

# Kajian Tingkat Kerentanan Longsor Menggunakan Sistem Informasi Geografis Kecamatan Monano, Kabupaten Gorontalo Utara

Fitria Maharani Putri Iwan Noho<sup>1</sup>, Sri Maryati<sup>2\*</sup>, Muhammad Kasim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo  
<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo  
\*Email Koresponden: [sri.maryati@ung.ac.id](mailto:sri.maryati@ung.ac.id)

Diterima: 28-05-2025

Disetujui: 23-10-2025

Publish: 02-12-2025

**Abstrak** Provinsi Gorontalo memiliki wilayah - wilayah yang rentan terhadap longsor, terutama di Kabupaten Gorontalo Utara. Penelitian ini memiliki dua tujuan utama, yaitu mengidentifikasi litologi yang menyusun daerah penelitian dan menganalisis tingkat kerawanan longsor di daerah tersebut. Penelitian ini menggunakan metode *Multi Criteria Evaluation* (MCE) dengan penggunaan analisis SIG untuk mencapai tujuannya. Penentuan tingkat kerawanan longsor, dilakukan dengan menumpang susunan parameter – parameter seperti litologi, densitas kelurusan, kemiringan lereng, jenis tanah, tataguna lahan serta curah hujan. Litologi penyusun daerah penelitian terdiri dari satuan andesit, aglomerat, batupasir & endapan alluvial. Berdasarkan hasil analisis, kerawanan longsor di lokasi studi dapat dikategorikan ke dalam 3 kelas, yaitu. Kelas kerawanan longsor rendah (34,13 km<sup>2</sup>), kelas kerawanan longsor sedang (66,89 km<sup>2</sup>) dan kelas kerawanan longsor tinggi (19,65 km<sup>2</sup>).

**Kata kunci:** Litologi; MCE; SIG; Parameter

*Abstract* Gorontalo Province has areas that are prone to landslides, especially in North Gorontalo Regency. This study has two main objectives, namely identifying the lithology that makes up the research area and analyzing the level of landslide vulnerability in area. This study uses the *Multi Criteria Evaluation* (MCE) method with the use of GIS analysis to achieve its objectives. Determination of the level of landslide vulnerability is carried out by overlaying parameters such as lithology, straightness density, slope gradient, soil type, rainfall and land use. The lithology that makes up the research area consists of andesite, agglomerate, sandstone and alluvial deposit units. Based on the results of the analysis, landslide vulnerability in the research area can be categorized into 3 classes, namely. Low landslide susceptibility class (34.13 km<sup>2</sup>), medium landslide susceptibility class (66.89 km<sup>2</sup>) and high landslide susceptibility class (19.65 km<sup>2</sup>).

**Keywords:** Lithology; MCE; GIS; Parameters

## 1. PENDAHULUAN

Kondisi tektonik Indonesia unik karena berada di persimpangan 3 lempeng besar, yakni Eurasia, Pasifik serta Indo-Australia. Mayoritas penduduk Indonesia tinggal di daerah pegunungan dimana bencana alam seperti longsor sering terjadi (Press & Siever 1998). Selain itu, Indonesia terletak di Ring of Fire, sebuah kawasan yang juga rawan terhadap gempa vulkanik dan letusan gunung berapi (Lisia dkk., 2022). Gerakan massa memiliki 5 ciri yaitu jatuhan, robohan, longSORan, sebaran dan aliran (Highland & Johnson, 2004). Gerakan massa terjadi akibat adanya gangguan pada kestabilan lereng pada tanah atau lereng gunung (Djakun, 2024).

Daerah dengan curah hujan tinggi berpotensi menyebabkan longsor, musibah ini dapat diantisipasi (Putra, 2014). Karnawati (2005) dalam Ekawati (2024) menjelaskan bahwa terdapat 2 faktor utama yang memengaruhi gerakan tanah, antara lain faktor yang mengendalikan dan faktor yang memicu. Kemungkinan terjadinya longSORan dapat dipengaruhi oleh variabel tambahan, seperti struktur geologi, litologi, jenis tanah, kemiringan lereng, dan penggunaan lahan (Asiki dkk, 2019). Bencana longsor biasanya mengakibatkan kematian dan kerusakan pada rumah, tempat tinggal, dan infrastruktur permukiman karena tertimbun oleh material longsor, yang berpengaruh pada kehidupan sosial & ekonomi masyarakat. Bencana juga bisa dipicu oleh aktivitas manusia yang sering berkaitan dengan konflik akibat perebutan sumber daya terbatas, perbedaan ideologi, agama, atau politik (Ramadhan dkk, 2017). Setiap daerah memiliki tingkat kewaspadaan terhadap bencana yang bervariasi, tergantung pada jenis bencana yang ada. Oleh karena itu, upaya mitigasi perlu disesuaikan dengan kondisi dan potensi bencana yang ada (Amri dkk, 2022).

Posisi geografis Gorontalo ada di Lengan Utara Sulawesi. Provinsi ini terdiri dari beberapa zona fisiografis utama seperti Zona Depresi Limboto, Pegunungan Selatan, Pegunungan Utara, Dataran Pantai serta Zona Perbukitan Bergelombang (Bemmelen, 1949). Daerah penelitian berada di Zona Pegunungan Utara. Pegunungan yang berlereng terjal merupakan ciri wilayah ini. Secara regional stratigrafi daerah penelitian mempunyai kesetaraan formasi yaitu Formasi Gunung api pinogu, Formasi Lokodidi dan formasi Aluvial (Bachri dkk, 1993).

Berdasarkan data yang dihimpun oleh BNPB pada tahun 2019, Indonesia mengalami 3.721 peristiwa bencana dengan berbagai jenis bencana yang terjadi. Di Sulawesi tercatat 33 peristiwa gerakan tanah terjadi (BNPB 2022). Provinsi Gorontalo memiliki wilayah - wilayah yang rentan terhadap longsor, terutama di Kabupaten Gorontalo Utara. Struktur tanah meningkatkan risiko bencana longsor karena kawasan yang sengaja dibiarkan terbuka untuk pertanian dengan kemiringan 20 - 40% dan perbukitan yang biasanya berada 200 - 300 mdpl namun tidak selalu ditanami tanaman tiap tahunnya (BPBD Kab. Gorontalo Utara, 2019). Kec. Monano Kab. Gorontalo Utara termasuk daerah yang rentan terhadap bencana longsor. Sebelumnya Desa Tolitehuyu terjadi longsor yang membuat akses jalan lumpuh total (BPBD Kabupaten Gorontalo Utara, 2019). Satu tahun setelahnya terjadi lagi longsor yang menutup akses jalan Desa Tolitehuyu menyebabkan arus lalu lintas tertutup. Pada tahun yang sama juga terjadi longsor di Desa Zuriati Kec. Monano, Kab. Gorontalo Utara (BPBD Kabupaten Gorontalo Utara, 2020).

