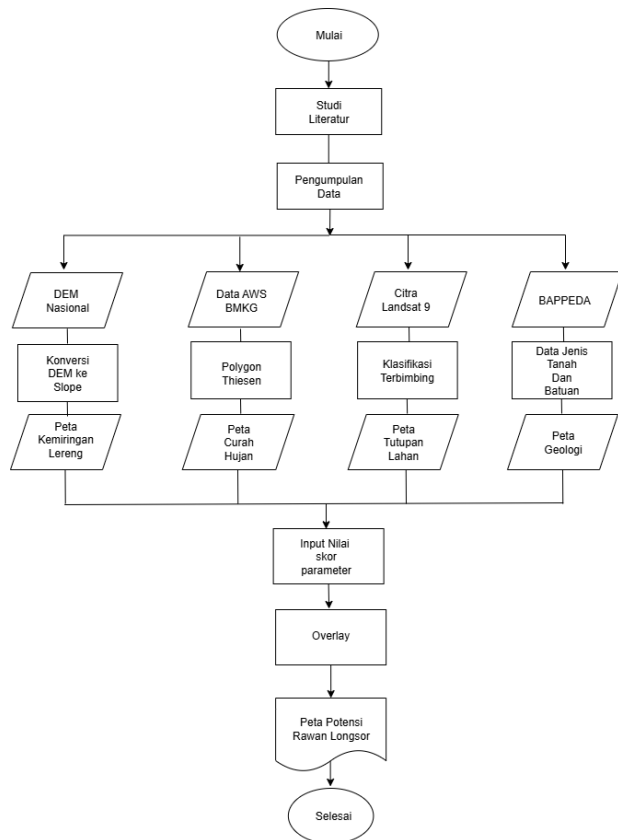


Gambar 2.1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Metodeologi

Gambar 2 menunjukkan tahapan pelaksanaan penelitian. Penelitian diawali dengan studi literatur untuk memperkuat dasar teori dan metodologi, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data yang terdiri dari data curah hujan, data DEM Nasional, citra Landsat 9, serta data geologi. Data curah hujan diperoleh dari AWS BMKG yang kemudian diolah menggunakan metode Polygon Thiessen sehingga menghasilkan peta curah hujan. Data DEM Nasional dikonversi menjadi peta kemiringan lereng. Data citra Landsat 9 dilakukan pengolahan dengan metode klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) untuk memperoleh peta tutupan lahan. Sedangkan data geologi diolah menjadi peta litologi. Keempat parameter ini, yaitu curah hujan,

kemiringan lereng, tutupan lahan, dan litologi kemudian diberi bobot dan skor sesuai tingkat pengaruhnya terhadap longsor. Selanjutnya dilakukan overlay sehingga diperoleh peta kerawanan longsor pada wilayah penelitian.



Gambar 2.2 Diagram Penelitian

2.3 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini digunakan empat jenis peta untuk menganalisis kerawanan tanah Kota Padangsidimpuan, Sumatra Utara. Tanah longsor dapat terjadi karena curah hujan yang tinggi, jenis tanah, ketidakstabilan lereng, dan informasi tentang penggunaan lahan pada daerah penelitian. Pengumpulan data dilakukan menggunakan media internet dengan cara mendownload data data shapefile Kota Padangsidimpuan di situs Ina Geoportal dan data citra landsat 9 melalui laman website <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Kemudian untuk data kemiringan lereng akan diunduh melalui website BIG, untuk data curah hujan akan diminta langsung kepada instansi terkait yaitu BMKG dan begitupula dengan data jenis batuan dan jenis tanah yang akan diminta langsung ke BAPPEDA.

2.4 Pengolahan Data

Proses pengolahan data parameter melibatkan langkah-langkah seperti pengolahan data kelerengan, curah hujan, tutupan lahan, dan jenis tanah. Hasil dari tahapan ini adalah titik-titik yang diidentifikasi sebagai area rawan longsor. Pada proses overlay data dimana menggabungkan parameter data yang telah dilakukan

proses pembobotan. Dimana proses yang digunakan secara intersection atau tumpang susun untuk memperoleh daerah potensi rawan tanah longsor.

