

ANALISIS TINGKAT KESTABILAN LERENG BERDASARKAN KONDISI GEOMORFOLOGI DAN INDEKS VEGETASI DAERAH PADANG GANTING DAN SEKITARNYA, KABUPATEN TANAH DATAR, SUMATERA BARAT.

Adelin Aviva^{1*}, Budhi Setiawan¹

¹ Teknik Geologi, Universitas Sriwijaya, Palembang
Corresponding author: budhi.setiawan@unsri.ac.id

ABSTRAK: Daerah penelitian merupakan daerah dengan bentuk lahan perbukitan dan perbukitan tinggi dengan kondisi lereng yang agak curam hingga curam. Berdasarkan data InaRISK BNPB pada daerah Padang Ganting dan sekitarnya termasuk ke dalam daerah dengan tingkat kerentanan sedang terhadap bencana tanah longsor. Penelitian ini dilakukan dengan metode observasi lapangan dan penginderaan jauh yang menggunakan parameter indeks vegetasi dengan menerapkan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan data geomorfologi yang diolah menggunakan *software* ArcGIS. Berdasarkan observasi lapangan yang telah dilakukan, terdapat beberapa titik terjadinya longsor pada area jalan umum sehingga terjadinya longsor akan memberikan dampak yang buruk terhadap mobilitas warga pada daerah penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor keamanan suatu potensi longsor. Hasil penelitian berupa peta-peta berbagai parameter yang dapat digunakan untuk meningkatkan akurasi analisis stabilitas lereng yang dapat berguna bagi wilayah Padang Ganting dan sekitarnya.

Kata Kunci: Tanah longsor, geomorfologi, indeks vegetasi.

ABSTRACT: The research area is an area with hilly terrain and high hills with slightly steep to steep slope conditions. Based on data from InaRISK BNPB, the Padang Ganting area and its surroundings are included in areas with a moderate level of vulnerability to landslides. This research was conducted using field observation and remote sensing methods using vegetation index parameters by applying the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and geomorphological data processed using ArcGIS software. Based on field observations that have been made, there are several points where landslides occur in the public road area so that the occurrence of landslides will have a bad impact on the mobility of residents in the research area. This study aims to determine the safety factor of a potential landslide. The results of the study are in the form of maps of various parameters that can be used to improve the accuracy of slope stability analysis which can be useful for the Padang Ganting area and its surroundings.

Keywords: Landslide, geomorphology, vegetation index.

PENDAHULUAN

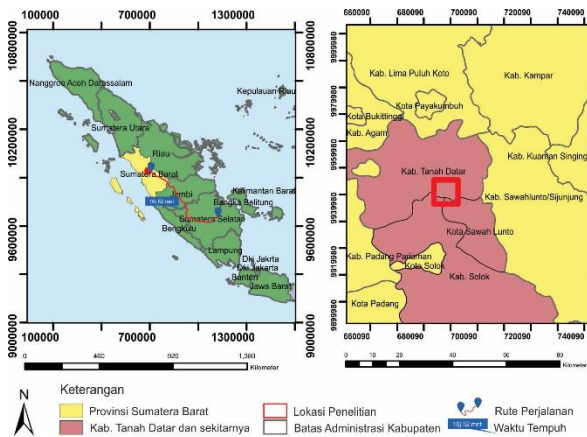
Secara administratif lokasi penelitian berada pada daerah Padang Ganting dan sekitarnya, Kabupaten Tanah Datar, Sumatera Barat. Penelitian dilakukan pada daerah yang memiliki luasan wilayah sebesar 81km² dengan skala 1:50.000. Penelitian ini merupakan studi lanjutan yang dilakukan dari pemetaan geologi dan observasi lapangan. Berdasarkan observasi lapangan yang telah dilakukan, terdapat beberapa titik terjadinya

longsor pada daerah penelitian. Terdapat beberapa lokasi pengamatan longsor dengan dicirikan oleh material tanah, vegetasi dan batuan mulai mengalami proses degradasi yang menyebabkan batuan pada lereng terkikis dan mengalami longsor.

