

SKRIPSI

ANALISA PARAMETER *NORMALIZED DIFFERENCE* *VEGETATION INDEX* DAN *RELIEF DIVERSITY* TERHADAP KESTABILAN LERENG DAERAH SIJUNJUNG DAN SEKITARNYA, KABUPATEN SIJUNJUNG, SUMATERA BARAT



Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST)
Pada Program Studi Teknik Geologi Universitas Sriwijaya

Oleh:

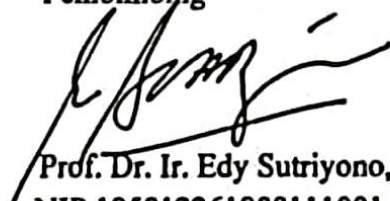
ANISA MUFLIHANI
03071281722040

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Analisa Parameter *Normalized Difference Vegetation Index* Dan *Relief Diversity* Terhadap Kestabilan Lereng Daerah Sijunjung Dan Sekitarnya, Kabupaten Sijunjung, Sumatera Barat
2. Biodata Peneliti:
 - a. Nama lengkap : Anisa Mufflihani
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. NIM : 03071281722040
 - d. Alamat rumah : Perumahan Tanjung Barangan Asri Blok D8, Ilir Barat I, Palembang, Sumatera Selatan
 - e. Telepon/hp/faks/e-mail : 081366612699/anisamuffligeo17@gmail.com
 - f. Nama Orangtua/wali : Marwan
 - g. Alamat Orangtua/wali : Perumahan Buana Vista Indah H 11, Batam Kota, Kota Batam, Provinsi Kepulauan Riau
 - h. Telepon/hp Orang/wali : 08127380842
3. Nama Penguji I : Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti, M.Sc.
4. Nama Penguji II : Harnani, S.T., M.T.
6. Jangka Waktu Penelitian : 30 hari
 - a. Persetujuan lapangan : 27 Desember 2020
 - b. Sidang sarjana : 21 November 2022
7. Pendanaan :
 - a. Sumber dana : Mandiri
 - b. Besar dana : Rp. 3.500.000

Menyetujui,
Pembimbing


Prof. Dr. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc.
NIP 195812261988111001

Palembang, 22 November 2022
Peneliti


Anisa Mufflihani
NIM 03071281722040

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Geologi


Elisabet Dwi Mayasari, S.T., M.T.
NIP 198705252014042001

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Geologi pada Program Studi Teknik Geologi dengan baik. Maka dari itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing Prof. Dr. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc. yang dengan sabar membimbing dan memberikan motivasi dalam proses penyelesaian skripsi ini. Selain itu dalam penyusunan skripsi ini, penulis juga ingin menyampaikan ucapan terimakasih terhadap orang – orang yang telah membantu dan memberikan dukungan, diantaranya :

1. Elisabet Dwi Mayasari, S.T M.T. sebagai Koordinator Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
2. Stevanus Nalendra Jati, S.T M.T sebagai dosen pembimbing akademik dan segenap tim dosen yang telah memberikan ilmu maupun saran bagi penulis selama menyusun skripsi serta dalam perkuliahan.
3. Keluarga saya untuk semua bentuk dukungan dalam berbagai hal selama saya menjalani masa perkuliahan.
4. Masa HMTG “Sriwijaya”.
5. Masyarakat Daerah Sijunjung dan sekitarnya.
6. M. Heru Rahman dan Thania Putri Firdaus sebagai rekan diskusi selama proses pengerjaan skripsi.
7. Ratna Savira, Ishmi Khafishah, Putri Perdana, Dwi Wanda, Fatwa Maulida, Nurtiara Inayah, Erin Febrina, dan Hanif Kurniadi atas kebersamaannya.

Semoga laporan ini dapat membantu saya maupun orang yang membacanya dalam melakukan studi khusus yang terkait. Mohon maaf apabila terdapat penulisan kata yang kurang berkenan. Akhir kata, saya ucapkan terima kasih.