Metode skoring adalah cara memberikan nilai atau poin pada setiap parameter untuk menilai seberapa mampunya sesuatu (Erfani dkk., 2023). Penilaian ini dilakukan sesuai dengan standar yang sudah dibuat sebelumnya. Di sisi lain, metode pembobotan atau weighting diterapkan ketika masing-masing unsur memiliki pengaruh yang berbeda, atau jika ada beberapa indikator untuk menentukan kapasitas lahan atau hal serupa. Pada setiap kumpulan data, ada berbagai kelompok dengan nilai atau bobot tertentu yang masing-masing dipakai untuk menghitung skor akhir tingkat risiko longsor berdasarkan data pengukuran. (Wijaya dan Sukmono, 2017).

No.	Klasifikasi Kemiringan Lereng	Nilai	Bobot
1.	0% - 8%	1	30%
2.	8% - 25%	2	
3.	25% - 40%	3	
4.	40% - 100%	4	

Tabel 2.1 Klasifikasi Kemiringan Lereng

No.	Klasifikasi Curah Hujan	Nilai	Bobot
1.	<2000	1	20%
2.	2000 – 3000	2	
3.	>3000	3	

Tabel 2.2 Klasifikasi Curah Hujan

No.	Klasifikasi Tutupan Lahan	Nilai	Bobot
1.	Area Tertutup Awan	0	20%
2.	Lahan Sawah	1	
3.	Hutan	1	
4.	Pemukiman	1	
5.	Area Perkebunan	2	

Tabel 2.3 Klasifikasi Tutupan Lahan

No.	Klasifikasi Jenis Tanah Dan Batuan	Nilai	Bobot
1.	Intrusi Timbahan	1	30%
2.	Formasi Kuantan	2	
3.	Alluvium	3	
4.	Formasi Gunung Api	4	
5.	Pusat Vulkanik	5	

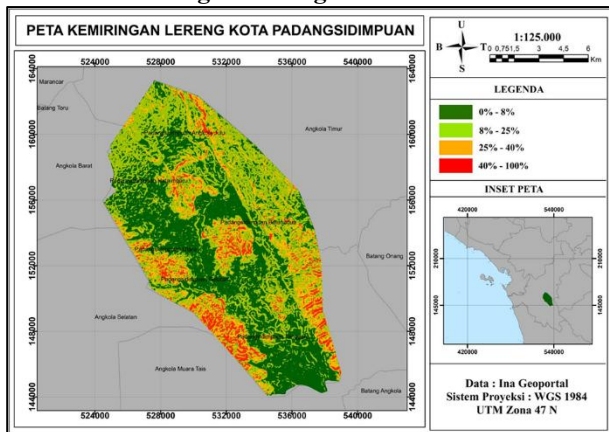
Tabel 2.4 Klasifikasi Jenis Tanah Dan Jenis Batuan

No.	Indeks Potensi Longsor	Tingkat Potensi
1.	0 – 0,875	Rendah
2.	0,875 – 1,75	Sedang
3.	1,75 – 2,625	Tinggi
4.	2,625 – 3,5	Sangat Tinggi

Tabel 2.5 Indeks Tingkat Potensi Longsor

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Peta Kemiringan Lereng



Gambar 3.1 Peta Kemiringan Lereng

Dalam proses pengolahan peta kemiringan lereng menggunakan data DEMNAS daerah Tabulahan yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (Inageoportal). Dari data DEMNAS ini didapatkan informasi mengenai nilai elevasi daerah yang kemudian diolah menjadi peta slope dan diklasifikasikan dengan persentase tertentu menjadi 4 kelas (Gambar 3.1). Dimana 0-8% bersifat datar, 8% - 25% bersifat landai, 25% - 45% bersifat curam, 45% - 100% bersifat sangat curam. Berdasarkan peta dapat dilihat pada Kota Padangsidimpuan didominasi oleh kemiringan yang bersifat sangat curam, hal ini karena Padangsidimpuan memiliki geomorfologi yang umumnya adalah perbukitan.