Terjadinya longsor disebabkan oleh kondisi lereng yang tidak seimbang sehingga terjadi pergerakan massa batuan akibat agradasi dan degradasi tanah pada topografi tinggi ke elevasi rendah (Direktorat Geologi dan Tata Lingkungan, 2009). Menurut Arsyad (2010),

longsor terjadi bila terpenuhinya tiga keadaan antara lain tidak seimbang lereng dan memiliki faktor kemiringan lereng curam sehingga memiliki bidang lurur, lalu yang kedua terdapat lapisan bawah permukaan tanah yang *semi permeable* serta keadaan ketiga berupa terdapat cukup air untuk memenuhi tanah di atas bidang lurur. Umumnya bencana longsor yang sering terjadi di Indonesia memiliki intensitas kecil hingga besar yang disebabkan faktor alam dan faktor aktivitas. Faktor alam berupa keadaan morfologi yang beragam, jenis batuan, jenis tanah hingga intensitas hujan yang berbeda-beda di masing-masing daerah. Sedangkan faktor aktivitas manusia berupa penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan regulasi keamanan, penebangan pohon secara masif serta minimnya daerah resapan air ataupun drainase yang baik.

Topografi di daerah penelitian didominasi perbukitan dengan kondisi lereng yang agak curam hingga curam sehingga menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya longsor. Titik longsor yang terjadi di daerah penelitian banyak ditemukan pada area jalan umum sehingga terjadinya longsor akan memberikan dampak yang buruk terhadap mobilitas warga pada daerah penelitian. Berdasarkan data InaRISK BNPB pada daerah Padang Ganting dan sekitarnya termasuk ke dalam daerah dengan tingkat kerentanan sedang terhadap bencana tanah longsor. Tercatat terdapat 3 kejadian tanah longsor pada daerah penelitian dan sekitarnya dengan nilai kerugian mencapai Rp 210.000.000,- (BPS Tanah Datar, 2021).



Gambar 1. Peta administrasi daerah penelitian

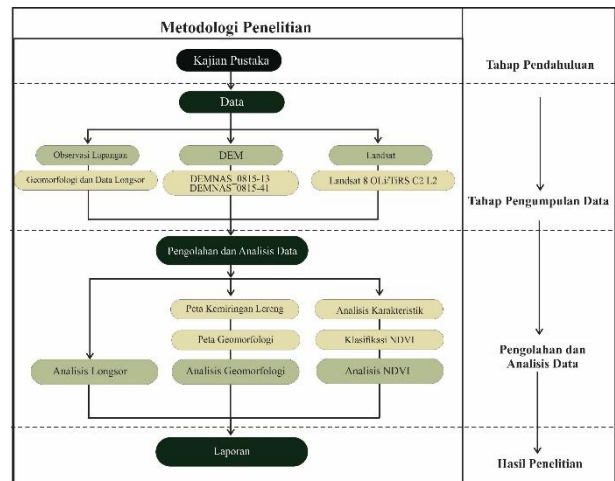
Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan analisis kestabilan lereng menggunakan metode observasi lapangan dan penginderaan jauh berdasarkan data indeks vegetasi dan geomorfologi yang diolah menggunakan aplikasi ArcGIS 10.3.

Analisis kestabilan lereng pada penelitian ini menggunakan parameter yang mana memiliki hubungan dengan tutupan lahan yaitu indeks vegetasi yang disebut *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Pengaruh vegetasi terhadap stabilitas lereng dapat dibagi menjadi kekuatan sistem akar dalam menahan tanah pada lereng dan pengaruh vegetasi terhadap sistem

hidrologi (Zhangyan Jianget, 2016). Vegetasi yang dapat beradaptasi dengan baik dapat memberikan kekuatan akar dalam mengikat agregat tanah sebagai pilar penahan longsor (Mussadun, dkk. 2020).