Palembang, 22 November 2022

Penulis



Anisa Muflihani

NIM. 03071281722040

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh pihak lain untuk mendapatkan karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia laporan skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan yang berlaku (UU No 20 Tahun 2003 Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70).

Palembang, 22 Npember 2022

Penulis



Anisa Muflihani

NIM. 03071281722040

ABSTRAK

Lokasi penelitian ini berada di Daerah Sijunjung, Kabupaten Sijunjung, Provinsi Sumatera Barat. Daerah penelitian merupakan wilayah yang termasuk dalam pegunungan Bukit Barisan. Kondisi morfologi yang memiliki elevasi yang tinggi dan kemiringan lereng yang terjal, serta tata guna lahan yang buruk menjadi faktor-faktor penyebab terjadinya pergerakan masa batuan atau tanah (longsor). Penelitian dilakukan menggunakan metode observasi lapangan untuk mendapatkan bukti longsor yang terjadi di daerah penelitian dan analisis kestabilan lereng berbasis sistem informasi geografis menggunakan parameter *Normal Difference Vegetation Index* (NDVI) dan *Relief Diversity* dilakukan dengan aplikasi *GIS*. Indeks vegetasi memiliki keterkaitan terhadap *relief diversity* dimana apabila nilai indeks *relief diversity* tinggi maka nilai indeks vegetasi rendah. Peta Rawan Longsor daerah penelitian memperlihatkan daerah penelitian memiliki tingkat kerawanan longsor yang tinggi.

Kata Kunci: NDVI, *Relief Diversity*, Longsor, Sistem Informasi Geografis

ABSTRACT

The location of this research is located in Sijunjung District, Sijunjung Regency, West Sumatra Province. The research area is an area that is included in the Bukit Barisan mountains. Morphological conditions that have high elevations and steep slopes, as well as poor land use are factors that cause rock or soil mass movements (landslides). The study was conducted using field observation methods to obtain evidence of landslides that occurred in the research area and slope stability analysis based on geographic information systems using the Normal Difference Vegetation Index (NDVI) and Relief Diversity parameters was carried out using GIS applications. The vegetation index has a relationship with relief diversity where if the relief diversity index value is high, the vegetation index value is low. Landslide Prone map of the research area shows the research area has a high level of landslide susceptibility.

Keywords: NDVI, Relief Diversity, Landslide, Geographic Information System

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
UCAPAN TERIMAKASIH	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	1
1.3 Rumusan Masalah	1
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Lokasi dan Kesampaian Daerah Penelitian	2
BAB II SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DAN LONGSOR	4
2.1 Sistem Informasi Geografis	4
2.2 <i>Normalized Difference Vegetation Index</i> (NDVI)	4
2.3 <i>Relief Diversity</i>	5
2.4 Longsor	6
2.4.1 Faktor Terjadinya Longsor.....	6
2.4.2 Klasifikasi Longsor	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	10
3.1 Tahap Pra-Penelitian.....	11
3.1.1 Kajian Pustaka.....	11
3.1.2 Penyusunan Proposal	11
3.1.3 Survei Pendahuluan.....	12
3.2 Pengumpulan Data Primer	12
3.2.1 Pengamatan Geomorfologi	12
3.2.2 Pengukuran Komponen Geologi.....	12
3.3 Pengumpulan data sekunder	15
3.3.1 DEM.....	15
3.3.2 RBI.....	15
3.3.3 Landsat 8.....	16

