

KORESPONDENSI SUBMIT ARTIKEL

ANALISIS TIPE DAN BIDANG GELINCIR LONGSOR DI KABUPATEN GORONTALO UTARA

La Ode Juni Akbar^a, Fitryane Lihawa^b, Marike Mahmud^c

^{a,b} Program Studi Magister KLH PPS Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Jend Sudirman No 6, Kota Gorontalo, 96128, Indonesia

^c Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo, Jl. BJ Habibie, Kecamatan Tilong Kabila, Kabupaten Bone Bolango, 96554, Indonesia



Fityane Lihawa <fitryane.lihawa@ung.ac.id>

HASIL REVIEW ARTIKEL JAMBURA GEOSCIENCE REVIEW

Jambura Geoscience Review <geosrev@ung.ac.id>

Kepada: fitryane.lihawa@ung.ac.id

12 Juni 2021 15.29

Yth Dr. Fitryane Lihawa, M.Si,

Kami telah menerima hasil telaahan (review) atas naskah dengan **ID JGEOSREV-10623** dari reviewer (terlampir). Harap perbaiki naskah secara ketat sesuai dengan komentar Reviewer yang terlampir. Naskah tidak akan dipertimbangkan tanpa revisi yang dibuat sesuai dengan rekomendasi reviewer. Selain melakukan perbaikan pada naskah penelitian, mohon untuk **mengisi tabel perbaikan terlampir (comment review)** untuk memudahkan reviewer dalam memeriksa kesesuaian komentar dengan hasil perbaikan dari author. Dimohon revisi naskah yang telah diperbaiki diberi mark bagian yang sudah dilakukan revisi (**misal. warna kuning**). Agar reviewer mudah mengecek kembali bagian-bagian yang diperbaiki. Hasil perbaikan harap segera diperbaiki dan dikirim kembali kepada kami dalam waktu **kurang dari 7 hari (paling lambat 19 Juni 2021)**. Mohon untuk dapat dikirimkan sesuai tanggal deadline melalui **email: geosrev@ung.ac.id**, agar naskah dapat diproses lebih lanjut.

Hormat Kami,

Managing Editor

Syahrizal Koem



Editorial Office of Jambura Geoscience Review:

Department of Earth Science and Technology | Universitas Negeri Gorontalo

Jenderal Sudirman Street No.6 | Gorontalo City 96128 | Indonesia

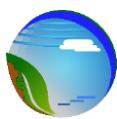
Email: geosrev@ung.ac.id | Website: <http://ejurnal.ung.ac.id/index.php/jgeosrev>

3 lampiran

[JGEOSREV] REVIEW NOTES.docx
84K

ID JGEOSREV 10623.docx
2231K

[JGEOSREV] COMMENT REVIEWER.docx
78K



ANALISIS TIPE DAN BIDANG GELINCIR [LONGSOR] DI KABUPATEN GORONTALO UTARA

Commented [LS1]: Tentukan apakah longsor atau longsoran

INFO ARTIKEL

Article history:

Received:

Accepted:

Published:

Keywords:

Geoelectric; Landslide; Morphometry;
Resistivity; Slope

Corresponding author:

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the type of landslides and analyze the landslide slip in North Gorontalo District, Gorontalo Province using the geoelectric method. This research begins by determining the type and kind of landslides found in North Gorontalo District. The location of the measurement was carried out at 4 (four) locations, 1st Track in Tomilito District; 2nd track in Sumalata District; 3rd track in Monano District; and 4th track in East Sumalata District. The research method used was field survey with land unit approach. Data analysis to determine the type and kind of landslides is using the landslide classification index method. Analysis of geoelectric measurement results using the Schlumberger-Configuration. The results showed that the types of landslides that occurred in North Gorontalo Regency were the type of planar slide, rotational slide, slide flow, rock/jar. The average depth of the landslide slip that occurred was 5 – 15.9 meters. In general, landslides that occur in North Gorontalo Regency are caused by high rainfall and land conversion for agriculture

Copyright © 2021 The Authors
This open access article is distributed under a
Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 International license

1. Pendahuluan

Bencana tanah longsor adalah salah satu bentuk bencana fisik alami yang sering terjadi di Indonesia dan secara umum terjadi di wilayah pegunungan dengan kemiringan lereng yang curam (Hardiyatmo, 2006). Kejadian bencana longsor berhubungan dengan faktor alam seperti curah hujan, penutupan lahan, topografi, kelerengan, geologi/batuhan dan jenis tanah (Wen et al, 2017). Bencana tanah longsor sering menyebabkan korban jiwa, kerusakan rumah, dan kerusakan sarana dan prasarana pemukiman karena tertimpak dan tertimbun material longsoran sehingga berdampak pada kondisi sosial dan ekonomi masyarakat (Ramadhan & Idajati, 2017; Wen et al, 2017). Tanah longsor yaitu perpindahan material tanah maupun batuan akibat gaya berat (gravitasi bumi). Terjadinya tanah longsor disebabkan oleh adanya gangguan kesetimbangan lereng pada faktor pengontrol dan faktor pemicu. Ketidakseimbangan gaya terjadi karena gaya peluncur lereng lebih besar daripada gaya penahannya. Kondisi ini mengakibatkan masa tanah bergerak turun (Naryanto et al, 2016; Hardiyatmo, 2006).

Provinsi Gorontalo khususnya daerah Kabupaten Gorontalo Utara termasuk wilayah rawan terjadinya bencana tanah longsor. Area kemiringan 20-40% yang sengaja dibuka untuk lahan pertanian, kondisi perbukitan rata-rata 200-300 mdpl yang tidak ditanami tanaman tahunan memicu struktur tanah menjadi lebih mengakibatkan rawan bencana longsor (BPBD Kabupaten Gorontalo Utara, 2019). Pada musim kemarau sering terjadi aktivitas pembakaran hutan tanpa memikirkan risiko pada ekosistem dan daya dukung lingkungan (Dukalang, 2019). Data informasi bencana Indonesia (DIBI) merilis kejadian longsoran yang terjadi di Jalan Trans Sulawesi bagian barat Kabupaten Gorontalo Utara. Kondisi jalan terputus karena terjadi longsor di Desa Tolitehuyu, Kecamatan Monano yang menutupi seluruh badan jalan lebih dari 100 meter. Tercatat ada 30 titik rawan longsor di Wilayah Barat Gorontalo Utara. Dari

Commented [LS2]: Tujuan penelitian diperbaiki apakah hanya menentukan bidang gelincir atau sampai menentukan tipe longsor ?

Commented [LS3]: (Weng, Farrior, Dybzinski, & Pacala, 2017)

Commented [LS4]: Sitasi menurut siapa

Commented [LS5]: Ditambahkan huruf vokal

Commented [LS6]: Benarkan menurut Weng et al, 2017. Coba tunjukkan paper mengenai longsor menurut Weng et al, 2017

Commented [LS7]: Menurut siapa (pustakanya) ?

Commented [LS8]: Awal kalimat tidak boleh menggunakan kata sambung pada

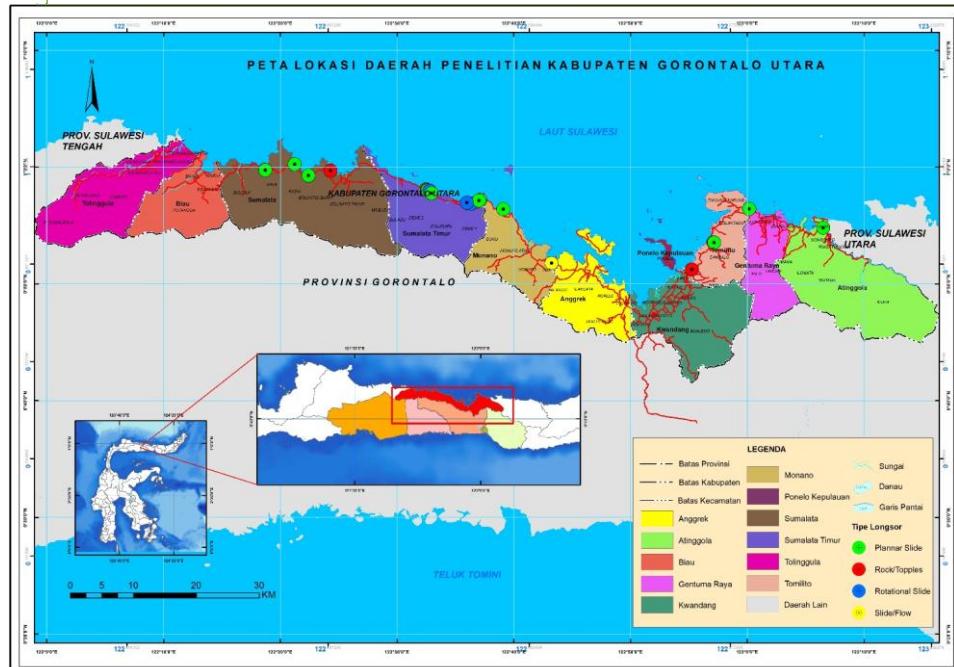
kejadian tersebut, terdapat 70 orang dari 14 keluarga mengungsi. Selain itu juga terjadi longsor sepanjang 50 meter dan tinggi 15 meter menutup akses jalan Desa Kikia Kecamatan Sumalata, Gorontalo Utara (BNPB Indonesia, 2020).

Menghindari jatuhnya korban yang lebih besar akibat bencana tanah longsor maka diperlukan upaya untuk menimbulkan dampak kerugian yang ditimbulkan. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan mempelajari tipe dan bidang longsoran agar dapat diketahui karakteristik longsoran yang terjadi dalam suatu wilayah. Dengan demikian, pemerintah daerah dapat merencanakan suatu program untuk mitigasi terhadap bencana longsor. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tipe longsor dan bidang gelincir longsor yang terjadi di Kabupaten Gorontalo Utara.

2. Metode

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Kabupaten Gorontalo Utara Provinsi Gorontalo. Letak geografis Kabupaten Gorontalo Utara terletak antara koordinat $00^{\circ} 41' 23'' - 1^{\circ} 07' 55''$ LU dan $121^{\circ} 58' 59'' - 123^{\circ} 16' 29''$ BT. Luas lokasi penelitian adalah $1.777.002 \text{ km}^2$. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2. Populasi dan sampel penelitian

Populasi penelitian meliputi seluruh wilayah Kabupaten Gorontalo Utara. Hasil pengamatan ditemukan 21 lokasi longsoran yang terjadi di Kabupaten Gorontalo Utara. Penentuan sampel penelitian berdasarkan klasifikasi tipe longsoran. Setiap tipe longsoran menjadi lokasi sampel untuk kajian bidang gelincir longsoran.

2.3. Alat penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah satu set geolistrik. Geolistrik digunakan untuk mendekripsi dan memetakan bidang gelincir longsoran, kedalaman serta litologi perlapisan batuan gelincir bawah permukaan. GPS (*Global positioning Sistem*) untuk menentukan koordinat lokasi sampel penelitian. Meteran untuk mengukur morfometri longsoran dan digunakan untuk mengukur panjang serta jarak lintasan yang dilalui kabel pengantar listrik.

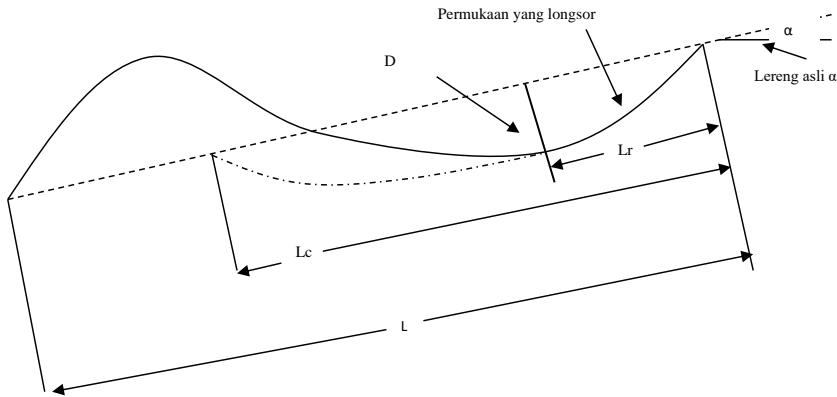
Commented [LS9]: Masukan data peta geologi regional di daerah penelitian agar mengetahui formasi sekalis batuan apa saja yang ada di lokasi penelitian

Commented [LS10]: Pendahulaun menjelaskan mengenai Latar belakang mengenai penelitian dan diakhiri tujuan penelitian yang akan dicapai agar jelas arah dalam penelitian ini yang tertuang dalam jurnal ini.

Commented [LS11]: Legenda tidak bisa dibaca jelas buat yang proporsional sehingga memudahkan pembaca

2.4. Metode pengumpulan data

Pengumpulan data tipe longsoran dilakukan dengan metode observasi langsung kejadian longsoran di lapangan. Setiap titik longsoran dilakukan pengukuran morfometri longsoran seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Parameter-parameter Morfometri Longsoran (Varnes, 1969)

keterangan: D = kedalaman longsoran; L = panjang longsoran; L_c = panjang bagian cekung; L_r = Panjang permukaan *rupture*.

Pengumpulan data bidang gelincir longsoran menggunakan metode tahanan jenis (*Resistivitas 2D*). Metode tahanan jenis dengan menggunakan teknik pencitraan resistivitas multi elektroda. Pengolahan data hasil pengukuran geolistrik dilakukan menggunakan software *RES2DINV*.

2.5. Analisis data

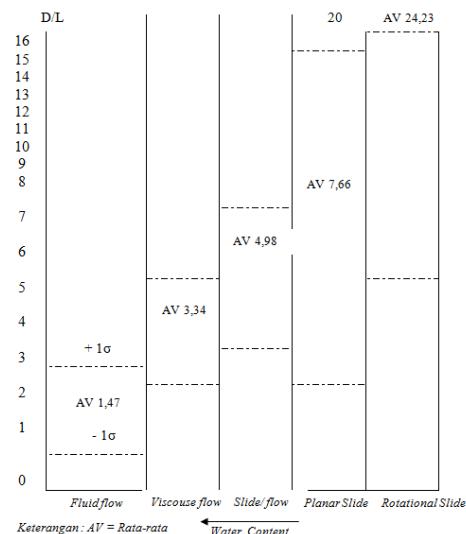
Analisis tipe longsoran ditentukan berdasarkan indeks klasifikasi analisis data morfometri longsoran menggunakan rumus sebagai berikut (Suratman, 2002):

$$\text{Indeks Klasifikasi} = \frac{D}{L} \times 100\% \quad (1)$$

dimana: D = kedalaman longsoran; L = panjang longsoran

Menentukan tipe longsoran berdasarkan pada hasil analisis indeks klasifikasi kemudian diplot ke dalam diagram klasifikasi seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

Commented [LS12]: Model menurut siapa (pustaka)



Gambar 3. Klasifikasi longsor (Varnes, 1969)

Commented [LS13]: Klasifikasi menurut siapa (pustaka)

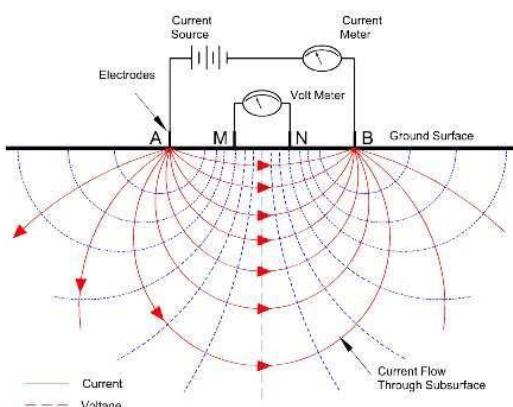
Kajian geolistrik untuk mengetahui sebaran kedalaman bidang gelincir longsoran. Untuk menentukan bidang gelincir digunakan metoda geolistrik resistivitas. Tahanan jenis yang terukur adalah tahanan jenis semu seperti Persamaan 2 (Sapulete *et al*, 2019).

Commented [LS14]: Menurut siapa (pustaka)

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

dimana: ρ_a = resistivitas semu (Ωm); ΔV = Beda potensial (volt); I = Kuat arus (A); K = Faktor geometri $\pi n(n+1)$ (m)

Perhitungan reisitivitas semu mempertimbangkan nilai faktor geometri (K) sesuai dengan jenis konfigurasi yang digunakan. Untuk menentukan kedalaman maka jarak antara elektroda 2a sampai pada elektroda terakhir (n), kemudian jarak spasi antara elektroda AM dan elektroda NB ditingkatkan menjadi 3a, 4a dan seterusnya. Pada Gambar 4 diperlihatkan posisi masing - masing dua elektroda yang berdampingan.



Gambar 4. Letak Posisi Elektroda Konfigurasi Wenner-Schlumberger (Sapulete *et al*, 2019)

Commented [LS15]: Sebutkan sumber pustaka gambar dan keterangannya

Analisis data hasil pengukuran geolistrik dilakukan dengan menggunakan software *RES2DINV*. Hasil pengolahan menggunakan software tersebut akan dihasilkan kedalaman lapisan, tebal lapisan, nilai hambatan atau **resistivitas** tiap lapisan, bidang gelincir yang berpotensi longsor.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sebaran tipe longsoran di Kabupaten Gorontalo Utara

Survei kejadian longsoran dilakukan di seluruh wilayah Kabupaten Gorontalo Utara. Hasil survei ditemukan 21 titik longsoran tersebar di wilayah Kecamatan Tomilito, Kecamatan Gentuma, Kecamatan Atinggola, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata dan Kecamatan Sumalata Timur. Hasil pengukuran morfometri longsoran dan analisis tipe longsoran ditunjukkan pada Tabel 1. Gambar penetapan tipe longsor berdasarkan klasifikasi longsor ditunjukkan pada Gambar 4.

Tabel 1. Hasil analisis tipe longsoran |

No	Lokasi	Morfometri Longsor		Indeks Klasifikasi (D/L) x 100%	Tipe Longsor
		Kedalaman longsoran (D)	Panjang longsoran (L)		
1	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 58'05,3" E: 122° 32'28,9"	1,52	15,39	9,88	<i>Planar Slide</i>
2	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 58'03,7" E: 122° 32'33,1"	-	-	-	<i>[Rock/Toples]</i>
3	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 58'00,6" E: 122° 32'38,1"	2,35	17,14	13,71	<i>Planar Slide</i>
4	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 57'59,3" E: 122° 32'48,0"	1,15	9,9	11,62	<i>Planar Slide</i>
5	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00°57'58,7" E: 122°32'48,0"	1,2	4,3	27,91	<i>Rotational Slide</i>
6	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00°57'45,6" E: 122°32'57,9"	2,59	29,65	8,74	<i>Planar Slide</i>
7	Desa Deme 1 Kecamatan Sumalata Timur N: 0°56' 57,293" E: 122°35' 59,251"	3,4	18,2	18,68	<i>Rotational Slide</i>
8	Desa Deme 1 Kecamatan Sumalata Timur N: 00°56'51,8" E: 122°36'21,7"	2,3	29,65	7,76	<i>Planar Slide</i>
9	Desa Deme 1 Kecamatan Sumalata Timur N: 00°57'08,8" E: 122°37'01,6"	3,12	31,74	9,83	<i>Planar Slide</i>
10	Desa Dunu Kecamatan Monano	-	-	-	<i>[Rock/Toples]</i>

Commented [LS16]: Buatkan ploting hasil pengukuran di lapangan kedalam Gambar 3 klasifikasi longsor untuk membuktikan analisis tipe longsor

Commented [LS17]: Mengacu klasifikasi longsor siapa ? karena di Gambar 3 klasifikasi longsor tidak ada tipe longsor ini jadi harus disebutkan

Commented [LS18]: Mengacu klasifikasi longsor siapa ? karena di Gambar 3 klasifikasi longsor tidak ada tipe longsor ini jadi harus disebutkan

No	Lokasi	Morfometri Longsor		Indeks Klasifikasi (D/L) x 100%	Tipe Longsor
		Kedalaman longsoran (D)	Panjang longsoran (L)		
11	N: 00°57'11,3" E: 122°37'08,6" Desa Dunu Kecamatan Monano N: 00°56'23,8" E: 122°39'06,5"	1,6	14,45	11,07	<i>Planar Slide</i>
12	Desa Tudi Kecamatan Monano N: 00°51'46,3" E: 122°43'14,9"	2,8	48	6,0	<i>Slide/Flow</i>
13	Desa Dambalo Kecamatan Tomilito N: 00°51'13,6" E: 122°55'15,7"	-	-	-	<i>Rock/Toples</i>
14	Desa Dambalo Kecamatan Tomilito N: 00°53'33,3" E: 122°57'06,1"	-	-	-	<i>Rock/Toples</i>
15	Desa Dambalo Kecamatan Tomilito N: 00°53'31,8" E: 122°57'10,1"	2,8	26,64	10,51	<i>Planar Slide</i>
16	Desa Molonggo Kecamatan Gentuma Raya N: 00°56'24,8" E: 123°00'09,9"	3,5	28,84	12,14	<i>Planar Slide</i>
17	Desa Kota Jin Kecamatan Atinggola N: 00°54'48,30" E: 123°06'31,21"	1,6	13,7	11,68	<i>Planar Slide</i>
18	Desa Kikia Kecamatan Sumalata N: 00°59'44,6" E: 122°18'43,3"	1,6	13,8	11,59	<i>Planar Slide</i>
19	Desa Kasia Kecamatan Sumalata N: 01°00'14,8" E: 122°21'13,4"	1,38	13,53	10,20	<i>Planar Slide</i>
20	Desa Kasia Kecamatan Sumalata N: 00°59'17,0" E: 122°22'24,6"	3,42	33,56	10,19	<i>Planar slide</i>
21	Desa Bulontio Barat Kecamatan Sumalata N: 00°59'41,9" E: 122°24'18,5"	-	-	-	<i>Rock/Toples</i>

Sumber: Hasil Analisis, 2021

[Rock/Toples]

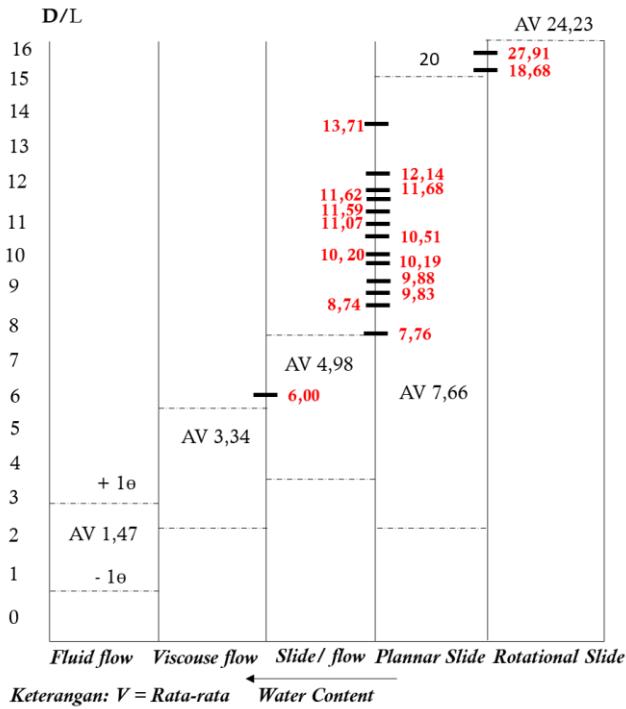
Commented [LS19]: Mengacu klasifikasi longsor siapa ? karena di Gambar 3 klasifikasi longsor tidak ada tipe longsor ini jadi harus disebutkan

[Rock/Toples]

Commented [LS20]: Mengacu klasifikasi longsor siapa ? karena di Gambar 3 klasifikasi longsor tidak ada tipe longsor ini jadi harus disebutkan

[

Commented [LS21]: Mengacu klasifikasi longsor siapa ? karena di Gambar 3 klasifikasi longsor tidak ada tipe longsor ini jadi harus disebutkan

**Gambar 4.** Hasil identifikasi tipe longsor

Hasil analisis menunjukkan tipe longsoran yang terjadi di Kabupaten Gorontalo Utara adalah *planar slide*, *rotational slide*, *rock/toples* dan *slide/flow*. Tipe *Planar slide* merupakan tipe gerakan material berupa tanah atau batuan pada bidang lereng yang lemah. Tipe ini terjadi pada kemiringan lereng curam hingga sangat curam, tekstur tanah lempung berpasir dan memiliki kandungan air sedang hingga basah. Kondisi penggunaan lahan pada longsoran tipe *planar slide* adalah pertanian lahan kering jagung dan semak belukar. Tipe longsoran ini tersebar di Kecamatan Atinggola, Kecamatan Gentuma Raya, Kecamatan Tomilito, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata.

Tipe *rock/toples* dicirikan robohnya unit batuan akibat pelapukan dengan cara berputar ke depan ke unit batuan yang lebih rendah (Highland, 2004). Tipe longsoran ini diakibatkan oleh *gaya gravitasi bumi* dan kandungan air pada rekahan batuan yang mempercepat terjadinya proses pelapukan. Tipe longsoran ini tersebar di Kecamatan Tomilito, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata. Pada umumnya, longsoran ini terjadi pada jenis batuan sedimen yang mengalami pelapukan fisik maupun kimia dengan lereng yang curam - sangat curam, resistensi batuan dan relief berbukit.

Tipe *rotational slide* merupakan tipe longsoran yang terjadi pada permukaan lereng cembung serta laju pergerakan material longsor lambat. Material berupa campuran tanah dan batuan serta *tekstur* tanah melekat dan bisa dibentuk bulatan pada penggunaan lahan pertanian jagung dan semak belukar. Tipe longsoran ini tersebar di Kecamatan Sulamata Timur.

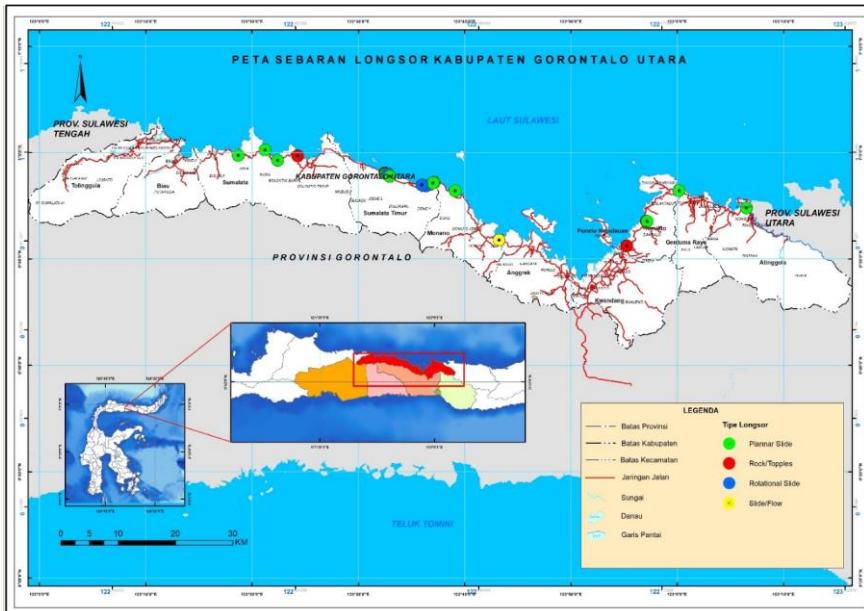
Tipe longsoran *Slide/flow* terjadi di sekitar wilayah Kecamatan Monano. Material longsoran berupa tanah dengan ketebalan material tanah 2,12 meter, laju pergerakan material cenderung lambat pada lereng yang landai. Tekstur tanah lempung campuran tekstur halus dan kasar, serta kondisi tanah basah. Pada lokasi ini ditemukan mata air yang muncul *di permukaan*. Longsoran tipe ini terjadi pada lahan pertanian jagung. Faktor utama yang berpengaruh pada tipe longsoran ini adalah adanya *patahan* *di lokasi* (*lihat gambar 7*) longsoran dan munculnya mata air yang mempengaruhi *kestabilan* massa tanah sehingga memicu pergerakan material tanah *ke arah* lereng yang lebih landai. Sebaran longsoran di Kabupaten Gorontalo Utara ditunjukkan pada Gambar 5.

Commented [LS22]: Jangan memulai kata sambung

Commented [LS23]: Apa ada bukti patahan

Commented [LS24]: pisah

Commented [LS25]: sulit terbaca buat insert lokasi perkecamatan agar lebih detail dan jelas gambarnya



Gambar 5. Peta Sebaran Longsoran di Kabupaten Gorontalo Utara

3.2 Bidang gelincir longsoran

Pengukuran Resistivity Mapping menggunakan konfigurasi *Wenner Schlumberger* tersebar pada beberapa lokasi yaitu Kecamatan Tomilito, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata. Penentuan lokasi pengukuran berdasarkan atas kesamaan tipe longsoran dan karekateristik tanah dan batuan di lokasi longsoran.

3.2.2 Bidang gelincir longsoran pada Lintasan 1 di Kecamatan Tomilito

Lintasan 1 (A1-A2) Desa Dambalo **Kecamatan Tomilito**. Titik koordinat N: $00^{\circ} 53' 37,1''$ dan E: $122^{\circ} 56' 53,8''$ - N: $00^{\circ} 53' 30,8''$ dan E: $122^{\circ} 56' 54,0''$. Panjang lintasan 200 meter. Berdasarkan hasil analisis data **aktual** diperoleh pola pelapisan batuan yang diinterpretasikan adanya bidang gelincir. Gambar 6 menunjukkan bahwa lapisan atas memiliki nilai resistivitas lebih rendah yakni $2,11 \Omega\text{m}$ sampai $16,4 \Omega\text{m}$ (warna biru hingga hijau muda) mempunyai ketebalan lapisan 5 meter. Lapisan tersebut adalah lapisan top soil berupa pasir berlempung dan pasir kerikil. Lapisan dibawahnya memiliki nilai resistivitas tinggi yakni $355 \Omega\text{m} - 2763 \Omega\text{m}$ (warna kuning hingga ungu) diperkirakan sebagai lapisan batuan beku **andesit** (Santoso, 2002). Bidang gelincir teridentifikasi pada kedalaman $5 - 6,38$ meter yang berada diantara batas kontras antara nilai resistivitas tinggi dan resistivitas rendah. Kemiringan bidang gelincir rata-rata 13° ke arah selatan.

3.2.3 Bidang gelincir longsoran pada Lintasan 2 di Kecamatan Sumalata

Panjang Lintasan-2 adalah 100 meter yang berada pada ketinggian 73 – 93 mdpl. Distribusi nilai tahanan jenis pada Lintasan 2 berkisar antara $0,0067 \Omega\text{m} - 12911 \Omega\text{m}$. Kedalaman maksimum yang dapat dideteksi pada lintasan 2 yaitu 15,9 meter. Bidang gelincir longsoran berada pada kedalaman 2 meter – 3,75 meter. Jenis batuan adalah andesit yang mengalami pelapukan. Kemiringan longsoran rata-rata 12° ke arah barat. Hasil pemodelan resistivitas 2D pada lintasan 2 ditemukannya lapisan akuifer dangkal pada kedalaman 2,30 meter dengan nilai resistivity $0,0067 \Omega\text{m}$. Berdasarkan hasil riset (Zulfiadi, 2011) bidang gelincir dangkal pada kedalaman 1,5 meter sampai 5 meter dan bidang gelincir dalam 5 meter sampai 20 meter.