METODE PENELITIAN

Analisis tingkat kestabilan lereng diidentifikasi dengan menganalisis data spasial berupa penginderaan jauh dan observasi lapangan mengenai keadaan longsor. Metode yang dilakukan menggunakan penginderaan jauh ini memanfaatkan data Landsat 8 dan DEM yang selanjutnya data diolah menggunakan aplikasi ArcGIS 10.3 untuk memvisualisasikan data-data tersebut menjadi peta-peta parameter guna dianalisis lebih lanjut. Dalam penelitian ini penulis membagi metode penelitian menjadi empat tahapan (Gambar 2).



Gambar 2. Alur metodologi penelitian

Tahap pendahuluan berupa kajian pustaka yang merupakan tahap pengumpulan informasi mengenai daerah penelitian dan mengenai analisis kestabilan lereng yang terkhusus menggunakan GIS dan parameter indeks vegetasi yang mengacu dari penelitian-penelitian sebelumnya. Selanjutnya pada tahap pengumpulan data, data-data yang digunakan berupa data citra satelit Landsat 8 OLI/TiRS C2 L2 serta data DEMNAS yang mencakup daerah penelitian yaitu DEMNAS_0815-13 dan DEMNAS_0815-41. Dalam perekaman data citra, sensor satelit sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya vegetasi, kondisi atmosfer dan sudut pengambilan data sensor. Hasil dari citra satelit terkadang menampilkan informasi yang bias, sehingga perlu dikoreksi ulang.

Pemantauan tingkat vegetasi pada daerah penelitian dilakukan dengan menggunakan perbandingan antara tingkat kecerahan kanal merah (Band 4-red) dan kanal cahaya inframerah dekat (Band 5-near infrared) pada Landsat OLI/TIRS. Untuk penentuan vegetasi yang sehat NIR/RED memberikan pengaruh yang sangat besar. Pada penentuan ini NDVI perlu dipisahkan masing-

Analisis Tingkat Kestabilan Lereng Berdasarkan Kondisi Geomorfologi dan Indeks Vegetasi Pada Daerah Padang Ganting dan Sekitarnya

masing *band*nya guna mendeteksi indeks vegetasi Multi Citra Penginderaan Jauh Spektral yang terdapat pada citra satelit. Selanjutnya *band* yang telah dipisahkan, NDVI diterapkan sesuai dengan karakteristiknya seperti vegetasi pada nilai ambang batas NDVI yang berbeda. Berikut adalah persamaan untuk menghitung NDVI :

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}}$$

Keterangan :

NDVI = *Normalized Difference Vegetation Index*

ρ_{NIR} = Nilai reflektan kanal infra merah dekat.

ρ_{RED} = Nilai reflektan kanal merah.

Tahapan selanjutnya berupa tahap pengolahan dan analisis data. Data-data yang telah dihimpun sebelumnya diolah menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan aplikasi ArcGIS 10.3. Pengolahan data-data bertujuan untuk memvisualisasikan data-data menjadi bentuk peta-peta parameter yang kemudian dianalisis keterkaitannya terhadap tingkat kestabilan lereng pada daerah penelitian.

Nilai NDVI pada citra Lansat 8 diolah dengan fungsi *band math* yang diproses menggunakan Software ArcGIS. Berikut adalah persamaan perhitungan NDVI pada citra Landsat 8 :

$$NDVI = \frac{Float (Band 5 - Band 4)}{Float (Band 5 + Band 4)}$$

Spasialisasi hasil analisis yang dilakukan setelah pengklasifikasian NDVI berdasarkan kelas yang mengacu pada klasifikasi Utomo (2018). Pembagian kelas tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. Rentang nilai kepadatan NDVI.

Tabel 1. Rentang nilai kepadatan NDVI (Utomo,2008).