3.3.4 InaRisk BNPB	17
3.4 Kerja Studio	17
3.4.1 Analisa Geomorfologi	17
3.4.2 Analisa Sistem Informasi Geografis	20
3.5 Pembuatan Laporan	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Geologi Lokal	23
4.1.2 Geomorfologi	23
4.1.3 Stratigrafi	26
4.1.4 Struktur Geologi	27
4.2 Hasil	30
4.2.1 Analisis Lokasi Pengamatan Longsor Daerah Penelitian	30
4.2.2 Analisis Parameter Longsor Daerah Penelitian	35
4.3 Pembahasan	41
4.3.1 Peta Rawan Longsor	41
4.3.2 Mitigasi dan Rekomendasi	43
BAB V KESIMPULAN	44
DAFTAR PUSTAKA	xiv

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Tabel koordinat lokasi daerah penelitian	3
Tabel 2. 1 Klasifikasi rentang nilai kepadatan NDVI (Utomo, 2008)	5
Tabel 2. 2 Alasan pemilihan parameter dalam <i>Relief diversity</i> (Basu & Pal, 2019)	5
Tabel 3. 1 Klasifikasi kelas lereng berdasarkan Widyatmanti dkk (2016)	18
Tabel 3. 2 Klasifikasi kelas relief berdasarkan Widyatmanti dkk (2016)	18
Tabel 3. 3 Klasifikasi beserta identifikasi pola aliran sungai (Radaideh, 2016).....	19
Tabel 3. 4 Rumus parameter <i>Relief Diversity</i> (Basu & Pal, 2019)	20
Tabel 4. 1 Tabel karakteristik longsor daerah penelitian.....	35
Tabel 4. 2 Hasil analisis parameter longsor daerah penelitian.....	41
Tabel 4. 3 Frekuensi Longsor pada daerah penelitian	42
Tabel 4. 4 Klasifikasi Tingkat Rawan Longsor Daerah Penelitian.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi penelitian pemetaan geologi secara administratif	2
Gambar 1. 2 Ketersampaian menuju lokasi penelitian dari Kota Padang menggunakan <i>GoogleMaps</i>	3
Gambar 2. 1 Gaya pengontrol dalam kestabilan lereng (Karnawati D, 2007).....	7
Gambar 2. 2 Klasifikasi longsor (Varnes, 1978)	8
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian	10
Gambar 3. 2 Pengukuran stratigrafi menggunakan metode <i>brunton and tape</i> (modifikasi dari Compton, 1985)	13
Gambar 3. 3 Pengukuran ketebalan lapisan beragam kemiringan lereng (modifikasi dari Ragan, 1985)	13
Gambar 3. 4 Teknik pengukuran struktur geologi. a) Pengukuran <i>strike</i> lapisan.	14
Gambar 3. 5 Situs DEMNas untuk mengunduh data DEM	15
Gambar 3. 6 Situs Geospasial untuk mengunduh data RBI.....	16
Gambar 3. 7 Situs USGS untuk mengunduh data <i>Landsat 8</i>	16
Gambar 3. 8 Situs InaRISK untuk mengunduh data KRB	17
Gambar 3. 9 Pola aliran sungai menurut klasifikasi Twidale (2004)	18
Gambar 4. 1 Peta Pola Aliran Daerah Sijunjung dan Sekitarnya (Muflihani, 2022).....	24
Gambar 4. 2 Peta Geomorfologi Daerah Sijunjung dan Sekitarnya (Muflihani, 2022).....	24
Gambar 4. 3 Kenampakan bentuklahan <i>Channel Irregular Meander (CIM)</i> di Sungai Batang Sukam dengan azimuth N 334° E.....	25
Gambar 4. 4 Bentuklahan perbukitan rendah pada Desa Kulampi yang digunakan sebagai lahan pertanian oleh masyarakat setempat foto diambil dari desa Kulampi dengan azimuth N 182° E.....	25
Gambar 4. 5 (A) Kenampakan bentuklahan perbukitan foto diambil dari Desa Padangdoto dengan azimuth N 250° E (B) Perkebunan pisang milik masyarakat setempat sebagai fungsi lahan satuan perbukitan.....	26
Gambar 4. 6 Kenampakan satuan geomorfologi perbukitan tinggi Bukit Kunik di Desa Aie Angek foto diambil dari Desa Aie Angek dengan azimuth N 028° E	26
Gambar 4. 7 Kolom Stratigrafi Daerah Sijunjung dan Sekitarnya (Muflihani, 2022)....	27
Gambar 4. 8 (A) Hasil analisis streografis data kekar dari Sesar Padangdoto	28
Gambar 4. 9 (A) Hasil analisis streografis Sesar Aie Angek.....	29
Gambar 4. 10 Peta Geologi Daerah Sijunjung dan Sekitarnya (Muflihani, 2022)	30
Gambar 4. 11 (A) Lokasi pengamatan 1 dengan azimuth foto N 087° E (B) Sketsa lokasi pengamatan 1	31
Gambar 4. 12 (A) Lokasi pengamatan 2 dengan azimuth foto N 174° E (B) Sketsa lokasi pengamatan 2	32
Gambar 4. 13 (A) Lokasi pengamatan 3 dengan azimuth foto N 190° E (B) Sketsa lokasi pengamatan 3	32