No.	Kemiringan Lereng	Keterangan	Luas (km ²)
1.	0% - 8%	Datar	61,9
2.	8% - 25%	Landai	65,1
3.	25% - 40%	Curam	22,6
4.	40% - 100%	Sangat Curam	9,7

Tabel 3.1 Klasifikasi dan Sebaran luas lahan berdasarkan kemiringan lereng

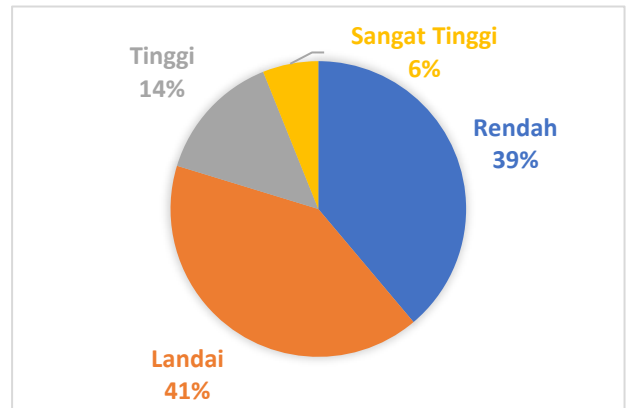
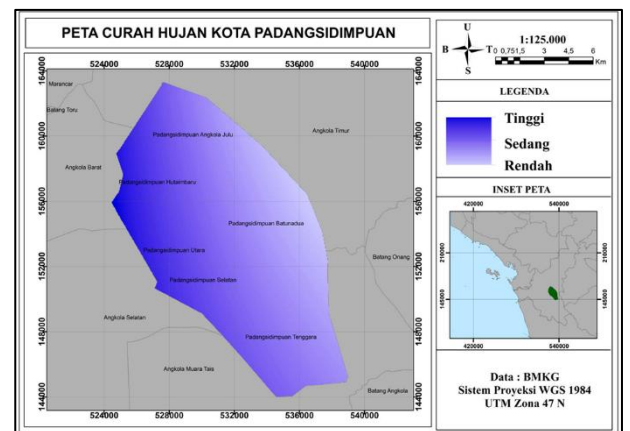


Diagram 3.1 Klasifikasi dan Sebaran luas lahan berdasarkan kemiringan lereng

Berdasarkan data pada Tabel 3.2, morfologi Kota Padangsidimpuan didominasi oleh lereng landai (8–25%) seluas ±65,1 km² (±40,9%) dan lereng datar (0–8%) seluas ±61,9 km² (±38,9%). Sementara itu, area berlereng curam (25–40%) mencapai ±22,6 km² (±14,2%) dan sangat curam (40–100%) ±9,7 km² (±6,1%). Dengan demikian, gabungan lereng curam–sangat curam seluas ±32,3 km² atau sekitar ±20,3% dari total wilayah. Zona-zona berlereng tajam ini umumnya berasosiasi dengan perbukitan dan secara mekanis meningkatkan gaya pendorong pada massa tanah/batuan, sehingga memperbesar potensi terjadinya longsor dibandingkan area datar–landai.

3.2 Peta Curah Hujan



Gambar 3.2 Peta Curah Hujan

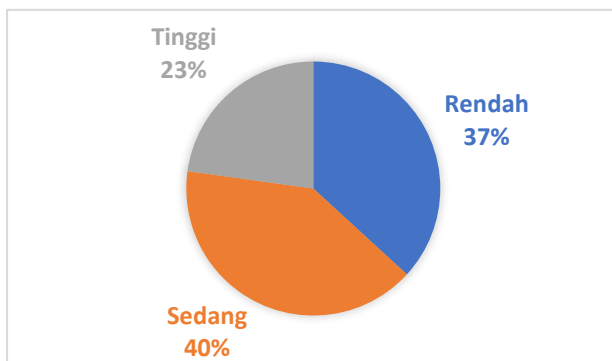
Data curah hujan yang digunakan dalam proses pengolahan bersumber dari Stasiun BMKG yang

kemudian dikombinasikan dengan data CHIRPS berupa data curah hujan bulanan tahun 2024 dalam mm Kota Padangsidempuan. Berdasarkan hasil pengolahan peta dapat diketahui intensitas curah hujan di beberapa daerah di Kota Padangsidempuan yang diklasifikasikan menjadi 3 kelas (Gambar 3).

Distribusi curah hujan pada peta diklasifikasikan menjadi beberapa kategori yaitu rendah, sedang, dan tinggi, yang ditunjukkan oleh gradasi warna biru dari gelap ke terang sesuai dengan legenda. Secara umum, tampak bahwa curah hujan di kota Padangsidempuan tidak merata. Bagian barat hingga barat laut kota, yang mencakup Kecamatan Padangsidempuan Angkola Julu dan sebagian Hutaimbaru serta Utara, didominasi oleh satu kategori curah hujan yang relatif berbeda dari daerah lainnya. Menuju ke wilayah tengah kota, yaitu Kecamatan Padangsidempuan Utara, Selatan, dan Batunadua, terdapat perubahan kategori yang menunjukkan peningkatan atau penurunan intensitas curah hujan. Sementara itu, di bagian tenggara, yang mencakup Kecamatan Padangsidempuan Tenggara, gradasi warnanya kembali berubah, menunjukkan kategori curah hujan yang berbeda dari wilayah barat maupun tengah. Pola gradasi ini menunjukkan bahwa terdapat variasi yang cukup signifikan dalam kondisi curah hujan antar kecamatan.