Tingkat Kerapatan	Keterangan	Kelas
Vegetasi Rapat	Rendah	1
Vegetasi Sedang	Sedang	2
Vegetasi Jarang	Tinggi	3

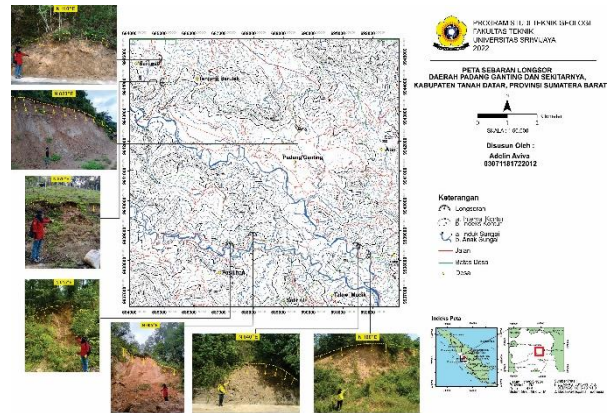
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari observasi langsung di lapangan ditemukan 7 titik longsor, dimana didominasi oleh longsor yang berdekatan dengan area jalan (Gambar 3). Longsor yang ditemukan pada daerah penelitian ditemukan menyebar pada daerah penelitian.

Terdapat beberapa lokasi pengamatan longsor dengan dicirikan oleh material tanah, vegetasi dan batuan mulai mengalami proses degradasi yang menyebabkan batuan pada lereng terkikis dan mengalami longsor. Longsor pada daerah penelitian banyak ditemukan pada litologi batupasir dan granit yang mengalami pelapukan tinggi.

Berdasarkan observasi di lapangan yang telah dilakukan diamati kondisi batuan yang ada pada lereng

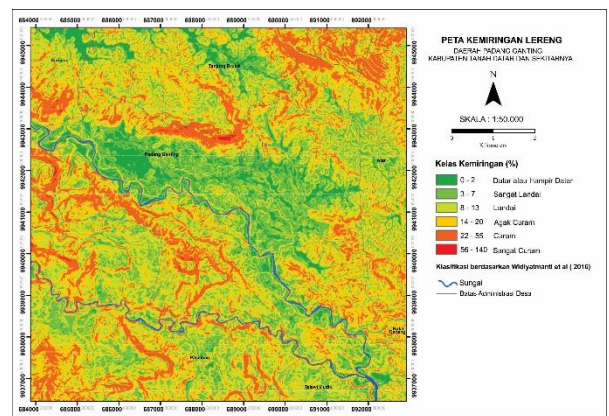
didominasi oleh batuan dengan kondisi yang sudah mengalami pelapukan. Tingkat pelapukan pada daerah penelitian cukup tinggi sehingga mempengaruhi tingkat kestabilan lereng yang ada pada daerah penelitian.



Gambar 3. Peta sebaran longsor daerah penelitian.

Longsor yang terjadi di area sekitar jalan dianggap akan mampu mengganggu mobilitas masyarakat Padang Ganting dan sekitarnya. Kondisi longsor yang ditemukan di lapangan memang tidak terlalu besar namun jika kondisi lereng yang demikian terus menerus mengalami gangguan dan kurangnya faktor keamanan yang mengikat tanah atau batuan pada lereng tentu akan mengakibatkan longsor yang lebih besar sehingga akan mengakibatkan kerugian yang lebih besar pula nantinya.

Pengolahan data DEM menggunakan metode penginderaan jauh yang memanfaatkan aplikasi ArcGIS 10.3 dapat memvisualisasikan data kemiringan lereng pada daerah penelitian (Gambar 4).

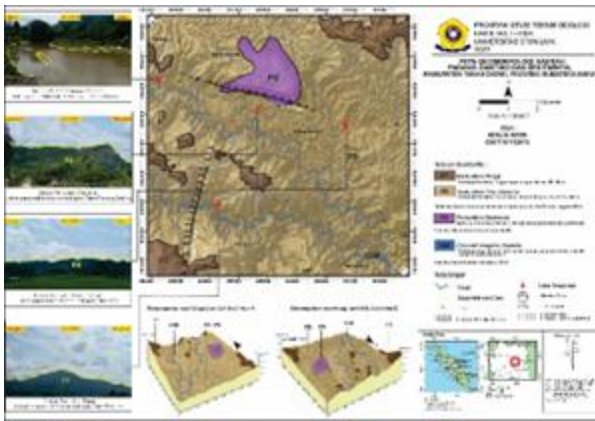


Gambar 4. Peta kemiringan lereng daerah penelitian.