Commented [LS26]: Hasil pengukuran Resistivity Mapping menggunakan konfigurasi *Wenner Schlumberger* dari 4 lokasi atau lintasan dibuat dalam satu tabel agar lebih mudah dibaca dan terstruktur

Commented [LS27]: Masukan di pendahuluan jangan di pembahasan

3.2.4 Bidang gelincir longsoran pada Lintasan 3 Kecamatan Monano

Panjang lintasan 3 adalah 100 meter yang berada pada ketinggian 27 – 38 mdpl. Hasil pemodelan memperlihatkan nilai resistivitas yang terdiri atas dua bagian yaitu model resistivitas tanpa koreksi topografi (gambar bagian atas) dan model resistivitas dengan koreksi topografi (gambar bagian bawah). Bidang gelincir Lintasan 3 ditemukan pada kedalaman 6,38 meter dengan ketebalan bidang gelincir >1 meter dengan tipe bidang gelincir *rotational slip*. Kemiringan sudut rata-rata sebesar 10° ke arah barat daya. Nilai resistivitas Lintasan 3 bervariasi, informasi kedalaman mencapai 12,4 meter dari permukaan. Lapisan tanah liat (*clay*) dan kerikil memiliki nilai resistivitas rendah diperlihatkan dengan warna biru muda sampai biru tua dengan nilai resistivitas 0,051 Ωm – 0,468 Ωm. Lapisan ini terjadi akumulasi air yang lebih banyak sehingga memiliki nilai resistivitas rendah. Lapisan nilai resistivitas menengah hingga tinggi yaitu kuning sampai ungu, nilai resistivitas yaitu 21,2 Ωm – 1954 Ωm merupakan lapisan batuan andesit (lihat Tabel 2).

Commented [LS28]: Lapisan batuan apa

Commented [LS29]: Lapisan batuan apa

3.2.5 Bidang gelincir longsoran pada Lintasan 4 di Kecamatan Sumalata Timur

Panjang **Lintasan 4** adalah 100 meter yang berada pada ketinggian 35 – 46 mdpl. Hasil pemodelan ditunjukkan pada Gambar 6 (d). Gambar tersebut menunjukkan bidang gelincir berada pada kedalaman 3,75 meter-6,38 meter dengan lapisan berwarna kuning yang memicu terjadinya longsor, nilai resistivitas 130 Ωm - 594 Ωm. Jenis batuan pada lintasan ini adalah batuan beku andesit. Kemiringan bidang gelincir rata-rata sebesar 11° ke arah barat daya dengan ketinggian topografi 30 mdpl – 47 mdpl. Nilai resistivitas diperoleh Lintasan 4 bervariasi dengan kedalaman mencapai 15,9 meter dari permukaan tanah. Zona dengan resistivitas rendah berkisar antara 0,89 Ωm – 57,4 Ωm (Biru tua sampai hijau muda) dan zona resistivitas tinggi 163 Ωm – 1308 Ωm (warna kuning sampai ungu). Berdasarkan analisis kejadian longsor di lapangan tipe bidang gelincir pada Lintasan 4 adalah *rotational slide*.

Commented [LS30]: Tahu dari mana andesit teraletersi apakah melakukan analisis petrografi

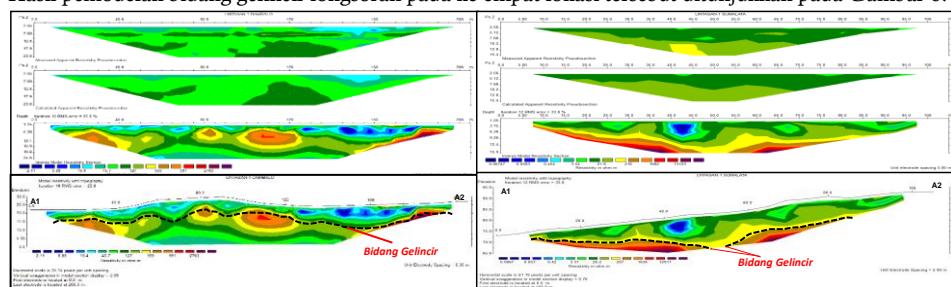
Hasil pengukuran resistivitas dengan geolistrik ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran resistivitas

No	Lintasan 1 Kecamatan Tomilito		Lintasan 2 Sumalata		Lintasan 3 Kecamatan Monano		Lintasan 4 Sumalata Timur	
	Resistansi (Ωm)	Jenis Batuan	Resistansi (Ωm)	Jenis Batuan	Resistansi (Ωm)	Jenis Batuan	Resistansi (Ωm)	Jenis Batuan
1	0 - 27,04	Clay	0 - 26,5	Clay	0 - 10,94	Clay	0 - 27,93	Clay
2	28,51 - 86,96	Clay	28,22 - 80,91	Clay	11,93-18,23	Clay	37,82 - 86,87	Clay
3	87,67 - 143,65	Gravel dan Sand	81,54 - 116,99	Gravel and Sand	19,14 - 64,23	Clay	88,33 - 127,83	Gravel and Sand
4	143,65 - 355	Gravel and Sand	116,99 - 207	Gravel and Sand	64,23 - 95,8	Clay	130,28 - 255,53	Gravel and Sand
5	355 - 2763	Andesit (kering)	207 - 1.634	Andesit (kering)	95,8 - 433	Gravel and Sand	255,53 - 461	Gravel and Sand
6	-	-	1.634 - 12.911	Dacit	433 - 1.954	Andesit (kering)	461,1 - 594	Andesit (kering)

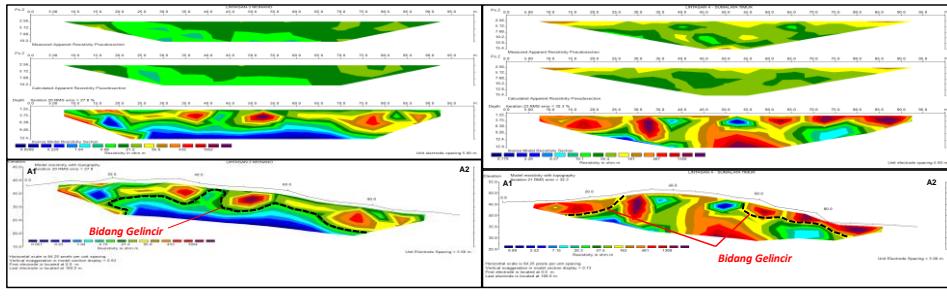
Sumber: hasil pengukuran, 2021

Hasil pemodelan bidang gelincir longsoran pada ke empat lokasi tersebut ditunjukkan pada Gambar 6.



(a)

(b)



(c) (d)

Gambar 6. Penampang Resistivitas-2D bidang gelincir. (a) lokasi Kecamatan Tomilito; (b) lokasi Kecamatan Sumalata; (c) lokasi Kecamatan Monano; (d) lokasi Kecamatan Sumalata Timur

3.3 Pembahasan

Kejadian longsoran pada wilayah penelitian difokuskan pada daerah permukiman dan akses jalan. Kejadian longsoran yang terjadi di wilayah Kabupaten Gorontalo Utara sebanyak 21 titik kejadian yang tersebar di Kecamatan Tomilito, Kecamatan Gentuma, Kecamatan Atinggola, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata. Berdasarkan hasil survei jumlah titik kejadian longsoran yang mendominasi di wilayah Kecamatan Sumalata Timur sebanyak 10 titik, Kecamatan Sumalata sebanyak 4 titik longsor, Kecamatan Tomilito 3 titik longsor, Kecamatan Monano 2 titik longsor dan Kecamatan Gentuma Raya dan Atinggola masing-masing 1 titik kejadian longsoran.

Hasil observasi menunjukkan kejadian longsor yang terjadi di lokasi penelitian disebabkan oleh pola pemanfaatan lahan yang tidak ramah lingkungan, antara lain alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian kering/jagung. Kondisi ini memicu terjadinya longsor. Curah hujan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kejadian longsor. Curah hujan yang tinggi akan menyebabkan tanah jenuh oleh air sehingga gaya beban pada tanah akan meningkat (Ma *et al.*, 2015; Hardiyatmo, 2006; Asikia *et al.*, 2019; Gemizzi *et al.*, 2011). Kejadian longsoran di Kabupaten Gorontalo Utara terjadi pada intensitas curah hujan rata-rata berkisar antara 1000 – 2000 mm/tahun. Pada lokasi ini ditemukan beberapa titik mata air dan aliran sungai-sungai kecil. Faktor penggunaan lahan juga turut berpengaruh terhadap kejadian longsoran di Kabupaten Gorontalo Utara. Pada umumnya, kejadian longsoran terjadi pada pertanian lahan kering. Kondisi tanah yang jenuh air pada kondisi lereng yang curam dapat memicu terjadinya longsor. Inilah faktor utama yang mendorong kemungkinan perkembangan longsoran yang bervariatif dan kompleks. Kejadian longsor pada Formasi Batuan Tmbo (Diorit Boliohuto) dipengaruhi oleh patahan serta pelapukan batuan. Kondisi ini melemahkan kekompakkan massa batuan sehingga dapat menimbulkan longsoran. Ketika intensitas curah hujan tinggi, air masuk ke dalam tanah melewati patahan sehingga membentuk bidang gelincir longsor yang memicu terjadinya longsoran. Pelapisan batuan yang dikontrol oleh adanya rekahan, patahan, serta terdapatnya endapan massa tanah dan batuan dapat mempercepat terjadinya longsoran apabila hujan turun dalam intensitas dan jumlah yang tinggi (Suratman, 2002; Nasiah & Invanni, 2014; Wen *et al.*, 2017; Lihawa *et al.*, 2014)

Longsoran di daerah penelitian terjadi pada satuan lahan dengan kemiringan lereng $>15\% - 45\%$ yang merupakan ciri perbukitan hingga pegunungan yang sangat curam dengan ketingian rata-rata 100 – 1.000 mdpl. Kemiringan lereng merupakan salah satu faktor pemicu terjadinya longsor. Kemiringan menjadi faktor pengendali terpentina proses gravitasi, karena berhubungan dengan tegangan geser yang bekerja ke permukaan tanah (Hardiyatmo, 2006; Abdur, 2010; Bui *et al.*, 2011; Patuti *et al.*, 2017; Abrauw, 2017; Lihawa *et al.*, 2021). Wilayah kemiringan lereng yang curam di Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata mendominasi kejadian longsoran. Tipe longsoran yang terjadi adalah Rock toples, Planar Slide dan Rotational slide.

Commented [LS31]: Lengkapi huruf

Commented [LS32]: Jangan memulai kata sambung

Commented [LS33]: Tunjukkan bukti foto atau peta tata guna lahan sehingga faktor penggunaan lahan menjadi salah satu pemicu longsor

Commented [LS34]: Jangan memulai kata sambung

Commented [LS35]: Tunjukkan foto lapangan yang menunjukkan kondisi tanah atau sampel tanah di lokasi penelitian jenuh air

Commented [LS36]: Tunjukkan bukti foto dan hasil pengukuran yang menyebutkan ada patahan (sesar) di lapangan termasuk foto bukti lapangan mengenai pelapisan batuan menjadi penyebab longsor

Commented [LS37]: Mengapa menyimpulkan bahwa batuan di lokasi penelitian ada dari Formasi Batuan Tmbo (Diorit Boliohuto) padahal hasil pengukuran Resistivity Mapping menggunakan konfigurasi Wenner Schlumberger dari 4 lokasi atau lintasan menunjukkan nama batuan andesit jelas nama batuan andesit dengan diorite berbeda secara genesa maupun kondisi petrologinya

Commented [LS38]: Perbaiki sitasi. Cek lagi cara sitasi jika jumlah penulis tiga orang



Gambar 7. Kejadian longsor berdasarkan faktor penyebab terjadinya longsor

4. Kesimpulan

Sebaran kejadian longsor di daerah penelitian terjadi hampir seluruh wilayah Kabupaten Gorontalo Utara. Jumlah kejadian longsor adalah 21 kejadian yang tersebar di wilayah Kecamatan Tomilito, Kecamatan Gentuma, Kecamatan Atinggola, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata. Hasil pengukuran morfometri longsor dan berdasarkan analisis terhadap indeks klasifikasi diperoleh tipe longsor yang terjadi di Kabupaten Gorontalo Utara adalah tipe *rotational slide, planar slide, slide/flow, dan rock/topples slide*. Hasil analisis *Resistivity Mapping* menggunakan konfigurasi *Wenner Schlumberger* diperoleh kedalaman longsor pada Lintasan 1 di Kecamatan Tomilito sebesar 5 – 6,38 meter, kemiringan longsor 13° ke arah selatan. Kedalaman longsor yang terjadi pada Lintasan 2 di Kecamatan Sumalata sebesar 2 – 3,75 meter, kemiringan longsor 12° ke arah Barat. Bidang gelincir Lintasan 3 di Kecamatan Monano berada pada kedalaman 6,38 - 12,4 meter. Kemiringan sudut rata-rata sebesar 10° ke arah barat daya. Bidang gelincir longsor pada Lintasan 4 di Kecamatan Samalata Timur berada pada kedalaman 15,9 meter. Kemiringan sudut rata-rata sebesar 11° ke arah barat daya.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kepada Pusat Studi Lingkungan dan Kependudukan (PSL-K) LPPM Universitas Negeri Gorontalo, Dinas PUPR Kabupaten Gorontalo Utara dan BPBD Kabupaten Gorontalo Utara yang telah membantu dalam proses pengumpulan dan analisis data.

6. Referensi

- Abdur, R. (2010). Penggunaan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Kerawanan Longsor di Kabupaten Purworejo. *Jurnal Bumi Lestari*, 10(2), 191-199. Diambil kembali dari <https://ojs.unud.ac.id/index.php/blje/article/view/121>

Commented [LS39]: Perlu ditambahkan kesimpulan garis besar hasil analisis tipe dan bidang gelincir longsor Kabupaten Gorontalo Utara mengacu hasil penelitian

- Abrauw, R. D. (2017). Wilayah Rawan Longsor Di Kota Jayapura. *Jurnal Geografi Lingkungan Tropik*, 1(1), 14–28. *Jurnal Geografi Lingkungan*, 1(1), 14-28. Diambil kembali dari <http://jglitrop.ui.ac.id/index.php/jglitrop/article/viewFile/4/3>
- Asikia, M. I., Maryati, S., & Akase, N. (2019). Analisis Tingkat Kerentanan Longsor Daerah Muara Sungai Bone Kota Gorontalo, Teknik Geologi, Universitas Negeri Gorontalo. *Jambura Geoscience Review*, 1(2), 87-101. doi:DOI: 10.34312/jgeosrev.v1i2.2474
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana Indonesia. (2020). *Data Informasi Bencana Indonesia*. Jakarta: BNPB.
- BPBD Kabupaten Gorontalo Utara. (2019). *Kajian Risiko Bencana Kabupaten Gorontalo Utara*. Kwandang: BPBD Gorontalo Utara.
- Bui, D. T., Revhaug, I., & Dick, O. (2011). Bui, D.T., Revhaug, I., Dick, O., 2011. Landslide susceptibility analysis in the Hoa Binh province of Vietnam using statistical index and logistic regression. *Nat. Hazards* 59 (3), 1413–1444. *Nat Hazards*, 59(3), 1413-1444.
- Dukalang, M. (2019). *Analisis kekeringan meteorologis terhadap kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Gorontalo*. Gorontalo: Program Pasca Sarjana Universitas Negeri Gorontalo.
- Feizizadeh, B., & Blaschke, T. (2013). Land suitability analysis for Tabriz County, Iran: a multi-criteria evaluation approach using GIS. *Journal of Environmental Planning and Management*, 56(1), 1-23. doi:10.4236/jgis.2012.44039
- Gemizzi, A., Falalakis, G., Eskioglu, C., & Petalas, C. (2011). Evaluating Landslide Susceptibility Using Enveronmenal Factors, Fuzzy Membership Function and GIS. *Global NEST Journal*, 13(1), 28-40. Diambil kembali dari <https://journal.gnest.org/publication/734>
- Hardiyatmo, H. (2006). *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Highland, L. (2004). *Landslide type and processes*. (Vol. Fact-Sheet No. 2004-3072). United State: Geology Survey.
- Lihawa, F., Patuti, I. M., & Nurfaika. (2014). Sebaran Aspek Keteruangan Tipe Longsoran di Daerah Aliran Sungai Alo Provinsi Gorontalo. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(3), 277-285. Diambil kembali dari <https://doi.org/10.22146/jml.18554>
- Lihawa, F., Zainuri, A., Patuti, I. M., Permana, A. P., & Pradana, I. Y. (2021). The Analysis Of Sliding Surface In Alo Watershed. *Series Of Geology And Technical Sciences*, 50-55. doi:10.32014/2021.2518-170X.62
- Ma, T., Li, C., Lu, Z., & Bao, Q. (2015). Rainfall intensity-duration thresholds for the initiation of landslides in Zhejiang Province, China. *Geomorphology*, 193-206. doi:<https://doi.org/10.3390/w12020494>
- Naryanto, H. S., Wisyanto, Sumargana, L., Ramadhan, R., & Prawiradisastra, S. (2016). Kajian Kondisi Bawah Permukaan Kawasan Rawan Longsor dengan Geolistrik untuk Penentuan Lokasi Penempatan Instrumentasi Sistem Peringatan Dini Longsor di Kecamatan Talegong. *Jurnal Riset Kebencanaan Indonesia (JRKI)*, 161-172.
- Nasiah, & Invanni, I. (2014). Identifikasi Daerah Rawan Bencana Longsor Lahan Sebagai Upaya Penanggulangan Bencana di Kabupaten Sinjai. *Jurnal Sainsmat*, 3(2), 109-121. doi:<https://doi.org/10.35580/sainsmat3211012014>
- Patuti, I. M., Rifa'i, A., & Suryolelono, K. B. (2017). Mechanism and Characteristics of The Landslides in Bone Bolango Regency, Gorontalo Province, Indonesia. *Geomate*, 12(9), 1-8. Diambil kembali dari <https://www.geomatejournal.com/sites/default/files/articles/1-8-79901-Indriat-Jan-2017-R1.pdf>

- Rahmaniah, R., Reskiwijaya, R., Wahyuni, A. S., & Harsano, J. (2020). Analisis Mineral Tanah Rawan Longsor Menggunakan X-Ray Diffraction Di Desa Sawaru Kabupaten Maros. *Jambura Geoscience Review*, 2(1), 41-49.
- Ramadhan, N. I., & Idajati, H. (2017). Identifikasi Tingkat Bahaya Bencana Longsor, Studi kasus: Kawasan Lereng Gunung Lawu, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), 87-90. doi:DOI: 10.12962/j23373539.v6i1.22333
- Sapulete, S., S., S., & S, J. (2019). Interpretasi Data Resistivitas Untuk Mengidentifikasi Munculnya Longsor Susulan Di Blok V Wayane Ambon. Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan Vol. 13 No. 3 Page 187-198. *Ilmu Matematika dan Terapan*, 13(3), 187-198. Diambil kembali dari <https://doi.org/10.30598/>
- Suratman, W. (2002). *Studi Erosi Parit dan Longsoran Dengan Pendekatan Geomorfologis di Daerah Aliran Sungai Oyo Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Varnes. (1969). *Slope Movement and Types and processes. Landslide: Analysis and control*. Washington DC: National Academy of Science.
- Wen, F., Xin-Sheng, W., Yan-bo, C., & Bin, Z. (2017). Landslide susceptibility assessment using the certainty factor and analytic hierarchy process . *J. Mt. Sci*, 14(5), 906-925. doi:DOI: 10.1007/s11629-016-4068-2
- Weng, E., Farrior, C. E., Dybzinski, R., & Pacala, S. W. (2017). Predicting vegetation type through physiological and environmental interactions with leaf traits: evergreen and deciduous forests in an earth system modeling framework. *Glob. Change Biol.*, 23, n. *Glob. Change Biol*, 23(6), 2482-2498. doi:doi:10.1111/gcb.13542
- Zulfiadi, Z. (2011). *Analisis Kestabilan Lereng Tanah*. Bandung: Universitas Padjajaran. Bandung: Universitas Padjajaran.



Jambura Geoscience Review

Editorial Office: Department of Earth Science and Technology, Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Jenderal Sudirman No.6, Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo 96128, Indonesia, Tel. +62-822-59506768, +62-822-92284121, E-mail: geosrev@ung.ac.id

REVIEW NOTES

Manuscript Title : ANALISIS TIPE DAN BIDANG GELINCIR LONGSORAN DI KABUPATEN GORONTALO UTARA

Manuscript ID : ID JGEOSREV 10623

1. Impact on science and technology:

- Give a new theory base
- Give new information
- Is a confirmation
- Nothing new

2. Priority for publication in Jambura Geoscience Review (JGEOSREV):

- High
- Moderate
- Low

3. Comments

No.	Object	Comments
1.	<i>Title</i>	Revision
2.	<i>Abstract</i>	Revision
3.	<i>Introduction</i>	Revision
4.	<i>Methodology</i>	Revision
5.	<i>Results and Discussion</i>	Revision
6.	<i>Conclusion</i>	Revision
7.	<i>References</i>	

INDEXED BY:





Jambura Geoscience Review

Editorial Office: Department of Earth Science and Technology, Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Jenderal Sudirman No.6, Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo 96128, Indonesia, Tel. +62-822-59506768, +62-822-92284121, E-mail: geosrev@ung.ac.id

No.	Object	Comments
		Revision
8.	<i>Special Notes</i>	Revision

SUBMISSION DECISION*

Accepted

Accepted with some revision by editorial board

Accepted with some revision by authors

Rejected

* Please fill/mark the form

INDEXED BY:





Fityane Lihawa <fitryane.lihawa@ung.ac.id>

HASIL REVIEW ARTIKEL JAMBURA GEOSCIENCE REVIEW

Fityane Lihawa <fitryane.lihawa@ung.ac.id>

Kepada: Jambura Geoscience Review <geosrev@ung.ac.id>

18 Juni 2021 16.12

Yth. Managing Editor
Jambura Geoscience Review

Terlampir artikel hasil revisi dan comment Review untuk artikel ID JGEOSREV 10623.
Terimakasih

Salam
Fitryane Lihawa

Virus-free. www.avast.com

[Kutipan teks disembunyikan]

2 lampiran

[JGEOSREV] COMMENT REVIEWER.docx
88K

ID JGEOSREV 10623.docx
4589K



ANALISIS TIPE DAN BIDANG GELINCIR LONGSOR DI KABUPATEN GORONTALO UTARA

La Ode Juni Akbar^a, Fitryane Lihawa^b, Marike Mahmud^c

^{a,b} Program Studi Magister KLH PPS Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Jend Sudirman No 6, Kota Gorontalo, 96128, Indonesia

^c Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo, Jl. BJ Habibie, Kecamatan Tilong Kabila, Kabupaten Bone Bolango, 96554, Indonesia

INFO ARTIKEL

Status artikel:

Diterima:

Disetujui:

Tersedia online:

Kata kunci:

Longsoran, Gorontalo Utara

Penulis korespondensi:

La Ode Juni Akbar
Universitas Negeri Gorontalo, Kota
Gorontalo, Indonesia

Email:

juniakbarodegeografi14@gmail.com

ABSTRACT

Tujuan penelitian ini adalah menentukan tipe longsor dan menganalisis bidang gelincir longsor di Kabupaten Gorontalo Utara, Provinsi Gorontalo dengan menggunakan metode geolistrik. Penelitian ini diawali dengan menentukan tipe dan jenis longsoran yang ditemukan di Kabupaten Gorontalo Utara. Lokasi pengukuran dilakukan pada 4 (empat) lokasi yaitu Lintasan 1 di Desa Dambalo, Kecamatan Tomilito; lintasan 2 di Desa Metode penelitian yang digunakan survei lapangan dengan pendekatan satuan unit lahan. Analisis data untuk menentukan tipe dan jenis longsoran menggunakan metode indeks klasisikasi longsoran. Analisis data hasil pengukuran geolistrik menggunakan *Konfigurasi-Schlumberger*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tipe longsoran yang terjadi di Kabupaten Gorontalo Utara adalah tipe *planar slide*, *rotational slide*, *slide flow*, *rock/toples*. Rata-rata kedalaman bidang gelincir longsoran yang terjadi di Kecamatan Tomilito adalah 5 – 6,38 meter dengan kemiringan rata-rata 13° ke arah selatan. Rata-rata kedalaman bidang gelincir longsoran di Kecamatan Sumalata adalah 2 – 3,7 meter, kemiringan rata-rata 12° ke arah Barat. Kedalaman bidang gelincir longsoran yang terjadi di Kecamatan Monano adalah 6,38 – 12,4 meter, arah kemiringan 10° ke arah barat daya. Bidang gelincir longsoran pada Lintasan 4 di Kecamatan Samalata Timur berada pada kedalaman 15,9 meter. Kemiringan sudut rata-rata sebesar 11° ke arah barat daya. Secara umum, longsor di Kabupaten Gorontalo Utara disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan konversi lahan untuk pertanian jagung.

Copyright © 2019 JGeosREV-UNG
This open access article is distributed under a
Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 International license

1. Pendahuluan

Bencana tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia dan secara umum sering terjadi di wilayah pegunungan. Kejadian bencana longsor berhubungan erat dengan kondisi alam seperti curah hujan, tutupan lahan, topografi, kemiringan lereng, jenis tanah dan jenis batuan (Weng et al, 2017). Bencana tanah longsor sering mengakibatkan kerugian harta benda maupun korban jiwa serta rusaknya sarana dan prasarana yang berdampak pada kondisi sosial dan ekonomi masyarakat (Feizizadeh & Blaschke, 2013; Ramadhan & Idajati, 2017; Wen et al, 2017). Tanah longsor merupakan aktivitas perpindahan massa batuan/tanah yang diakibatkan oleh adanya gaya gravitasi Bumi. Terjadinya tanah longsor disebabkan oleh adanya gangguan kesetimbangan pada lereng yaitu gaya penahan dan gaya peluncur. Ketidakseimbangan gaya tersebut berasal dari gaya luar lereng yang menyebabkan besarnya gaya peluncur pada suatu lereng menjadi lebih besar daripada gaya penahannya. Hal ini menyebabkan massa tanah bergerak turun (Naryanto et al, 2016; Hardiyatmo, 2006).

Provinsi Gorontalo termasuk daerah yang berpotensi terjadinya bencana tanah longsor. Hal ini disebabkan topografi wilayahnya berbukit, disamping itu meningkatnya deforestasi. Pada musim kemarau sering terjadi aktivitas pembakaran hutan tanpa memikirkan risiko pada ekosistem dan daya

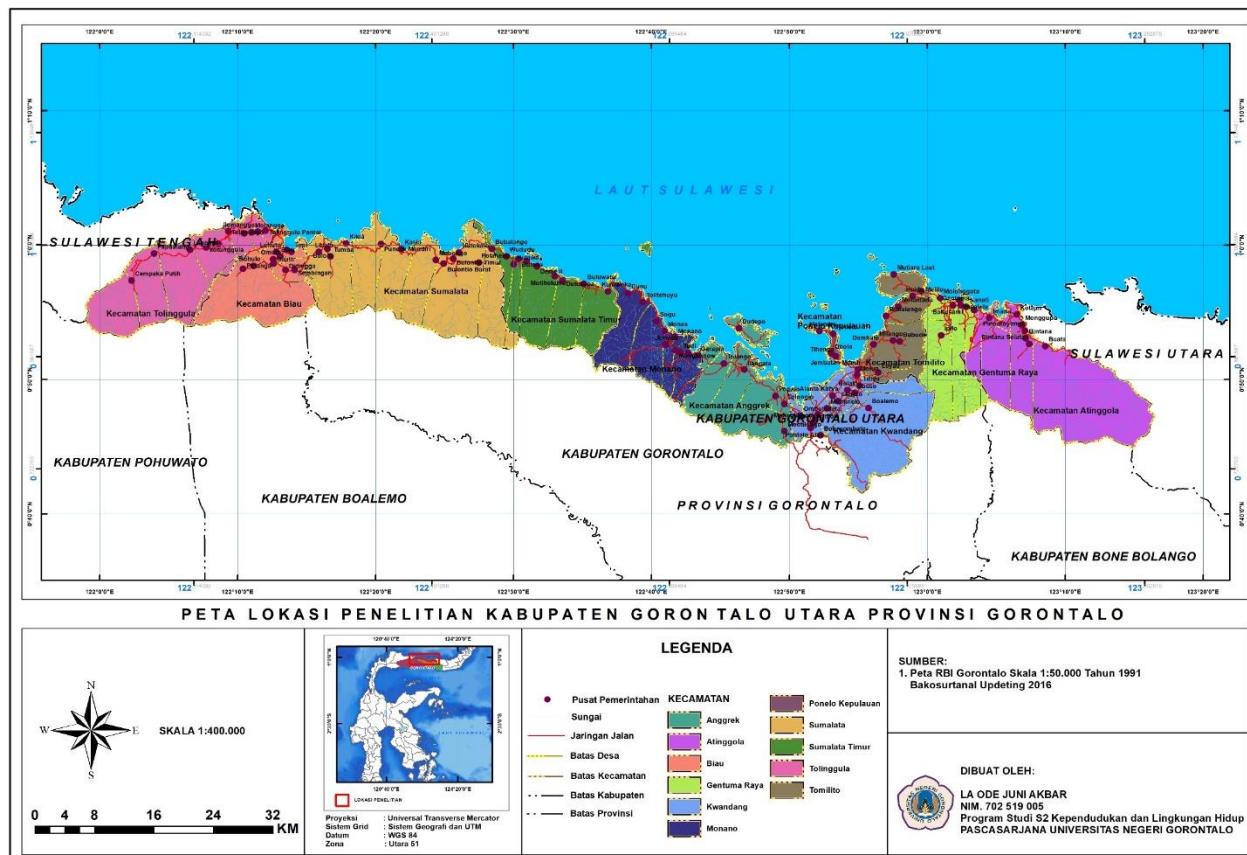
dukung lingkungan (Dukalang, 2019). Data informasi bencana Indonesia (DIBI) merilis kejadian longsoran yang terjadi di Jalan Trans Sulawesi bagian barat Kabupaten Gorontalo Utara. Kondisi jalan terputus karena terjadi longsor di Desa Tolitehuyu, Kecamatan Monano yang menutupi seluruh badan jalan lebih dari 100 meter. Tercatat ada 30 titik rawan longsor di Wilayah Barat Gorontalo Utara. Dari kejadian tersebut, terdapat 70 orang dari 14 keluarga mengungsi. Selain itu juga terjadi longsor sepanjang 50 meter dan tinggi 15 meter menutup akses jalan Desa Kikia Kecamatan Sumalata, Gorontalo Utara (BNPB Indonesia, 2020).

Menghindari jatuhnya korban yang lebih besar akibat tanah longsor maka diperlukan upaya untuk meminimalisir dampak yang ditimbulkan. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan mempelajari tipe dan bidang longsoran agar dapat diketahui karakteristik longsoran yang terjadi dalam suatu wilayah. Dengan demikian, pemerintah daerah dapat merencanakan suatu program untuk mitigasi terhadap bencana longsor.