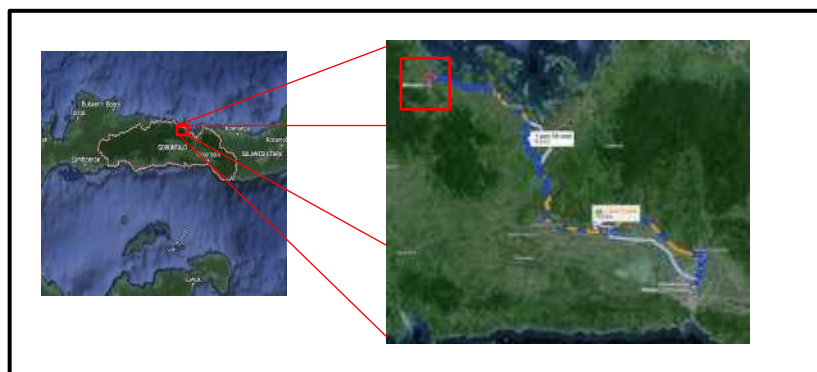
Kurangnya pengetahuan mengenai pengelolaan lingkungan yang baik dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, memperburuk kerentanannya terhadap bencana, dan membahayakan kesejahteraan manusia (Sutiah dkk, 2022). Pemetaan kerentanannya sangat berguna sebagai dasar dalam merancang langkah mitigasi untuk mengurangi risiko di daerah tersebut (Yulianto dkk, 2019).

Metode ini berbasis pada pengharkatan (*skoring*) dan pembobotan terhadap faktor yang dipakai seperti jenis tanah, curah hujan, jenis batuan, lereng, zona geologi, & penggunaan lahan. Selanjutnya dilakukan *overlay* pada faktor-faktor tersebut dan diberikan bobot untuk dilakukan perhitungan (Kalandoro, 2018). SIG memungkinkan identifikasi potensi bahaya longsor pada suatu daerah secara efisien, mudah dan presisi (Irwansyah, 2013). Risiko longsor bisa dengan cepat ditentukan dengan sistem informasi geografis menggunakan parameter longsor seperti litologi, struktur geologi, curah hujan, pemakaian lahan, jenis tanah, kemiringan lereng, serta penggunaan lahan. Studi ini berfokus untuk mengetahui litologi serta menganalisis tingkat kerawanan longsor daerah penelitian. Sebagai sumber data spasial, peta zonasi daerah rawan longsor berguna bagi berbagai pihak yang berkepentingan dalam manajemen bencana (Bafdal, 2011).

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi studi ada di koordinat  $0^{\circ}48'0''$  -  $0^{\circ}58'0''$  LU dan  $122^{\circ}36'0''$  -  $122^{\circ}44'0''$  BT dengan luas wilayah  $\pm 120$  km<sup>2</sup>. Studi ini dilakukan di Kec. Monano, Kab. Gorontalo Utara, Provinsi Gorontalo. Area penelitian dapat dicapai dalam waktu  $\pm 2$  jam perjalanan dengan jarak  $\pm 78,3$  km. Daerah Penelitian ditampilkan di Gambar 1.



**Gambar 1.** Kesampaian Daerah Penelitian

## 2.2. Metode Penelitian

Metodologi yang dipakai di studi ini yaitu integrasi kajian lapangan dengan cara mengumpulkan data, termasuk data geologi seperti litologi tempat penelitian dan analisis data spasial memakai sistem informasi geografis (SIG). Teknik MCE (*Multi Criteria Evaluation*) digunakan untuk melakukan analisis SIG. Metode ini melibatkan *skoring* & pembobotan unsur - unsur yang mempengaruhi terjadinya longsor, seperti litologi, densitas kelurusan, jenis tanah, curah hujan, kemiringan lereng, serta pemakaian lahan. Perhitungan tingkat kerawanan longsor dengan cara menumpang susunkan (overlay). Parameter – parameter overlay digunakan untuk membuat peta zonasi rawan longsor wilayah penelitian.

Tabel 1. Kelas Kerawanan Longsor

Kelas Kerawanan	Skor
Rendah	Nilai minimum – (interval kelas + nilai minimum)
Sedang	> skor kerawanan rendah – (skor kerawanan rendah + interval kelas)
Tinggi	> skor kerawanan sedang – nilai maksimum

$$Skor\ Total = (25\% * Litologi) + (20\% * Kemiringan\ Lereng) + (20\% * Curah\ Hujan) + (15\% * Densitas\ Kelurusan) + (10\% * Jenis\ Tanah) + (10\% * Penggunaan\ Lahan) \quad (1)$$

Tahap berikutnya adalah menghitung guna memperoleh interval kelas.

$$I = \frac{R}{K} = \frac{n\ max - n\ min}{K} \quad (2)$$

Dalam hal ini, I merupakan interval kelas, R adalah range, K menunjukkan jumlah kelas yang direncanakan, n max adalah nilai data tertinggi dan n min adalah nilai data terendah. Tahap selanjutnya membuat pengelompokkan kelas kerawanan longsor menggunakan interval kelas yang di dapat melalui persamaan (2).