No	Klasifikasi Curah Hujan	Luas (km ²)
1.	Rendah	57,80
2.	Sedang	63,39
3.	Tinggi	35,81

Tabel 3.2 Klasifikasi dan Sebaran luas lahan berdasarkan curah hujan

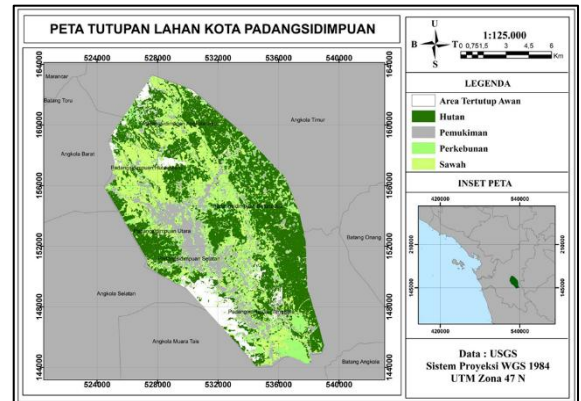


Tabel 3.2 Klasifikasi dan Sebaran luas lahan berdasarkan curah hujan

Perbedaan pola curah hujan diduga dipengaruhi oleh kondisi topografi, posisi geografis, dan faktor sirkulasi udara lokal. Daerah dengan kelas curah hujan tinggi memiliki potensi menerima volume air hujan yang lebih besar, yang sangat terkait dengan potensi banjir, genangan, atau peningkatan aliran permukaan, terutama di daerah dataran rendah yang telah mengalami perubahan penggunaan lahan yang signifikan. Sebaliknya, daerah dengan kelas curah hujan rendah perlu berhati-hati terhadap potensi kekurangan air selama musim kemarau, terutama untuk kebutuhan pertanian dan domestik.

Dengan demikian, peta curah hujan ini tidak hanya berfungsi untuk menggambarkan distribusi hujan secara visual, tetapi juga menjadi dasar penting untuk menganalisis kerentanan bencana hidrometeorologi dan perencanaan ruang di Kota Padangsidempuan.

3.3 Peta Tutupan Lahan



Gambar 3.3 Peta Tutupan Lahan

Data tutupan lahan didapatkan dari pengolahan Citra Landsat 9 tahun 2024. Informasi gambar mungkin tidak dapat ditampilkan dalam ruang terbatas karena luas area studi dan detail informasinya. Oleh karena itu, hasil peta hanya merupakan sampel dari area studi kecil. Secara umum, semua piksel gambar diklasifikasikan menjadi Awan (warna putih, tidak ada informasi tanah jika ada awan), Sawah, Hutan, Permukiman, dan area Perkebunan. Pada hasil peta tersebut, area tersebut didominasi oleh campuran sawah hutan dan permukiman yang tersebar. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah di kota Padangsidempuan masih memiliki tutupan hutan yang relatif luas. Sementara itu, daerah permukiman, yang digambarkan dengan warna abu-abu, tersebar terutama di sekitar pusat kota dan mengikuti jaringan jalan utama, termasuk di kecamatan Padangsidempuan Utara, Padangsidempuan Selatan, dan Batunadua. Pola ini menunjukkan bahwa pembangunan permukiman terkonsentrasi di zona pusat kota, yang memiliki aksesibilitas tinggi.

Dari perspektif pengelolaan lingkungan dan sumber daya, peta tutupan lahan ini menunjukkan kontras antara wilayah yang masih berhutan dan wilayah yang telah diubah menjadi permukiman, sawah, atau perkebunan. Wilayah yang didominasi hutan memiliki peran penting dalam menjaga fungsi hidrologi daerah tangkapan air, mengurangi limpasan permukaan, dan membatasi potensi erosi. Sebaliknya, peningkatan wilayah padat penduduk dan lahan terbangun memiliki potensi untuk mendorong perubahan penggunaan lahan yang dapat memengaruhi risiko banjir, menurunkan kualitas lingkungan, dan mengurangi area infiltrasi.