2. Metodologi

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Kabupaten Gorontalo Utara Provinsi Gorontalo. Letak geografis Kabupaten Gorontalo Utara terletak antara koordinat $00^{\circ} 41' 23''$ - $1^{\circ} 07' 55''$ LU dan $121^{\circ} 58' 59''$ - $123^{\circ} 16' 29''$ BT. Luas lokasi penelitian adalah $1.777,002 \text{ km}^2$. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2. Populasi dan sampel penelitian

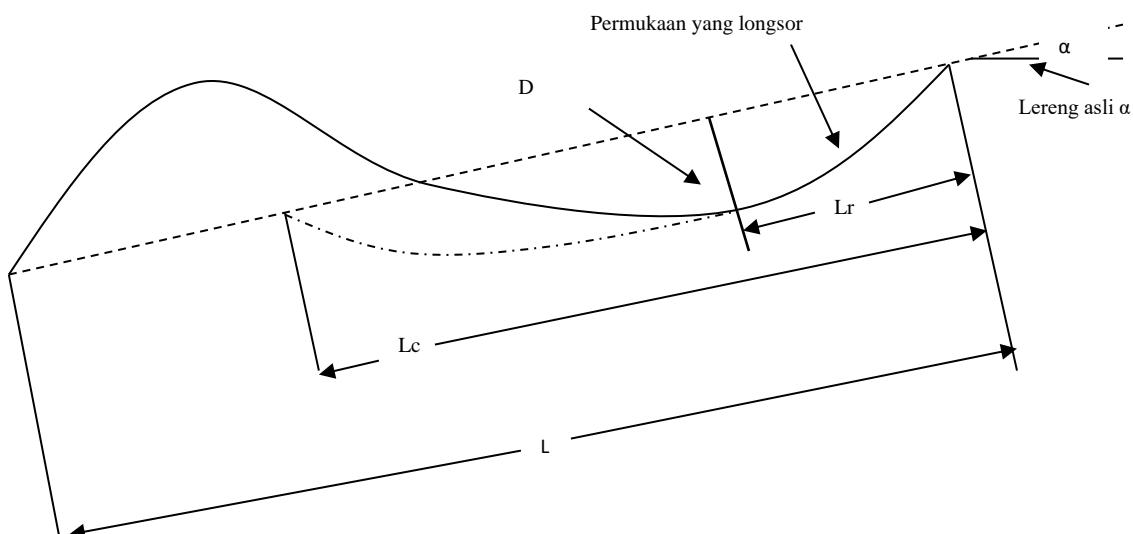
Populasi penelitian meliputi seluruh wilayah Kabupaten Gorontalo Utara. Hasil pengamatan ditemukan 21 lokasi longsoran yang terjadi di Kabupaten Gorontalo Utara. Penentuan sampel penelitian berdasarkan klasifikasi tipe longsoran. Setiap tipe longsoran menjadi lokasi sampel untuk kajian bidang gelincir longsoran.

2.3. Alat penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah satu set geolistrik. Geolistrik digunakan untuk mendeteksi dan memetakan bidang gelincir longsoran, kedalaman serta litologi perlapisan batuan gelincir bawah permukaan. GPS (*Global positioning Sistem*) untuk menentukan koordinat lokasi sampel penelitian. Meteran untuk mengukur morfometri longsoran, serta digunakan untuk mengukur panjang dan jarak lintasan yang dilalui kabel pengantar listrik.

2.4 Metode pengumpulan data

Pengumpulan data tipe longsoran dilakukan dengan metode observasi langsung kejadian longsoran di lapangan. Setiap titik longsoran dilakukan pengukuran morfometri longsoran seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Parameter-parameter Morfometri Longsoran

Keterangan :

- D = kedalaman longsoran
- L = panjang longsoran
- L_c = panjang bagian cekung
- L_r = panjang permukaan *rupture*

Pengumpulan data bidang gelincir longsoran menggunakan metode tahanan jenis (Resistivitas 2D). Metode tahanan jenis dengan menggunakan teknik pencitraan resistivitas multi elektroda. Untuk melakukan survei resistivitas listrik multi-elektroda 2D, sistem instrumen akan secara otomatis memilih elektroda arus dan elektroda potensial sesuai dengan susunan elektroda tertentu, dan memberikan hasil terukur dari semua titik data penampang. Pembangkit arus untuk menginjeksikan kedalam permukaan tanah berupa *power supply* akan memberikan gambaran tentang distribusi resistivitas bawah permukaan dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah menggunakan dua elektroda dan mengukur besaran tegangan menggunakan dua elektroda yang lainnya.

Adapun Langkah-langkah pengukuran geolistrik dengan *konfigurasi schlumberger* sebagai berikut:

- a. Menentukan titik geolistrik dan mencatatkan koordinat dan elevasi titik tersebut
- b. Menancapkan ke tanah 2 elektroda arus (AB) dengan jarak 5 meter
- c. Menancapkan ke tanah 2 elektroda potensial (MN) dengan jarak 2 meter
- d. Menyambungkan dengan kabel masing-masing elektroda ke alat geolistrik
- e. Menghubungkan sumber energi alat geolistrik dan menekan tombol on untuk menyalaikan alat

- f. Menginjeksikan arus listrik dengan menekan tombol current test. Kemudian akan terbaca hasil berupa display nilai I (mA) dan nilai V (mV) lalu mencatatnya
- g. Melanjutkan pengukuran dengan jarak elektroda AB dan MN sampai jarak pengukuran pada lapisan kedua dan berikutnya (n), jarak spasi antar elektrode arus (AB) dan antar elektrode potensial (MN) tetap (a), tetapi jarak spasi antar elektrode arus dan potensial (BM) diperbesar menjadi kelipatannya yaitu 2a, 3a, hingga 100 meter.
- h. Pengolahan data hasil pengukuran geolistrik dilakukan dengan menggunakan software *RES2DINV*. Hasil pengolahan menggunakan software tersebut akan dihasilkan kedalaman lapisan, tebal lapisan, nilai hambatan atau resistivitas tiap lapisan, bidang gelincir yang berpotensi longsor.

2.5 Analisis data

Analisis tipe longsoran ditentukan berdasarkan indeks klasifikasi. Analisis data morfometri longsoran digunakan rumus sebagai berikut (Suratman, 2002):

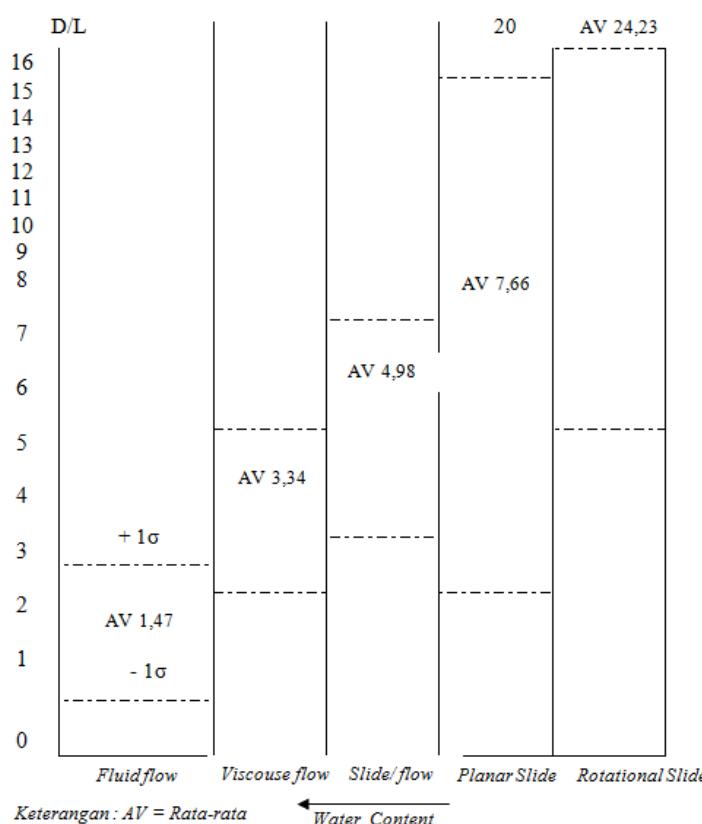
$$\text{Indeks Klasifikasi} = \frac{D}{L} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

D = kedalaman longsoran

L = panjang longsoran

Penentuan tipe longsoran didasarkan pada hasil analisis indeks klasifikasi dan diplot ke dalam diagram seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



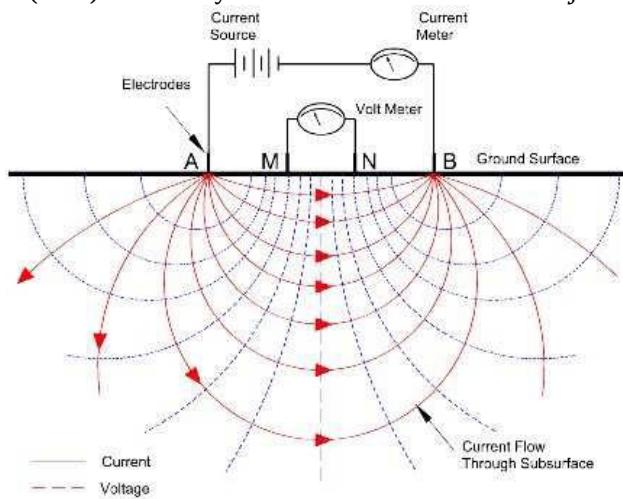
Gambar 3. Klasifikasi Longsoran

Kajian geolistrik untuk mengetahui sebaran kedalaman bidang gelincir longsoran. Untuk menentukan bidang gelincir digunakan metoda geolistrik resistivitas. Metode geolistrik resistivitas didasarkan pada asumsi bumi homogen isotropis, nilai resistivitas terukur merupakan nilai tahanan jenis sebenarnya dan tidak bergantung pada spasi elektroda. Tahanan jenis yang terukur adalah tahanan jenis semu seperti Persamaan 2.

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

Keterangan: ρ_a adalah resistivitas semu (Ωm); ΔV adalah beda potensial (volt); I adalah kuat arus (A); dan $K = \pi n(n+1)a$ adalah faktor geometri (m) untuk konfigurasi Wenner-Schlumberger (Gambar 4). Jarak antara kedua elektroda arus sama dengan jarak antara kedua elektroda potensial sebesar a (m) dan $n = 1,2,3,4,\dots$

Menghitung resistivitas semu, diperlukan suatu bilangan faktor geometri (K) yang tergantung pada jenis konfigurasi, jarak $AB/2$ dan $MN/2$ dan untuk menentukan kedalaman maka jarak antara elektroda ditingkatkan menjadi $2a$ dan pengukuran diulangi untuk n yang sama sampai pada elektroda terakhir, kemudian jarak antara elektroda AM dan NB ditingkatkan menjadi $3a$ dan sterusnya. Pada Gambar 4, diperlihatkan kedudukan setiap elektroda berdampingan antara satu dengan yang lainnya dimana jarak elektroda potensial (MN) diatur sekecil-kecilnya sehingga secara teoritis konstan tetapi Ketika jarak (AB) sudah relative besar maka jarak (MN) hendaknya tidak lebih besar dari $1/5$ jarak (AB).



Gambar 4. Letak Posisi Elektroda Konfigurasi Wenner-Schlumberger

Analisis data hasil pengukuran geolistrik dilakukan dengan menggunakan software *RES2DINV*. Hasil pengolahan menggunakan software tersebut akan dihasilkan kedalaman lapisan, tebal lapisan, nilai hambatan atau resistivitas tiap lapisan, bidang gelincir yang berpotensi longsor.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sebaran tipe longsoran di Kabupaten Gorontalo Utara

Survei kejadian longsoran dilakukan di seluruh wilayah Kabupaten Gorontalo Utara. Hasil survei ditemukan 21 kejadian longsoran yang tersebar di wilayah Kecamatan Tomilito, Kecamatan Gentuma, Kecamatan Atinggola, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata. Hasil pengukuran morfometri longsoran dan penentuan klasifikasi tipe longsoran ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis tipe longsoran

No	Lokasi	Morfometri Longsor		Indeks Klasifikasi (D/L) x 100%	Tipe Longsor
		Kedalaman longsoran (D)	Panjang longsoran (L)		
1	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 58'05,3" E: 122° 32'28,9"	1,52	15,39	9,88	<i>Planar Slide</i>
2	Desa Deme 2	-	-	-	<i>Rock/Toples</i>

No	Lokasi	Morfometri Longsor		Indeks Klasifikasi (D/L) x 100%	Tipe Longsor
		Kedalaman longsoran (D)	Panjang longsoran (L)		
3	Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 58'03,7" E: 122°32'33,1"	2,35	17,14	13,71	<i>Planar Slide</i>
4	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 58'00,6" E: 122°32'38,1"	1,15	9,9	11,62	<i>Planar Slide</i>
5	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 57'59,3" E: 122°32'48,0"	1,2	4,3	27,91	<i>Rotational Slide</i>
6	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00°57'45,6" E: 122°32'57,9"	2,59	29,65	8,74	<i>Planar Slide</i>
7	Desa Deme 1 Kecamatan Sumalata Timur N: 0°56' 57,293" E: 122°35' 59,251"	3,4	18,2	18,68	<i>Rotational Slide</i>
8	Desa Deme 1 Kecamatan Sumalata Timur N: 00°56'51,8" E: 122°36'21,7"	2,3	29,65	7,76	<i>Planar Slide</i>
9	Desa Deme 1 Kecamatan Sumalata Timur N: 00°57'08,8" E: 122°37'01,6"	3,12	31,74	9,83	<i>Planar Slide</i>
10	Desa Dunu Kecamatan Monano N: 00°57'11,3" E: 122°37'08,6"	-	-	-	<i>Rock/Toples</i>
11	Desa Dunu Kecamatan Monano N: 00°56'23,8" E: 122°39'06,5"	1,6	14,45	11,07	<i>Planar Slide</i>
12	Desa Tudi Kecamatan Monano N: 00°51'46,3" E: 122°43'14,9"	2,8	48	6,0	<i>Slide/Flow</i>
13	Desa Dambalo Kecamatan Tomilito N: 00°51'13,6" E: 122°55'15,7"	-	-	-	<i>Rock/Toples</i>
14	Desa Dambalo Kecamatan Tomilito N: 00°53'33,3" E: 122°57'06,1"	-	-	-	<i>Rock/Toples</i>
15	Desa Dambalo	2,8	26,64	10,51	<i>Planar Slide</i>

No	Lokasi	Morfometri Longsor		Indeks Klasifikasi (D/L) x 100%	Tipe Longsor
		Kedalaman longsoran (D)	Panjang longsoran (L)		
16	Kecamatan Tomilito N: 00°53'31,8" E: 122°57'10,1" Desa Molonggo Kecamatan Gentuma Raya N: 00°56'24,8" E: 123°00'09,9"	3,5	28,84	12,14	<i>Planar Slide</i>
17	Desa Kota Jin Kecamatan Atinggola N: 00°54'48,30" E: 123°06'31,21"	1,6	13,7	11,68	<i>Planar Slide</i>
18	Desa Kikia Kecamatan Sumalata N: 00°59'44,6" E: 122°18'43,3"	1,6	13,8	11,59	<i>Planar Slide</i>
19	Desa Kasia Kecamatan Sumalata N: 01°00'14,8" E: 122°21'13,4"	1,38	13,53	10,20	<i>Planar Slide</i>
20	Desa Kasia Kecamatan Sumalata N: 00°59'17,0" E: 122°22'24,6"	3,42	33,56	10,19	<i>Planar slide</i>
21	Desa Bulontio Barat Kecamatan Sumalata N: 00°59'41,9" E: 122°24'18,5"	-	-	-	<i>Rock/Toples</i>

Sumber : Hasil Analisis, 2021

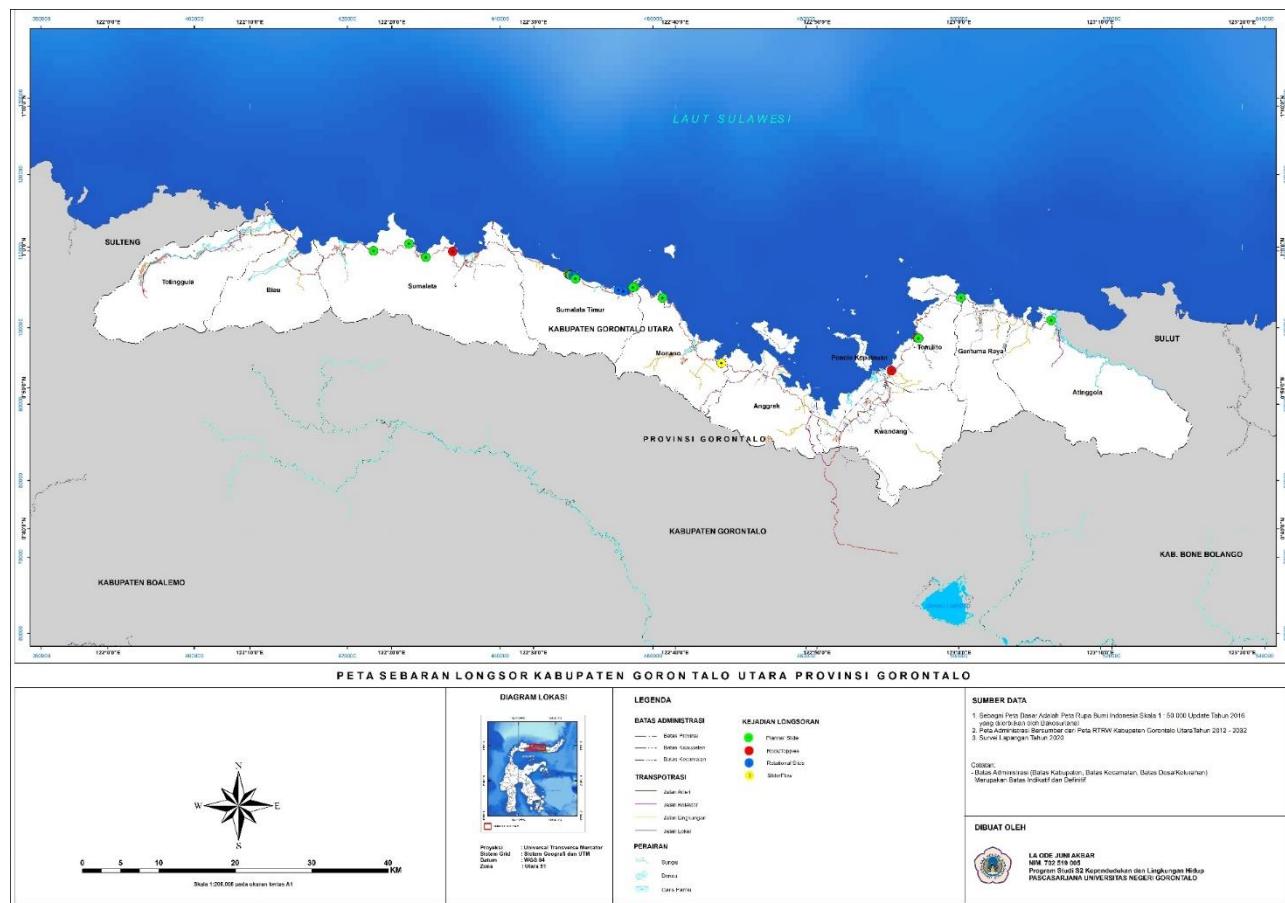
Hasil analisis menunjukkan bahwa tipe longsoran yang terjadi di Kabupaten Gorontalo Utara adalah *planar slide*, *rotational slide*, *rock/toples* dan *slide/flow*. Tipe *Planar slide* merupakan tipe gerakan material berupa tanah atau batuan pada bidang lereng yang lemah. Tipe ini terjadi pada kemiringan lereng curam hingga sangat curam. Tipe ini juga terjadi pada tekstur tanah lempung berpasir dan memiliki kandungan air sedang hingga basah. Kondisi penggunaan lahan pada longsoran tipe *planar slide* adalah pertanian lahan kering jagung dan semak belukar. Tipe longsoran ini tersebar di Kecamatan Atinggola, Kecamatan Gentuma Raya, Kecamatan Tomilito, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata.

Tipe *rock/toples* dicirikan dengan robohnya unit batuan dengan cara berputar ke depan dari unit batuan yang lebih rendah. Tipe longsoran ini disebabkan oleh gaya gravitasi dan kandungan air pada rekahan batuan. Tipe longsoran ini tersebar di Kecamatan Tomilito, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata. Pada umumnya, longsoran ini terjadi pada jenis batuan sedimen yang mengalami pelapukan fisik maupun khemis dengan lereng yang curam – sangat curam, resistensi batuan dan relief berbukit.

Tipe *rotational slide* merupakan tipe longsoran yang terjadi pada permukaan lereng cembung dengan laju pergerakan material lambat. Material longsoran berupa tanah dan campuran batuan. Longsoran ini terjadi pada lahan pertanian jagung dan semak belukar. Tipe longsoran ini terjadi pada tekstur tanah melekat dan bisa dibentuk bulatan. Tipe longsoran ini tersebar di Kecamatan Sulamata Timur.

Tipe longsoran *Slide/flow* terjadi di sekitar wilayah Kecamatan Monano. Material longsoran berupa tanah dengan ketebalan material tanah 2,12 meter, laju pergerakan material cenderung lambat pada lereng yang landai. Tekstur tanah pada longsoran tipe ini adalah lempung dengan campuran

tekstur halus dan kasar, kondisi tanah basah. Pada lokasi ini ditemukan mata air yang muncul di permukaan. Longsoran tipe ini terjadi pada lahan pertanian jagung. Faktor utama yang berpengaruh pada tipe longsoran ini adalah adanya patahan di lokasi longsoran dan munculnya mata air yang mempengaruhi kestabilan massa tanah sehingga memicu pergerakan material tanah ke arah lereng yang lebih landai. Sebaran longsoran di Kecamatan Gorontalo Utara ditunjukkan pada Gambar 5.



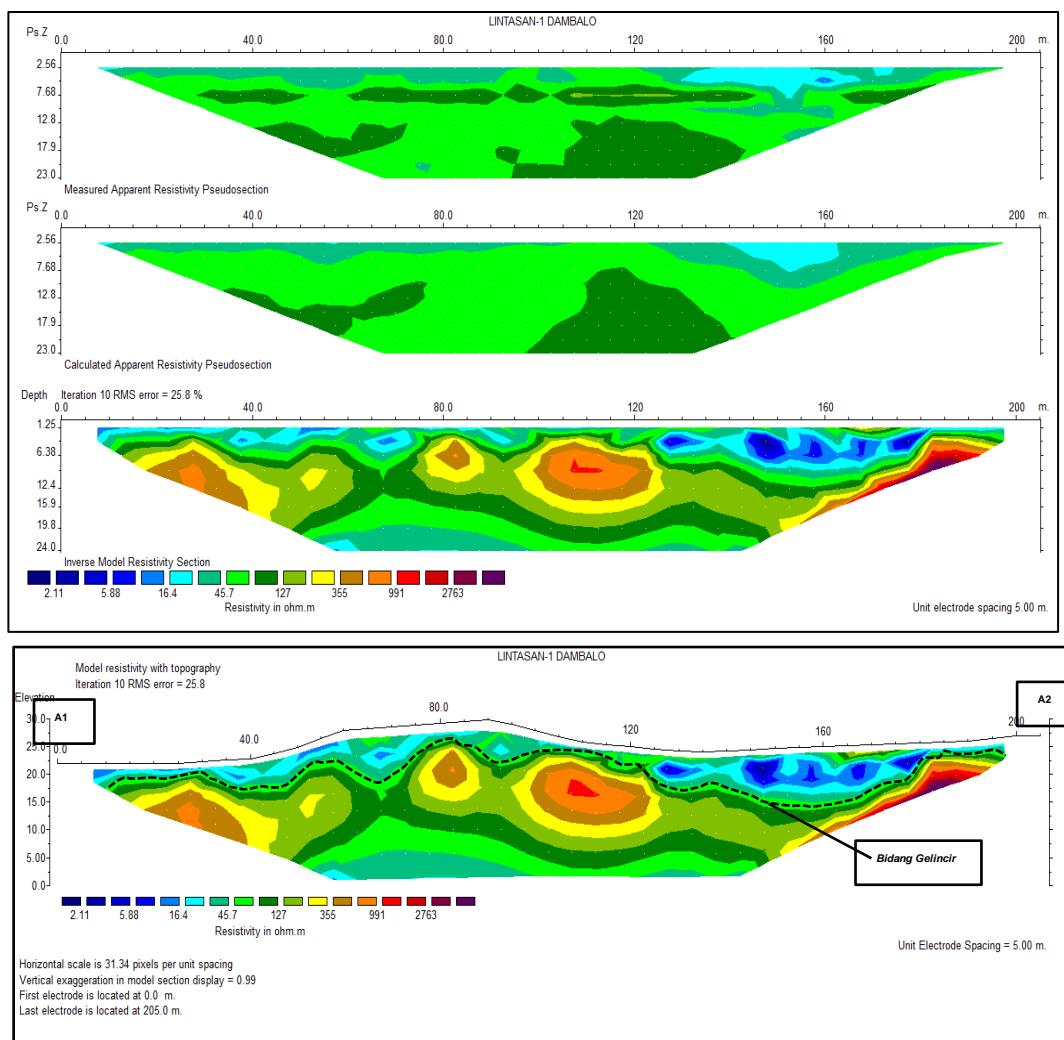
Gambar 5. Peta Sebaran Longsoran di Kecamatan Gorontalo Utara

3.2 Bidang gelincir longsoran

Pengukuran Resistivity Mapping menggunakan konfigurasi *Wenner Schlumberger* tersebar pada beberapa lokasi yaitu Kecamatan Tomilito, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata. Penentuan lokasi pengukuran berdasarkan atas kesamaan tipe longsoran dan karekateristik tanah dan batuan di lokasi longsoran.

3.2.1 Bidang gelincir longsoran pada Lintasan 1 di Kecamatan Tomilito

Lintasan 1 (A1-A2) Desa Dambalo Kecamatan Tomilito. Titik koordinat N: $00^{\circ} 53' 37,1''$ dan E: $122^{\circ} 56' 53,8''$ - N: $00^{\circ} 53' 30,8''$ dan E: $122^{\circ} 56' 54,0''$. Panjang lintasan 200 meter. Berdasarkan hasil analisis data *true resistivity* diperoleh pola perlapisan batuan yang diinterpretasi adanya bidang gelincir yaitu pada zona jenuh dan zona tak jenuh. Gambar 6 menunjukkan bahwa lapisan atas dengan ketebalan sekitar 5 meter yang memiliki resistivitas lebih rendah yakni antara $2,11 \Omega\text{m}$ hingga $16,4 \Omega\text{m}$ (warna biru hingga hijau muda), diestimasi sebagai lapisan top soil berupa pasir berlempung dan pasir kerikil. Lapisan di bawahnya yang memiliki resistivitas tinggi yakni lebih dari $500 \Omega\text{m}$ (warna hijau muda hingga merah tua), diestimasi sebagai lapisan batuan beku andesit. Bidang batas terletak pada bidang kontras antara resistivitas tinggi dan rendah yakni pada kedalaman 5 - 6,38 meter yang diduga sebagai bidang gelincir. Kemiringan bidang gelincir rata-rata 13° ke arah selatan. Hasil pemodelan bidang gelincir longsoran ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Penampang Resistivitas-2D pada Lintasan 1 Desa Dambalo Kecamatan Tomilito

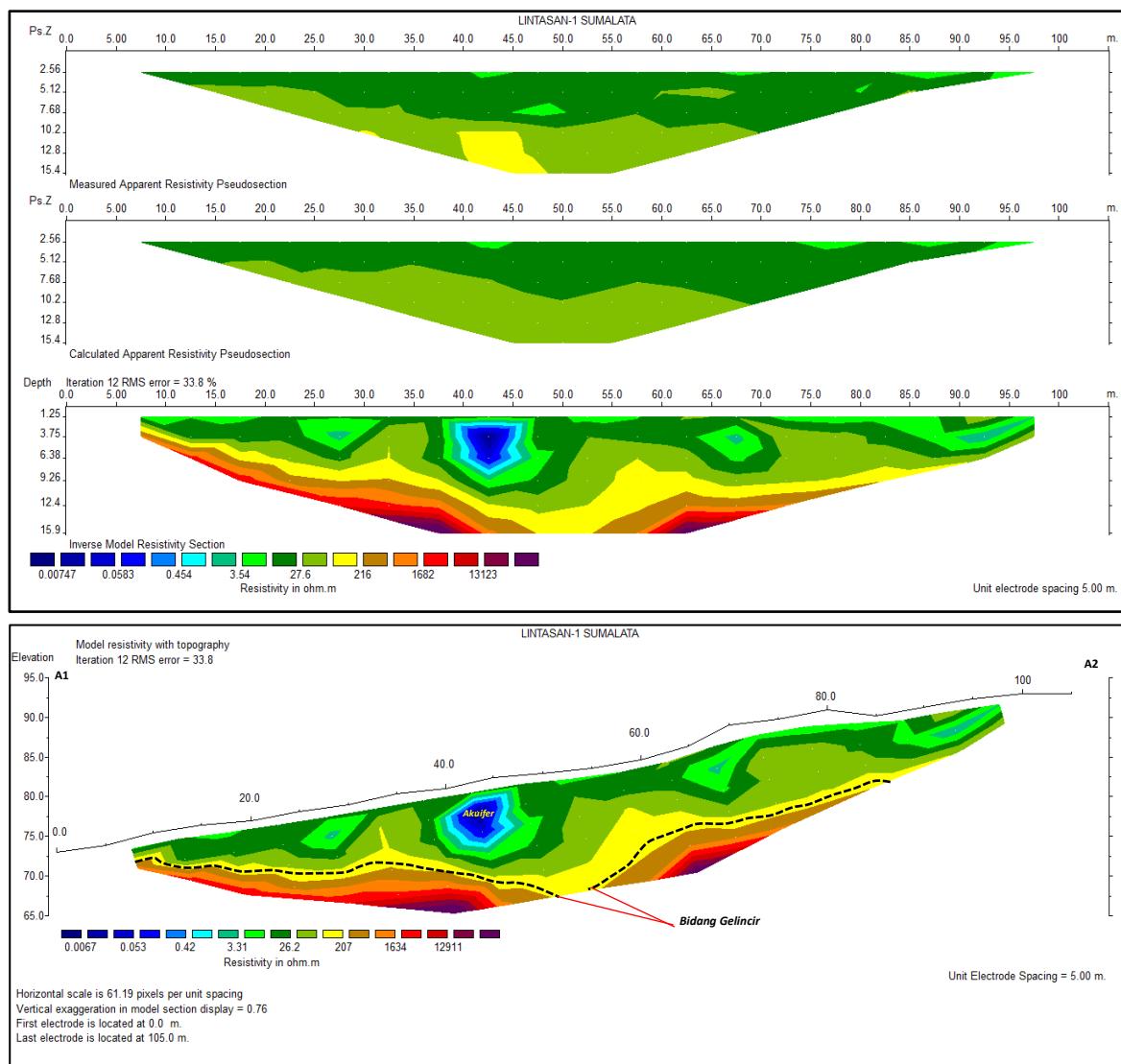
3.2.2 Bidang gelincir longsoran pada Lintasan 2 di Kecamatan Sumalata

Panjang Lintasan-2 adalah 100 meter yang berada pada ketinggian 73 – 93 mdpl. Distribusi nilai tahanan jenis pada Lintasan 2 berkisar antara 0,0067 Ω m – 12911 Ω m. Kedalaman maksimum yang dapat dideteksi pada lintasan 2 yaitu 15,9 meter. Bidang gelincir longsoran berada pada kedalaman 2 meter – 3,75 meter. Jenis batuan adalah andesit yang mengalami pelapukan. Kemiringan longsoran rata-rata 12° ke arah barat. Hasil pemodelan resistivitas 2D pada lintasan 2 ditemukannya lapisan akuifer dangkal pada kedalaman 2,30 meter dengan nilai resistivity 0,0067 Ω m. Secara teoritis, bidang gelincir dangkal terdapat pada kedalaman 1,5 sampai 5 m dan bidang gelincir dalam terdapat pada kedalaman antara 5 sampai 20 m (Zulfiadi, 2011). Hasil pemodelan ini diperlihatkan pada Gambar 7.