Gambar 4. 14 (A) Lokasi pengamatan 4 dengan azimuth foto N 010° E (B) Sketsa lokasi pengamatan 4	33
Gambar 4. 15 (A) Lokasi pengamatan 5 dengan azimuth foto N 275° E (B) Sketsa lokasi pengamatan 5	34
Gambar 4. 16 (A) Lokasi pengamatan 6 dengan azimuth foto N 012° E (B) Sketsa lokasi pengamatan 6	34
Gambar 4. 17 Peta NDVI Daerah Sijunjung dan sekitarnya	36
Gambar 4. 18 Peta <i>Bifurcation Ratio</i> Daerah Sijunjung dan sekitarnya	37
Gambar 4. 19 Peta <i>Ruggedness Index</i> Daerah Sijunjung dan sekitarnya	37
Gambar 4. 20 Peta <i>Basin Relief</i> Daerah Sijunjung dan sekitarnya	38
Gambar 4. 21 Peta <i>Relief Ratio</i> Daerah Sijunjung dan sekitarnya	38
Gambar 4. 22 Peta <i>Relative Relief</i> Daerah Sijunjung dan sekitarnya	39
Gambar 4. 23 Peta <i>Dissection Index</i> Daerah Sijunjung dan sekitarnya	39
Gambar 4. 24 Peta <i>Slope in Degree</i> Daerah Sijunjung dan sekitarnya	40
Gambar 4. 25 Peta <i>Lineament density</i> Daerah Sijunjung dan sekitarnya	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Tabulasi Lokasi Pengamatan Longsor

Lampiran B. Peta Sebaran Longsor Daerah Sijunjung dan Sekitarnya

Lampiran C. Tabulasi Perhitungan Parameter

Lampiran D. Peta Rawan Longsor Daerah Sijunjung dan Sekitarnya

BAB I

PENDAHULUAN

Penelitian tugas akhir dengan fokus penginderaan jauh pada daerah penelitian yang terletak di Daerah Sijunjung dan sekitarnya, Kecamatan Sijunjung, Provinsi Sumatera Barat. Bab pendahuluan mencakup mengenai latar belakang penelitian, maksud dan tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, serta lokasi dan ketersediaan daerah penelitian.

1.1 Latar Belakang

Lokasi penelitian terletak dalam Cekungan Ombilin yang merupakan cekungan *intramontane* yang berada pada zona pegunungan Bukit Barisan dalam *island arc system* di Sijunjung Sumatera yang telah banyak dikaji oleh peneliti (Noeradi et al., 2005; Zaim et al., 2012; Habrianta et al., 2018). Penelitian ini merupakan bentuk studi lanjutan dari pemetaan geologi yang telah dilakukan sebelumnya. Hasil pemetaan geologi pada daerah penelitian disusun oleh batuan Pra-Tersier hingga Tersier terdiri dari litologi batugamping, konglomerat, batupasir dan batulempung. Pada daerah penelitian dapat ditemukan titik-titik pergerakan masa batuan atau tanah (longsor). Berdasarkan data oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) daerah penelitian merupakan zona rawan bencana longsor dengan nilai indeks bahaya 0,3-0,6 dengan kelas bahaya sedang-tinggi.