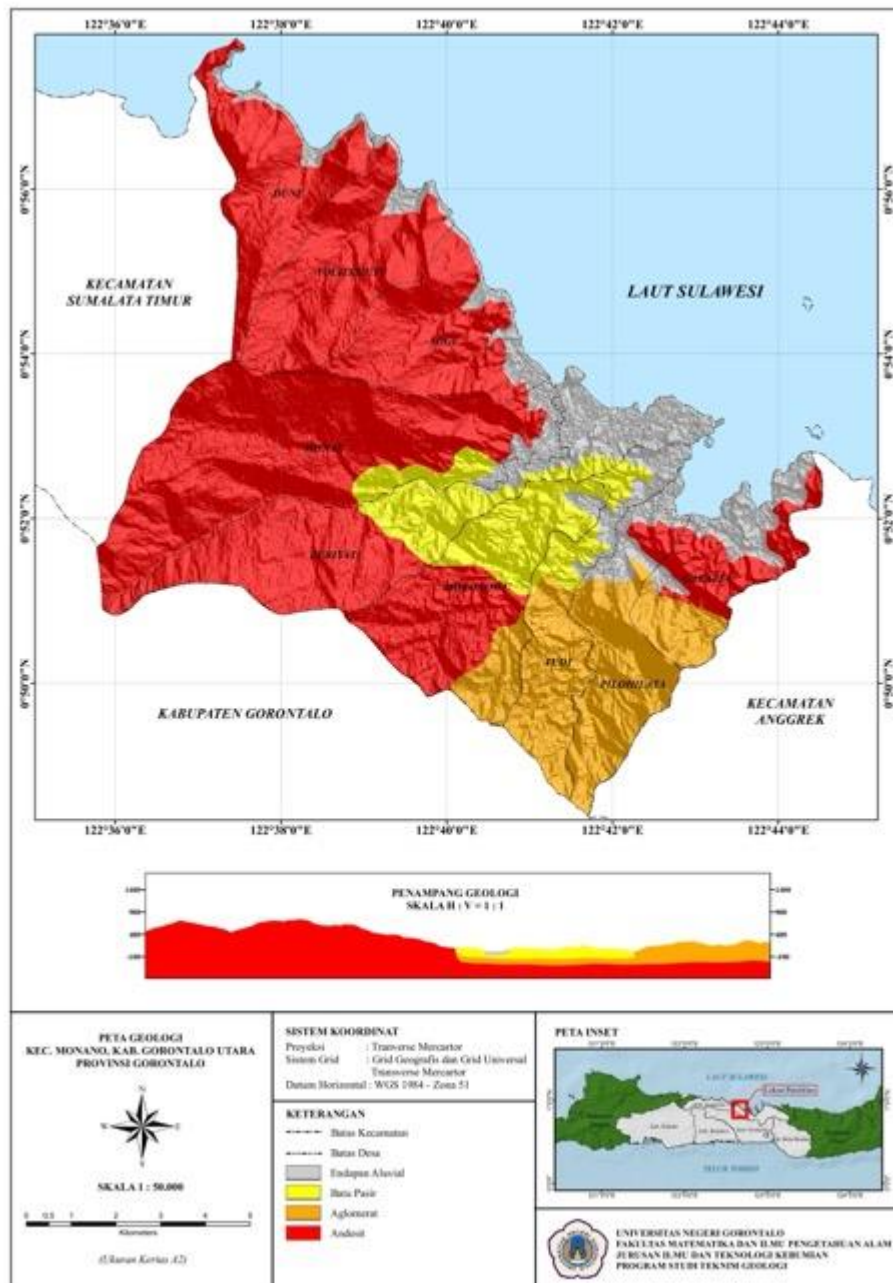
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Litologi

Tempat penelitian ada 4 jenis batuan utama yang diberi skor kerentanan longsor, yaitu andesit, aglomerat, batupasir, dan endapan alluvial (Tabel 2). Semakin tinggi skor litologi, semakin besar potensi longornya. Distribusi jenis batuan di area penelitian disajikan pada Gambar 2.

Tabel 2. Litologi Daerah Penelitian

No	Litologi	Skor	Luasan	
			Km <sup>2</sup>	%
1	Endapan Aluvial	1	15.78	13.06
2	Andesit	3	73.97	61.23
3	Aglomerat	5	17.49	14.47
4	Batupasir	5	12.14	10.04