3.2.3 Bidang gelincir longsoran pada Lintasan 3 Kecamatan Monano

Panjang lintasan 3 adalah 100 meter yang berada pada ketinggian 27 – 38 mdpl. Hasil pemodelan terdiri atas dua bagian yang masing-masing memperlihatkan anomali resistivitas tanpa koreksi topografi (gambar bagian atas), dan anomali resistivitas dengan koreksi topografi (gambar bagian bawah). Bidang gelincir Lintasan 3 ditemukan pada kedalaman 6,38 meter dengan ketebalan bidang gelincir >1 meter dengan tipe bidang gelincir *rotational slip*. Kemiringan sudut rata-rata sebesar 10° ke arah barat daya. Nilai resistivitas yang diperoleh pada Lintasan-3 bervariasi dengan informasi kedalaman mencapai 12,4 meter dari permukaan. Daerah bernilai resistivitas rendah yang dicitrakan dengan warna biru muda hingga biru tua dengan nilai resistivitas 0,051 Ω m – 0,468 Ω m. Zona dengan nilai resistivitas menengah hingga tinggi

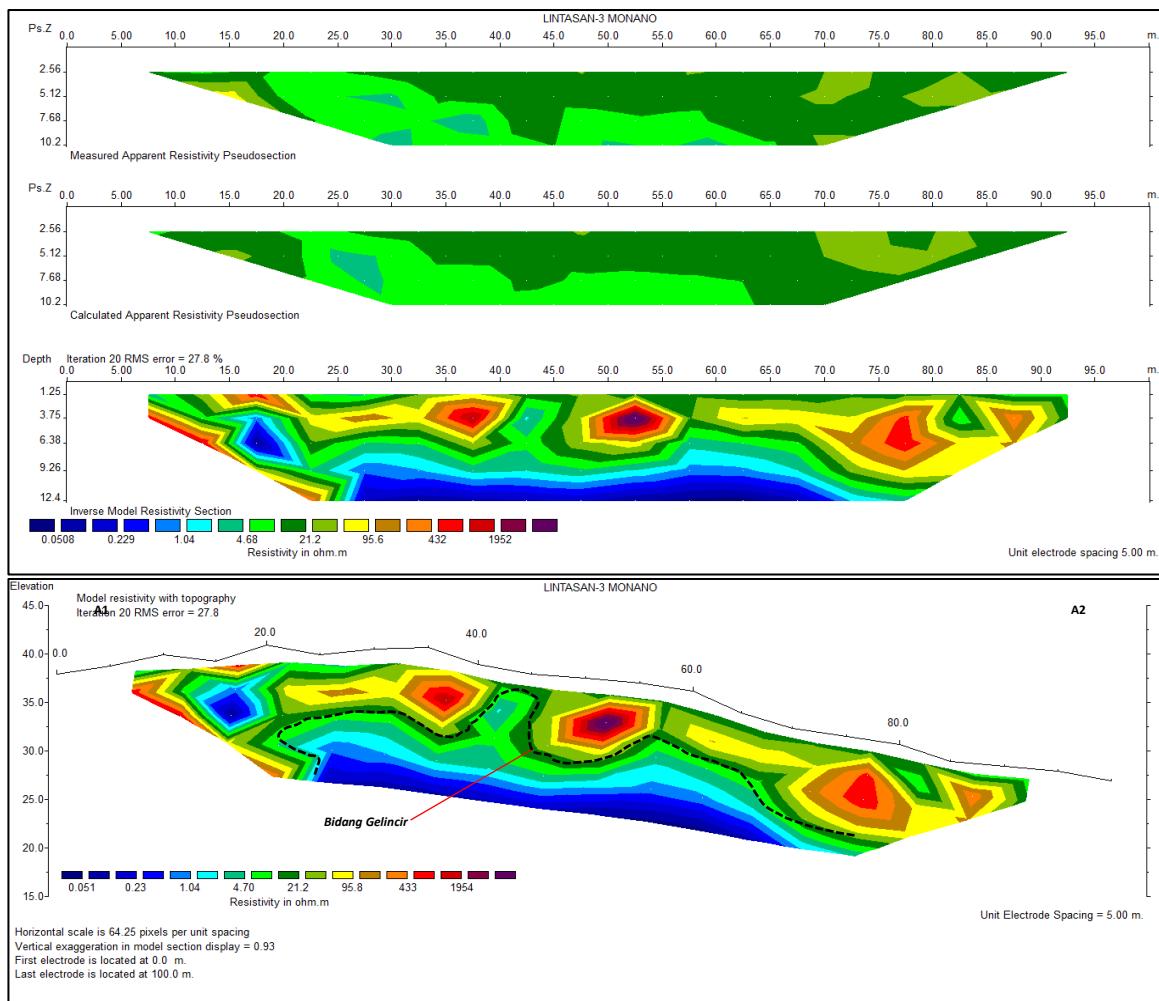
(warna hijau muda, kuning, merah hingga ungu) nilai resistivitas 21,2 Ωm – 1954 Ωm . Hasil pemodelan ini diperlihatkan dalam Gambar 8.



Gambar 7. Penampang Resistivitas-2D pada Lintasan 2 di Kecamatan Sumalata

3.2.4 Bidang gelincir longsoran pada Lintasan 4 di Kecamatan Sumalata Timur

Panjang Lintasan 3 adalah 100 meter yang berada pada ketinggian 35 – 46 mdpl. Hasil pemodelan ditunjukkan pada Gambar 9. Gambar 9 tersebut menunjukkan bidang gelincir yang memicu terjadinya longsor yang ditandai dengan lapisan berwarna kuning dengan nilai resistivitas 100-163 Ωm . Jenis batuan pada lintasan ini adalah batuan beku andesit teralterasi. Kemiringan bidang gelincir rata-rata sebesar 11° ke arah barat daya dengan ketinggian topografi 30 mdpl – 47 mdpl. Nilai resistivitas yang diperoleh pada Lintasan - 4 relatif bervariasi dengan kedalaman mencapai 15,9 meter dari permukaan. Zona dengan resistivitas rendah berkisar antara 0,89 Ωm – 57,4 Ωm (Biru tua sampai hijau muda) dan zona resistivitas tinggi 163 Ωm – 1308 Ωm (warna kuning sampai ungu). Berdasarkan analisis kejadian longsoran dilapangan tipe bidang gelincir pada lintasan -4 adalah *translation slip*.

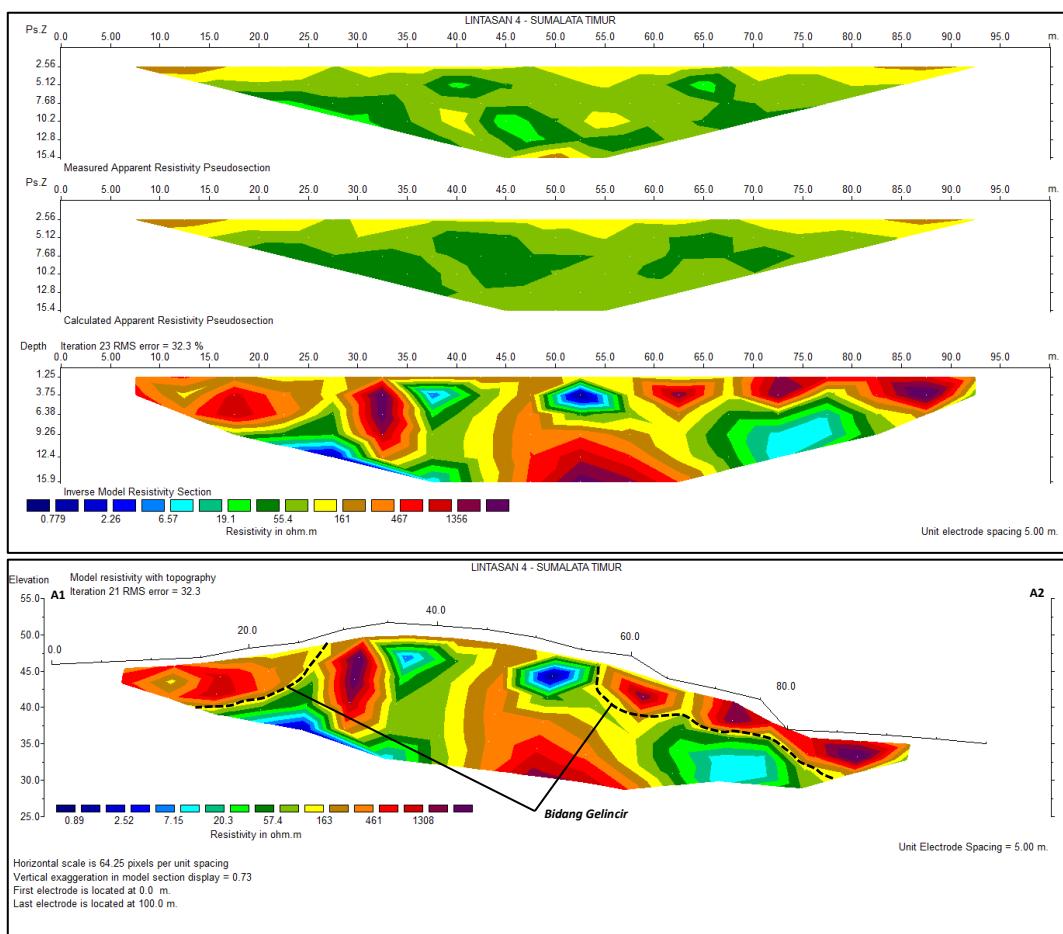


Gambar 8. Penampang Resistivitas-2D pada Lintasan 3 di Kecamatan Monano

3.3 Pembahasan

Kejadian longsoran pada wilayah penelitian difokuskan pada daerah permukiman dan akses jalan. Kejadian longsoran yang terjadi di wilayah Kabupaten Gorontalo Utara sebanyak 21 titik kejadian yang tersebar di Kecamatan Tomilito, Kecamatan Gentuma, Kecamatan Atinggola, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata. Berdasarkan hasil survei jumlah titik kejadian longsoran yang mendominasi di wilayah Kecamatan Sumalata Timur sebanyak 10 titik, Kecamatan Sumalata sebanyak 4 titik longsor, Kecamatan Tomilito 3 titik longsor, Kecamatan Monano 2 titik longsor dan Kecamatan Gentuma Raya dan Atinggola masing-masing 1 titik kejadian longsoran.

Hasil observai menunjukkan kejadian longsoran yang terjadi di lokasi penelitian disebabkan oleh pola pemanfaatan lahan yang tidak ramah lingkungan, antara lain alih fungsi lahan hutan menjadi lahan pertanian kering/jagung. Kondisi ini memicu terjadinya longsor. Curah hujan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kejadian longsoran. Curah hujan yang tinggi akan menyebabkan tanah jenuh oleh air sehingga gaya beban pada tanah akan meningkat (Ma *et al*, 2015; (Hardiyatmo, 2006; Asikia *et al*, 2019; Gemizzi *et al*, 2011). Kejadian longsoran di Kabupaten Gorontalo Utara tejadi pada intensitas curah hujan rata-rata antara 1000 – 2000 mm/tahun.



Gambar 9. Penampang Resistivitas-2D pada Lintasan 4 Sumalata Timur

Berdasarkan pada analisis tumpeng-susun (*overlay*) antara peta geologi dan peta lokasi kejadian longsoran, maka dapat dijelaskan bahwa longsoran longsoran dijumpai pada formasi batuan Tpwv (Breksi Wubudu), Tmb (Diorit Boliohuto) dan Tmbv (Batuan Gunungapi Bilungala). Longsoran pada Formasi Tmbv (Batuan Gunungapi Bilungala) sangat dipengaruhi oleh faktor hidrologi. Pada lokasi ini ditemukan beberapa titik mata air dan aliran sungai-sungai kecil. Faktor penggunaan lahan juga turut berpengaruh terhadap kejadian longsoran di Kabupaten Gorontalo Utara. Pada umumnya, kejadian longsoran terjadi pada pertanian lahan kering. Kondisi tanah yang jenuh air pada kondisi lereng yang curam dapat memicu tejadinya longsor. Inilah yang utama mendorong kemungkinan perkembangan longsoran yang bervariatif dan kompleks. Kejadian longsor pada Formasi Batuan Tmbo (Diorit Boliohuto) dipengaruhi oleh patahan serta pelapukan batuan. Kondisi ini melemahkan kekompakan massa batuan sehingga dapat menimbulkan longsoran. Ketika intensitas curah hujan tinggi, air masuk kedalam tanah melewati patahan sehingga membentuk bidang gelincir longor yang memicu terjadinya longsoran. Pelapisan batuan yang dikontrol oleh adanya rekahan, patahan, serta terdapatnya endapan massa tanah dan batuan dapat mempercepat terjadinya longsoran apabila hujan turun dalam intensitas dan jumlah yang tinggi (Suratman, 2002; Nasiah & Invanni, 2014; Wen *et al*, 2017; Lihawa *et al*, 2014))

Longsoran di daerah penelitian terjadi pada satuan lahan dengan kemiringan lereng $>15\% - 45\%$ yang merupakan ciri perbukitan hingga pegunungan yang sangat curam dengan ketingian rata-rata 100 – 1.000 mdpl. Kemiringan lereng merupakan salah satu faktor pemicu terjadinya longsor. Kemiringan menjadi faktor pengendali terpenting proses gravitasi, karena berhubungan dengan tegangan geser yang bekerja ke permukaan tanah (Hardiyatmo, 2006; Abdur, 2010; Bui, Revhaug, & Dick, 2011; Patuti *et al*, 2017; Abrauw, 2017). Wilayah kemiringan lereng yang curam di Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata mendominasi kejadian longsoran. Tipe longsoran yang terjadi adalah *Rock topples*, *Plannar Slide* dan *Rotational slide*.

4. Kesimpulan

Sebaran kejadian longsoran di daerah penelitian terjadi hampir seluruh wilayah kabupaten Gorontalo Utara. Jumlah kejadian longsoran adalah 21 kejadian yang tersebar di wilayah Kecamatan Tomilito, Kecamatan Gentuma, Kecamatan Atinggola, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata. Hasil pengukuran morfometri longsoran dan berdasarkan analisis terhadap indeks klasifikasi diperoleh tipe longsoran yang terjadi di Kabupaten Gorontalo Utara adalah tipe *rotational slide*, *planar slide*, *slide flow* dan *rock/topples and slide*. Hasil analisis *Resistivity Mapping* menggunakan konfigurasi *Wenner Schlumberger* diperoleh kedalaman longsoran pada lintasan 1 di Kecamatan Tomilito sebesar 5 – 6,38 meter, kemiringan longsoran 13° ke arah selatan. Kedalaman longsoran yang terjadi pada lintasan 2 di Kecamatan Sumalata sebesar 2 – 3,75 meter, kemiringan longsoran 12° ke arah Barat.

Bidang gelincir Lintasan 3 di Kecamatan Monano berada pada kedalaman 6,38 - 12,4 meter. Kemiringan sudut rata-rata sebesar 10° ke arah barat daya. Bidang gelincir longsoran pada Lintasan 4 di Kecamatan Samalata Timur berada pada kedalaman 15,9 meter. Kemiringan sudut rata-rata sebesar 11° ke arah barat daya.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kepada Pusat Studi Lingkungan dan Kependudukan (PSL-K) LPPM Universitas Negeri Gorontalo, Dinas PUPR Kabupaten Gorontalo Utara dan BPBD Kabupaten Gorontalo Utara yang telah membantu dalam proses pengumpulan dan analisis data.

6. Referensi

- Abdur, R. (2010). Penggunaan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Kerawanan Longsor di Kabupaten Purworejo. *Jurnal Bumi Lestari*, 10(2), 191-199.
- Abrauw, R. D. (2017). Wilayah Rawan Longsor Di Kota Jayapura. *Jurnal Geografi Lingkungan Tropik*, 1(1), 14–28. *Jurnal Geografi Lingkungan*, 1(1), 14-28.
- Asikia, M. I., Maryati, S., & Akaseh, N. (2019). Analisis Tingkat Kerentanan Longsor Daerah Muara Sungai Bone Kota Gorontalo, Teknik Geologi, Universitas Negeri Gorontalo. *Jambura Geoscience Review*, 1(2), 87-101. doi:DOI: 10.34312/jgeosrev.v1i2.2474
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana Indonesia. (2020). *Data Informasi Bencana Indonesia*. Jakarta: BNPB.
- Bui, D. T., Revhaug, I., & Dick, O. (2011). Bui, D.T., Revhaug, I., Dick, O., 2011. Landslide susceptibility analysis in the Hoa Binh province of Vietnam using statistical index and logistic regression. *Nat. Hazards* 59 (3), 1413–1444. *Nat Hazards*, 59(3), 1413-1444.
- Dukalang, M. (2019). *Analisis kekeringan meteorologis terhadap kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Gorontalo*. Gorontalo: Program Pasca Sarjana Universitas Negeri Gorontalo.
- Feizizadeh, B., & Blaschke, T. (2013). Land suitability analysis for Tabriz County, Iran: a multi-criteria evaluation approach using GIS. *Journal of Environmental Planning and Management*, 56(1), 1-23.
- Gemizzi, A., Falalakis, G., Eskioglou, C., & Petalas, C. (2011). Evaluating Landslide Susceptibility Using Enveronmenal Factors, Fuzzy Membership Function and GIS. *Global NEST Journal*, 13(1), 28-40.
- Hardiyatmo, H. (2006). *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Lihawa, F., Patuti, I. M., & Nurfaika. (2014). Sebaran Aspek Keruangan Tipe Longsoran di Daerah Aliran Sungai Alo Provinsi Gorontalo. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(3), 277-285.
- Ma, T., Li, C., Lu, Z., & Bao, Q. (2015). Rainfall intensity-duration thresholds for the initiation of landslides in Zhejiang Province, China. *Geomorphology* 245, 193–206. *Geomorphology*, 193-206.
- Naryanto, H. S., Wisyanto, Sumargana, L., Ramadhan, R., & Prawiradisastra, S. (2016). Kajian Kondisi Bawah Permukaan Kawasan Rawan Longsor dengan Geolistrik untuk Penentuan Lokasi Penempatan Instrumentasi Sistem Peringatan Dini Longsor di Kecamatan Talegong. *Jurnal Riset Kebencanaan Indonesia (JRKI)*, 161-172.
- Nasiah, & Invanni, I. (2014). Identifikasi Daerah Rawan Bencana Longsor Lahan Sebagai Upaya Penanggulangan Bencana di Kabupaten Sinjai. *Jurnal Sainsmat*, 3(2), 109-121. doi:<https://doi.org/10.35580/sainsmat3211012014>
- Patuti, I. M., Rifa'i, A., & Suryolelono, K. B. (2017). Mechanism and Characteristics of The Landslides in Bone Bolango Regency, Gorontalo Province, Indonesia. *Geomate*, 12(9), 1-8.
- Ramadhan, N. I., & Idajati, H. (2017). Identifikasi Tingkat Bahaya Bencana Longsor, Studi kasus: Kawasan Lereng Gunung Lawu, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), 87-90. doi:DOI: 10.12962/j23373539.v6i1.22333
- Suratman, W. (2002). *Studi Erosi Parit dan Longsoran Dengan Pendekatan Geomorfologis di Daerah Aliran Sungai Oyo Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Wen, F., Xin-Sheng, W., & Bin, Z. (2017). Landslide susceptibility assessment using the certainty factor and analytic hierarchy process. *J. Mt. Sci*, 14(5), 906-925. doi:DOI: 10.1007/s11629-016-4068-2
- Wen, F., Xin-Sheng, W., Yan-bo, C., & Bin, Z. (2017). Landslide susceptibility assessment using the certainty factor and analytic hierarchy process . *J. Mt. Sci*, 14(5), 906-925. doi:DOI: 10.1007/s11629-016-4068-2
- Weng, E., Farrior, C. E., Dybzinski, R., & Pacala, S. W. (2017). Predicting vegetation type through physiological and environmental interactions with leaf traits: evergreen and deciduous forests in an earth system modeling framework. *Glob. Change Biol.*, 23, n. *Glob. Change Biol*, 23(6), 2482-2498. doi:doi:10.1111/gcb.13542
- Zulfiadi, Z. (2011). *Analisis Kestabilan Lereng Tanah*. Bandung: Universitas Padjajaran. Bandung: Universitas Padjajaran.



Jambura Geoscience Review

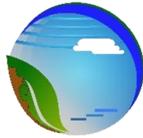
Editorial Office: Department of Earth Science and Technology, Gorontalo State University, Jl. Jenderal Sudirman No.6, Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo 96128, Indonesia, Tel. +62-822-59506768, +62-822-92284121, E-mail: geosrev@ung.ac.id

COMMENT REVIEWER

Manuscript Title : ANALISIS TIPE DAN BIDANG GELINCIR LONGSORAN DI KABUPATEN GORONTALO UTARA

INDEXED BY:





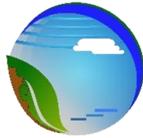
Jambura Geoscience Review

Editorial Office: Department of Earth Science and Technology, Gorontalo State University, Jl. Jenderal Sudirman No.6, Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo 96128, Indonesia, Tel. +62-822-59506768, +62-822-92284121, E-mail: geosrev@ung.ac.id

COMMENT	RESPONSE	PAGE
Judul: dipilih longsoran atau longsor	Judul sudah diperbaiki : Longsoran diganti dengan Longsor Analisis Tipe dan Bidang Gelincir Longsor Di Kabupaten Gorontalo Utara	
Tujuan penelitian diperbaiki apakah hanya menentukan bidang gelincir atau akan sampai menentukan tipe longsor	Telah diperbaiki: Tujuan penelitian	
Hasil ini tidak perlu disebutkan karena kalimat berikutnya sudah menjelaskan hasil secara komprehensif dari seluruh wilayah Kabupaten Gorontalo Utara	Telah dihapus	
Abstract menggambarkan secara umum jadi jelaskan hasil dan pembahasan rata-rata dari empat lokasi pengukuran bukan penjelasan masing-masing lokasi nanti jika membutuhkan maka pembaca bisa membaca lebih detail di bagian hasil dan pembahasan	Telah diperbaiki dengan menyebutkan rata-rata kedalaman longsor secara umum.	
Situs menurut siapa	Referensi sudah ditambahkan	
Dipisah menunjukkan tempat	Telah diperbaiki	
Ditambahkan huruf vokal	Telah diperbaiki	
Benarkan menurut Weng et al, 2017. Coba tunjukkan paper mengenai longsor menurut Weng et al, 2017	Telah diperbaiki. Yang sebenarnya adalah Wen et al	
Awal kalimat tidak boleh menggunakan kata sambung pada	Berdasarkan KBBI, kata “pada” bukan merupakan kata sambung, akan tetapi merupakan kata depan.	
Pendahulaun menjelaskan mengenai Latar belakang mengenai penelitian dan diakhiri tujuan penelitian yang akan dicapai agar jelas arah dalam penelitian ini yang tertuang dalam jurnal ini.	Telah diperbaiki dengan menambahkan tujuan penelitian	

INDEXED BY:





Jambura Geoscience Review

Editorial Office: Department of Earth Science and Technology, Gorontalo State University, Jl. Jenderal Sudirman No.6, Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo 96128, Indonesia, Tel. +62-822-59506768, +62-822-92284121, E-mail: geosrev@ung.ac.id

Legenda tidak bisa dibaca jelas buat yang proporsional sehingga memudahkan pembaca	Gambar 1 Peta lokasi sudah diperbaiki	2
Referensi Gambar 2.	Telah diperbaiki dengan menambahkan sumber referensinya	3
Metode geolistrik tdk diuraikan singkat	Telah diperbaiki.	3
Referensi penentuan morfometri longsor dan type longsor	Telah diperbaiki	3
Referensi Metode geolistrik	Telah diperbaiki	4
Buatkan ploting hasil pengukuran di lapangan ke dalam Gambar 3 klasifikasi longsor untuk membuktikan analisis tipe longsor	Hasil ploting tipe longsoran ditunjukkan pada Gambar 4	7
Type rock: Mengacu klasifikasi longsor siapa ? karena di Gambar 3 klasifikasi longsor tidak ada tipe longsor ini jadi harus disebutkan	Telah diperbaiki	7
Jangan memulai kata sambung "Pada"	Berdasarkan KBBI, kata "pada" bukan merupakan kata sambung, akan tetapi merupakan kata depan.	
Apa ada bukti patahan di lokasi?	Ditunjukkan dengan foto pada Gambar 7	
sulit terbaca buat insert lokasi perkecamatan agar lebih detail dan jelas gambarnya	Gambar 5 telah diperbaiki	7
Hasil pengukuran <i>Resistivity Mapping</i> menggunakan konfigurasi <i>Wenner Schlumberger</i> dari 4 lokasi atau lintasan dibuat dalam satu tabel agar lebih mudah dibaca dan terstruktur	Telah diperbaiki	8
Masukan di pendahuluan jangan di pembahasan: (Zulfiadi, 2011) bidang gelincir dangkal pada kedalaman 1,5 meter sampai 5 meter dan bidang gelincir dalam 5 meter sampai 20 meter	Kutipan ini dicantumkan untuk mempertegas hasil penelitian, oleh sebab itu dicantumkan pada pembahasan	8
Lapisan batuan apa:	Telah diperbaiki	9

INDEXED BY:





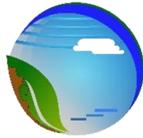
Jambura Geoscience Review

Editorial Office: Department of Earth Science and Technology, Gorontalo State University, Jl. Jenderal Sudirman No.6, Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo 96128, Indonesia, Tel. +62-822-59506768, +62-822-92284121, E-mail: geosrev@ung.ac.id

Bidang gelincirnya di bagian mana. (Gambar 7)	Bidang gelincir ditunjukkan pada garis hitam putus-putus pada Gambar paling bawah Gambar 7	9
Tahu dari mana andesit teraleterasi apakah melakukan analisis petrografi	Analisis petrografi tidak dilakukan.	9
Dibuat satu gambar kombinasi dari Gambar 6,7,8 dan 9 karena kepsen gambar sama yang membedakan hanya lokasi agar memudahkan pembaca sekaligus melengkapi Tabel yang dibuat sebelumnya yakni Tabel kombinasi hasil pengukuran <i>Resistivity Mapping</i> menggunakan konfigurasi <i>Wenner Schlumberger</i> dari 4 lokasi atau lintasan	Menurut pendapat penulis, setiap gambar berbeda. Kesan yang membuat sama adalah kesan warna gambar. Bidang gelincir longsoran dari setiap lokasi ditunjukkan pada gambar paling bawah dari setiap gambar. Untuk menghilangkan kesan sama, maka penataan gambar dijadikan satu sehingga kehilatan perbedaannya	9 - 10
Lengkapi huruf : observasi	Telah diperbaiki	10
Tunjukkan foto lapangan yang menunjukkan kondisi tanah atau sampel tanah di lokasi penelitian jenuh air	Telah diperbaiki Gambar 7	11
Tunjukan bukti foto atau peta tata guna lahan sehingga faktor penggunaan lahan menjadi salah satu pemicu longsor	Telah diperbaiki Gambar 7	11
Tunjukkan bukti foto dan hasil pengukuran yang menyebutkan ada patahan (sesar) di lapangan termasuk foto bukti lapangan mengenai pelapukan batuan menjadi penyebab longsor	Telah diperbaiki Gambar 7	11
Jangan memulai kata sambung	Berdasarkan KBBI, kata “pada” bukan merupakan kata sambung, akan tetapi merupakan kata depan.	

INDEXED BY:





Jambura Geoscience Review

Editorial Office: Department of Earth Science and Technology, Gorontalo State University, Jl. Jenderal Sudirman No.6, Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo 96128, Indonesia, Tel. +62-822-59506768, +62-822-92284121, E-mail: geosrev@ung.ac.id

Mengapa menyimpulkan bahwa batuan di lokasi penelitian ada dari Formasi Batuan Tmbo (Diorit Boliohuto) padahal hasil pengukuran <i>Resistivity Mapping</i> menggunakan konfigurasi <i>Wenner Schlumberger</i> dari 4 lokasi atau lintasan menunjukkan nama batuan andesit jelas nama batuan andesit dengan diorite berbeda secara genesa maupun kondisi petrologinya	Kalimat ini telah dihapus	10
Perbaiki sitasi. Cek lagi cara sitasi jika jumlah penulis tiga orang	Telah diperbaiki	
Perlu ditambahkan kesimpulan garis besar hasil analisis tipe dan bidang gelincir longsor Kabupaten Gorontalo Utara mengacu hasil penelitian	Isi kesimpulan telah menunjukkan garis besar hasil penelitian. Kesimpulan menjawab tujuan. Tujuan penelitian adalah untuk menentukan tipe longsor dan bidang gelincir longsor, sehingga isi kesimpulan meliputi dua hal tersebut	
Referensi perlu ditambahkan alamat URL	Telah diperbaiki	

INDEXED BY:





Fityane Lihawa <fitryane.lihawa@ung.ac.id>

HASIL REVIEW ARTIKEL JAMBURA GEOSCIENCE REVIEW

Jambura Geoscience Review <geosrev@ung.ac.id>

Kepada: Fityane Lihawa <fitryane.lihawa@ung.ac.id>

21 Juni 2021 08.53

Yth Dr. Fitryane Lihawa, M.Si,

Kami telah menerima hasil telaahan (review) atas naskah dengan **ID JGEOSREV-10623** dari reviewer 2 (terlampir). Harap perbaiki naskah secara ketat sesuai dengan komentar Reviewer yang terlampir. Naskah tidak akan dipertimbangkan tanpa revisi yang dibuat sesuai dengan rekomendasi reviewer. Selain melakukan perbaikan pada naskah penelitian, mohon untuk **mengisi tabel perbaikan terlampir (comment review)** untuk memudahkan reviewer dalam memeriksa kesesuaian komentar dengan hasil perbaikan dari author. Dimohon revisi naskah yang telah diperbaiki diberi mark bagian yang sudah dilakukan revisi (**misal. warna kuning**). Agar reviewer mudah mengecek kembali bagian-bagian yang diperbaiki. Hasil perbaikan harap segera diperbaiki dan dikirim kembali kepada kami dalam waktu **kurang dari 4 hari (paling lambat 25 Juni 2021)**. Mohon untuk dapat dikirimkan sesuai tanggal deadline melalui **email: geosrev@ung.ac.id**, agar naskah dapat diproses lebih lanjut.