Pergerakan masa batuan atau tanah pada suatu daerah dipengaruhi oleh kemiringan lereng, vegetasi dan struktur geologi yang berkembang. Penelitian dilakukan dengan memperhatikan parameter tersebut menggunakan metode observasi lapangan melalui kegiatan pemetaan geologi dan analisa sistem informasi geografis dengan parameter berupa *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) serta *Relief Diversity* menggunakan data *landsat 8* melalui aplikasi ArcGIS. Hasil dari penelitian disajikan dalam bentuk peta rawan longsor daerah penelitian.

1.2 Maksud dan Tujuan

Penelitian yang dilakukan memiliki maksud untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan ketidakstabilan lereng dan longsor pada daerah penelitian. Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi nilai *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) serta *Relief Diversity* pada daerah penelitian.
2. Menganalisa keterkaitan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) serta *Relief Diversity* terhadap kestabilan lereng dan bencana longsor pada daerah penelitian,
3. Mengidentifikasi tingkat kerawanan bencana longsor daerah penelitian.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana persebaran tanah longsor pada daerah penelitian?

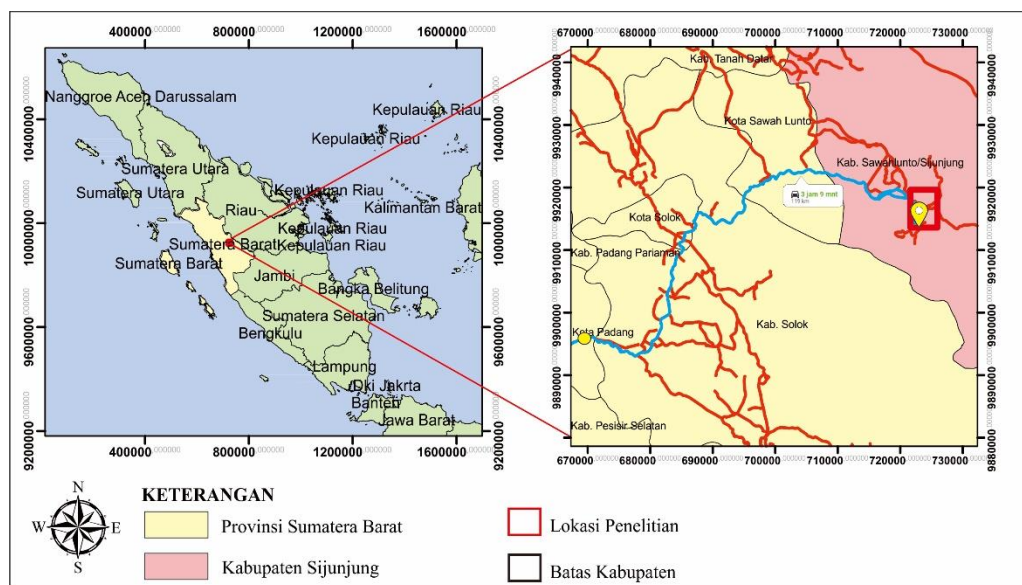
2. Bagaimana indeks *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) pada daerah penelitian?
3. Bagaimana indeks *Relief Diversity* pada daerah penelitian?
4. Bagaimana hubungan interpretasi antara indeks *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) serta *Relief Diversity* terhadap kestabilan lereng dan bencana longsor pada daerah penelitian?
5. Bagaimana tingkat kerawanan bencana longsor pada daerah penelitian?