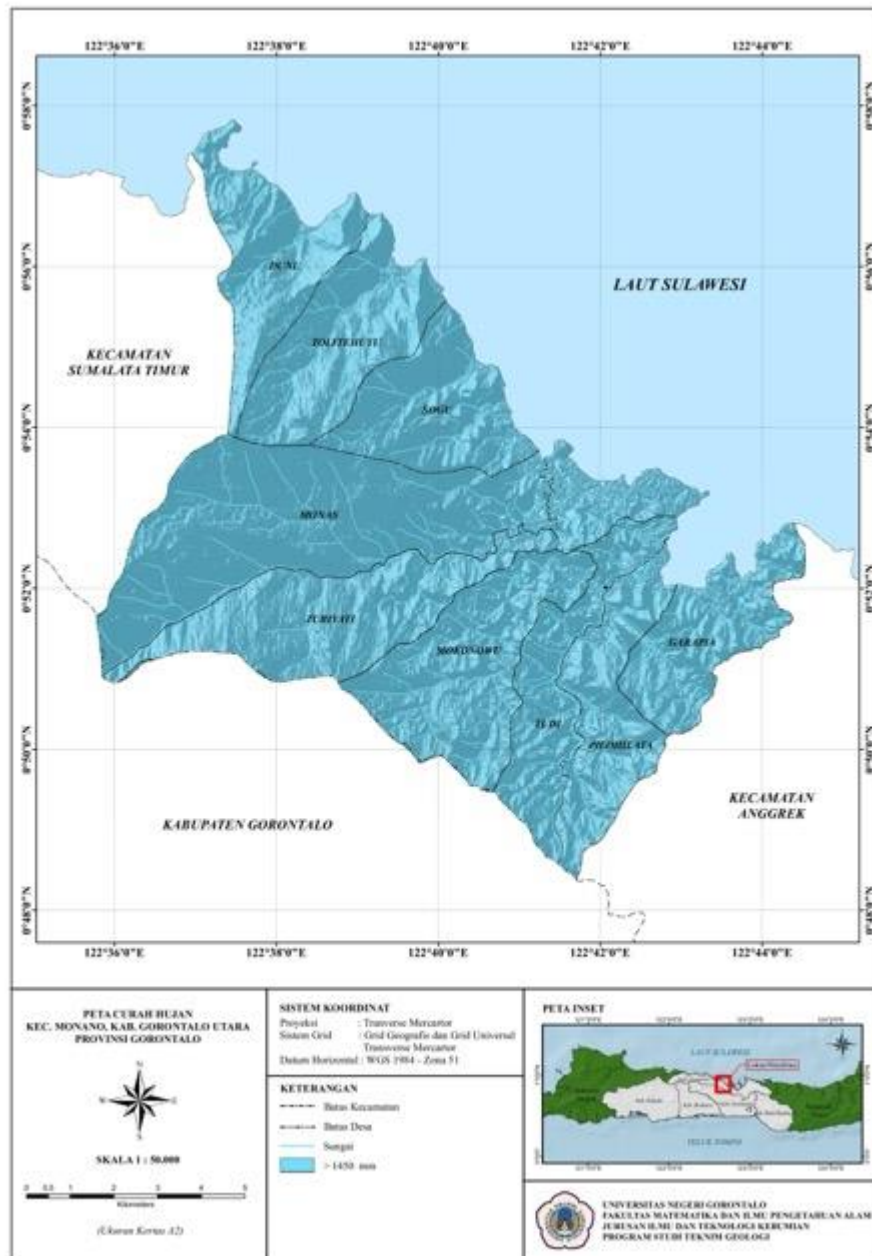


Gambar 2. Peta Geologi Daerah Penelitian

Gambar 2 mengilustrasikan bahwa wilayah penelitian sebagian besar tersusun atas satuan andesit dengan proporsi (61.23%) yang menempati sebagian besar di Desa Tolitehuyu, Desa Dunu, Desa Monas dan Desa Sogu, aglomerat (14.47%) yang dijumpai di bagian selatan lokasi penelitian, batupasir (10.04%) yang dicirikan dengan warna kuning pada peta serta endapan aluvial (13.06%) yang berumur holosen dicirikan dengan warna abu-abu.

### 3.2 Curah Hujan

Tiga pos pengamatan di sekitar Kabupaten Gorontalo Utara menjadi sumber data curah hujan dalam studi ini. Dari data yang di dapat menunjukkan bahwa curah hujan di Kecamatan Monano memiliki intensitas yang tinggi dengan rata – rata >1450 mm pertahun dengan skor 5. Makin tinggi intensitas curah hujan, banyak peluang terjadinya longsor. Peta curah hujan ada di Gambar 3.



**Gambar 3.** Peta Curah Hujan Tempat Penelitian

Gambar 3 menandakan bahwa Kecamatan Monano sering terjadi hujan, sehingga tinggi resiko terjadinya longsor dengan rata-rata curah hujan >1450 mm pertahun.

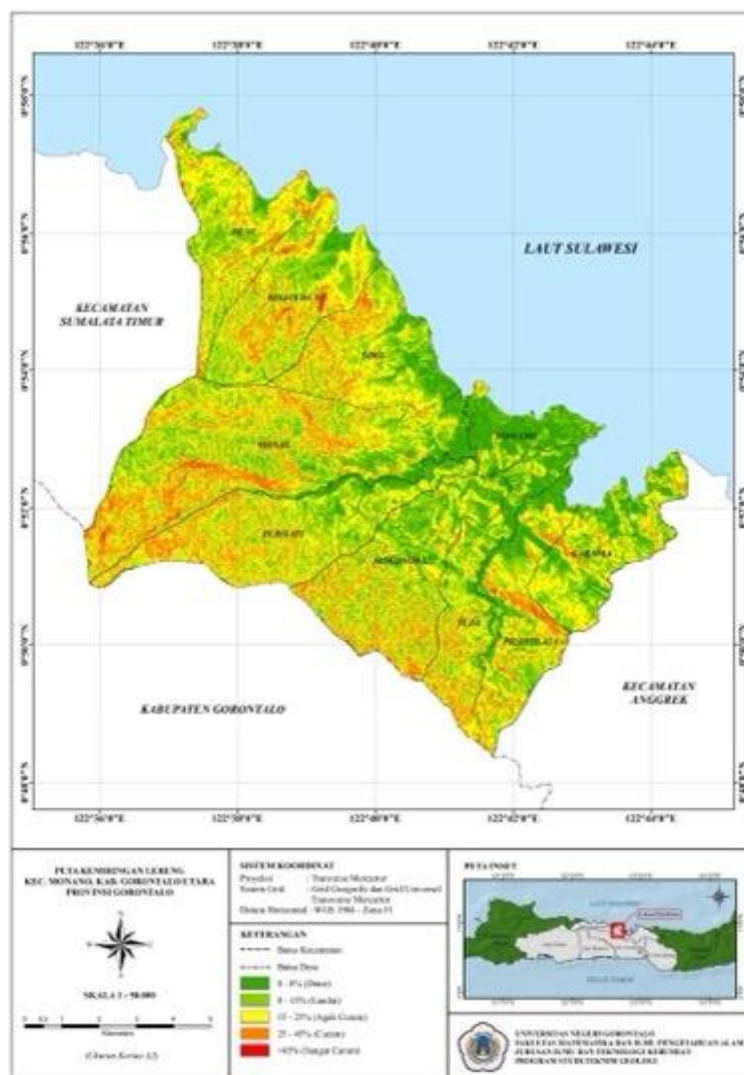
### 3.3 Kemiringan Lereng

Salah satu hal yang berkontribusi terhadap longsor adalah kemiringan lereng. Menurut Van Zuidam (1985) terdapat 5 Kategori kemiringan lereng terdiri atas datar (0 sampai 8 persen), landai (lebih dari 8 hingga 15 persen), agak curam (lebih dari 15 hingga 25 persen), curam (lebih dari 25 hingga 45%), dan sangat curam (lebih dari 45%) (Tabel 3). Tingkat kemiringan lereng yang tinggi mempunyai resiko longsor yang lebih besar. Peta Kemiringan Lereng disajikan pada Gambar 4.