Berdasarkan klasifikasi Widyatmanti (2016) mengenai kemiringan lereng, daerah penelitian terbagi menjadi tujuh kelas kemiringan lereng (Gambar 4). Kelas kemiringan lereng yang mendominasi pada daerah penelitian yaitu kelas lereng agak curam hingga curam (14 – 55%). Kemiringan lereng merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya tanah longsor. Semakin

tinggi tingkat kemiringan lereng suatu daerah maka semakin tinggi pula risiko terjadinya bencana longsor. Kelerengan dikendalikan proses klimatomorfogeni di daerah yang memiliki batuan dengan resistensi yang bervariasi (Magesh *et al.*, 2011; Gayen *et al.* 2013). Hal ini menyebabkan daerah tersebut memiliki tingkat laju erosi yang tinggi dan berpengaruh cepat dengan potensi pengisian air tanah yang sedikit sehingga mengakibatkan daerah tersebut rawan terjadi longsor. Kondisi lereng yang demikian dipengaruhi oleh tingkat pelapukan yang cukup tinggi pada daerah penelitian. Sehingga berdasarkan kondisi kemiringan lereng yang didominasi oleh kelas lereng agak curam hingga curam ini mampu menjadi faktor yang mendukung potensi terganggunya tingkat kestabilan lereng pada daerah penelitian.

Selanjutnya kondisi geomorfologi pada daerah penelitian menjadi faktor yang di analisis dalam menentukan pengaruhnya terhadap kondisi kestabilan lereng pada daerah penelitian. Daerah penelitian terbagi menjadi empat bentuk lahan yaitu Perbukitan Tinggi (PT), Perbukitan Denudasional (PD) Perbukitan Struktural (PS) dan *Channel Irregular Meander* (CIM) (Gambar 5).



Gambar 5. Peta Geomorfologi pada daerah penelitian.

1. Perbukitan Tinggi (PT)

Satuan geomorfik ini menempati sebanyak $\pm 19\%$ dari daerah penelitian. Satuan geomorfik ini berada pada elevasi 500 hingga 925 meter, sehingga berdasarkan klasifikasi Widyatmanti *et al.* (2016) merupakan bentuk lahan Perbukitan Tinggi. Berdasarkan aspek kemiringan lereng, bentuk lahan ini memiliki tingkat kemiringan lereng agak curam hingga sangat curam (14 – 140%).

2. Perbukitan Denudasional (PD)

Perbukitan Denudasional merupakan bentuk lahan yang mendominasi pada daerah penelitian dimana menempati $\pm 67\%$. Pada bentuk lahan ini tersusun atas litologi dengan resistensi sedang hingga lemah berupa batupasir, batuserpih, batulempung dan granit dengan kondisi lapuk. Proses denudasional pada bentuk lahan ini mengakibatkan terjadinya longsor pada beberapa titik di daerah penelitian.