1.4 Batasan Masalah

Penelitian yang dilakukan memiliki batasan yang mengacu pada permasalahan yang akan dibahas dengan batasan daerah penelitian meliputi daerah Sijunjung dan sekitarnya, Kabupaten Sijunjung, Provinsi Sumatera Barat. Kegiatan penelitian mencakup observasi lapangan, penginderaan jarak jauh dengan menggunakan data *landsat*, dan pengolahan data menggunakan program komputasi. Penelitian memiliki fokus pada pengaruh indeks vegetasi dan *relief diversity* terhadap bencana longsor yang terjadi di daerah penelitian.

1.5 Lokasi dan Kesampaian Daerah Penelitian

Lokasi penelitian berada pada daerah Sijunjung dan sekitarnya, Kecamatan Sijunjung, Kabupaten Sijunjung, Provinsi Sumatera Barat. Kabupaten Sijunjung sebelumnya disebut sebagai Kabupaten Sawahlunto/Sijunjung. Ibu kota kabupaten ini adalah Muaro Sijunjung. Secara administratif wilayah Kabupaten Sijunjung berbatasan dengan Kabupaten Tanah Datar pada bagian utara, Kabupaten Dharmasraya pada bagian selatan, Kabupaten Solok dan Kota Sawahlunto pada bagian Barat, serta Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau pada bagian timur (Gambar 1.1).



Gambar 1. 1 Lokasi penelitian pemetaan geologi secara administratif

Petakan daerah penelitian memiliki luas 9x9 atau 81 km² pada skala 1:25.000. Secara geografis lokasi penelitian terletak pada zona UTM 47 S dengan koordinat sebagai berikut (Tabel 1.1)

Tabel 1. 1 Tabel koordinat lokasi daerah penelitian

Koordinat UTM	Koordinat Geografis
47 S 720479 mT – 9929218 mU	S 0° 38' 24.0" - E 100° 58' 52.0"
47 S 729509 mT – 9929218 mU	S 0° 38' 24.0" - E 101° 03' 44.0"
47 S 720479 mT – 9920336 mU	S 0° 43' 13.0" - E 100° 58' 52.0"
47 S 729509 mT – 9920336 mU	S 0° 43' 13.0" - E 101° 03' 44.0"

Daerah penelitian dapat dijangkau dengan beberapa moda transportasi baik melalui udara maupun jalur darat. Apabila menggunakan transportasi udara dari Kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan menuju ke ibu kota Provinsi Sumatera Barat yaitu Kota Padang dapat menghabiskan waktu selama ± 1 jam. Sedangkan dengan menggunakan transportasi darat seperti bus, perjalanan yang sama akan memakan waktu ± 24 jam. Selanjutnya, untuk mencapai lokasi penelitian dari Kota Padang menuju Kabupaten Sijunjung yang berjarak ± 113 km dapat ditempuh dengan waktu selama sekitar 2 jam 45 menit menggunakan kendaraan roda empat, kemudian dilanjutkan menuju ke daerah penelitian di kecamatan Sijunjung dibutuhkan tambahan perjalanan selama ± 30 menit menggunakan sepeda motor. Total lama perjalanan yang ditempuh dari Kota Padang menuju lokasi penelitian adalah ± 3 jam 15 menit (Gambar 1.2).



Gambar 1. 2 Ketersampaian menuju lokasi penelitian dari Kota Padang menggunakan *GoogleMaps*