Hormat Kami,

Managing Editor

Syahrizal Koem

[Kutipan teks disembunyikan]

--

[Kutipan teks disembunyikan]

3 lampiran

[JGEOSREV] REVIEW NOTES BL.docx
85K

ID JGEOSREV 10623 rev bl.docx
2221K

[JGEOSREV] COMMENT REVIEWER.docx
78K



Jambura Geoscience Review

Editorial Office: Department of Earth Science and Technology, Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Jenderal Sudirman No.6, Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo 96128, Indonesia, Tel. +62-822-59506768, +62-822-92284121, E-mail: geosrev@ung.ac.id

REVIEW NOTES

Manuscript Title : Analisis Tipe Dan Bidang Gelincir Longsoran Di Kabupaten Gorontalo Utara

Manuscript ID : JGEOSREV 10623

1. Impact on science and technology:

- Give a new theory base
- Give new information
- Is a confirmation
- Nothing new

2. Priority for publication in Jambura Geoscience Review (JGEOSREV):

- High
- Moderate
- Low

3. Comments

No.	Object	Comments
1.	<i>Title</i>	Jelas, sesuai dengan isi artikel
2.	<i>Abstract</i>	Jelas, sesuai dengan isi artikel
3.	<i>Introduction</i>	Metode yang dipilih belum cukup diungkapkan
4.	<i>Methodology</i>	Langkah metode geolistrik cukup menggunakan ilustrasi gambar Gambar, dan rumus perlu dituliskan sitasinya
5.	<i>Results and Discussion</i>	Perlu diperhatikan kerapian penulisan masing2 lintasan: deskripsi dan ilustrasi tidak sesuai Sajian tabel 1 masih perlu disederhanakan, bisa disajikan titik sampel pada peta

INDEXED BY:





Jambura Geoscience Review

Editorial Office: Department of Earth Science and Technology, Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Jenderal Sudirman No.6, Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo 96128, Indonesia, Tel. +62-822-59506768, +62-822-92284121, E-mail: geosrev@ung.ac.id

No.	Object	Comments
6.	<i>Conclusion</i>	Cukup jelas Cek kesesuaian tipe/istilah longsoran
7.	<i>References</i>	Perlu ditambahkan untuk gambar dan persamaan yang disitasi
8.	<i>Special Notes</i>	Masih ditemukan kesalahan ketik (typo) Sajian model 2D tidak perlu ditampilkan proses, cukup model dengan input topografi Tataguna fungsi lahan tidak cukup jelas di peta atau deskripsi, tapi di sebut dalam pembahasan dan simpulan

SUBMISSION DECISION*

Accepted

Accepted with some revision by editorial board

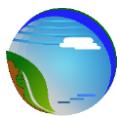
Accepted with some revision by authors ✓

Rejected

* Please fill/mark the form

INDEXED BY:





ANALISIS TIPE DAN BIDANG GELINCIR LONGSOR DI KABUPATEN GORONTALO UTARA

INFO ARTIKEL

Article history:

Received:

Accepted:

Published:

Keywords:

Geoelectric; Landslide; Morphometry;
Resistivity; Slope

Corresponding author:

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the type of landslides and analyze the landslide slip in North Gorontalo District, Gorontalo Province using the geoelectric method. This research begins by determining the type and kind of landslides found in North Gorontalo District. The location of the measurement was carried out at 4 (four) locations, 1st Track in Tomilito District; 2nd track in Sumalata District; 3rd track in Monano District; and 4th track in East Sumalata District. The research method used was field survey with land unit approach. Data analysis to determine the type and kind of landslides is using the landslide classification index method. Analysis of geoelectric measurement results using the Schlumberger-Configuration. The results showed that the types of landslides that occurred in North Gorontalo Regency were the type of planar slide, rotational slide, slide flow, rock/ropple. The average depth of the landslide slip that occurred was 5 – 15.9 meters. In general, landslides that occur in North Gorontalo Regency are caused by high rainfall and land conversion for agriculture

Copyright © 2021 The Authors
This open access article is distributed under a
Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 International license

1. Pendahuluan

Bencana tanah longsor adalah salah satu bentuk bencana fisik alami yang sering terjadi di Indonesia dan secara umum terjadi di wilayah pegunungan dengan kemiringan lereng yang curam (Hardiyatmo, 2006). Kejadian bencana longsor berhubungan dengan faktor alam seperti curah hujan, penutupan lahan, topografi, kelerengan, geologi/batuhan dan jenis tanah (Wen et al, 2017). Bencana tanah longsor sering menyebabkan korban jiwa, kerusakan rumah, dan kerusakan sarana dan prasarana pemukiman karena tertimpak dan tertimbun material longsor sehingga berdampak pada kondisi sosial dan ekonomi masyarakat (Ramadhan & Idajati, 2017; Wen et al, 2017). Tanah longsor yaitu perpindahan material tanah maupun batuan akibat gaya berat (gravitasi bumi). Terjadinya tanah longsor disebabkan oleh adanya gangguan kesetimbangan lereng pada faktor pengontrol dan faktor pemicu. Ketidakseimbangan gaya terjadi karena gaya peluncur lereng lebih besar daripada gaya penahannya. Kondisi ini mengakibatkan masa tanah bergerak turun (Naryanto et al, 2016; Hardiyatmo, 2006).

Provinsi Gorontalo khususnya daerah Kabupaten Gorontalo Utara termasuk wilayah rawan terjadinya bencana tanah longsor. Area kemiringan 20-40% yang sengaja dibuka untuk lahan pertanian, kondisi perbukitan rata-rata 200-300 mdpl yang tidak ditanami tanaman tahunan memicu struktur tanah menjadi lebih mengakibatkan rawan bencana longsor (BPBD Kabupaten Gorontalo Utara, 2019). Pada musim kemarau sering terjadi aktivitas pembakaran hutan tanpa memikirkan risiko pada ekosistem dan daya dukung lingkungan (Dukalang, 2019). Data informasi bencana Indonesia (DIBI) merilis kejadian longsor yang terjadi di Jalan Trans Sulawesi bagian barat Kabupaten Gorontalo Utara. Kondisi jalan terputus karena terjadi longsor di Desa Tolitehuyu, Kecamatan Monano yang menutupi seluruh badan jalan lebih dari 100 meter. Tercatat ada 30 titik rawan longsor di Wilayah Barat Gorontalo Utara. Dari

Commented [LS1]: Re-check, Jar or topple ? The definition of jar is different from topple.

Commented [LS2]: Harus konsisten jika judul mengacu Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah menggunakan kata longsor maka semua harus longsor bukan lagi longsoran.

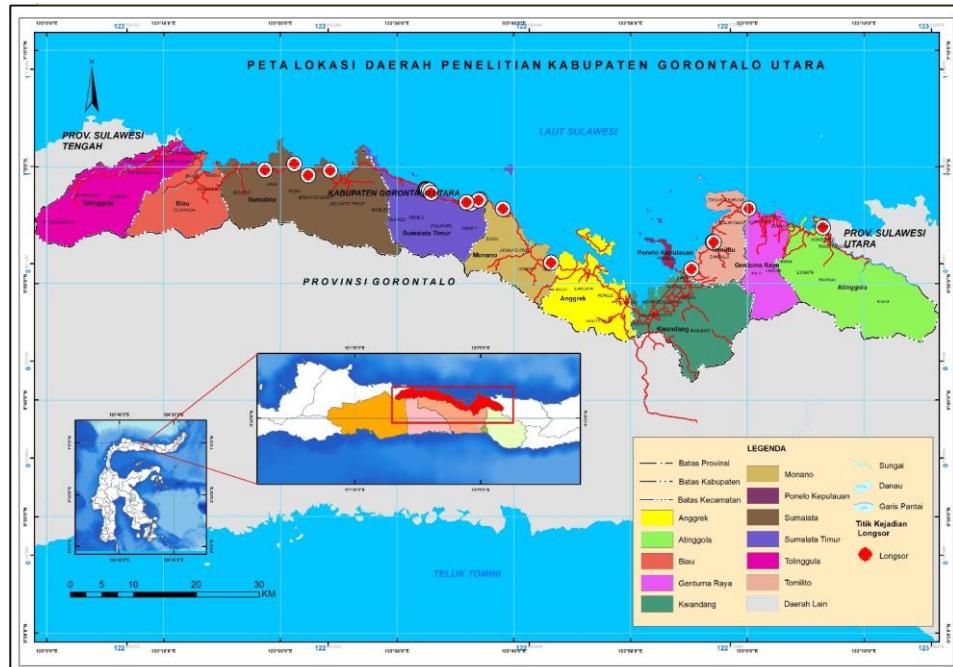
kejadian tersebut, terdapat 70 orang dari 14 keluarga mengungsi. Selain itu juga terjadi longsor sepanjang 50 meter dan tinggi 15 meter menutup akses jalan Desa Kikia Kecamatan Sumalata, Gorontalo Utara (BNPB Indonesia, 2020).

Menghindari jatuhnya korban yang lebih besar akibat bencana tanah longsor maka diperlukan upaya untuk menimbulkan dampak kerugian yang ditimbulkan. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan mempelajari tipe dan bidang longsor agar dapat diketahui karakteristik longsor yang terjadi dalam suatu wilayah. Dengan demikian, pemerintah daerah dapat merencanakan suatu program untuk mitigasi terhadap bencana longsor. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tipe longsor dan bidang gelincir longsor yang terjadi di Kabupaten Gorontalo Utara.

2. Metode

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Kabupaten Gorontalo Utara Provinsi Gorontalo. Letak geografis Kabupaten Gorontalo Utara terletak antara koordinat $00^{\circ} 41' 23'' - 1^{\circ} 07' 55''$ LU dan $121^{\circ} 58' 59'' - 123^{\circ} 16' 29''$ BT. Luas lokasi penelitian adalah $1.777,002 \text{ km}^2$. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2. Populasi dan sampel penelitian

Populasi penelitian meliputi seluruh wilayah Kabupaten Gorontalo Utara. Hasil pengamatan ditemukan 21 lokasi longsor yang terjadi di Kabupaten Gorontalo Utara. Penentuan sampel penelitian berdasarkan klasifikasi tipe longsor. Setiap tipe longsor menjadi lokasi sampel untuk kajian bidang gelincir longsor.

2.3. Alat penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah satu set geolistrik. Geolistrik digunakan untuk mendekripsi dan memetakan bidang gelincir longsor, kedalaman serta litologi perlapisan batuan gelincir bawah permukaan. GPS (*Global positioning Sistem*) untuk menentukan koordinat lokasi sampel penelitian. Meteran untuk mengukur morfometri longsor dan digunakan untuk mengukur panjang serta jarak lintasan yang dilalui kabel pengantar listrik.

Commented [LS3]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS4]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS5]: Gambar lokasi merupakan tujuan yang akan diteliti jadi hasil tipe longsor harusnya belum ada atau belum muncul.

Commented [LS6]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS7]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS8]: Konsistensi menggunakan kata longsor

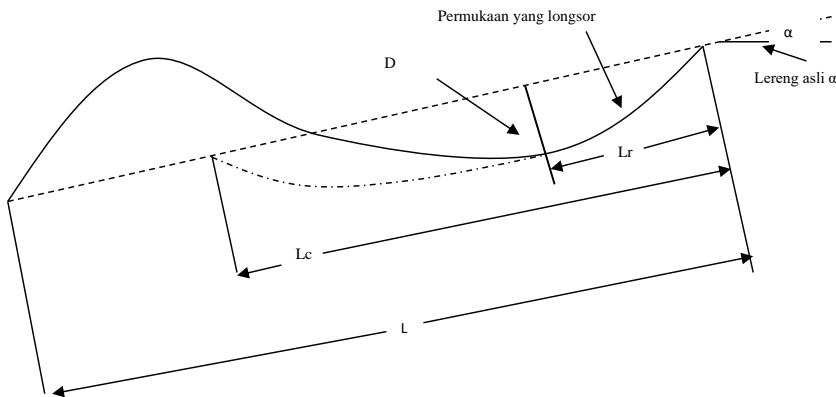
Commented [LS9]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS10]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS11]: Konsistensi menggunakan kata longsor

2.4. Metode pengumpulan data

Pengumpulan data tipe longsor dilakukan dengan metode observasi langsung kejadian longsor di lapangan. Setiap titik longsor dilakukan pengukuran morfometri longsor seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Parameter-parameter Morfometri Longsor (Varnes, 1969)

keterangan: D = kedalaman longsor; L = panjang longsor; L_c = panjang bagian cekung; L_r = Panjang permukaan *rupture*.

Pengumpulan data bidang gelincir longsor menggunakan metode tahanan jenis (*Resistivitas 2D*). Metode tahanan jenis dengan menggunakan teknik pencitraan resistivitas multi elektroda. Pengolahan data hasil pengukuran geolistrik dilakukan menggunakan software *RES2DINV*.

2.5. Analisis data

Analisis tipe longsor ditentukan berdasarkan indeks klasifikasi analisis data morfometri longsor menggunakan rumus sebagai berikut (Suratman, 2002):

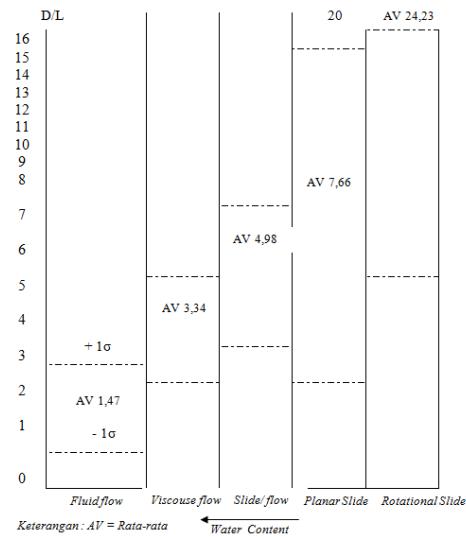
$$\text{Indeks Klasifikasi} = \frac{D}{L} \times 100\% \quad (1)$$

dimana: D = kedalaman longsor; L = panjang longsor

Menentukan tipe longsor berdasarkan pada hasil analisis indeks klasifikasi kemudian diplot ke dalam diagram klasifikasi seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

- Commented [LS12]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS13]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS14]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS15]: Konsistensi menggunakan kata longsor

- Commented [LS16]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS17]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS18]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS19]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS20]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS21]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS22]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS23]: Konsistensi menggunakan kata longsor



Gambar 3. Klasifikasi longsor (Varnes, 1978)

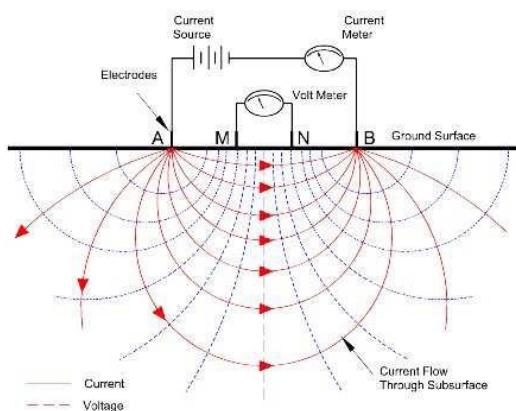
Kajian geolistrik untuk mengetahui sebaran kedalaman bidang gelincir longsor. Untuk menentukan bidang gelincir digunakan metoda geolistrik resistivitas. Tahanan jenis yang terukur adalah tahanan jenis semu seperti Persamaan 2 (Telford *et al.*, 1990)

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

dimana: ρ_a = resistivitas semu (Ωm); ΔV = Beda potensial (volt); I = Kuat arus (A); K = Faktor geometri $\pi n(n+1)$ (m)

Perhitungan reisitivitas semu mempertimbangkan nilai faktor geometri (K) sesuai dengan jenis konfigurasi yang digunakan. Untuk menentukan kedalaman maka jarak antara elektroda 2a sampai pada elektroda terakhir (n), kemudian jarak spasi antara elektroda AM dan elektroda NB ditingkatkan menjadi 3a, 4a dan seterusnya. Pada Gambar 4 diperlihatkan posisi masing - masing dua elektroda yang berdampingan.

Commented [LS24]: Konsistensi menggunakan kata longsor



Gambar 4. Letak Posisi Elektroda Konfigurasi Wenner-Schlumberger (Sharma, 1997)

Analisis data hasil pengukuran geolistrik dilakukan dengan menggunakan software *RES2DINV*. Hasil pengolahan menggunakan software tersebut akan dihasilkan kedalaman lapisan, tebal lapisan, nilai hambatan atau resistivitas tiap lapisan, bidang gelincir yang berpotensi longsor.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sebaran tipe longsor di Kabupaten Gorontalo Utara

Survei kejadian longsor dilakukan di seluruh wilayah Kabupaten Gorontalo Utara. Hasil survei ditemukan 21 titik longsor tersebar di wilayah Kecamatan Tomilito, Kecamatan Gentuma, Kecamatan Atinggola, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata dan Kecamatan Sumalata Timur. Hasil pengukuran morfometri longsor dan analisis tipe longsor ditunjukkan pada Tabel 1. Gambar penetapan tipe longsor berdasarkan klasifikasi longsor ditunjukkan pada Gambar 5.

Tabel 1. Hasil analisis tipe longsor |

No	Lokasi	Morfometri Longsor		Indeks Klasifikasi (D/L) x 100%	Tipe Longsor
		Kedalaman longsor (D)	Panjang longsor (L)		
1	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 58'05,3" E: 122° 32'28,9"	1,52	15,39	9,88	<i>Planar Slide</i>
2	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 58'03,7" E: 122° 32'33,1"	-	-	-	<i>Rock/Topples</i>
3	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 58'00,6" E: 122° 32'38,1"	2,35	17,14	13,71	<i>Planar Slide</i>
4	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 57'59,3" E: 122° 32'48,0"	1,15	9,9	11,62	<i>Planar Slide</i>
5	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 57'58,7" E: 122° 32'48,0"	1,2	4,3	27,91	<i>Rotational Slide</i>
6	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 57'45,6" E: 122° 32'57,9"	2,59	29,65	8,74	<i>Planar Slide</i>
7	Desa Deme 1 Kecamatan Sumalata Timur N: 0°56' 57,293" E: 122°35' 59,251"	3,4	18,2	18,68	<i>Rotational Slide</i>
8	Desa Deme 1 Kecamatan Sumalata Timur N: 00°56'51,8" E: 122°36'21,7"	2,3	29,65	7,76	<i>Planar Slide</i>
9	Desa Deme 1 Kecamatan Sumalata Timur N: 00°57'08,8" E: 122°37'01,6"	3,12	31,74	9,83	<i>Planar Slide</i>
10	Desa Dunu Kecamatan Monano	-	-	-	<i>Rock/Topples</i>

Commented [LS25]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS26]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS27]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS28]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS29]: Konsistensi menggunakan kata longsor

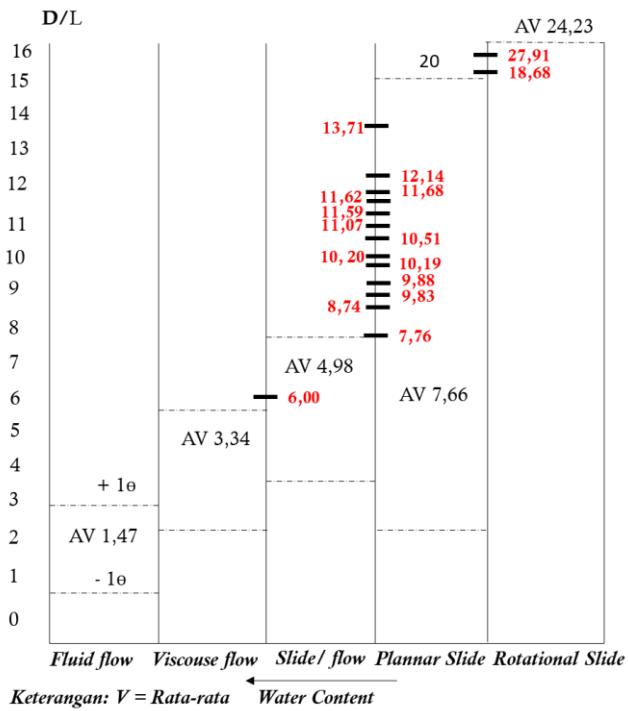
Commented [LS30]: Cek Klasifikasi Varnes 1978 apakah Toples atau Topples, karena maknanya berbeda.

Commented [LS31]: Cek ulang klasifikasi toples atau topples

No	Lokasi	Morfometri Longsor		Indeks Klasifikasi (D/L) x 100%	Tipe Longsor
		Kedalaman longsor (D)	Panjang longsor (L)		
11	Desa Dunu Kecamatan Monano N: 00°56'23,8" E: 122°39'06,5"	1,6	14,45	11,07	<i>Planar Slide</i>
12	Desa Tudi Kecamatan Monano N: 00°51'46,3" E: 122°43'14,9"	2,8	48	6,0	<i>Slide/Flow</i>
13	Desa Dambalo Kecamatan Tomilito N: 00°51'13,6" E: 122°55'15,7"	-	-	-	<i>[Rock/ Topples]</i>
14	Desa Dambalo Kecamatan Tomilito N: 00°53'33,3" E: 122°57'06,1"	-	-	-	<i>[Rock/ Topples]</i>
15	Desa Dambalo Kecamatan Tomilito N: 00°53'31,8" E: 122°57'10,1"	2,8	26,64	10,51	<i>Planar Slide</i>
16	Desa Molonggo Kecamatan Gentuma Raya N: 00°56'24,8" E: 123°00'09,9"	3,5	28,84	12,14	<i>Planar Slide</i>
17	Desa Kota Jin Kecamatan Atinggola N: 00°54'48,30" E: 123°06'31,21"	1,6	13,7	11,68	<i>Planar Slide</i>
18	Desa Kikia Kecamatan Sumalata N: 00°59'44,6" E: 122°18'43,3"	1,6	13,8	11,59	<i>Planar Slide</i>
19	Desa Kasia Kecamatan Sumalata N: 01°00'14,8" E: 122°21'13,4"	1,38	13,53	10,20	<i>Planar Slide</i>
20	Desa Kasia Kecamatan Sumalata N: 00°59'17,0" E: 122°22'24,6"	3,42	33,56	10,19	<i>Planar slide</i>
21	Desa Bulontio Barat Kecamatan Sumalata N: 00°59'41,9" E: 122°24'18,5"	-	-	-	<i>[Rock/ Topples]</i>

Sumber: Hasil Analisis, 2021

*[Rock/ Topples]***Commented [LS32]:** Cek ulang klasifikasi toples atau topples*[Rock/ Topples]***Commented [LS33]:** Cek ulang klasifikasi toples atau topples*[Rock/ Topples]***Commented [LS34]:** Cek ulang klasifikasi toples atau topples



Gambar 5. Hasil identifikasi tipe longsor

Hasil analisis menunjukkan tipe longsor yang terjadi di Kabupaten Gorontalo Utara adalah *planar slide*, *rotational slide*, *rock/topples* dan *slide/flow*. Tipe *Planar slide* merupakan tipe gerakan material berupa tanah atau batuan pada bidang lereng yang lemah. Tipe ini terjadi pada kemiringan lereng curam hingga sangat curam, tekstur tanah lempung berpasir dan memiliki kandungan air sedang hingga basah. Kondisi penggunaan lahan pada longsor tipe *planar slide* adalah pertanian lahan kering jagung dan semak belukar. Tipe longsor ini tersebar di Kecamatan Atinggola, Kecamatan Gentuma Raya, Kecamatan Tomilito, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata.

Tipe *rock/topples* dicirikan robohnya unit batuan akibat pelapukan dengan cara berputar ke depan ke unit batuan yang lebih rendah (Varnes, 1978). Tipe longsor ini diakibatkan oleh gaya gravitasi bumi dan kandungan air pada rekanan batuan yang mempercepat terjadinya proses pelapukan. Tipe longsor ini tersebar di Kecamatan Tomilito, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata. Pada umumnya, longsor ini terjadi pada jenis batuan sedimen yang mengalami pelapukan fisik maupun kimia dengan lereng yang curam - sangat curam, resistensi batuan dan relief berbukit.

Tipe *rotational slide* merupakan tipe longsor yang terjadi pada permukaan lereng cembung serta laju pergerakan material longsor lambat. Material berupa campuran tanah dan batuan serta tekstur tanah melekat dan bisa dibentuk bulatan pada penggunaan lahan pertanian jagung dan semak belukar. Tipe longsor ini tersebar di Kecamatan Sulamata Timur.

Tipe longsor *Slide/flow* terjadi di sekitar wilayah Kecamatan Monano. Material longsor berupa tanah dengan ketebalan material tanah 2,12 meter, laju pergerakan material cenderung lambat pada lereng yang landai. Tekstur tanah lempung campuran tekstur halus dan kasar, serta kondisi tanah basah. Pada lokasi ini ditemukan mata air yang muncul di permukaan. Longsor tipe ini terjadi pada lahan pertanian jagung. Sebaran longsor di Kabupaten Gorontalo Utara ditunjukkan pada Gambar 6.

Commented [LS35]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS36]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS37]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS38]: Konsistensi menggunakan kata longsor

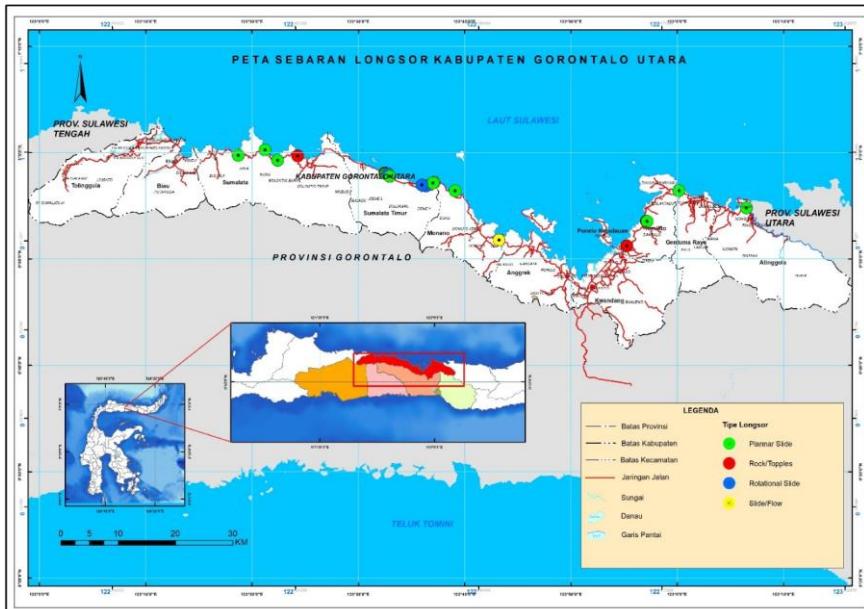
Commented [LS39]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS40]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS41]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS42]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS43]: Konsistensi menggunakan kata longsor



Gambar 6. Peta Sebaran [Longsor] di Kabupaten Gorontalo Utara

3.2 Bidang gelincir [longsor]

Pengukuran *Resistivity Mapping* menggunakan konfigurasi *Wenner Schlumberger* tersebar pada beberapa lokasi yaitu Kecamatan Tomilito, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata. Penentuan lokasi pengukuran berdasarkan atas kesamaan tipe [longsor] dan karekateristik tanah dan batuan di lokasi **longsor**.

3.2.2 Bidang gelincir [longsor] pada Lintasan 1 di Kecamatan Tomilito

Lintasan 1 (A1-A2) Desa Dambalo Kecamatan Tomilito. Titik koordinat N: $00^{\circ} 53' 37,1''$ dan E: $122^{\circ} 56' 53,8''$ - N: $00^{\circ} 53' 30,8''$ dan E: $122^{\circ} 56' 54,0''$. Panjang lintasan 200 meter. Berdasarkan hasil analisis data aktual diperoleh pola pelapisan batuan yang diinterpretasikan adanya bidang gelincir. Gambar 6 menunjukkan bahwa lapisan atas memiliki nilai resistivitas lebih rendah yakni $2,11 \Omega\text{m}$ sampai $16,4 \Omega\text{m}$ (warna biru hingga hijau muda) mempunyai ketebalan lapisan 5 meter. Lapisan tersebut adalah lapisan *top soil* berupa pasir berlempung dan pasir kerikil. Lapisan dibawahnya memiliki nilai resistivitas tinggi yakni $355 \Omega\text{m}$ – $2763 \Omega\text{m}$ (warna kuning hingga ungu) diperkirakan sebagai lapisan batuan beku andesit (Santoso, 2002). Bidang gelincir teridentifikasi pada kedalaman 5 – 6,38 meter yang berada diantara bidang kontras antara nilai resistivitas tinggi dan resistivitas rendah. Kemiringan bidang gelincir rata-rata 13° ke arah selatan.

3.2.3 Bidang gelincir [longsor] pada Lintasan 2 di Kecamatan Sumalata

Panjang Lintasan-2 adalah 100 meter yang berada pada ketinggian 73 – 93 mdpl. Distribusi nilai tahanan jenis pada Lintasan 2 berkisar antara $0,0067 \Omega\text{m}$ – $12911 \Omega\text{m}$. Kedalaman maksimum yang dapat dideteksi pada lintasan 2 yaitu 15,9 meter. Bidang gelincir [longsor] berada pada kedalaman 2 meter – 3,75 meter. Jenis batuan adalah andesit yang mengalami pelupukan. Kemiringan [longsor] rata-rata 12° ke arah barat. Hasil pemodelan *resistivitas 2D* pada lintasan 2 ditemukannya lapisan akuifer dangkal pada kedalaman 2,30 meter dengan nilai resistivity $0,0067 \Omega\text{m}$.

Commented [LS44]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS45]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS46]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS47]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS48]: Huruf italic kata asing

Commented [LS49]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS50]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS51]: Konsistensi menggunakan kata longsor

3.2.4 Bidang gelincir [longsor] pada Lintasan 3 Kecamatan Monano

Panjang lintasan 3 adalah 100 meter yang berada pada ketinggian 27 – 38 mdpl. Hasil pemodelan memperlihatkan nilai resistivitas yang terdiri atas dua bagian yaitu model resistivitas tanpa koreksi topografi (gambar bagian atas) dan model resistivitas dengan koreksi topografi (gambar bagian bawah). Bidang gelincir Lintasan 3 ditemukan pada kedalaman 6,38 meter dengan ketebalan bidang gelincir >1 meter dengan tipe bidang gelincir *rotational slip*. Kemiringan sudut rata-rata sebesar 10° ke arah barat daya. Nilai resistivitas Lintasan 3 bervariasi, informasi kedalaman mencapai 12,4 meter dari permukaan. Lapisan tanah liat (*clay*) dan kerikil memiliki nilai resistivitas rendah diperlihatkan dengan warna biru muda sampai biru tua dengan nilai resistivitas 0,051 Ωm – 0,468 Ωm. Lapisan ini terjadi akumulasi air yang lebih banyak sehingga memiliki nilai resistivitas rendah. Lapisan nilai resistivitas menengah hingga tinggi yaitu kuning sampai ungu, nilai resistivitas yaitu 21,2 Ωm – 1954 Ωm merupakan lapisan batuan andesit (lihat Tabel 2).