3. Perbukitan Struktural (PS)

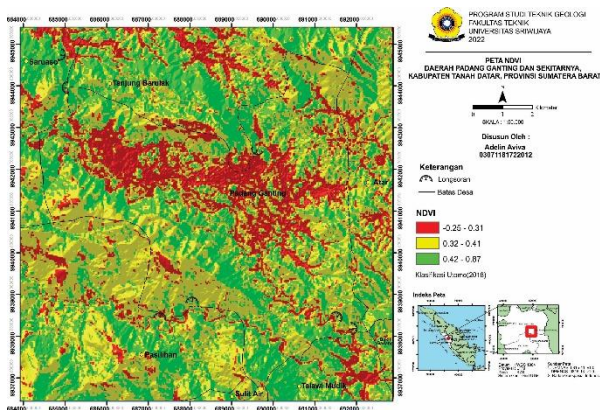
Perbukitan ini menempati $\pm 10\%$ pada daerah penelitian. Perbukitan ini terbentuk akibat pengaruh dari morfostruktur aktif dengan dibuktikan adanya gawir sesar pada Bukit Pagie. Bentuk lahan ini dikontrol oleh struktur geologi berupa sesar naik pada Bukit Pagie. Kondisi gawir sesar diperlihatkan pula dengan kondisi lereng yang curam hingga sangat curam (22 – 140%). Keterdapatannya struktur geologi berupa sesar pada daerah penelitian mengakibatkan adanya zona lemah yang menjadikan kekuatan batuan berkurang sehingga menimbulkan banyak retakan yang memudahkan air meresap. Kondisi lereng yang dipengaruhi struktur geologi ini menjadikan lereng curam dan diinterpretasikan dapat mengurangi tingkat kestabilan lereng dan meningkatkan potensi terjadinya tanah longsor pada daerah penelitian.

4. *Channel Irregular Meander* (CIM)

Channel Irregular meander merupakan bentuk kelokan sungai yang memiliki kurva belokan yang tidak teratur antara satu belokan dengan belokan lainnya. Karakteristik bentuk sungai Batang Selo dan sungai Batang Ombilin pada daerah penelitian termasuk sungai stadia dewasa hingga tua. Sungai ini memiliki ciri berupa kecepatan arus alir sungai sedang pada daerah hulu dan lemah pada daerah hilir, terbentuk pola meander atau berkelok dan memiliki lembah berbentuk U tumpul. Pada kondisi bentuk lahan ini terjadi proses erosi yang terus berlangsung akibat arus sungai sehingga mampu membuat batuan atau lereng sekitar sungai dapat terkikis dan mampu menjadikan kondisi lereng pada area tepi sungai menjadi tidak stabil.

Pengolahan data Landsat 8 menghasilkan peta NDVI yang mampu memvisualisasikan kondisi kerapatan vegetasi yang ada pada daerah penelitian. NDVI merupakan perhitungan pada sebuah citra yang digunakan untuk mengetahui tingkat kehijauan pada suatu wilayah. Dasar penggunaan NDVI yaitu pada pengamatan bahwa permukaan yang berbeda-beda akan merefleksikan berbagai jenis gelombang cahaya yang berbeda-beda. Identifikasi kerapatan vegetasi dapat dilakukan dengan cara interpretasi citra secara digital menggunakan transformasi NDVI, dimana tinggi rendahnya suatu kerapatan vegetasi dapat diketahui dengan menggunakan teknik NDVI. Lahan dengan kondisi tingkat kerapatan vegetasi yang sedikit serta kondisi yang rusak seperti lahan terbuka akan menunjukkan nilai rasio yang rendah. Hal ini bisa disebabkan akibat perkembangan penggunaan lahan dan pemukiman yang tidak disertai dengan reboisasi atau penyuluhan pembukaan lahan terlebih dahulu, sehingga minimnya vegetasi tersebut yang mengakibatkan sistem perakaran dalam menahan beban tanah pada muka lereng berkurang, dan juga memiliki sistem hidrologi yang buruk dengan kurangnya tanaman yang menyerap maupun menahan air pada saat hujan. Kondisi daerah dengan tingkat vegetasi yang rendah ditunjukkan dengan warna hijau pada Peta NDVI (Gambar 6).

Terdapat keterkaitan antara keberadaan vegetasi dengan tingkat kestabilan suatu lereng, dimana vegetasi dapat menjadi kekuatan sistem perakaran sehingga tanah pada lereng mampu menjaga kestabilan suatu lereng. Tingkat kerapatan vegetasi yang tinggi pada suatu wilayah akan mempengaruhi sulitnya sinar matahari untuk masuk ke permukaan tanah atau batuan penyusun lereng sehingga mampu menghambat tingkat pelapukan fisik. Hal tersebut juga mengakibatkan siklus hidrologi menjadi seimbang secara alami dan kondisi ini sangat mempengaruhi tingkat kestabilan suatu lereng.