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, T. D., & Yang, I. (2015). Exploring Landsat 8. *International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research (IJIEASR) ISSN: 2319-4413 Volume 4, No. 4.*
- Aman, A., Randriamanantena, H. P., & FROUTIN, R. (1992). Upscale integration of normalized difference vegetation index: The problem of spatial heterogeneity. *IEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing*, 30, 326-338.
- Barber, A. J., & Milsom, J. S. (2005). Sumatra : Geology, Resource and Tectonic Evolution. *Geological Society Memoir*, 31.
- Basu, T., & Pal, S. (2019). RS-GIS based morphometrical and geological multi-criteria. *Advances in Space Research* 63, 1253-1269.
- Bermana, I. (2006). Klasifikasi Geomorfologi Untuk Pemetaan Geologi Yang Telah Dibukukan. *Bulletin of Scientific Contribution Volume 4,pp*, 161-173.
- Chauhan, S., Sharma, M., Arora, M. K., & Gupta, N. K. (2010). Landslide susceptibility zonation through ratings derived from artificial neural network. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf*, 12, 340-350.
- Falahnsia, A. R. (t.thn.). ANALISA BENCANA LONGSOR BERDASARKAN NILAI KERAPATAN VEGETASI MENGGUNAKAN CITRA ASTER DAN LANDSAT 8 (STUDI KASUS : SEKITAR SUNGAI BEDADUNG, KABUPATEN JEMBER). *THESIS - RG 092999.*
- Gandhi, M. (2015). Ndvi Vegetation Change Detection Using Remote Sensing and Gis – a Case Study of Vellore District. *Procedia Computer Science* 57 (2015), 1199 – 1210.
- Gayen, S., Bhunia, G. S., & Shi, P. K. (2013). Morphometric analysis of Kangshabati Darkeswar Interfluves area in West Bengal, India using ASTER DEM and GIS techniques. *Geol. Geosci*, 2 (4), 1-10.
- Hardiyatmo, H. (2012). *Tanah Longsor dan Erosi: Kejadian dan Penanganan.* Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hugget, R. J. (2017). *Fundamental of Geomorphology (4rd edition).* USA and Canada: Routledge.
- Jiang, Z., Alfredo, R., Huete, Chen, J., Chen, Y., Li, J., . . . Zhang, X. (2006). Analysis of NDVI and Scaled Difference Vegetation Index Retrievals of Vegetation Fraction. *Remote Sensing of Environment*, 101 (2006) 366–378.

- Karnawati, D. (2005). *Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan upaya penanggulangnya*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Karnawati, D. (2007). Mekanisme Gerakan Massa Batuan Akibat Gempa Bumi: Tinjauan dan Analisis Geologi Teknik. *Dinamika Teknik Sipil*, 7(2), 179-190.
- 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.
- Muflihani, A. (2022). Geologi Daerah Sijunjung dan Sekitarnya, Kabupaten Sijunjung, Sumatera Barat.
- Noeradi, D., Simanjuntak, B. 2005. Rift Play in Ombilin Basin Outcrop West Sumatra. Proceedings Thirtieth Annual Convention Indonesian Petroleum Association, October 2005, p. 107-120.
- Omar, H. B. (2007). *Slope Stability Analysis Using Remote Sensing Data*. Malaysia: Faculty Of Geoinformation Science and Engineering Of University Tecnology Malaysia.
- Omar, H. B. (2010). *Slope Stability Using Remote Sensing and Geographic Information System Along Karak Highway, Malaysia*. . Malaysia: Faculty of Geoinformation Science and Engineering of University Tecnology Malaysia.
- Pal, B., Samanta, S., & Pal, D. K. (2012). Morphometric and hydrological analysis and mapping for Watut Watershed using remote sensing and GIS techniques. *Int. J. Adv. Eng. Technol.* 2 (1), 362.
- Pangemanan, V. M., Turangan, A. E., & Sompie, O. A. (2014). ANALISIS KESTABILAN LERENG DENGAN METODE FELLENIUS (Studi Kasus: Kawasan Citraland). *Jurnal Sipil Statik Vol.2 No.1, Januari 2014 (37-46)*, ISSN: 2337-6732.
- Peacock, D. P., Sanderson, D. J., & Rotevaten, A. (2017). Relationships Between Fractures. *Journal of structural geology*, doi:10.1016/j.jsg.2017.11.010.
- Pettijhon, F. J. (1975). *Sedimentary Rocks*. New York: New York. 3rd edition Ragan, D.M. 2009. Structural Geology: an Introduction to Geometric Techniques. 3rd ed.
- Priyono. (2015). Hubungan Klasifikasi Longsor, Klasifikasi Tanah Rawan Longsor Dan Klasifikasi Tanah Pertanian Rawan Longsor”. . *GEMA, Th. XXVII/49/*.
- Rai, P. K., Mohan, K., & Kumra, V. K. (2014a). Landslide hazard and its mapping using remote sensing and GIS. *J. Sci. Res., Banaras Hindu University, Varanasi*