No.	Klasifikasi Tutupan Lahan	Luas (km ²)
1.	Area Tertutup Awan	13,7
2.	Lahan Sawah	65,4
3.	Hutan	20,7
4.	Pemukiman	25,9
5.	Area Perkebunan	33,5

Tabel 3.3 Klasifikasi dan Sebaran luas lahan berdasarkan tutupan lahan

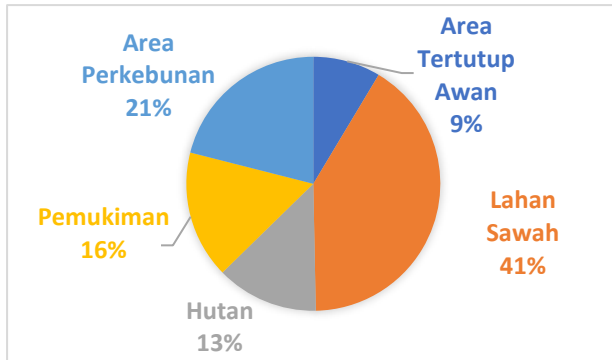
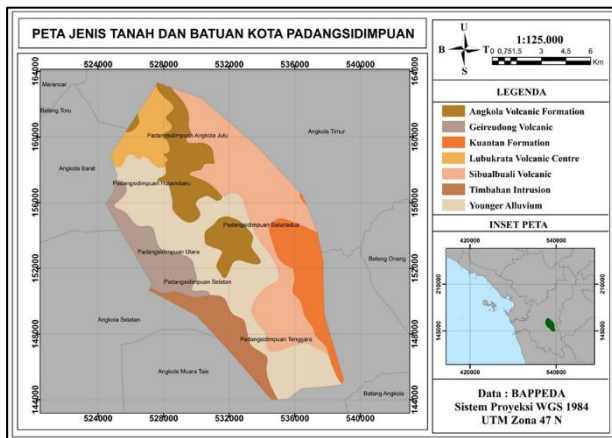


Diagram 3.3 Klasifikasi dan Sebaran luas lahan berdasarkan tutupan lahan

3.4 Peta Jenis Tanah dan Batuan



Gambar 3.4 Peta Jenis Tanah Dan Batuan

Berdasarkan peta jenis tanah dan batuan Kota Padangsidimpuan, wilayah ini tersusun oleh berbagai formasi batuan vulkanik, intrusi, serta endapan aluvial muda. Keberagaman formasi tersebut menunjukkan bahwa wilayah ini dipengaruhi kuat oleh aktivitas vulkanik dan proses sedimentasi. Kondisi tanah relatif subur sehingga mendukung aktivitas pertanian dan perkebunan masyarakat. Namun, karena topografi yang bergelombang hingga curam, wilayah ini memiliki kerawanan terhadap erosi dan longsor, terutama saat musim hujan dengan intensitas tinggi.

No.	Klasifikasi Jenis Tanah Dan Batuan	Luas (km ²)
1.	Angkola Volcanic Formation	23,1
2.	Geireudong Volcanic	17,2
3.	Kuantan Formation	12,24
4.	Lubukrata Volcanic Centre	9,92
5.	Sibualbuali Volcanic	25,4
6.	Timbahan Intrusion	14,56
7.	Younger Alluvium	53,5