Tabel 3. Kemiringan Lereng Daerah Penelitian

No	Kemiringan Lereng (%)	Skor	Luas(Km <sup>2</sup> )
1	0 – 8%	1	22,88
2	8 – 15%	2	36,43
3	15 – 25%	3	43,43
4	25 – 45%	4	16,88
5	> 45%	5	0,43

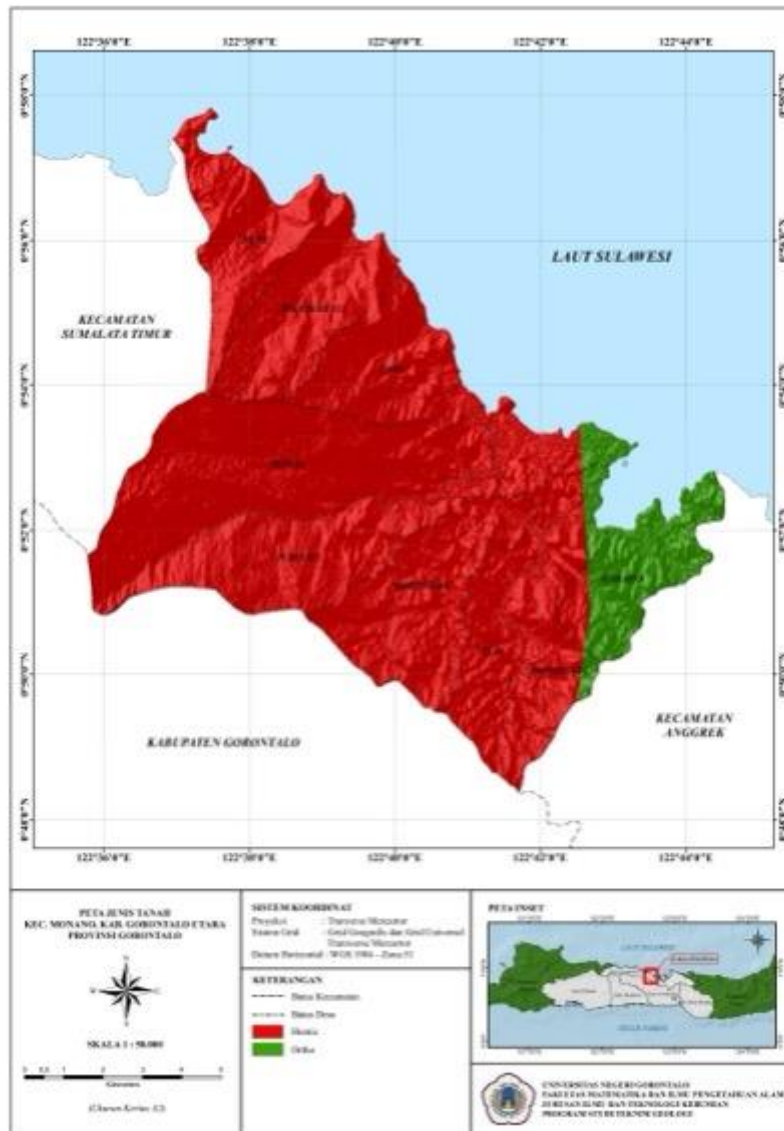
Gambar 4. Peta Kemiringan Lereng Tempat Penelitian



Gambar 4 mengilustrasikan bahwa kemiringan lereng dibagi menjadi 5 kelas yakni datar yang di tandai dengan warna hijau tua, landai berwarna hijau muda, agak curam ditandai warna kuning, curam menggunakan warna orange serta sangat curam ditunjukkan dengan warna merah.

### 3.4 Jenis Tanah

Tanah merupakan hasil pelapukan batuan. Proses interaksi kimia, fisika, dan biologi terhadap bahan induk dan batu menyebabkan terbentuknya berbagai jenis tanah (Fiantis,2015). Menurut klasifikasi Dudal dan Suparaptoharjo, jenis tanah pada daerah penelitian adalah podsolik dengan skor 4 (dalam Fiantis, 2015). Peta Jenis Tanah Tempat Penelitian terdapat di Gambar 5.



**Gambar 5.** Peta Jenis Tanah Tempat Penelitian

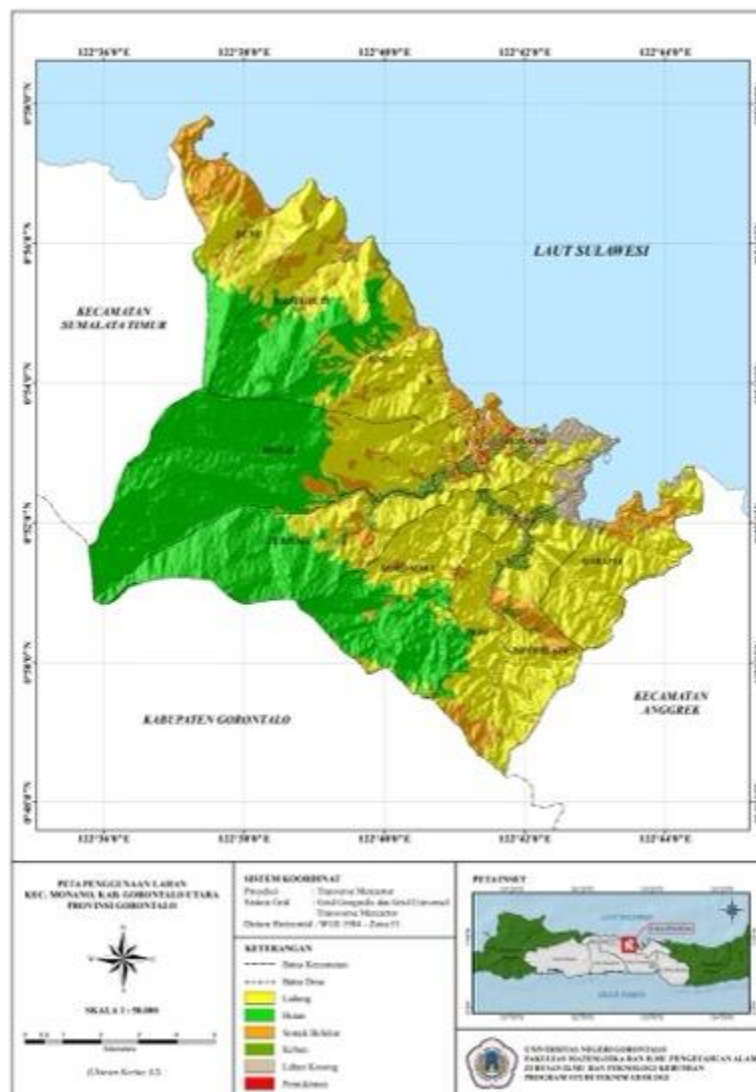
Pada Gambar 5 menyajikan bahwa tanah podsolik daerah penelitian terbagi ke dalam subgroup yaitu Orthic (Ao) dan Humic (Ah). Humic tersebar di sebagian besar area penelitian. Podsolik ini umumnya ditemukan di daerah tropis yang lembap, seperti di Brasil dan Asia Tenggara.