3.2.5 Bidang gelincir longsor pada Lintasan 4 di Kecamatan Sumalata Timur

Panjang Lintasan 4 adalah 100 meter yang berada pada ketinggian 35 – 46 mdpl. Hasil pemodelan ditunjukkan pada Gambar 6 (d). Gambar tersebut menunjukkan bidang gelincir berada pada kedalaman 3,75 meter-6,38 meter dengan lapisan berwarna kuning yang memicu terjadinya longsor, nilai resistivitas 130 Ωm - 594 Ωm. Jenis batuan pada lintasan ini adalah batuan beku andesit. Kemiringan bidang gelincir rata-rata sebesar 11° ke arah barat daya dengan ketinggian topografi 30 mdpl - 47 mdpl. Nilai resistivitas diperoleh Lintasan 4 bervariasi dengan kedalaman mencapai 15,9 meter dari permukaan tanah. Zona dengan resistivitas rendah berkisar antara 0,89 Ωm – 57,4 Ωm (Biru tua sampai hijau muda) dan zona resistivitas tinggi 163 Ωm – 1308 Ωm (warna kuning sampai ungu). Berdasarkan analisis kejadian longsor di lapangan tipe bidang gelincir pada Lintasan 4 adalah *rotational slide*.

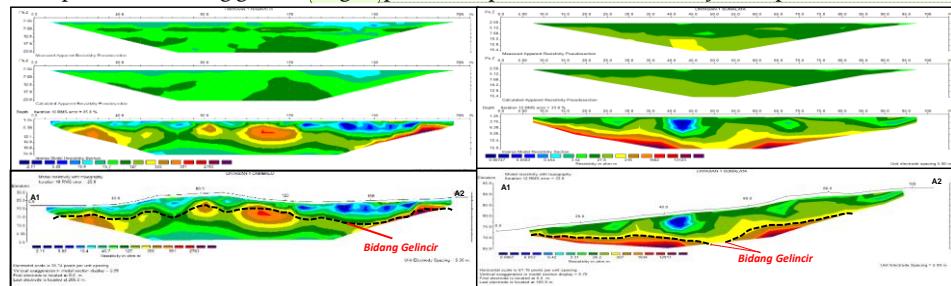
Hasil pengukuran resistivitas dengan geolistrik ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran resistivitas

No	Lintasan 1 Kecamatan Tomilito		Lintasan 2 Sumalata		Lintasan 3 Kecamatan Monano		Lintasan 4 Sumalata Timur	
	Resistansi (Ωm)	Jenis Batuan	Resistansi (Ωm)	Jenis Batuan	Resistansi (Ωm)	Jenis Batuan	Resistansi (Ωm)	Jenis Batuan
1	0 - 27,04	[Clay]	0 - 26,5	[Clay]	0 - 10,94	[Clay]	0 - 27,93	[Clay]
2	28,51 - 86,96	[Clay]	28,22 - 80,91	[Clay]	11,93-18,23	[Clay]	37,82 - 86,87	[Clay]
3	87,67 - 143,65	[Gravel] dan [Sand]	81,54 - 116,99	[Gravel and Sand]	19,14 - 64,23	[Clay]	88,33 - 127,83	[Gravel and Sand]
4	143,65 - 355	[Gravel] and [Sand]	116,99 - 207	[Gravel and Sand]	64,23 - 95,8	[Clay]	130,28 - 255,53	[Gravel and Sand]
5	355 - 2763	Andesit (kering)	207 - 1.634	Andesit (kering)	95,8 - 433	[Gravel and Sand]	255,53 - 461	[Gravel and Sand]
6	-	-	1.634 - 12.911	[Dacit]	433 - 1.954	Andesit (kering)	461,1 - 594	Andesit (kering)

Sumber: hasil pengukuran, 2021

Hasil pemodelan bidang gelincir [longsor] pada ke empat lokasi tersebut ditunjukkan pada Gambar 7.



(a)

(b)

Commented [LS52]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS53]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS54]: Huruf italic kata asing

Commented [LS55]: Huruf italic kata asing

Commented [LS56]: Huruf italic kata asing

Commented [LS57]: Huruf italic kata asing

Commented [LS58]: Huruf italic kata asing

Commented [LS59]: Huruf italic kata asing

Commented [LS60]: Huruf italic kata asing

Commented [LS61]: Huruf italic kata asing

Commented [LS64]: Huruf italic kata asing

Commented [LS62]: Huruf italic kata asing

Commented [LS63]: Huruf italic kata asing
Huruf italic kata asing

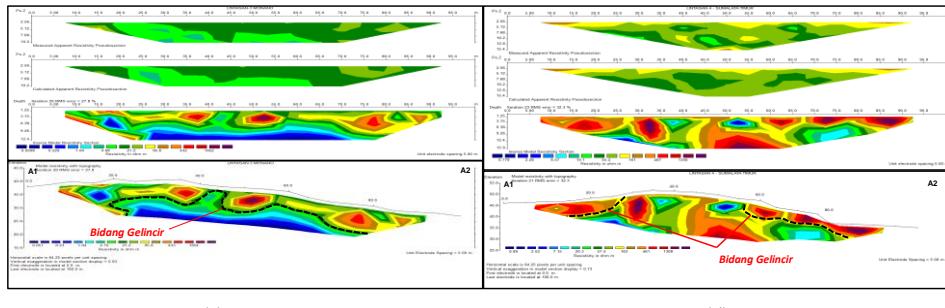
Commented [LS66]: Huruf italic kata asing

Commented [LS65]: Huruf italic kata asing

Commented [LS67]: Huruf italic kata asing

Commented [LS68]: Huruf italic kata asing

Commented [LS69]: Konsistensi menggunakan kata longsor



(c) (d)

Gambar 7. Penampang Resistivitas-2D bidang gelincir. (a) lokasi Kecamatan Tomilito; (b) lokasi Kecamatan Sumalata; (c) lokasi Kecamatan Monano; (d) lokasi Kecamatan Sumalata Timur

3.3 Pembahasan

Kejadian longsor pada wilayah penelitian difokuskan pada daerah permukiman dan akses jalan. Kejadian longsor yang terjadi di wilayah Kabupaten Gorontalo Utara sebanyak 21 titik kejadian yang tersebar di Kecamatan Tomilito, Kecamatan Gentuma, Kecamatan Atinggola, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata. Berdasarkan hasil survei jumlah titik kejadian longsor yang mendominasi di wilayah Kecamatan Sumalata Timur sebanyak 10 titik, Kecamatan Sumalata sebanyak 4 titik longsor, Kecamatan Tomilito 3 titik longsor, Kecamatan Monano 2 titik longsor dan Kecamatan Gentuma Raya dan Atinggola masing-masing 1 titik kejadian longsor.

Hasil observasi menunjukkan kejadian longsor yang terjadi di lokasi penelitian disebabkan oleh pola pemanfaatan lahan yang tidak ramah lingkungan, antara lain alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian kering/jagung. Kondisi ini memicu terjadinya longsor. Curah hujan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kejadian longsor. Curah hujan yang tinggi akan menyebabkan tanah jenuh oleh air sehingga gaya beban pada tanah akan meningkat (Ma *et al.*, 2015; Hardiyatmo, 2006; Asikia *et al.*, 2019; Gemizzi *et al.*, 2011). Kejadian longsor di Kabupaten Gorontalo Utara terjadi pada intensitas curah hujan rata-rata berkisar antara 1000 – 2000 mm/tahun. Pada lokasi ini ditemukan beberapa titik mata air dan aliran sungai-sungai kecil. Faktor penggunaan lahan juga turut berpengaruh terhadap kejadian longsor di Kabupaten Gorontalo Utara. Pada umumnya, kejadian longsor terjadi pada pertanian lahan kering. Kondisi tanah yang jenuh air pada kondisi lereng yang curam dapat memicu terjadinya longsor. Inilah faktor utama yang mendorong kemungkinan perkembangan longsor yang bervariatif dan kompleks. Pelapisan batuan yang dikontrol oleh adanya endapan massa tanah dan batuan dapat mempercepat terjadinya longsor apabila hujan turun dalam intensitas dan jumlah yang tinggi (Suratman, 2002; Nasiah & Invanni, 2014; Wen *et al.*, 2017; Lihawa *et al.*, 2014).

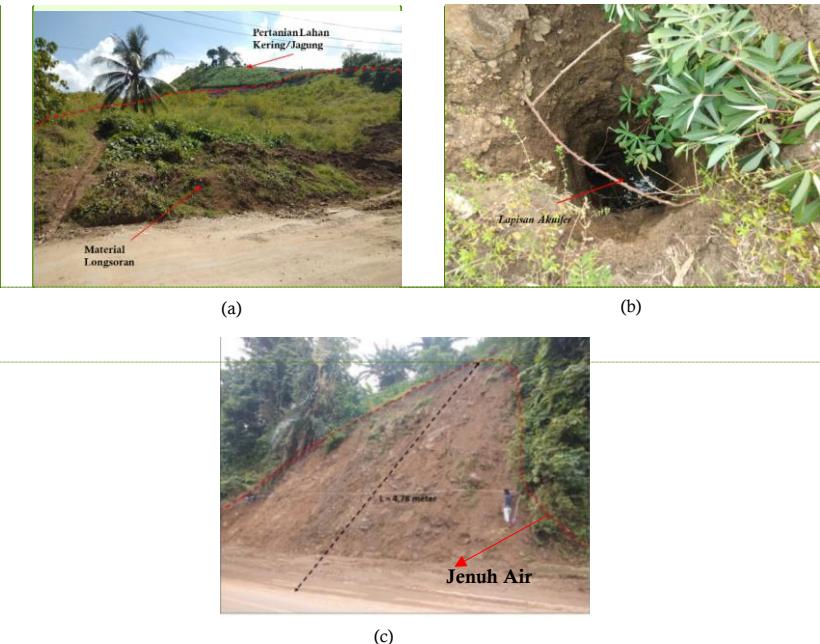
Longsor di daerah penelitian terjadi pada satuan lahan dengan kemiringan lereng $>15\% - 45\%$ yang merupakan ciri perbukitan hingga pegunungan yang sangat curam dengan ketingian rata-rata 100 – 1.000 mdpl. Kemiringan lereng merupakan salah satu faktor pemicu terjadinya longsor. Kemiringan menjadi faktor pengendali terpenting proses gravitasi, karena berhubungan dengan tegangan geser yang bekerja ke permukaan tanah (Hardiyatmo, 2006; Abdur, 2010; Bui *et al.*, 2011; Patuti *et al.*, 2017; Abrauw, 2017; Lihawa *et al.*, 2021). Wilayah kemiringan lereng yang curam di Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata mendominasi kejadian longsor. Tipe longsor yang terjadi adalah *Rock topples*, *Planar Slide* dan *Rotational slide*.

- Commented [LS70]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS71]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS72]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS73]:** Konsistensi menggunakan kata longsor

- Commented [LS74]:** Perbaiki tambah huruf a

- Commented [LS75]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS76]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS77]:** Konsistensi menggunakan kata longsor

- Commented [LS78]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS79]:** Konsistensi menggunakan kata longsor



Gambar 8. Kejadian longsor berdasarkan faktor penyebab terjadinya longsor

(a) Longsor pada lahan pertanian jagung; (b) longsor di sekitar akifer; (c) longing pada tanah jenuh air

4. Kesimpulan

Sebaran kejadian longsor di daerah penelitian terjadi hampir seluruh wilayah Kabupaten Gorontalo Utara. Jumlah kejadian longsor adalah 21 kejadian yang tersebar di wilayah Kecamatan Tomilito, Kecamatan Gentuma, Kecamatan Atinggola, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata. Hasil pengukuran morfometri longsor dan berdasarkan analisis terhadap indeks klasifikasi diperoleh tipe longsor yang terjadi di Kabupaten Gorontalo Utara adalah tipe *rotational slide*, *planar slide*, *slide/flow*, dan *rock/topples*. Hasil analisis *Resistivity Mapping* menggunakan konfigurasi *Wenner Schlumberger* diperoleh kedalaman longsor pada Lintasan 1 di Kecamatan Tomilito sebesar 5 – 6,38 meter, kemiringan longsor 13° ke arah selatan. Kedalaman longsor yang terjadi pada Lintasan 2 di Kecamatan Sumalata sebesar 2 – 3,75 meter, kemiringan longsor 12° ke arah Barat. Bidang gelincir Lintasan 3 di Kecamatan Monano berada pada kedalaman 6,38 - 12,4 meter. Kemiringan sudut rata-rata sebesar 10° ke arah barat daya. Bidang gelincir longsor pada Lintasan 4 di Kecamatan Samalata Timur berada pada kedalaman 15,9 meter. Kemiringan sudut rata-rata sebesar 11° ke arah barat daya.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kepada Pusat Studi Lingkungan dan Kependudukan (PSL-K) LPPM Universitas Negeri Gorontalo, Dinas PUPR Kabupaten Gorontalo Utara dan BPBD Kabupaten Gorontalo Utara yang telah membantu dalam proses pengumpulan dan analisis data.

6. Referensi

Abdur, R. (2010). Penggunaan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Kerawanan Longsor di Kabupaten Purworejo. *Jurnal Bumi Lestari*, 10(2), 191-199. Diambil kembali dari <https://ojs.unud.ac.id/index.php/blje/article/view/121>

Commented [LS80]: Gambar cukup diberi kode huruf A dan seterusnya tanpa keterangan karena keterangan dimasukan di bagian keterangan gambar

Commented [LS81]: Gambar 7 ini tidak bisa dijadikan bukti ada patahan karena harus ada bukti pengukuran strike dan dip dari arah patahan atau sesar di lapangan. Karena justru dari geomorfologi tidak merupakan satuan perbukitan patahan karena justru satuan perbukitan denudasional karena lereng bukti pengaruh patahan tidak nampak. Jalur atau bukti patahan sangat sulit dilihat tanpa rimbunan tanaman jelas tidak bisa melihat langsung bagian pergerakan patahan. Jika tidak ada bukti baik pengukuran strike dip patahan atau sesar di lapangan termasuk tidak ada interpretasi pergerakan patahan pada penampang hasil pengukuran geolistrik sebaiknya faktor atau jalur patahan dihilangkan.

Commented [LS82]: Gambar cukup diberi kode huruf B dan seterusnya tanpa keterangan karena keterangan dimasukan di bagian keterangan gambar

Commented [LS83]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS85]: Gambar cukup diberi kode huruf C dan seterusnya tanpa keterangan karena keterangan dimasukan di bagian keterangan gambar

Commented [LS84]: Gambar cukup diberi kode huruf D tanpa keterangan karena keterangan dimasukan di bagian keterangan gambar

Commented [LS86]: Keterangan gambar dilengkapi keterangan setiap bagian Gambar A, B, C dan D

Commented [LS87]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS88]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS89]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS90]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS91]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS92]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS93]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS94]: Konsistensi menggunakan kata longsor

- Abrauw, R. D. (2017). Wilayah Rawan Longsor Di Kota Jayapura. *Jurnal Geografi Lingkungan Tropik*, 1(1), 14–28. *Jurnal Geografi Lingkungan*, 1(1), 14-28. Diambil kembali dari <http://jglitrop.ui.ac.id/index.php/jglitrop/article/viewFile/4/3>
- Asikia, M. I., Maryati, S., & Akaseh, N. (2019). Analisis Tingkat Kerentanan Longsor Daerah Muara Sungai Bone Kota Gorontalo, Teknik Geologi, Universitas Negeri Gorontalo. *Jambura Geoscience Review*, 1(2), 87-101. doi:DOI: 10.34312/jgeosrev.v1i2.2474
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana Indonesia. (2020). *Data Informasi Bencana Indonesia*. Jakarta: BNPB.
- BPBD Kabupaten Gorontalo Utara. (2019). *Kajian Risiko Bencana Kabupaten Gorontalo Utara*. Kwandang: BPBD Gorontalo Utara.
- Bui, D. T., Revhaug, I., & Dick, O. (2011). Landslide susceptibility analysis in the Hoa Binh province of Vietnam using statistical index and logistic regression. *Nat. Hazards* 59 (3), 1413–1444. *Nat Hazards*, 59(3), 1413-1444. doi:10.1007/s11069-011-9844-2
- Dukalang, M. (2019). *Analisis kekeringan meteorologis terhadap kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Gorontalo*. **Tesis**. Program Pasca Sarjana Universitas Negeri Gorontalo.
- Gemizzi, A., Falalakis, G., Eskioglu, C., & Petalas, C. (2011). Evaluating Landslide Susceptibility Using Enveronmenal Factors, Fuzzy Membership Function and GIS. *Global NEST Journal*, 13(1), 28-40. doi:<https://doi.org/10.30955/gnj.000734>
- Hardiyatmo, H. (2006). *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Lihawa, F., Patuti, I. M., & Nurfaika. (2014). Sebaran Aspek Keruangan Tipe Longsoran di Daerah Aliran Sungai Alo Provinsi Gorontalo. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(3), 277-285. doi:<https://doi.org/10.22146/jml.18554>
- Lihawa, F., Zainuri, A., Patuti, I. M., Permana, A. P., & Pradana, I. Y. (2021). The Analysis Of Sliding Surface In Alo Watershed. *News of The National Academy of Sciences of The Republic of Kazakhstan Series Of Geology And Technical Sciences*, 3(447), 53-58. doi:10.32014/2021.2518-170X.62
- Ma, T., Li, C., Lu, Z., & Bao, Q. (2015). Rainfall intensity-duration thresholds for the initiation of landslides in Zhejiang Province, China. *Geomorphology*, 193-206. doi:<https://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.05.016>
- Naryanto, H. S., Wisyanto, Sumargana, L., Ramadhan, R., & Prawiradisastra, S. (2016). Kajian Kondisi Bawah Permukaan Kawasan Rawan Longsor dengan Geolistrik untuk Penentuan Lokasi Penempatan Instrumenasi Sistem Peringatan Dini Longsor di Kecamatan Talegong, **Kabupaten Garut**. *Jurnal Riset Kebencanaan Indonesia (JRKI)*, 161-172. Diambil kembali dari <https://www.researchgate.net/publication/327068855>
- Nasiah, & Invanni, I. (2014). Identifikasi Daerah Rawan Bencana Longsor Lahan Sebagai Upaya Penanggulangan Bencana di Kabupaten Sinjai. *Jurnal Sainsmat*, 3(2), 109-121. doi:<https://doi.org/10.35580/sainsmat3211012014>
- Patuti, I. M., Rifa'i, A., & Suryolelono, K. B. (2017). Mechanism and Characteristics of The Landslides in Bone Bolango Regency, Gorontalo Province, Indonesia. *Geomate*, 12(9), 1-8. Diambil kembali dari <https://www.geomatejournal.com/sites/default/files/articles/1-8-79901-Indriat-Jan-2017-R1.pdf>
- Ramadhan, N. I., & Idajati, H. (2017). Identifikasi Tingkat Bahaya Bencana Longsor, Studi kasus: Kawasan Lereng Gunung Lawu, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), 87-90. doi:DOI: 10.12962/j23373539.v6i1.22333

Santoso, D. (2002). *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung: Departemen Teknik Geofisika ITB. Bandung: Departemen Teknik Geofisika ITB.

Sharma, P. V. (1997). *Environmental and Engineering Geophysics*. Cambridge: Cambridge University Press.
doi:<http://dx.doi.org/10.1017/CBO9781139171168.002>

Suratman, W. (2002). *Studi Erosi Parit dan Longsoran Dengan Pendekatan Geomorfologis di Daerah Aliran Sungai Oyo Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta*. *Disertasi*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics Second Edition*. Cambridge: Cambridge University Press.

Varnes, D. J. (1978). *Slope movements, types and processes*. In: "Landslides, Analysis and Control" (Vol. Special Report 176). (R. L. Schuster, & R. J. Krizek, Penyunt.) Washington D.C: National Academic of Sciences.

Wen, F., Xin-Sheng, W., Yan-bo, C., & Bin, Z. (2017). Landslide susceptibility assessment using the certainty factor and analytic hierarchy process . *J. Mt. Sci.*, 14(5), 906-925. doi:DOI: 10.1007/s11629-016-4068-2



Fityane Lihawa <fitryane.lihawa@ung.ac.id>

HASIL REVIEW ARTIKEL JAMBURA GEOSCIENCE REVIEW

Fityane Lihawa <fitryane.lihawa@ung.ac.id>

Kepada: Jambura Geoscience Review <geosrev@ung.ac.id>

22 Juni 2021 20.57

Yth. Managing Editor
Jambura Geoscience Review

Berikut kami kirimkan hasil revisi naskah **ID JGEOSREV-10623** yang telah menggabungkan hasil komentar reviewer 1 dan riviewer 2.

Adapaun hasil koreksi dari reviewer 1 diberi tanda kuning dan hasil koreksi dari reviewer 2 diberi tanda biru.

Terimakasih

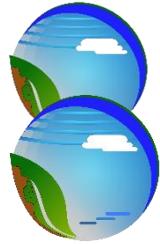
Salam
Fitryane Lihawa

[Kutipan teks disembunyikan]

2 lampiran

[JGEOSREV] COMMENT REVIEWER-2.docx
81K

ID JGEOSREV 10623.docx
4596K



Jambura Geoscience Review

Editorial Office: Department of Earth Science and Technology, Gorontalo State University, Jl. Jenderal Sudirman No.6, Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo 96128, Indonesia, Tel. +62-822-59506768, +62-822-92284121, E-mail: geosrev@ung.ac.id

COMMENT REVIEWER

Manuscript Title: **ANALISIS TIPE DAN BIDANG GELINCIR LONGSOR DI KABUPATEN GORONTALO UTARA**

INDEXED BY:





Jambura Geoscience Review

Editorial Office: Department of Earth Science and Technology, Gorontalo State University, Jl. Jenderal Sudirman No.6, Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo 96128, Indonesia, Tel. +62-822-59506768, +62-822-92284121, E-mail: geosrev@ung.ac.id

COMMENT	RESPONSE	PAGE
Abstrak: tipe longsor jar diganti topples	Telah diperbaik	
Cek apakah benar klasifikasi rock topple mengacu klasifikasi Highland, 2004 silakan cek klasifikasi tipe landslides dari Varnes, 1978 yang disitasi ulang oleh USGS 2004	Telah diperbaiki	
Dicek ulang Sapulete et al, 2019 dalam artikelnya tidak pernah menghasilkan gambar ideal untuk posisi elektroda konfigurasi Wenner-Schlumberger karena justru mensitasi artikel atau buku orang lain.	Gambar 4 tersebut, tidak diperoleh sumber aslinya. Akan tetapi dapat dirujuk dari beberapa artikel dan buku, antara lain yang digunakan adalah Sharma,P.V (1997)	4
Konsistensi penggunaan kata Longsor	Telah diperbaiki	
Cek ulang Zulfiadi tidak pernah mengeluarkan klasifikasi kelas kedalaman bidang gelincir karena justru mensitasi dari (Fernandez & Marzuki,1987). Benarkan hasil riset Zulfiadi ataukah hanya mensitasi pustaka lain ?	Statement tersebut telah dihapus	
Formasi ini tidak dibahas di awal pada pendahuluan karena tidak ada peta geologi regional penelitian justru statemen ini akan membingungkan karena berbeda dengan hasil riset karena andesit berbeda sekali dengan diorite	Telah dihapus	
Bukti hasil pengukuran strike dan dip di lapangan tidak ada karena bukti foto patahan tidak Nampak sama sekali. Jika tidak ada sebaiknya dihilangkan	Telah dihapus	
Coba dibuktikan hasil pengukuran di lapangan strike dan dip dari patahan atau dari penampang geolistrik adakah interpretasi patahan. Jika tidak ada dihilangkan.	Telah dihapus	
Keterangan gambar 7 diperbaiki	Telah diperbaiki	
Catatan penulisan daftar pustaka dan penambahan DOI	Telah diperbaiki	12

INDEXED BY:





Jambura Geoscience Review

Editorial Office: Department of Earth Science and Technology, Gorontalo State University, Jl. Jenderal Sudirman No.6, Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo 96128, Indonesia, Tel. +62-822-59506768, +62-822-92284121, E-mail: geosrev@ung.ac.id

Tambahkan volume. Cek ulang DOI yang dimasukan bukan merupakan artikel ini. Ma, T., Li, C., Lu, Z., & Bao, Q. (2015). Rainfall intensity-duration thresholds for the initiation of landslides in Zhejiang Province, China. <i>Geomorphology</i> , 193-206. doi: https://doi.org/10.3390/w12020494	Telah diperbaiki	
Cek ulang benarkan tahun 1969 atau 1978 ? Lengkapi nama penulis Varnes, D. J. Perbaiki judul book chapter tidak ada double and. Hilangkan salah satu and. Perbaiki seperti ini Varnes, D.J. 1978. <i>Slope Movement Types and Processes</i> . In Special Report 176: Landslides: Analysis and Control (R.L. Schuster and R.J. Krizek, eds.), TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 11-33.	Telah diperbaiki	

INDEXED BY:





Fityane Lihawa <fitryane.lihawa@ung.ac.id>

HASIL REVIEW ARTIKEL JAMBURA GEOSCIENCE REVIEW

Jambura Geoscience Review <geosrev@ung.ac.id>

Kepada: Fityane Lihawa <fitryane.lihawa@ung.ac.id>

25 Juni 2021 06.59

Yth Dr. Fitryane Lihawa, M.Si,

Kami telah menerima hasil telaah ke-2 atas naskah dengan **ID JGEOSREV-10623** dari reviewer 1 (terlampir). Harap perbaiki naskah secara ketat sesuai dengan komentar Reviewer yang terlampir. Naskah tidak akan dipertimbangkan tanpa revisi yang dibuat sesuai dengan rekomendasi reviewer. Selain melakukan perbaikan pada naskah penelitian, mohon untuk **mengisi tabel perbaikan terlampir (comment review)** untuk memudahkan reviewer dalam memeriksa kesesuaian komentar dengan hasil perbaikan dari author. Dimohon revisi naskah yang telah diperbaiki diberi mark bagian yang sudah dilakukan revisi (**misal. warna kuning**). Agar reviewer mudah mengecek kembali bagian-bagian yang diperbaiki. Hasil perbaikan harap segera diperbaiki dan dikirim kembali kepada kami dalam waktu **kurang dari 4 hari (paling lambat 29 Juni 2021)**. Mohon untuk dapat dikirimkan sesuai tanggal deadline melalui **email: geosrev@ung.ac.id**, agar naskah dapat diproses lebih lanjut.

Hormat Kami,

Managing Editor

Syahrizal Koem

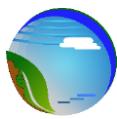
[Kutipan teks disembunyikan]

3 lampiran

[JGEOSREV] COMMENT REVIEWER.docx
78K

ID JGEOSREV 10623 (rev2).docx
4607K

[JGEOSREV] REVIEW NOTES.docx
85K



ANALISIS TIPE DAN BIDANG GELINCIR LONGSOR DI KABUPATEN GORONTALO UTARA

INFO ARTIKEL

Article history:

Received:

Accepted:

Published:

Keywords:

Geoelectric; Landslide; Morphometry;
Resistivity; Slope

Corresponding author:

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the type of landslides and analyze the landslide slip in North Gorontalo District, Gorontalo Province using the geoelectric method. This research begins by determining the type and kind of landslides found in North Gorontalo District. The location of the measurement was carried out at 4 (four) locations, 1st Track in Tomilito District; 2nd track in Sumalata District; 3rd track in Monano District; and 4th track in East Sumalata District. The research method used was field survey with land unit approach. Data analysis to determine the type and kind of landslides is using the landslide classification index method. Analysis of geoelectric measurement results using the Schlumberger-Configuration. The results showed that the types of landslides that occurred in North Gorontalo Regency were the type of planar slide, rotational slide, slide flow, rock/jar. The average depth of the landslide slip that occurred was 5 – 15.9 meters. In general, landslides that occur in North Gorontalo Regency are caused by high rainfall and land conversion for agriculture

Copyright © 2021 The Authors
This open access article is distributed under a
Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 International license

1. Pendahuluan

Bencana tanah longsor adalah salah satu bentuk bencana fisik alami yang sering terjadi di Indonesia dan secara umum terjadi di wilayah pegunungan dengan kemiringan lereng yang curam (Hardiyatmo, 2006). Kejadian bencana longsor berhubungan dengan faktor alam seperti curah hujan, penutupan lahan, topografi, kelerengan, geologi/batuhan dan jenis tanah (Wen et al, 2017). Bencana tanah longsor sering menyebabkan korban jiwa, kerusakan rumah, dan kerusakan sarana dan prasarana pemukiman karena tertimpa dan tertimbun material longsoran sehingga berdampak pada kondisi sosial dan ekonomi masyarakat (Ramadhan & Idajati, 2017; Wen et al, 2017). Tanah longsor yaitu perpindahan material tanah maupun batuan akibat gaya berat (gravitasi bumi). Terjadinya tanah longsor disebabkan oleh adanya gangguan kesetimbangan lereng pada faktor pengontrol dan faktor pemicu. Ketidakseimbangan gaya terjadi karena gaya peluncur lereng lebih besar daripada gaya penahannya. Kondisi ini mengakibatkan masa tanah bergerak turun (Naryanto et al, 2016; Hardiyatmo, 2006).

Provinsi Gorontalo khususnya daerah Kabupaten Gorontalo Utara termasuk wilayah rawan terjadinya bencana tanah longsor. Area kemiringan 20-40% yang sengaja dibuka untuk lahan pertanian, kondisi perbukitan rata-rata 200-300 mdpl yang tidak ditanami tanaman tahunan memicu struktur tanah menjadi lebih mengakibatkan rawan bencana longsor (BPBD Kabupaten Gorontalo Utara, 2019). Pada musim kemarau sering terjadi aktivitas pembakaran hutan tanpa memikirkan risiko pada ekosistem dan daya dukung lingkungan (Dukalang, 2019). Data informasi bencana Indonesia (DIBI) merilis kejadian longsoran yang terjadi di Jalan Trans Sulawesi bagian barat Kabupaten Gorontalo Utara. Kondisi jalan terputus karena terjadi longsor di Desa Tolitehuyu, Kecamatan Monano yang menutupi seluruh badan jalan lebih dari 100 meter. Tercatat ada 30 titik rawan longsor di Wilayah Barat Gorontalo Utara. Dari

Commented [LS1]: Re-check, Jar or topple ? The definition of jar is different from topple.

Commented [LS2]: Harus konsisten jika judul mengacu Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah menggunakan kata longsor maka semua harus longsor bukan lagi longsoran.