Tabel 3.4 Klasifikasi dan Sebaran luas lahan berdasarkan jenis tanah dan batuan

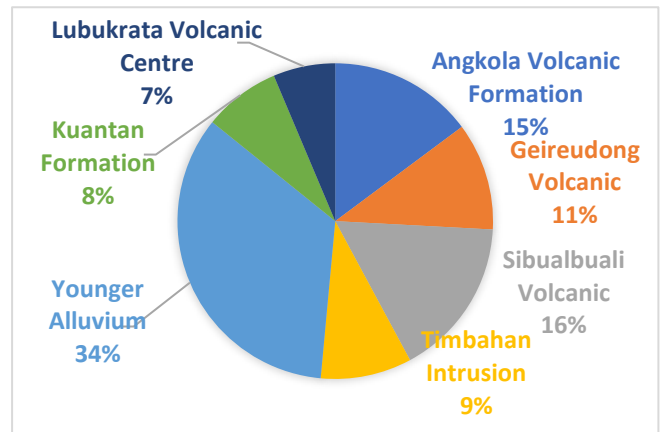
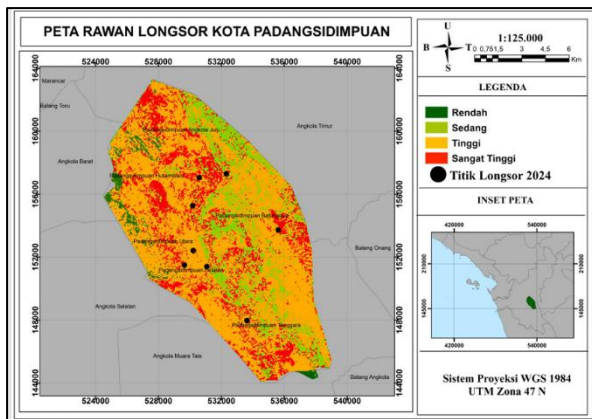


Diagram 3.4 Klasifikasi dan Sebaran luas lahan berdasarkan jenis tanah dan batuan

Secara umum, sebagian besar wilayah kota terdiri dari batuan vulkanik (Formasi Vulkanik Angkola, Vulkanik Geireudong, Pusat Vulkanik Lubukrata, dan Vulkanik Sibualbuali) yang terutama tersebar di bagian tengah hingga barat wilayah. Batuan ini umumnya berupa lava dan tufa yang relatif keras, tetapi di beberapa tempat telah mengalami pelapukan intensif, membentuk tanah yang cukup tebal. Terpadu di antaranya terdapat Formasi Kuantan dan Endapan Intrusif, yang muncul di zona tertentu dengan litologi yang lebih masif. Sementara itu, satuan Aluvium Muda berkembang terutama di dataran rendah dan lembah sungai, dicirikan sebagai endapan aluvial muda yang terbentuk dari akumulasi material lepas.

Batuan vulkanik yang telah mengalami pelapukan menghasilkan tanah yang cukup subur, mendukung kegiatan pertanian dan perkebunan, tetapi pada lereng yang curam, batuan ini dapat meningkatkan kerentanan terhadap longsor dan pergerakan tanah. Sebaliknya, zona aluvial muda cenderung memiliki sifat yang lebih gembur dan permeabel, berpotensi berfungsi sebagai daerah penampungan air atau wilayah yang mudah tergenang jika drainasenya tidak memadai. Keanekaragaman jenis tanah dan batuan merupakan faktor penting yang mempengaruhi kestabilan lereng, kapasitas infiltrasi, dan pola penggunaan lahan.

3.5 Peta Rawan Longsor



Gambar 3.5 Peta Potensi Rawan Longsor

Berdasarkan Peta Rawan Longsor Kota Padangsidimpuan terlihat bahwa wilayah kota ini memiliki variasi tingkat kerawanan yang cukup beragam. Di Kecamatan Padangsidimpuan Angkola Julu, warna oranye (tinggi) tampak mendominasi hampir seluruh wilayah, dengan sisipan zona merah (sangat tinggi) pada beberapa lereng tertentu. Hanya sebagian kecil wilayah utara yang relatif datar yang masuk ke kelas rendah-sedang. Kondisi ini dipengaruhi oleh topografi yang bergelombang hingga curam serta curah hujan yang relatif tinggi di daerah hulu.

Kecamatan Hutaimbaru, Padangsidimpuan, menunjukkan pola yang serupa, yaitu wilayah yang luas dengan kerentanan tinggi dengan kantong-kantong kerentanan sangat tinggi di daerah perbukitan. Lereng yang curam, tanah yang berasal dari batuan vulkanik yang mudah lapuk, dan penggunaan lereng untuk lahan pertanian tanpa konservasi yang memadai meningkatkan potensi tanah longsor di kecamatan ini. Kelas sedang hanya muncul di area terbatas dengan lereng yang lebih landai, misalnya di sepanjang lembah sungai.

Berdasarkan hasil pemetaan, wilayah Kecamatan Padangsidimpuan Utara ini tergolong dalam zona rawan tinggi hingga sangat tinggi terutama di perbukitan bagian barat dan tengah. Warna merah tidak sepenuhnya mendominasi, tetapi muncul dalam gugusan-gugusan yang menandai lereng paling curam yang juga menerima curah hujan cukup besar. Daerah yang tergolong sedang hingga rendah relatif sempit dan umumnya berada pada dataran yang lebih landai di sekitar pusat kota.