### 3.5 Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan seperti semak semak, hutan, perkebunan, pemukiman, lahan kosong, dan ladang termasuk salah satu hal yang mempengaruhi potensi longsor di daerah penelitian (Tabel 4). Hutan atau perkebunan memiliki kemampuan lebih baik dalam menjaga kestabilan lahan. Peta Penggunaan Lahan ada di Gambar 6.

Tabel 4. Data Penggunaan Lahan

No	Penggunaan Lahan	Skor	Luas(Km <sup>2</sup> )
1	Hutan	1	45,57
2	Semak Belukar	2	14,48
3	Permukiman	3	0,33
4	Ladang, Perkebunan	4	57,7
5	Lahan Kosong	5	2,55



Gambar 6. Peta Penggunaan Lahan Tempat Penelitian

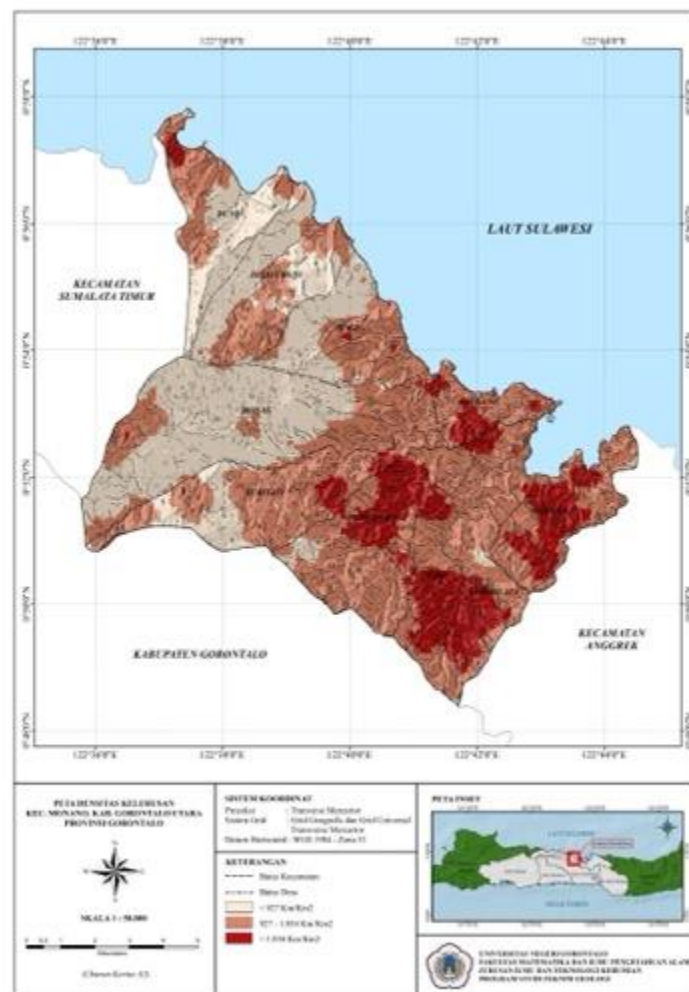
Gambar 6 menunjukkan pemakaian lahan Kec. Monano didominasi oleh kawasan hutan (45,57 km<sup>2</sup>) dengan skor 1. Sedangkan Lahan kosong hanya berada pada beberapa wilayah saja (2,55 km<sup>2</sup>) skor 5. Wahyunto (dalam Anwar, 2012) mengatakan daerah berlereng terjal dengan penggunaan lahan seperti persawahan, tegalan & semak belukar memiliki risiko tinggi terjadinya longsor.

### 3.6 Densitas Kelurusan

Kelurusan dapat dikenali dari pola lurus pada aliran, lembah, permukaan tanah, serta perubahan pada vegetasi dan topografi. Proses struktural seperti sesar, rekahan, dan lipatan dapat memicu terjadinya fenomena-fenomena tersebut (Hung et al. Dalam Adama, 2017). Data densitas kelurusan daerah penelitian bisa dilihat pada Tabel 5. Peta Densitas Kelurusan dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 5. Data Densitas Kelurusan Tempat Penelitian

No	Densitas Kelurusan	Skor	Nilai Densitas Km/Km <sup>2</sup>
1	Rendah	1	< 927
2	Sedang	3	927 – 1.854
3	Tinggi	5	> 1.854