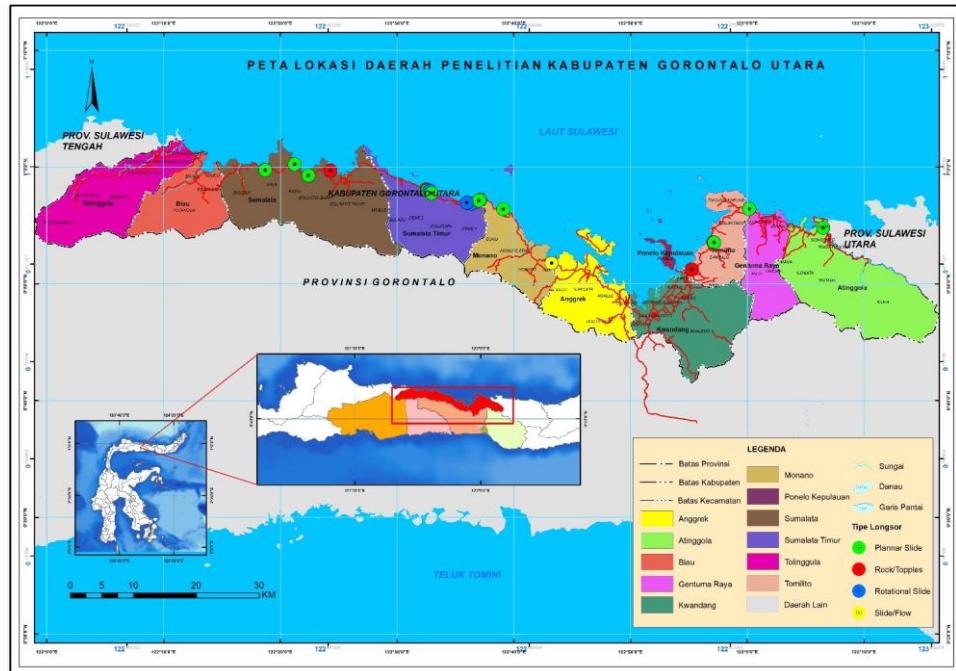
kejadian tersebut, terdapat 70 orang dari 14 keluarga mengungsi. Selain itu juga terjadi longsor sepanjang 50 meter dan tinggi 15 meter menutup akses jalan Desa Kikia Kecamatan Sumalata, Gorontalo Utara (BNPB Indonesia, 2020).

Menghindari jatuhnya korban yang lebih besar akibat bencana tanah longsor maka diperlukan upaya untuk menimbulkan dampak kerugian yang ditimbulkan. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan mempelajari tipe dan bidang longsoran agar dapat diketahui karakteristik longsoran yang terjadi dalam suatu wilayah. Dengan demikian, pemerintah daerah dapat merencanakan suatu program untuk mitigasi terhadap bencana longsor. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tipe longsor dan bidang gelincir longsor yang terjadi di Kabupaten Gorontalo Utara.

2. Metode

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Kabupaten Gorontalo Utara Provinsi Gorontalo. Letak geografis Kabupaten Gorontalo Utara terletak antara koordinat $00^{\circ} 41' 23'' - 1^{\circ} 07' 55''$ LU dan $121^{\circ} 58' 59'' - 123^{\circ} 16' 29''$ BT. Luas lokasi penelitian adalah $1.777,002 \text{ km}^2$. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2. Populasi dan sampel penelitian

Populasi penelitian meliputi seluruh wilayah Kabupaten Gorontalo Utara. Hasil pengamatan ditemukan 21 lokasi longsoran yang terjadi di Kabupaten Gorontalo Utara. Penentuan sampel penelitian berdasarkan klasifikasi tipe longsoran. Setiap tipe longsoran menjadi lokasi sampel untuk kajian bidang gelincir longsoran.

2.3. Alat penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah satu set geolistrik. Geolistrik digunakan untuk mendekripsi dan memetakan bidang gelincir longsoran, kedalaman serta litologi perlapisan batuan gelincir bawah permukaan. GPS (*Global positioning Sistem*) untuk menentukan koordinat lokasi sampel penelitian. Meteran untuk mengukur morfometri longsoran dan digunakan untuk mengukur panjang serta jarak lintasan yang dilalui kabel pengantar listrik.

Commented [LS3]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS4]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS5]: Gambar lokasi merupakan tujuan yang akan diteliti jadi hasil tipe longsor harusnya belum ada atau belum muncul.

Commented [LS6]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS7]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS8]: Konsistensi menggunakan kata longsor

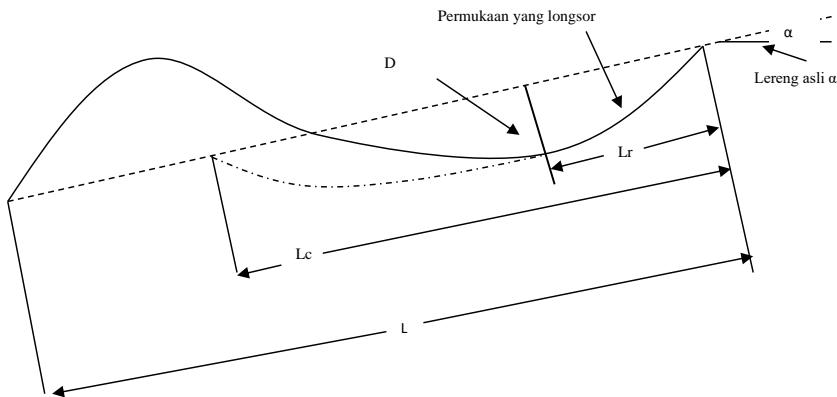
Commented [LS9]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS10]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS11]: Konsistensi menggunakan kata longsor

2.4. Metode pengumpulan data

Pengumpulan data tipe longsoran dilakukan dengan metode observasi langsung kejadian longsoran di lapangan. Setiap titik longsoran dilakukan pengukuran morfometri longsoran seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Parameter-parameter Morfometri Longsoran (Varnes, 1969)

keterangan: D = kedalaman longsoran; L = panjang longsoran; L_c = panjang bagian cekung; L_r = Panjang permukaan rupture.

Pengumpulan data bidang gelincir longsoran menggunakan metode tahanan jenis (*Resistivitas 2D*). Metode tahanan jenis dengan menggunakan teknik pencitraan resistivitas multi elektroda. Pengolahan data hasil pengukuran geolistrik dilakukan menggunakan software *RES2DINV*.

2.5. Analisis data

Analisis tipe longsoran ditentukan berdasarkan indeks klasifikasi analisis data morfometri longsoran menggunakan rumus sebagai berikut (Suratman, 2002):

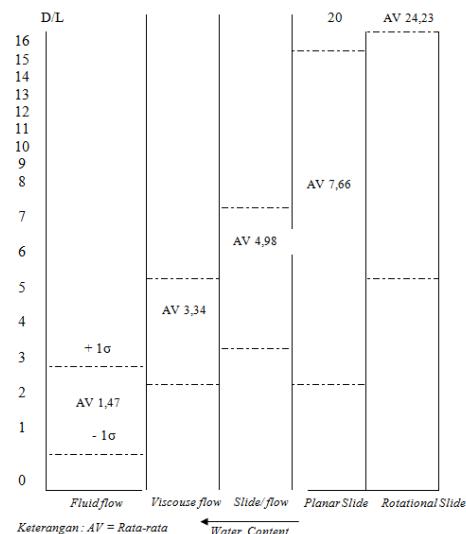
$$\text{Indeks Klasifikasi} = \frac{D}{L} \times 100\% \quad (1)$$

dimana: D = kedalaman longsoran; L = panjang longsoran

Menentukan tipe longsoran berdasarkan pada hasil analisis indeks klasifikasi kemudian diplot ke dalam diagram klasifikasi seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

- Commented [LS12]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS13]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS14]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS15]: Konsistensi menggunakan kata longsor

- Commented [LS16]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS17]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS18]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS19]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS20]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS21]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS22]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS23]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS24]: Konsistensi menggunakan kata longsor



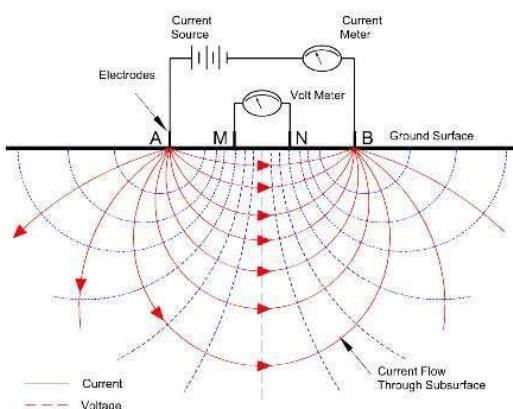
Gambar 3. Klasifikasi longsor (Varnes, 1969)

Kajian geolistrik untuk mengetahui sebaran kedalaman bidang gelincir longsoran. Untuk menentukan bidang gelincir digunakan metoda geolistrik resistivitas. Tahanan jenis yang terukur adalah tahanan jenis semu seperti Persamaan 2 (Sapulete et al, 2019).

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

dimana: ρ_a = resistivitas semu (Ωm); ΔV = Beda potensial (volt); I = Kuat arus (A); K = Faktor geometri $\pi n(n+1)$ (m)

Perhitungan reisitivitas semu mempertimbangkan nilai faktor geometri (K) sesuai dengan jenis konfigurasi yang digunakan. Untuk menentukan kedalaman maka jarak antara elektroda 2a sampai pada elektroda terakhir (n), kemudian jarak spasi antara elektroda AM dan elektroda NB ditingkatkan menjadi 3a, 4a dan seterusnya. Pada Gambar 4 diperlihatkan posisi masing - masing dua elektroda yang berdampingan.



Gambar 4. Letak Posisi Elektroda Konfigurasi Wenner-Schlumberger (Sapulete et al, 2019)

Commented [LS25]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS26]: Dicek ulang Sapulete et al, 2019 dalam artikelnya tidak menghasilkan persamaan justru mensitis artikel atau buku orang lain. Saran sebaiknya disebutkan mensitis pustaka siapa (..... dalam Sapulete et al, 2019)

Analisis data hasil pengukuran geolistrik dilakukan dengan menggunakan software *RES2DINV*. Hasil pengolahan menggunakan software tersebut akan dihasilkan kedalaman lapisan, tebal lapisan, nilai hambatan atau resistivitas tiap lapisan, bidang gelincir yang berpotensi longsor.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sebaran tipe longsoran di Kabupaten Gorontalo Utara

Survei kejadian longsoran dilakukan di seluruh wilayah Kabupaten Gorontalo Utara. Hasil survei ditemukan 21 titik longsoran tersebar di wilayah Kecamatan Tomilito, Kecamatan Gentuma, Kecamatan Atinggola, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata dan Kecamatan Sumalata Timur. Hasil pengukuran morfometri longsoran dan analisis tipe longsoran ditunjukkan pada Tabel 1. Gambar penetapan tipe longsor berdasarkan klasifikasi longsor ditunjukkan pada Gambar 4.

Tabel 1. Hasil analisis tipe longsoran

No	Lokasi	Morfometri Longsor		Indeks Klasifikasi (D/L) x 100%	Tipe Longsor
		Kedalaman [longsoran] (D)	Panjang [longsoran] (L)		
1	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 58'05,3" E: 122° 32'28,9"	1,52	15,39	9,88	<i>Planar Slide</i>
2	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 58'03,7" E: 122° 32'33,1"	-	-	-	<i>Rock/Tipples</i>
3	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 58'00,6" E: 122° 32'38,1"	2,35	17,14	13,71	<i>Planar Slide</i>
4	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 57'59,3" E: 122° 32'48,0"	1,15	9,9	11,62	<i>Planar Slide</i>
5	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 57'58,7" E: 122° 32'48,0"	1,2	4,3	27,91	<i>Rotational Slide</i>
6	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 57'45,6" E: 122° 32'57,9"	2,59	29,65	8,74	<i>Planar Slide</i>
7	Desa Deme 1 Kecamatan Sumalata Timur N: 0°56' 57,293" E: 122°35' 59,251"	3,4	18,2	18,68	<i>Rotational Slide</i>
8	Desa Deme 1 Kecamatan Sumalata Timur N: 00°56'51,8" E: 122°36'21,7"	2,3	29,65	7,76	<i>Planar Slide</i>
9	Desa Deme 1 Kecamatan Sumalata Timur N: 00°57'08,8" E: 122°37'01,6"	3,12	31,74	9,83	<i>Planar Slide</i>
10	Desa Dunu Kecamatan Monano	-	-	-	<i>Rock/Tipples</i>

Commented [LS28]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS29]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS30]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS31]: Harus konsisten jika judul mengacu Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah menggunakan kata longsor maka semuanya harus longsor bukan lagi longsoran.

Commented [LS32]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS33]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS34]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS35]: Konsistensi menggunakan kata longsor

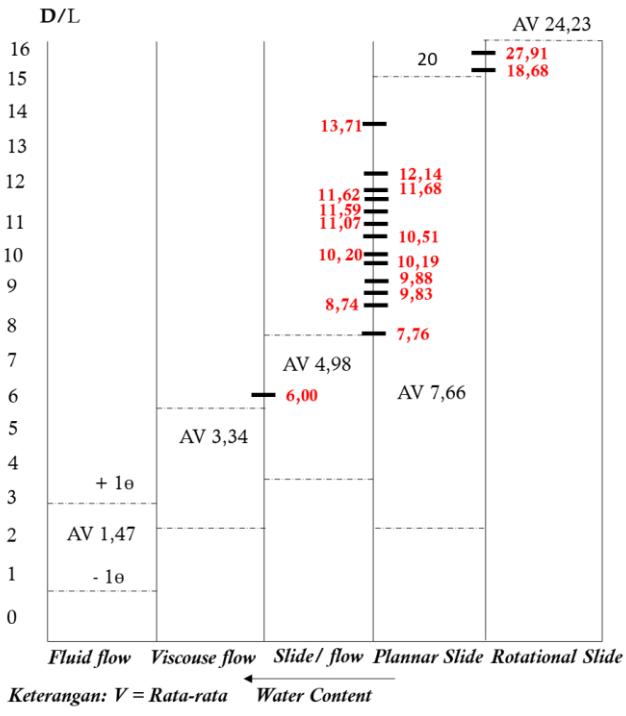
Commented [LS36]: Cek Klasifikasi Varnes 1978 apakah Tipples atau Toples, karena maknanya berbeda.

Commented [LS37]: Cek ulang klasifikasi toples atau toples

No	Lokasi	Morfometri Longsor		Indeks Klasifikasi (D/L) x 100%	Tipe Longsor
		Kedalaman [longsoran] (D)	Panjang [longsoran] (L)		
11	Desa Dunu Kecamatan Monano N: 00°57'11,3" E: 122°37'08,6"	1,6	14,45	11,07	<i>Planar Slide</i>
12	Desa Tudi Kecamatan Monano N: 00°51'46,3" E: 122°43'14,9"	2,8	48	6,0	<i>Slide/Flow</i>
13	Desa Dambalo Kecamatan Tomilito N: 00°51'13,6" E: 122°55'15,7"	-	-	-	<i>[Rock/Toples]</i>
14	Desa Dambalo Kecamatan Tomilito N: 00°53'33,3" E: 122°57'06,1"	-	-	-	<i>[Rock/Toples]</i>
15	Desa Dambalo Kecamatan Tomilito N: 00°53'31,8" E: 122°57'10,1"	2,8	26,64	10,51	<i>Planar Slide</i>
16	Desa Molongo Kecamatan Gentuma Raya N: 00°56'24,8" E: 123°00'09,9"	3,5	28,84	12,14	<i>Planar Slide</i>
17	Desa Kota Jin Kecamatan Atinggola N: 00°54'48,30" E: 123°06'31,21"	1,6	13,7	11,68	<i>Planar Slide</i>
18	Desa Kikia Kecamatan Sumalata N: 00°59'44,6" E: 122°18'43,3"	1,6	13,8	11,59	<i>Planar Slide</i>
19	Desa Kasia Kecamatan Sumalata N: 01°00'14,8" E: 122°21'13,4"	1,38	13,53	10,20	<i>Planar Slide</i>
20	Desa Kasia Kecamatan Sumalata N: 00°59'17,0" E: 122°22'24,6"	3,42	33,56	10,19	<i>Planar slide</i>
21	Desa Bulontio Barat Kecamatan Sumalata N: 00°59'41,9" E: 122°24'18,5"	-	-	-	<i>[Rock/Toples]</i>

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Commented [LS34]: Konsistensi menggunakan kata longsor**Commented [LS35]:** Konsistensi menggunakan kata longsor**Commented [LS38]:** Cek ulang klasifikasi toples atau toples**Commented [LS39]:** Cek ulang klasifikasi toples atau toples**Commented [LS40]:** Cek ulang klasifikasi toples atau toples



Gambar 4. Hasil identifikasi tipe longsor

Hasil analisis menunjukkan tipe longsoran yang terjadi di Kabupaten Gorontalo Utara adalah *planar slide*, *rotational slide*, *rock/toples* dan *slide/flow*. Tipe *Planar slide* merupakan tipe gerakan material berupa tanah atau batuan pada bidang lereng yang lemah. Tipe ini terjadi pada kemiringan lereng curam hingga sangat curam, tekstur tanah lempung berpasir dan memiliki kandungan air sedang hingga basah. Kondisi penggunaan lahan pada longsoran tipe *planar slide* adalah pertanian lahan kering jagung dan semak belukar. Tipe longsoran ini tersebar di Kecamatan Atinggola, Kecamatan Gentuma Raya, Kecamatan Tomilito, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata.

Tipe *rock/toples* dicirikan robohnya unit batuan akibat pelapukan dengan cara berputar ke depan ke unit batuan yang lebih rendah (Highland, 2004). Tipe longsoran ini diakibatkan oleh gaya gravitasi bumi dan kandungan air pada rekahan batuan yang mempercepat terjadinya proses pelapukan. Tipe longsoran ini tersebar di Kecamatan Tomilito, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata. Pada umumnya, longsoran ini terjadi pada jenis batuan sedimen yang mengalami pelapukan fisik maupun kimia dengan lereng yang curam - sangat curam, resistensi batuan dan relief berbukit.

Tipe *rotational slide* merupakan tipe longsoran yang terjadi pada permukaan lereng cembung serta laju pergerakan material longsor lambat. Material berupa campuran tanah dan batuan serta tekstur tanah melekat dan bisa dibentuk bulatan pada penggunaan lahan pertanian jagung dan semak belukar. Tipe longsoran ini tersebar di Kecamatan Sulamata Timur.

Tipe longsoran *Slide/flow* terjadi di sekitar wilayah Kecamatan Monano. Material longsoran berupa tanah dengan ketebalan material tanah 2,12 meter, laju pergerakan material cenderung lambat pada lereng yang landai. Tekstur tanah lempung campuran tekstur halus dan kasar, serta kondisi tanah basah. Pada lokasi ini ditemukan mata air yang muncul di permukaan. Longsoran tipe ini terjadi pada lahan pertanian jagung. Faktor utama yang berpengaruh pada tipe longsoran ini adalah adanya patahan di lokasi (lihat gambar 7) longsoran dan munculnya mata air yang mempengaruhi kestabilan massa tanah sehingga memicu pergerakan material tanah ke arah lereng yang lebih landai. Sebaran longsoran di Kabupaten Gorontalo Utara ditunjukkan pada Gambar 5.

Commented [LS41]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS42]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS43]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS44]: Cek apakah benar klasifikasi rock topple mengacu klasifikasi Highland, 2004 silakan cek klasifikasi tipe landslides dari Varnes, 1978 yang disitus ulang oleh USGS 2004

Commented [LS45]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS46]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS47]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS48]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS49]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS50]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS51]: Konsistensi menggunakan kata longsor

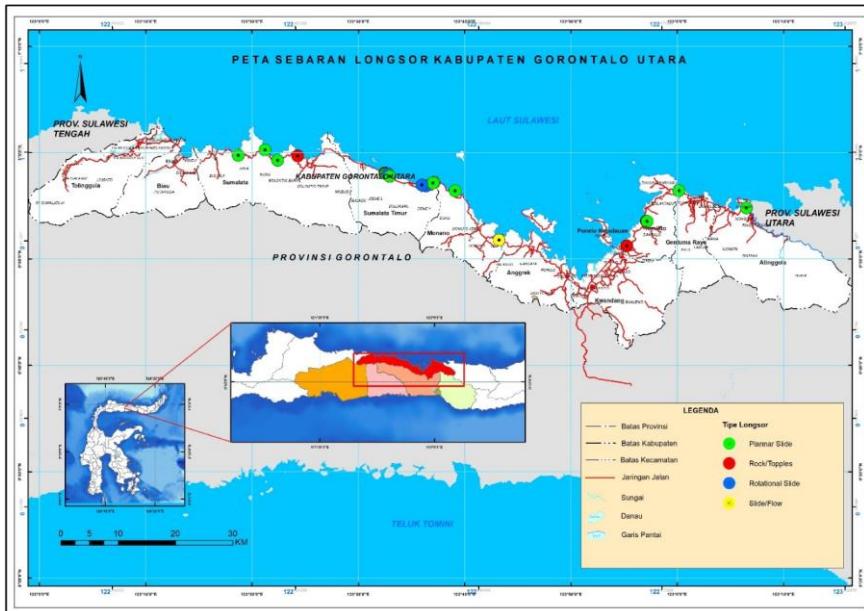
Commented [LS52]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS53]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS54]: Bukti pergerakan lapisan akibat patahan seperti pengukuran di lapangan strike dan dip patahan tidak ada justru menampilkan satuan geomorfologi yang tidak mencirikan satuan perbukitan patahan. Sebaiknya pengaruh patahan akibat gaya endogen diabaikan terkecuali hasil pengukuran geolistrik dan permukaan ada pergerakan patahan seperti bukti strike dan dip bisa diterima analisis akibat patahan.

Commented [LS55]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS56]: Konsistensi menggunakan kata longsor



Gambar 5. Peta Sebaran [Longsoran] di Kabupaten Gorontalo Utara

3.2 Bidang gelincir [longsoran]

Pengukuran *Resistivity Mapping* menggunakan konfigurasi *Wenner Schlumberger* tersebar pada beberapa lokasi yaitu Kecamatan Tomilito, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata. Penentuan lokasi pengukuran berdasarkan atas kesamaan tipe [longsoran] dan karekateristik tanah dan batuan di lokasi [longsoran].

3.2.2 Bidang gelincir [longsoran] pada Lintasan 1 di Kecamatan Tomilito

Lintasan 1 (A1-A2) Desa Dambalo Kecamatan Tomilito. Titik koordinat N: 00° 53' 37,1" dan E: 122° 56' 53,8" - N: 00° 53' 30,8" dan E: 122° 56' 54,0". Panjang lintasan 200 meter. Berdasarkan hasil analisis data aktual diperoleh pola pelapisan batuan yang diinterpretasikan adanya bidang gelincir. Gambar 6 menunjukkan bahwa lapisan atas memiliki nilai resistivitas lebih rendah yakni 2,11 Ωm sampai 16,4 Ωm (warna biru hingga hijau muda) mempunyai ketebalan lapisan 5 meter. Lapisan tersebut adalah lapisan [top soil] berupa pasir berlempung dan pasir kerikil. Lapisan dibawahnya memiliki nilai resistivitas tinggi yakni 355 Ωm – 2763 Ωm (warna kuning hingga ungu) diperkirakan sebagai lapisan batuan beku andesit (Santoso, 2002). Bidang gelincir teridentifikasi pada kedalaman 5 – 6,38 meter yang berada diantara bidang kontras antara nilai resistivitas tinggi dan resistivitas rendah. Kemiringan bidang gelincir rata-rata 13° ke arah selatan.

3.2.3 Bidang gelincir [longsoran] pada Lintasan 2 di Kecamatan Sumalata

Panjang Lintasan-2 adalah 100 meter yang berada pada ketinggian 73 – 93 mdpl. Distribusi nilai tahanan jenis pada Lintasan 2 berkisar antara 0,0067 Ωm – 12911 Ωm. Kedalaman maksimum yang dapat dideteksi pada lintasan 2 yaitu 15,9 meter. Bidang gelincir [longsoran] berada pada kedalaman 2 meter – 3,75 meter. Jenis batuan adalah andesit yang mengalami pelupukan. Kemiringan [longsoran] rata-rata 12° ke arah barat. Hasil pemodelan *resistivitas 2D* pada lintasan 2 ditemukannya lapisan akuifer dangkal pada kedalaman 2,30 meter dengan nilai resistivity 0,0067 Ωm. Berdasarkan hasil riset (Zulfiadi, 2011) bidang gelincir dangkal pada kedalaman 1,5 meter sampai 5 meter dan bidang gelincir dalam 5 meter sampai 20 meter.

Commented [LS57]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS58]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS59]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS60]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS61]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS62]: Huruf italic kata asing

Commented [LS63]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS64]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS65]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS66]: Cek ulang Zulfiadi tidak pernah mengeluarkan klasifikasi kelas kedalaman bidang gelincir karena justru mensitis dari (Fernandez & Marzuki, 1987). Benarkan hasil riset Zulfiadi ataukah hanya mensitis pustaka lain ?

3.2.4 Bidang gelincir [longsor] pada Lintasan 3 Kecamatan Monano

Panjang lintasan 3 adalah 100 meter yang berada pada ketinggian 27 – 38 mdpl. Hasil pemodelan memperlihatkan nilai resistivitas yang terdiri atas dua bagian yaitu model resistivitas tanpa koreksi topografi (gambar bagian atas) dan model resistivitas dengan koreksi topografi (gambar bagian bawah). Bidang gelincir Lintasan 3 ditemukan pada kedalaman 6,38 meter dengan ketebalan bidang gelincir >1 meter dengan tipe bidang gelincir *rotational slip*. Kemiringan sudut rata-rata sebesar 10° ke arah barat daya. Nilai resistivitas Lintasan 3 bervariasi, informasi kedalaman mencapai 12,4 meter dari permukaan. Lapisan tanah liat (*clay*) dan kerikil memiliki nilai resistivitas rendah diperlihatkan dengan warna biru muda sampai biru tua dengan nilai resistivitas 0,051 Ωm – 0,468 Ωm. Lapisan ini terjadi akumulasi air yang lebih banyak sehingga memiliki nilai resistivitas rendah. Lapisan nilai resistivitas menengah hingga tinggi yaitu kuning sampai ungu, nilai resistivitas yaitu 21,2 Ωm – 1954 Ωm merupakan lapisan batuan andesit (lihat Tabel 2).

Commented [LS67]: Konsistensi menggunakan kata longsor

3.2.5 Bidang gelincir [longsor] pada Lintasan 4 di Kecamatan Sumalata Timur

Panjang Lintasan 4 adalah 100 meter yang berada pada ketinggian 35 – 46 mdpl. Hasil pemodelan ditunjukkan pada Gambar 6 (d). Gambar tersebut menunjukkan bidang gelincir berada pada kedalaman 3,75 meter-6,38 meter dengan lapisan berwarna kuning yang memicu terjadinya longsor, nilai resistivitas 130 Ωm - 594 Ωm. Jenis batuan pada lintasan ini adalah batuan beku andesit. Kemiringan bidang gelincir rata-rata sebesar 11° ke arah barat daya dengan ketinggian topografi 30 mdpl – 47 mdpl. Nilai resistivitas diperoleh Lintasan 4 bervariasi dengan kedalaman mencapai 15,9 meter dari permukaan tanah. Zona dengan resistivitas rendah berkisar antara 0,89 Ωm – 57,4 Ωm (Biru tua sampai hijau muda) dan zona resistivitas tinggi 163 Ωm – 1308 Ωm (warna kuning sampai ungu). Berdasarkan analisis kejadian longsor di lapangan tipe bidang gelincir pada Lintasan 4 adalah *rotational slide*.

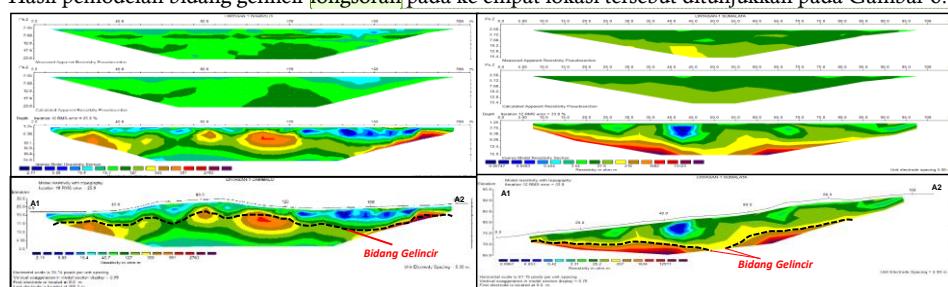
Hasil pengukuran resistivitas dengan geolistrik ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran resistivitas

No	Lintasan 1 Kecamatan Tomilito		Lintasan 2 Sumalata		Lintasan 3 Kecamatan Monano		Lintasan 4 Sumalata Timur	
	Resistansi (Ωm)	Jenis Batuan	Resistansi (Ωm)	Jenis Batuan	Resistansi (Ωm)	Jenis Batuan	Resistansi (Ωm)	Jenis Batuan
1	0 - 27,04	[Clay]	0 - 26,5	[Clay]	0 - 10,94	[Clay]	0 - 27,93	[Clay]
2	28,51 - 86,96	Clay	28,22 - 80,91	[Clay]	11,93-18,23	[Clay]	37,82 - 86,87	[Clay]
3	87,67 - 143,65	[Gravel] dan [Sand]	81,54 - 116,99	Gravel and Sand	19,14 - 64,23	[Clay]	88,33 - 127,83	Gravel and Sand
4	143,65 - 355	Gravel and Sand	116,99 - 207	Gravel and Sand	64,23 - 95,8	[Clay]	130,28 - 255,53	Gravel and Sand
5	355 - 2763	Andesit (kering)	207 - 1.634	Andesit (kering)	95,8 - 433	[Gravel and Sand]	255,53 - 461	Gravel and Sand
6	-	-	1.634 - 12.911	[Dacit]	433 - 1.954	Andesit (kering)	461,1 - 594	Andesit (kering)

Sumber: hasil pengukuran, 2021

Hasil pemodelan bidang gelincir [longsor] pada ke empat lokasi tersebut ditunjukkan pada Gambar 6.