Bagian selatan kota, khususnya Kecamatan Padangsidimpuan Selatan, juga didominasi oleh kelas atas pada peta, dengan beberapa zona sangat tinggi mengikuti perbukitan di bagian barat dan selatan. Faktor geomorfologi berupa perbukitan dan intensitas curah hujan yang tinggi membuat wilayah ini sangat rentan terhadap tanah longsor, terutama di daerah yang telah mengalami perubahan penggunaan lahan dari hutan menjadi area permukiman atau kebun campuran. Zona menengah dan rendah hanya muncul secara lokal di dataran sempit.

Kecamatan Batunadua, Padangsidimpuan, menunjukkan kombinasi kelas menengah dan tinggi,

dengan beberapa kantong sangat tinggi di lereng-lereng wilayah tengah hingga barat. Bagian timur laut yang relatif lebih landai hanya menunjukkan kerentanan menengah dan sedikit rendah, sehingga secara umum lebih aman dibandingkan dengan bagian lain dari kecamatan ini. Aktivitas penggunaan lahan di daerah lereng, terutama untuk permukiman dan pertanian non-teras, masih perlu dikendalikan untuk mencegah longsor.

Pada bagian tenggara, yaitu Kecamatan Padangsidimpuan Tenggara, peta memperlihatkan bahwa kelas tinggi juga menjadi kelas yang paling luas, disertai beberapa zona sangat tinggi di perbukitan bagian timur-selatan. Kelas sedang muncul mengikuti lembah dan kaki lereng yang lebih landai, sedangkan kelas rendah hampir tidak dijumpai. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun topografi di beberapa tempat sedikit lebih landai dan vegetasi masih cukup baik, secara keseluruhan kecamatan ini tetap berada pada kategori rawan longsor menengah hingga tinggi.

Secara umum, pola persebaran kerawanan menunjukkan bahwa bagian barat, tengah, dan selatan Kota Padangsidimpuan merupakan wilayah dengan tingkat kerawanan tinggi hingga sangat tinggi, sedangkan zona dengan kerawanan sedang hingga relatif rendah hanya berupa kantong-kantong kecil di dataran lembah dan kaki lereng. Pola ini dipengaruhi oleh kombinasi kemiringan lereng yang curam, intensitas curah hujan yang tinggi, jenis batuan vulkanik yang mudah melapuk, serta perubahan penutupan lahan. Daerah dengan curah hujan tinggi dan lereng curam yang mengalami alih fungsi lahan dari hutan menjadi pertanian atau permukiman memiliki kecenderungan paling besar mengalami longsor.

Daerah dengan curah hujan tinggi dan kemiringan lereng yang curam memiliki kecenderungan lebih besar mengalami longsor, khususnya pada area yang mengalami perubahan fungsi lahan dari hutan menjadi pertanian atau permukiman. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengelolaan tata ruang berbasis mitigasi bencana untuk meminimalkan risiko longsor di wilayah dengan potensi tinggi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis peta kerawanan longsor di Kota Padangsidimpuan yang diperoleh dari pengolahan data kemiringan lereng, curah hujan, jenis tanah dan batuan, serta penutupan lahan, dapat disimpulkan bahwa tingkat kerawanan longsor di wilayah ini bervariasi dari rendah hingga sangat tinggi.

Kesimpulan dari studi ini menunjukkan bahwa Kota Padangsidimpuan merupakan wilayah yang, dari segi geomorfologi dan klimatologi, memiliki potensi longsor yang perlu diwaspadai. Kombinasi beberapa parameter fisik seperti kemiringan lereng, curah hujan, tutupan lahan, dan jenis tanah serta batuan sudah menunjukkan bahwa kerentanan terhadap longsor di kota ini tidak merata, tetapi membentuk pola tertentu sesuai dengan kondisi lingkungan alam. Wilayah dengan kombinasi lereng curam, batuan vulkanik yang tererosi, dan curah hujan tinggi cenderung diklasifikasikan sebagai

lebih rentan dibandingkan dengan wilayah datar yang memiliki vegetasi yang terjaga dengan baik.