Gambar 7. Peta Densitas Kelurusan Tempat Penelitian

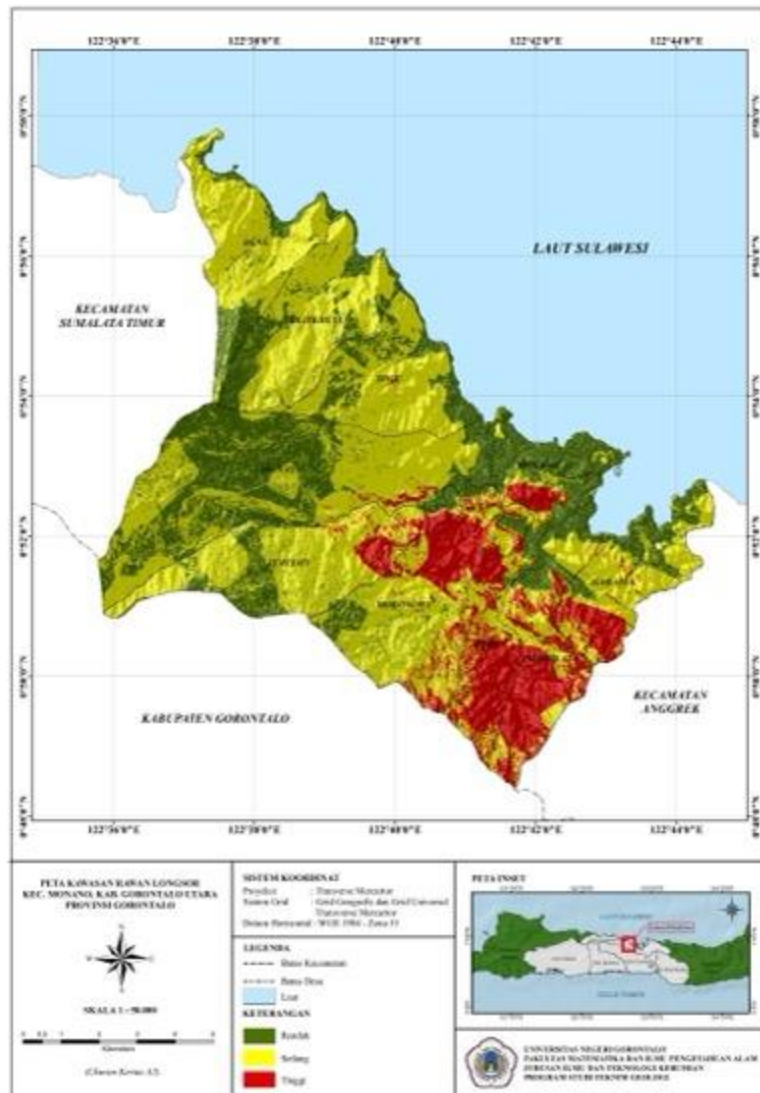
Gambar 7 menyajikan 3 kelas densitas yakni rendah (< 927 Km/Km<sup>2</sup>), sedang (927 – 1.854 Km/Km<sup>2</sup>) yang mendominasi area studi & Tinggi (> 1.854 Km/Km<sup>2</sup>) Densitas kelurusan yang tinggi dapat meningkatkan risiko terjadinya longsor.

### 3.7 Analisis Rawan Longsor

Penelitian ini menggunakan model pendugaan kerawanan longsor yang diadaptasi dari penelitian Dewi (2017) bersumber dari BBSLDP (2009). Model pendugaan memakai enam parameter, yakni densitas kelurusan, curah hujan, kemiringan lereng, litologi, jenis tanah, serta pemakaian lahan, yang kemudian dikelompokkan serta diberikan bobot sesuai kontribusi pada longsor. Parameter-parameter tersebut dihitung dengan menggunakan persamaan (1) dan (2) sehingga mendapatkan kelas kerawanan longsor yang dapat dilihat pada Tabel 6. Selanjutnya, semua parameter tersebut ditumpangsusunkan untuk menghasilkan peta zonasi kerawanan longsor yang disajikan pada Gambar 8.

Tabel 6. Kelas Kerawanan Longsor

No	Kelas Kerawanan	Interval Kelas
1	Rendah	2,6 – 3,5
2	Sedang	> 3,5 – 4,4
3	Tinggi	> 4,4 – 5,2



Gambar 8. Peta Kawasan Rawan Longsor Tempat Penelitian

Tingkat kerawanan longsor dibagi menjadi tiga kelas berdasarkan hasil analisis & perhitungan yang telah dilakukan yaitu, kelas kerawanan rendah (34,13 km<sup>2</sup>) mendominasi bagian barat, sedang (66,89 km<sup>2</sup>) sebaran terbesar di Desa Monas, & tinggi (19,65 km<sup>2</sup>) yang mencakup 9 desa untuk penyebarannya.

#### 4. KESIMPULAN

Geologi tempat penelitian terdiri dari empat satuan batuan, yang berurut dari batuan tua ke muda: Satuan Andesit (Miosen akhir), Aglomerat (Plistosen akhir), serta Batupasir (Plistosen awal). Selain itu, ada satuan batuan pada umur Holosen yang masih terendapkan hingga saat ini, yaitu Satuan Endapan Aluvial.

Hasil analisis kawasan rawan longsor dengan menggunakan metode tumpang susun atau *overlay*. Di daerah penelitian, ada tiga kategori rawan longsor: rendah, sedang, dan tinggi. Wilayah penelitian yang tergolong di kelas kerawanan longsor rendah mencakup area seluas 34,13 km<sup>2</sup>, luas kerawanan longsor

sedang berkisar 66,89 km<sup>2</sup> serta luas kerawanan longsor yang tinggi berkisar 19,65 km<sup>2</sup>. Keseluruhan luas daerah penelitian berkisar 120,8 km<sup>2</sup>.