- Rai, P. K., Mohan, K., Mishra, S., Ahmad, A., & Mishra, V. N. (2014b). A GIS-based approach in drainage morphometric analysis of Kanhar River Basin, India. *Appl. Water. Sci.* <https://doi.org/10.1007/s13201-014-0238-y>.
- Reddy, G. O., Maji, A. K., & Gajbhiye, K. S. (2004). Drainage morphometry and its influence on landform characteristics in a basaltic terrain, Central India. *a remote sensing and GIS approach. Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinfor.*, 6, 1–16.
- Sarma, P. K., Sarmah, K., Chetri, P. K., & Sarkar, A. (2013). Geospatial study on morphometric characterization of Umtrew River basin of Meghalaya, India. *Int. J. Water Resour. Environ. Eng.*, 5, 489–498.
- Schumm, S. A. (1956). Evolution of drainage system and slope in Badlands at Perth Amboy, New Jersey. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 67, 597–646.
- Shrivatra, J. R., Manjare, S. K., & Paunekar. (2021). A GIS-based assessment in drainage morphometry of WRJ-1 watershed in hard rock terrain of Narkhed Taluka, Maharashtra, Central India. *Remote Sensing Applications: Society and Environment* 22, 100467.
- Singh, S., & Dubey, A. (1994). Geo-environmental planning of watersheds in India, Allahabad, India. *Chugh Publ.*, 28, 69.
- Silitonga P.H. and Kastowo. 1993. Geological Map Of The Solok Quadrangle, Sumatera. Geological Research and Development Center, Bandung, Scale 1 : 250.000, 1 page.
- Situmorang, B., Yulihanto, B., Guntur, A., Himawan, R., Jacob, T. G. 1991. Structural Development of the Ombilin Basin West Sumatra. Proceedings Twentieth Annual Convention Indonesian Petroleum Association, October 1991, p. 1-15.
- Strahler, A. N. (1956). Quantitative slope, analysis. *Bull. Geol. Soc. Am*, 67, 571–596.
- Strahler, A. N. (1957). Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. *American Geophysical Union Vol. 38, No. 6*.
- Suita , D. (2019). Kajian Longsor di Lokasi P. 33 D.I Lematang Kota Pagar Alam (Sumatera Selatan). *Buletin Utama Teknik Vol.14, No.3, Mei 2019*.
- Thornbury, W. D. (1969). *Principles of Geomorphology, second ed.* Wiley and Sons, New York, USA.

- Twidale, C. R. (2004). River patterns and their meaning. *Earth-Science Reviews* 67, 67, 159–218.
- Utomo. (2008). *Identifikasi daerah rawan longsor di Kabupaten Bogor, Jawa Barat*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Varnes, D. J., & Cruden, D. M. (1996). Landslide Types and Processes. *Special Report , Transportation Research Board, National Academy of Sciences, 247:36-75. Special Report - National Research Council, Transportation Research Board. 247. 76.*
- Widyatmanti, W., Wicaksono, I., & Syam, P. R. (2016). . Identification of Topographic Elements Composition Based on Landform Boundaries from Radar Interferometry Segmentation (Preliminary Study on Digital Landform Mapping). *8th IGRSM International Conference and Exhibition on Remote Sensing & GIS.*