Gambar 6. Peta NDVI pada daerah penelitian.

Jika ditinjau dari titik lokasi ditemukannya longsor yang telah dihimpun maka terlihat bahwa longsor dominan ditemukan pada daerah dengan kondisi tingkat kerapatan vegetasi yang rendah (berwarna hijau pada peta). Hal ini menunjukkan bahwa faktor kerapatan vegetasi yang rendah mempengaruhi tingkat kestabilan lereng pada daerah penelitian. Tingkat kerapatan vegetasi yang rendah yang diperlihatkan pada peta terlihat menyebar pada daerah penelitian. Tingkat kerapatan vegetasi yang rendah pada daerah penelitian ini selain disebabkan oleh lereng yang curam juga pada beberapa daerah berdasarkan observasi langsung di lapangan ditemukan bahwa kondisi kerapatan vegetasi rendah dimana terjadi pembukaan lahan untuk pemukiman dan perkebunan warga.

KESIMPULAN

Berdasarkan observasi data lapangan dan analisis data secara penginderaan jauh, maka hasil dari penelitian pada daerah Padang Ganting dan sekitarnya ini dapat disimpulkan, antara lain :

1. Secara geomorfologi daerah penelitian terdiri atas empat bentuk lahan berupa Perbukitan Tinggi (PT), Perbukitan Denudasional (PD), Perbukitan Struktural (PS) dan *Channel Irregular Meander* (CIM) yang masing-masing bentuk lahan memiliki pengaruh terhadap aktivitas erosional pada daerah penelitian.

2. Bentuk lahan Perbukitan Denudasional (PD) dan Perbukitan Struktural (PS) memiliki pengaruh besar yang menyebabkan daerah penelitian rentan terhadap bencana tanah longsor.
3. Tingkat kemiringan lereng agak curam hingga curam yang mendominasi pada daerah penelitian menjadi faktor yang meningkatkan ketidakstabilan suatu lereng sehingga menyebabkan rentannya daerah tersebut terhadap bencana tanah longsor.
4. Daerah penelitian didominasi oleh tingkat kerapatan vegetasi yang jarang sehingga berisiko tinggi terhadap terjadinya tanah longsor. Hal tersebut juga didukung dengan titik longsor yang berada pada daerah yang memiliki tingkat kerapatan vegetasi yang rendah pada Peta NDVI.
5. Berdasarkan parameter yang telah dianalisis maka didapatkan bahwa beberapa wilayah memiliki tingkat kestabilan lereng yang rendah sehingga memungkinkan terjadinya pergerakan massa tanah atau batuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. (2010). Konservasi Tanah dan Air. Bogor: IPB Press.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Tanah Datar. (2021) Kabupaten Tanah Datar Dalam Angka : BPS Kabupaten Tanah Datar.
- Direktorat Geologi dan Tata Lingkungan. (2009). Gerakan Tanah di Indonesia. Jakarta: Dirjen Pertambangan Umum.
- Mahadevaswamy, G., Nagaraju, D., Siddalingamurthy, S., Lakshamma, M. L., Nagesh, P. C., & Rao, K. (2011). Morphometric analysis of Nanjangudtaluk, Mysore District, Karnataka, India, using GIS Techniques. *Int. J. Geomat. Geosci.*, 1, 179– 187.
- Utomo. (2008). Identifikasi daerah rawan longsor di Kabupaten Bogor, Jawa Barat. xvi Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Widyatanti, W., Wicaksono, I., Syam, P. D. R., 2016. "Identification of topographic elements composition based on landform boundaries from radar interferometry xiii segmentation (preliminary study on digital landform mapping)". *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 37(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/37/1/012001>.
- Zhangyan Jiang, J.M. et.al., (2016). Remote Sensing of Environment, Science Direct, 101, 366–378.