## 5. REFERENSI

- Adama, Verdiansyah, O., & Sukartono. (2017). Analisis Densitas Kelurusan untuk Mengetahui Pola Struktur yang Berkembang di Daerah Kebutuhduwur dan Sekitarnya Kecamatan Pagedongan, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. Prosiding Seminar Nasional XII "Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi 2017, 217–222. <https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/701>
- Agustaman, R., 2023. Aplikasi SIG (Sistem Informasi Geografis) Dalam Pemetaan Zonasi Rawan Banjir Kecamatan Monano, Kabupaten Gorontalo Utara, Provinsi Gorontalo.
- Akbar, L. O. J., Lihawa, F., & Mahmud, M. (2021). Analisis Tipe Dan Bidang Gelincir Longsor Di Kabupaten Gorontalo Utara. *Jambura Geoscience Review*, 3(2), 73–83. <https://doi.org/10.34312/jgeosrev.v3i2.10623>
- Amri, M.A., Rahmawan, S., Nuryana, S.D, Assegaf, A., Adhitama, R., Setyorini, D.A., Herdiansyah, F. (2022). Sosialisasi Mitigasi Bencana Geologi Kepada Masyarakat Sekolah Dasar Islam Ay-Yusufiah, Banten. *Jurnal Akal: Abdimas dan Kearifan Lokal*. 3(2): 182-192.
- Anwar, Anjas.2012. Pemetaan Daerah Rawan Longsor Di Lahan Pertanian Kecamatan Sinjai Barat Kabupaten Sinjai.Skripsi.Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Arifin, S., Carolila, I., Winarso, G. (2006). Implementasi Penginderaan Jauh dan SIG untuk Inventarisasi Daerah Rawan Bencana Longsor (Provinsi Lampung). *Penginderaan Jauh dan Pengolahan Citra Digital*, 3, 77-86.
- Asiki, M. I., Maryati, S., & Akase, N. (2019). Analisis Tingkat Kerentanan Longsor Daerah Muara Sungai Bone Kota Gorontalo. *Jambura Geoscience Review*, 1(2), 87–101. <https://doi.org/10.34312/jgeosrev.v1i2.2474>
- Bachri, S., Sukindo, dan Ratman N. (1993). *Peta geologi Lembar Tilamuta, Sulawesi skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana Indonesia. (2020). *Data Informasi Bencana Indonesia*. Jakarta: BNPB
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2021). *Banjir yang Berdampak pada 2.300 Warga Kabupaten Gorontalo Berangsur Surut*. Jakarta: Badan Nasoinal Penanggulangan Bencana
- Badan Pusat Statistik., 2022. *Kabupaten Gorontalo Utara Dalam Angka 2022*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Gorontalo Utara. <http://gorontaloutarakab.bps.go.id>
- Bafdal, N., Amaru, K., & Pareira, B. M. (2011). *Buku Ajar Sistem Informasi Geografis (Edisi 1)*. Jurusan Teknik Manajemen Industri Pertanian FTIP UNPAD.
- Baruadi, M. N. (2021). *Pemetaan Daerah Potensi Gerakan Tanah Menggunakan Uav Di Desa Oluhuta, Kecamatan Kabila Bone, Kabupaten Bone Bolango [Universitas Negeri Gorontalo]*. <https://repository.ung.ac.id/skripsi/show/471416018/pemetaan-daerah-potensi-gerakan-tanah-menggunakan-uav-di-desa-oluhuta-kecamatan-kabila-bone-kabupaten-bone-bolango.html>
- Bemmelen, R. V. (1949). *The Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes: Vol. I A*. Government Printing.
- BPBD Kabupaten Gorontalo Utara. (2019). *Kajian Risiko Bencana Kabupaten Gorontalo Utara*. Kwandang: BPBD Gorontalo Utara.
- Dewi, T.S., Sari, B.K., Heru, S.P. (2017). Zonasi Rawan Bencana Tanah Longsor dengan Metode Analisis GIS: Studi Kasus Daerah Semono dan Sekitarnya, Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. *Jurnal Mineral, Energi, dan Lingkungan*, 1, 50-59.

- Djakun, J., Maryati, S., & Kasim, M. (2020). IDENTIFICATION OF VULNERABILITY AREA OF MASS MOVEMENT USING STORIE METHOD IN BONE BOLANGO REGENCY, GORONTALO PROVINCE. *Geographica: Science & Education Journal GSEJ*, 1(2), 90-98.
- Dudal, R., & Soepraptohardjo, M. 1957. Soil Classification in Indonesia. Cont. Gen. Agr. Res. Sta. No. 148. Bogor.
- Ekawati, D., Maryati, S., & Kasim, M. (2024). Identifikasi Tingkat Kerentanan Gerakan Tanah Dengan Menggunakan Pendekatan Geospasial Di Kecamatan Bilato, Kabupaten Gorontalo, Provinsi. *Geosfera: Jurnal Penelitian Geografi*, 3(2), 104-110.
- Fiantis, Dian 2015. Buku Ajar Morfologi dan Klasifikasi Tanah. Padang: Minangkabau Press.
- Highland, L. M., & Johnson, M. (2004). Landslide Types and Processes. Geological Survey Fact Sheet 2004-3072. <https://doi.org/10.1002/2015GC006147>
- Irwansyah, E. (2013). Sistem Informasi Geografis: Prinsip Dasar dan Pengembangan Aplikasi. Digibooks.
- Kalandoro, A.S.Z. (2018). Analisis Spasial Sebaran Rawan Longsor Di Kabupaten Bandung. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Karnawati, D. (2005). Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Lisia, V., Widjaja, A.E., Mitra, A.R., Haryani, C.A., Hery. (2022). Visualisasi Data Bencana Geologi Di Indonesia Berbasis WEB. Information System Development. Vol. 7. No. 1 : 11-27
- Press, F. & Siever, R. 1998. Understanding Earth, 2nd ed. New York, Freeman & Co.
- Putra, E. H. (2014). Identifikasi Daerah Rawan Longsor Menggunakan Metode Smorph - Slope Morphology Di Kota Manado. *Jurnal WASIAN*, 1(1), 1-7. <https://doi.org/10.20886/jwas.v1i1.849>
- Ramdhan T.E., Suprayogi. A., Nugraha. A.L. (2017). Pemodelan Potensi Bencana Tanah Longsor Menggunakan Analisis Sig Di Kabupaten Semarang. *Jurnal Geodesi Undip*. Volume 6, No. 1 (hal 118-127). Universitas Diponegoro
- Sutiah. E., Mayang. R., Lihawa. F., Nurfaika., Melo. R.H., Sune. N. (2022). Edukasi Pengelolaan Lingkungan Untuk Adaptasi dan Mitigasi Bencana di Desa Torosiaje. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Geoscience*. Vol. 3, No. 1. Universitas Muhammadiyah Gorontalo
- Van Zuidam, R. 1985. Aerial Photo Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping. Smith Publisher The Hague. ITC.
- Wahyunto, H., Sastramihardja, H., Supriatna, W., Wahdini W., Sunaryo. (2007). Kerawanan Longsor Lahan Pertanian Di Daerah Aliran Sungai Citarum, Jawa Barat. Prosiding Seminar Nasional Multifungsi dan Konservasi Lahan Pertanian Balai Penelitian Tanah Bogor.
- Yulianto, T., Suripin, S., & Purnaweni, H. (2019). Zoning landslide vulnerable area according to geological structure, slopes, and landuse parameters In Trangkil Sukorejo Gunungpati Semarang City's Residential Area. *Journal of Physics: Conference Series*(doi:10.1088/1742-6596/1217/1/012029).
- Yunianto, A. C., Prasetyo, L. B., & Rusdiana, O. (2011). Analisis Kerawanan Tanah Longsor dengan Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Penginderaan Jauh di Kabupaten Bogor [Institut Pertanian Bogor]. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/54279>