Hasil penelitian ini juga menegaskan bahwa perubahan penggunaan lahan memainkan peran penting dalam meningkatkan kerentanan. Konversi lahan dari hutan menjadi pemukiman, kebun campuran, atau lahan terbuka di lereng mengurangi kemampuan tanah untuk menahan air dan mempercepat erosi, sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya longsor. Oleh karena itu, penggunaan lahan tidak hanya berkaitan dengan masalah ekonomi dan pemanfaatan ruang, tetapi juga secara langsung terkait dengan keselamatan publik dan keberlanjutan lingkungan.

Dari sisi metodologi, pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan data spasial (curah hujan, tutupan lahan, geologi, dan topografi) terbukti efektif untuk memetakan kerawanan longsor secara komprehensif pada skala kota. Hasil pemodelan memberikan gambaran yang jelas mengenai zona prioritas yang perlu mendapatkan perhatian lebih dalam perencanaan penataan ruang, penyusunan rencana kontinjensi bencana, serta penentuan lokasi pembangunan infrastruktur baru. Peta kerawanan yang dihasilkan dapat dijadikan acuan awal bagi pemerintah daerah dan instansi terkait dalam merumuskan kebijakan mitigasi struktural dan non-struktural.

Daftar Pustaka

- Ruang Wilayah Kota Padang Sidempuan Tahun 2022–2042.
- BMKG. (2022). Data Curah Hujan Tahunan Wilayah Sumatera Utara.
- Cahya Dicky Pratama, Serafica Gischa, & Tim Redaksi. (2020, 10 Desember). Jenis-jenis citra penginderaan jauh. Kompas.com Skola.
- Effendi, A. Y., & Hariyanto, T. (2016). Pembuatan peta daerah rawan bencana tanah longsor dengan menggunakan metode fuzzy logic (Studi kasus: Kabupaten Probolinggo). *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), A714–A722.
- Khoiri, M., Jaelani, L. M., & Widodo, A. (2018). *Landslides hazard mapping using remote sensing data in Ponorogo Regency, East Java. Internet Journal of Society for Social Management Systems*, 11(2), Article sms17-5131.
- Kuncoro, E., Rismayanti, E. I., & Rahman, I. (2021). Pemodelan spasial bahaya dan kerentanan bencana tanah longsor dengan metode AHP berbasis SIG. *Jurnal Himasapta*, 6(3), 149–158.
- Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2015). *Remote Sensing and Image Interpretation* (7th ed.). Wiley.
- Mardiatno, D., Pramudito, H., & Maryanto, S. (2017). Pemanfaatan SIG untuk Analisis Kerentanan Longsor di Kawasan Perbukitan Menoreh, Yogyakarta. *Jurnal Bumi Indonesia*, 6(1), 1–9.
- Riau Pos. (2025, 15 Maret). Banjir dan long-sor di Kota Padangsidempuan, satu jiwa meninggal dan ribuan warga terdampak. RiauPos Sumatera.
- Roy, D. P., Li, J., Zhang, H. K., Yan, L., Huang, H., Li, Z., & Vermote, E. (2022). Landsat 9: *Science and Mission Overview. Remote Sensing of Environment*, 278, 113122.
- Soeters, R., & van Westen, C. J. (1996). Slope instability recognition, analysis and zonation. In: Turner & Schuster (eds.), *Landslides: Investigation and Mitigation. Transportation Research Board Special Report 247*.
- Sulistyowati, T., Agustawijaya, D. S., Muchtaranda, I. H., Muhajirah, & Sarjan, A. F. N. (2024). Pemetaan daerah rawan longsor di Pulau Lombok berdasarkan sistem informasi geografis. *Spektrum Sipil*, 11(1), 49–59.
- USGS (*United States Geological Survey*). (2021). Landsat 9 Overview
- Wahyuningtyas, R., & Nugraha, R. (2022). Pemanfaatan SIG dan AHP untuk Pemetaan Daerah Rawan Longsor di Kabupaten Sumedang. *Jurnal Geografi Gea*, 22(2), 133–142.
- Wati, A. F., Hartono, D. M., & Putranto, T. D. (2020). Pengaruh Penggunaan Lahan terhadap Risiko Longsor di Daerah Lereng Gunung. *Jurnal Teknik Pengairan*, 11(2), 67-75.
- Youssef, A. M., Pourghasemi, H. R., & Moukalled, M. (2016). *Landslide susceptibility mapping using different ensemble bivariate and multivariate statistical models in the upper part of the Nile River, Egypt. Environmental Earth Sciences*, 75(4), 1-20.