(a)

(b)

Commented [LS68]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS69]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS70]: Huruf italic kata asing

Commented [LS71]: Huruf italic kata asing

Commented [LS72]: Huruf italic kata asing

Commented [LS73]: Huruf italic kata asing

Commented [LS74]: Huruf italic kata asing

Commented [LS75]: Huruf italic kata asing

Commented [LS76]: Huruf italic kata asing

Commented [LS77]: Huruf italic kata asing

Commented [LS78]: Huruf italic kata asing

Commented [LS79]: Huruf italic kata asing

Commented [LS80]: Huruf italic kata asing

Commented [LS81]: Huruf italic kata asing

Commented [LS82]: Huruf italic kata asing

Commented [LS83]: Huruf italic kata asing

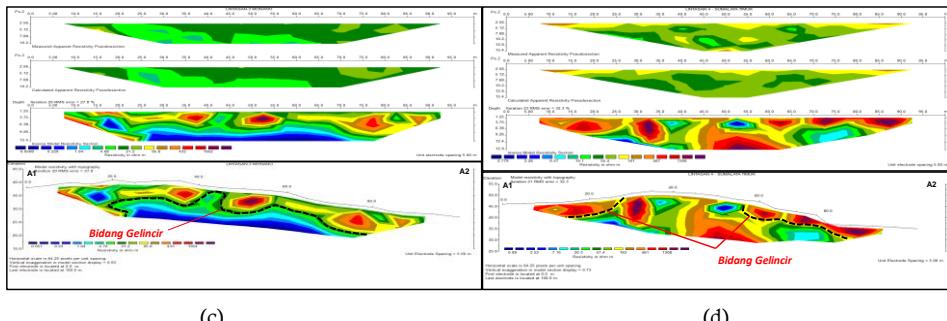
Commented [LS84]: Huruf italic kata asing

Commented [LS85]: Huruf italic kata asing

Commented [LS86]: Huruf italic kata asing

Commented [LS87]: Huruf italic kata asing

Commented [LS88]: Konsistensi menggunakan kata longsor



Gambar 6. Penampang Resistivitas-2D bidang gelincir. (a) lokasi Kecamatan Tomilito; (b) lokasi Kecamatan Sumalata; (c) lokasi Kecamatan Monano; (d) lokasi Kecamatan Sumalata Timur

3.3 Pembahasan

Kejadian longsor pada wilayah penelitian difokuskan pada daerah permukiman dan akses jalan. Kejadian longsor yang terjadi di wilayah Kabupaten Gorontalo Utara sebanyak 21 titik kejadian yang tersebar di Kecamatan Tomilito, Kecamatan Gentuma, Kecamatan Atinggola, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata. Berdasarkan hasil survei jumlah titik kejadian longsor yang mendominasi di wilayah Kecamatan Sumalata Timur sebanyak 10 titik, Kecamatan Sumalata sebanyak 4 titik longsor, Kecamatan Tomilito 3 titik longsor, Kecamatan Monano 2 titik longsor dan Kecamatan Gentuma Raya dan Atinggola masing-masing 1 titik kejadian longsor.

Hasil observasi menunjukkan kejadian longsor yang terjadi di lokasi penelitian disebabkan oleh pola pemanfaatan lahan yang tidak ramah lingkungan, antara lain alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian kering/jagung. Kondisi ini memicu terjadinya longsor. Curah hujan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kejadian longsor. Curah hujan yang tinggi akan menyebabkan tanah jenuh oleh air sehingga gaya beban pada tanah akan meningkat (Ma *et al.*, 2015; Hardiyatmo, 2006; Asikia *et al.*, 2019; Gemizzi *et al.*, 2011). Kejadian longsor di Kabupaten Gorontalo Utara terjadi pada intensitas curah hujan rata-rata berkisar antara 1000 – 2000 mm/tahun. Pada lokasi ini ditemukan beberapa titik mata air dan aliran sungai-sungai kecil. Faktor penggunaan lahan juga turut berpengaruh terhadap kejadian longsor di Kabupaten Gorontalo Utara. Pada umumnya, kejadian longsor terjadi pada pertanian lahan kering. Kondisi tanah yang jenuh air pada kondisi lereng yang curam dapat memicu terjadinya longsor. Inilah faktor utama yang mendorong kemungkinan perkembangan longsor yang bervariatif dan kompleks. Kejadian longsor pada Formasi Batuan Tmbo (Diorit Boliohuto) dipengaruhi oleh patahan serta pelapukan batuan. Kondisi ini melemahkan kekompakan massa batuan sehingga dapat menimbulkan longsor. Ketika intensitas curah hujan tinggi, air masuk ke dalam tanah melewati patahan sehingga membentuk bidang gelincir longsor yang memicu terjadinya longsor. Pelapisan batuan yang dikontrol oleh adanya rekanan, patahan, serta terdapatnya endapan massa tanah dan batuan dapat mempercepat terjadinya longsor apabila hujan turun dalam intensitas dan jumlah yang tinggi (Suratman, 2002; Nasiah & Invanni, 2014; Wen *et al.*, 2017; Lihawa *et al.*, 2014)

Longsor di daerah penelitian terjadi pada satuan lahan dengan kemiringan lereng $>15\% - 45\%$ yang merupakan ciri perbukitan hingga pegunungan yang sangat curam dengan ketingian rata-rata 100 – 1.000 mdpl. Kemiringan lereng merupakan salah satu faktor pemicu terjadinya longsor. Kemiringan menjadi faktor pengendali terpenting proses gravitasi, karena berhubungan dengan tegangan geser yang bekerja ke permukaan tanah (Hardiyatmo, 2006; Abdur, 2010; Bui *et al.*, 2011; Patuti *et al.*, 2017; Abrauw, 2017; Lihawa *et al.*, 2021). Wilayah kemiringan lereng yang curam di Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata mendominasi kejadian longsor. Tipe longsor yang terjadi adalah *Rock toples*, *Planar Slide* dan *Rotational slide*.

- Commented [LS89]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS90]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS91]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS92]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS93]:** Perbaiki tambah huruf a
- Commented [LS94]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS95]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS96]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS97]:** Formasi ini tidak dibahas di awal pada pendahuluan karena tidak ada peta geologi regional penelitian justru statemen ini akan membingungkan karena berbeda dengan hasil riset karena andesit berbeda sekali dengan diorite.
- Commented [LS98]:** Bukti hasil pengukuran strike dan dip di lapangan tidak ada karena bukti foto patahan tidak Nampak sama sekali. Jika tidak ada sebaiknya dihilangkan.
- Commented [LS99]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS100]:** Tidak ada bukti baik strike dan pengukuran patahan di lapangan maupun dari geolistrik karena tidak ada penampang yang dapat diinterpretasikan sebagai patahan. Jika tidak ada sebaiknya dihilangkan.
- Commented [LS101]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS102]:** Coba dibuktikan hasil pengukuran di lapangan strike dan dip dari patahan atau dari penampang geolistrik adakah interpretasi patahan. Jika tidak ada dihilangkan.
- Commented [LS103]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS104]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS105]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS106]:** Konsistensi menggunakan kata longsor



Gambar 7. Kejadian longsor berdasarkan faktor penyebab terjadinya longsor

4. Kesimpulan

Sebaran kejadian [longsor] di daerah penelitian terjadi hampir seluruh wilayah Kabupaten Gorontalo Utara. Jumlah kejadian [longsor] adalah 21 kejadian yang tersebar di wilayah Kecamatan Tomilito, Kecamatan Gentuma, Kecamatan Atinggola, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata. Hasil pengukuran morfometri [longsor] dan berdasarkan analisis terhadap indeks klasifikasi diperoleh tipe longsor yang terjadi di Kabupaten Gorontalo Utara adalah tipe *rotational slide, planar slide, slide/flow, dan rock/topples slide*. Hasil analisis *Resistivity Mapping* menggunakan konfigurasi *Wenner Schlumberger* diperoleh kedalaman [longsor] pada Lintasan 1 di Kecamatan Tomilito sebesar 5 – 6,38 meter, kemiringan [longsor] 13° ke arah selatan. Kedalaman [longsor] yang terjadi pada Lintasan 2 di Kecamatan Sumalata sebesar 2 – 3,75 meter, kemiringan [longsor] 12° ke arah Barat. Bidang gelincir Lintasan 3 di Kecamatan Monano berada pada kedalaman 6,38 - 12,4 meter. Kemiringan sudut rata-rata sebesar 10° ke arah barat daya. Bidang gelincir [longsor] pada Lintasan 4 di Kecamatan Samalata Timur berada pada kedalaman 15,9 meter. Kemiringan sudut rata-rata sebesar 11° ke arah barat daya.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kepada Pusat Studi Lingkungan dan Kependudukan (PSL-K) LPPM Universitas Negeri Gorontalo, Dinas PUPR Kabupaten Gorontalo Utara dan BPBD Kabupaten Gorontalo Utara yang telah membantu dalam proses pengumpulan dan analisis data.

6. Referensi

Abdur, R. (2010). Penggunaan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Kerawanan Longsor di Kabupaten Purworejo. *Jurnal Bumi Lestari*, 10(2), 191-199. Diambil kembali dari <https://ojs.unud.ac.id/index.php/blje/article/view/121>

Commented [LS107]: Gambar cukup diberi kode huruf A dan seterusnya tanpa keterangan karena keterangan dimasukan di bagian keterangan gambar

Commented [LS108]: Gambar 7 ini tidak bisa dijadikan bukti ada patahan karena harus ada bukti pengukuran strike dan dip dari arah patahan atau sesar di lapangan. Karena justru dari geomorfologi tidak merupakan satuan perbukitan patahan karena justru satuan perbukitan denudasional karena lereng bukti pengaruh patahan tidak nampak. Jalur atau bukti patahan sangat sulit dilihat tanpa rimbunan tanaman jelas tidak bisa melihat langsung bagian pergerakan patahan. Jika tidak ada bukti baik pengukuran strike dip patahan atau sesar di lapangan termasuk tidak ada interpretasi pergerakan patahan pada penampang hasil pengukuran geolistrik sebaiknya faktor atau jalur patahan dihilangkan.

Commented [LS109]: Gambar cukup diberi kode huruf B dan seterusnya tanpa keterangan karena keterangan dimasukan di bagian keterangan gambar

Commented [LS110]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS111]: Gambar cukup diberi kode huruf D tanpa keterangan karena keterangan dimasukan di bagian keterangan gambar

Commented [LS112]: Gambar cukup diberi kode huruf C dan seterusnya tanpa keterangan karena keterangan dimasukan di bagian keterangan gambar

Commented [LS113]: Keterangan gambar dilengkapi keterangan setiap bagian Gambar A, B, C dan D

Commented [LS114]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS115]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS116]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS117]: Rock/topples berbeda dengan slide ? Cek kembali makna keduanya jadi tidak bisa digabung.

Commented [LS118]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS119]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS120]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS121]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS122]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Abrauw, R. D. (2017). Wilayah Rawan Longsor Di Kota Jayapura. *Jurnal Geografi Lingkungan Tropik*, 1(1), 14–28. *Jurnal Geografi Lingkungan*, 1(1), 14-28. Diambil kembali dari <http://jglitrop.ui.ac.id/index.php/jglitrop/article/viewFile/4/3>

Asikia, M. I., Maryati, S., & Akase, N. (2019). Analisis Tingkat Kerentanan Longsor Daerah Muara Sungai Bone Kota Gorontalo, Teknik Geologi, Universitas Negeri Gorontalo. *Jambura Geoscience Review*, 1(2), 87-101. doi:DOI: 10.34312/jgeosrev.v1i2.2474

Badan Nasional Penanggulangan Bencana Indonesia. (2020). *Data Informasi Bencana Indonesia*. Jakarta: BNPB.

BPBD Kabupaten Gorontalo Utara. (2019). *Kajian Risiko Bencana Kabupaten Gorontalo Utara*. Kwandang: BPBD Gorontalo Utara.

Bui, D. T., Revhaug, I., & Dick, O. (2011). [Bui, D.T., Revhaug, I., Dick, O., 2011.] Landslide susceptibility analysis in the Hoa Binh province of Vietnam using statistical index and logistic regression. *Nat. Hazards* 59 (3), 1413–1444. *Nat Hazards*, 59(3), 1413-1444.]

Dukalang, M. (2019). *Analisis kekeringan meteorologis terhadap kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Gorontalo*. Gorontalo: Program Pasca Sarjana Universitas Negeri Gorontalo.]

Feizizadeh, B., & Blaschke, T. (2013). Land suitability analysis for Tabriz County, Iran: a multi-criteria evaluation approach using GIS. *Journal of Environmental Planning and Management*, 56(1), 1-23. doi:10.4236/jgis.2012.44039]

Gemizzi, A., Falalakis, G., Eskioglu, C., & Petalas, C. (2011). Evaluating Landslide Susceptibility Using Enveronmenal Factors, Fuzzy Membership Function and GIS. *Global NEST Journal*, 13(1), 28-40. Diambil kembali dari <https://journal.gnest.org/publication/734>

Hardiyatmo, H. (2006). *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Highland, L. (2004). *Landslide type and processes*. (Vol. Fact-Sheet No. 2004-3072). United State: Geology Survey.]

Lihawa, F., Patuti, I. M., & Nurfaika. (2014). Sebaran Aspek Keruangan Tipe Longsoran di Daerah Aliran Sungai Alo Provinsi Gorontalo. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(3), 277-285. [Diambil kembali dari <https://doi.org/10.22146/jml.18554>]

Lihawa, F., Zainuri, A., Patuti, I. M., Permana, A. P., & Pradana, I. Y. (2021). The Analysis Of Sliding Surface In Alo Watershed. *Series Of Geology And Technical Sciences*, 50-55. doi:10.32014/2021.2518-170X.62]

Ma, T., Li, C., Lu, Z., & Bao, Q. (2015). Rainfall intensity-duration thresholds for the initiation of landslides in Zhejiang Province, China. *Geomorphology*, 193-206. doi:<https://doi.org/10.3390/w12020494>

Naryanto, H. S., Wisyanto, Sumargana, L., Ramadhan, R., & Prawiradisastra, S. (2016). Kajian Kondisi Bawah Permukaan Kawasan Rawan Longsor dengan Geolistrik untuk Penentuan Lokasi Penempatan Instrumentasi Sistem Peringatan Dini Longsor di Kecamatan Talegong. *Jurnal Riset Kebencanaan Indonesia (JRKI)*, 161-172.]

Nasiah, & Invanni, I. (2014). Identifikasi Daerah Rawan Bencana Longsor Lahan Sebagai Upaya Penanggulangan Bencana di Kabupaten Sinjai. *Jurnal Sainsmat*, 3(2), 109-121. doi:<https://doi.org/10.35580/sainsmat3211012014>

Patuti, I. M., Rifa'i, A., & Suryolelono, K. B. (2017). Mechanism and Characteristics of The Landslides in Bone Bolango Regency, Gorontalo Province, Indonesia. *Geomatè*, 12(9), 1-8. Diambil kembali dari <https://www.geomatèjournal.com/sites/default/files/articles/1-8-79901-Indriat-Jan-2017-R1.pdf>

Commented [LS123]: Double nama muncul hilangkan

Commented [LS124]: Tambahkan DOI nya

Commented [LS125]: Publikasi dalam bentuk apa buku atau tesis disertasi

Commented [LS126]: Tidak ada sitasi dalam tulisan artikel jadi teliti ulang. Jika tidak ada sebaiknya dihilangkan.

Commented [LS127]: Tambahkan DOI gantikan link url

Commented [LS128]: Cek ulang pustaka ini apakah benar dari Highland L (2004) atau diambil dari link website USGS 2004. Cek di USGS. (2004). *United States Geological Survey Faer Sheet 2004-3072*. Diambil kembali dari geology.com/usgs/landslides.

Commented [LS129]: Langsung DOI. Diambil Kembali dari dihilangkan

Commented [LS130]: Tambahkan volume dan nomor artikel serta perbaiki judul dan nama jurnal. Perbaiki seperti ini Lihawa, F., Zainuri, A., Patuti, I. M., Permana, A. P., & Pradana, I. Y. (2021). The Analysis of Sliding Surface in Alo Watershed, Gorontalo District, Indonesia. *News of The National Academy of Sciences of The Republic of Kazakhstan Series Of Geology And Technical Sciences*, 3(447) : 53-58. doi:10.32014/2021.2518-170X.62

Commented [LS131]: Tambahkan volume. Cek ulang DOI yang dimasukan bukan merupakan artikel ini.

Commented [LS132]: Judul artikel tambahkan Kabupaten Garut serta tambahkan volume dan nomor artikel dan link url jika DOI tidak ada

[Rahmaniah, R., Reskiwijaya, R., Wahyuni, A. S., & Harsano, J. (2020). Analisis Mineral Tanah Rawan Longsor Menggunakan X-Ray Diffraction Di Desa Sawaru Kabupaten Maros. *Jambura Geoscience Review*, 2(1), 41-49.]

Ramadhan, N. I., & Idajati, H. (2017). Identifikasi Tingkat Bahaya Bencana Longsor, Studi kasus: Kawasan Lereng Gunung Lawu, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), 87-90. doi:DOI: 10.12962/j23373539.v6i1.22333

Sapulete, S., S., S., & S, J. (2019). Interpretasi Data Resistivitas Untuk Mengidentifikasi Munculnya Longsor Susulan Di Blok V Wayane Ambon. Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan Vol. 13 No. 3 Page 187-198. *Ilmu Matematika dan Terapan*, 13(3), 187-198. Diambil kembali dari <https://doi.org/10.30598/>

[Suratman, W. (2002). *Studi Erosi Parit dan Longsoran Dengan Pendekatan Geomorfologis di Daerah Aliran Sungai Oyo Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.]

[Varnes. (1969). *Slope Movement and Types and processes. Landslide: Analysis and control*. Washington DC: National Academy of Science.]

Wen, F., Xin-Sheng, W., Yan-bo, C., & Bin, Z. (2017). Landslide susceptibility assessment using the certainty factor and analytic hierarchy process . *J. Mt. Sci.*, 14(5), 906-925. doi:DOI: 10.1007/s11629-016-4068-2

[Weng, E., Farrior, C. E., Dybzinski, R., & Pacala, S. W. (2017). Predicting vegetation type through physiological and environmental interactions with leaf traits: evergreen and deciduous forests in an earth system modeling framework. *Glob. Change Biol.*, 23, n. *Glob. Change Biol*, 23(6), 2482-2498. doi:doi:10.1111/gcb.13542]

[Zulfiadi, Z. (2011). *Analisis Kestabilan Lereng Tanah*. Bandung: Universitas Padjajaran. Bandung: Universitas Padjajaran.]

Commented [LS133]: Tidak ada sitasi dalam tulisan artikel jadi teliti ulang. Jika tidak ada sebaiknya dihilangkan.

Commented [LS134]: Lengkapi kode DOI karena masih kurang

Commented [LS135]: Publikasi dalam bentuk apa buku atau tesis disertasi

Commented [LS136]: Cek ulang benarkan tahun 1969 atau 1978 ? Lengkapi nama penulis Varnes, D. J. Perbaiki judul book chapter tidak ada double and. Hilangkan salah satu and. Perbaiki seperti ini Varnes, D.J. 1978. *Slope Movement Types and Processes*. In Special Report 176: Landslides: Analysis and Control (R.L. Schuster and R.J. Krizek, eds.), TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 11-33.

Commented [LS137]: Tidak ada sitasi dalam tulisan artikel jadi teliti ulang. Jika tidak ada sebaiknya dihilangkan.

Commented [LS138]: Cek ulang tahun pustaka apakah benar 2011 ? Cek lagi pustaka ini apakah buku, diktat materi kuliah atau tesis disertasi ?



Fityane Lihawa <fitryane.lihawa@ung.ac.id>

HASIL REVIEW ARTIKEL JAMBURA GEOSCIENCE REVIEW

Fityane Lihawa <fitryane.lihawa@ung.ac.id>
Kepada: Jambura Geoscience Review <geosrev@ung.ac.id>

26 Juni 2021 22.04

Yth. Managing Editor
Jambura Geoscience Review

Terkirim naskah revisi ke-2 dari reviewer 1. Hasil revisi diberi tanda kuning dalam naskah.
Trimakasih

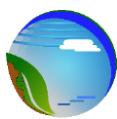
Salam
Fitryane Lihawa

[Kutipan teks disembunyikan]

2 lampiran

ID JGEOSREV 10623 (rev2).docx
4002K

[JGEOSREV] COMMENT REVIEWER (rev 2).docx
125K



ANALISIS TIPE DAN BIDANG GELINCIR LONGSOR DI KABUPATEN GORONTALO UTARA

INFO ARTIKEL

Article history:

Received:

Accepted:

Published:

Keywords:

Geoelectric; Landslide; Morphometry;
Resistivity; Slope

Corresponding author:

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the type of landslides and analyze the landslide slip in North Gorontalo District, Gorontalo Province using the geoelectric method. This research begins by determining the type and kind of landslides found in North Gorontalo District. The location of the measurement was carried out at 4 (four) locations, 1st Track in Tomilito District; 2nd track in Sumalata District; 3rd track in Monano District; and 4th track in East Sumalata District. The research method used was field survey with land unit approach. Data analysis to determine the type and kind of landslides is using the landslide classification index method. Analysis of geoelectric measurement results using the Schlumberger-Configuration. The results showed that the types of landslides that occurred in North Gorontalo Regency were the type of planar slide, rotational slide, slide flow, rock/ropple. The average depth of the landslide slip that occurred was 5 – 15.9 meters. In general, landslides that occur in North Gorontalo Regency are caused by high rainfall and land conversion for agriculture

Copyright © 2021 The Authors
This open access article is distributed under a
Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 International license

1. Pendahuluan

Bencana tanah longsor adalah salah satu bentuk bencana fisik alami yang sering terjadi di Indonesia dan secara umum terjadi di wilayah pegunungan dengan kemiringan lereng yang curam (Hardiyatmo, 2006). Kejadian bencana longsor berhubungan dengan faktor alam seperti curah hujan, penutupan lahan, topografi, kelerengan, geologi/batuhan dan jenis tanah (Wen et al, 2017). Bencana tanah longsor sering menyebabkan korban jiwa, kerusakan rumah, dan kerusakan sarana dan prasarana pemukiman karena tertimpak dan tertimbun material longsor sehingga berdampak pada kondisi sosial dan ekonomi masyarakat (Ramadhan & Idajati, 2017; Wen et al, 2017). Tanah longsor yaitu perpindahan material tanah maupun batuan akibat gaya berat (gravitasi bumi). Terjadinya tanah longsor disebabkan oleh adanya gangguan kesetimbangan lereng pada faktor pengontrol dan faktor pemicu. Ketidakseimbangan gaya terjadi karena gaya peluncur lereng lebih besar daripada gaya penahannya. Kondisi ini mengakibatkan masa tanah bergerak turun (Naryanto et al, 2016; Hardiyatmo, 2006).

Provinsi Gorontalo khususnya daerah Kabupaten Gorontalo Utara termasuk wilayah rawan terjadinya bencana tanah longsor. Area kemiringan 20-40% yang sengaja dibuka untuk lahan pertanian, kondisi perbukitan rata-rata 200-300 mdpl yang tidak ditanami tanaman tahunan memicu struktur tanah menjadi lebih mengakibatkan rawan bencana longsor (BPBD Kabupaten Gorontalo Utara, 2019). Pada musim kemarau sering terjadi aktivitas pembakaran hutan tanpa memikirkan risiko pada ekosistem dan daya dukung lingkungan (Dukalang, 2019). Data informasi bencana Indonesia (DIBI) merilis kejadian longsor yang terjadi di Jalan Trans Sulawesi bagian barat Kabupaten Gorontalo Utara. Kondisi jalan terputus karena terjadi longsor di Desa Tolitehuyu, Kecamatan Monano yang menutupi seluruh badan jalan lebih dari 100 meter. Tercatat ada 30 titik rawan longsor di Wilayah Barat Gorontalo Utara. Dari

Commented [LS1]: Re-check, Jar or topple ? The definition of jar is different from topple.

Commented [LS2]: Harus konsisten jika judul mengacu Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah menggunakan kata longsor maka semua harus longsor bukan lagi longsoran.

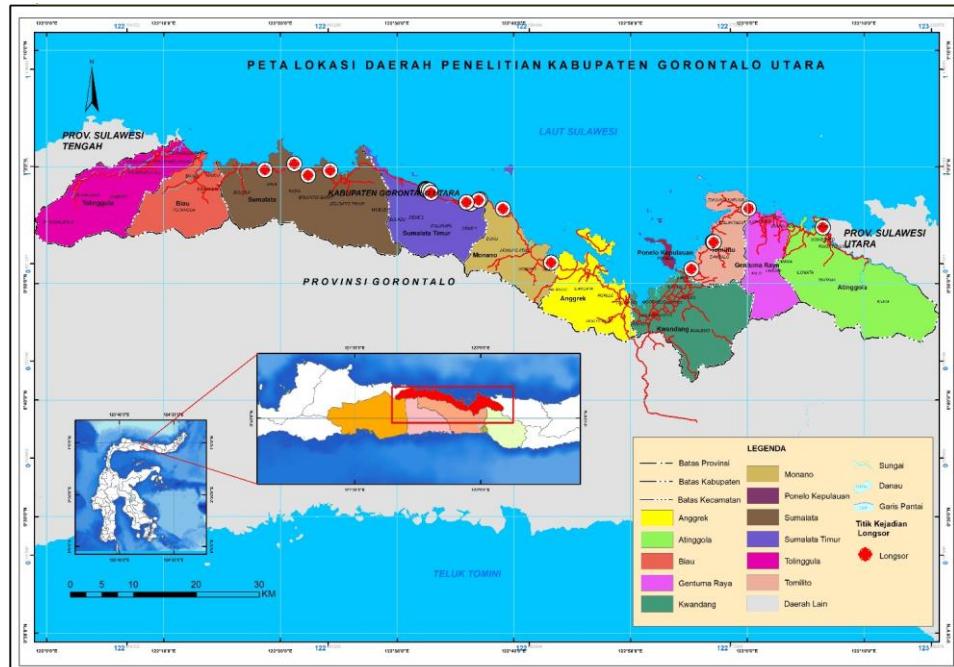
kejadian tersebut, terdapat 70 orang dari 14 keluarga mengungsi. Selain itu juga terjadi longsor sepanjang 50 meter dan tinggi 15 meter menutup akses jalan Desa Kikia Kecamatan Sumalata, Gorontalo Utara (BNPB Indonesia, 2020).

Menghindari jatuhnya korban yang lebih besar akibat bencana tanah longsor maka diperlukan upaya untuk menimbulkan dampak kerugian yang ditimbulkan. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan mempelajari tipe dan bidang longsor agar dapat diketahui karakteristik longsor yang terjadi dalam suatu wilayah. Dengan demikian, pemerintah daerah dapat merencanakan suatu program untuk mitigasi terhadap bencana longsor. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tipe longsor dan bidang gelincir longsor yang terjadi di Kabupaten Gorontalo Utara.

2. Metode

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Kabupaten Gorontalo Utara Provinsi Gorontalo. Letak geografis Kabupaten Gorontalo Utara terletak antara koordinat $00^{\circ} 41' 23'' - 1^{\circ} 07' 55''$ LU dan $121^{\circ} 58' 59'' - 123^{\circ} 16' 29''$ BT. Luas lokasi penelitian adalah $1.777,002 \text{ km}^2$. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2. Populasi dan sampel penelitian

Populasi penelitian meliputi seluruh wilayah Kabupaten Gorontalo Utara. Hasil pengamatan ditemukan 21 lokasi longsor yang terjadi di Kabupaten Gorontalo Utara. Penentuan sampel penelitian berdasarkan klasifikasi tipe longsor. Setiap tipe longsor menjadi lokasi sampel untuk kajian bidang gelincir longsor.

2.3. Alat penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah satu set geolistrik. Geolistrik digunakan untuk mendekripsi dan memetakan bidang gelincir longsor, kedalaman serta litologi perlapisan batuan gelincir bawah permukaan. GPS (*Global positioning Sistem*) untuk menentukan koordinat lokasi sampel penelitian. Meteran untuk mengukur morfometri longsor dan digunakan untuk mengukur panjang serta jarak lintasan yang dilalui kabel pengantar listrik.

Commented [LS3]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS4]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS5]: Gambar lokasi merupakan tujuan yang akan diteliti jadi hasil tipe longsor harusnya belum ada atau belum muncul.

Commented [LS6]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS7]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS8]: Konsistensi menggunakan kata longsor

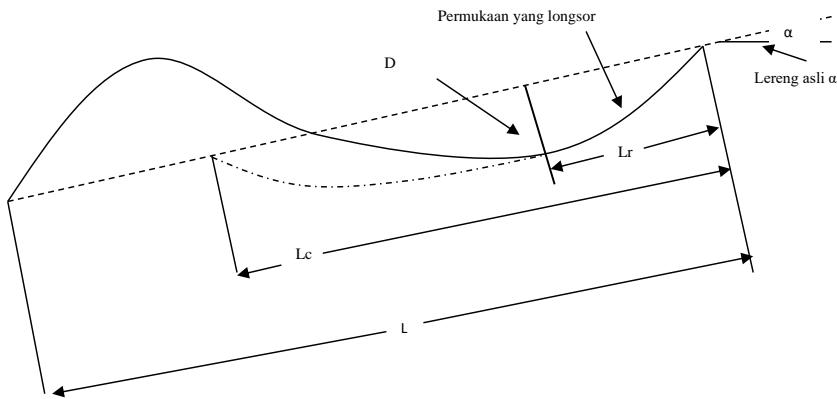
Commented [LS9]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS10]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS11]: Konsistensi menggunakan kata longsor

2.4. Metode pengumpulan data

Pengumpulan data tipe longsor dilakukan dengan metode observasi langsung kejadian longsor di lapangan. Setiap titik longsor dilakukan pengukuran morfometri longsor seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Parameter-parameter Morfometri Longsor (Varnes, 1969)

keterangan: D = kedalaman longsor; L = panjang longsor; L_c = panjang bagian cekung; L_r = Panjang permukaan *rupture*.

Pengumpulan data bidang gelincir longsor menggunakan metode tahanan jenis (*Resistivitas 2D*). Metode tahanan jenis dengan menggunakan teknik pencitraan resistivitas multi elektroda. Pengolahan data hasil pengukuran geolistrik dilakukan menggunakan software *RES2DINV*.

2.5. Analisis data

Analisis tipe longsor ditentukan berdasarkan indeks klasifikasi analisis data morfometri longsor menggunakan rumus sebagai berikut (Suratman, 2002):

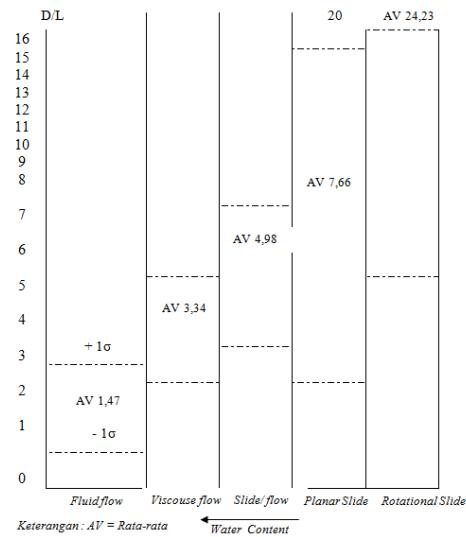
$$\text{Indeks Klasifikasi} = \frac{D}{L} \times 100\% \quad (1)$$

dimana: D = kedalaman longsor; L = panjang longsor

Menentukan tipe longsor berdasarkan pada hasil analisis indeks klasifikasi kemudian diplot ke dalam diagram klasifikasi seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

- Commented [LS12]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS13]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS14]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS15]: Konsistensi menggunakan kata longsor

- Commented [LS16]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS17]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS18]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS19]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS20]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS21]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS22]: Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS23]: Konsistensi menggunakan kata longsor



Gambar 3. Klasifikasi longsor (Varnes, 1978)

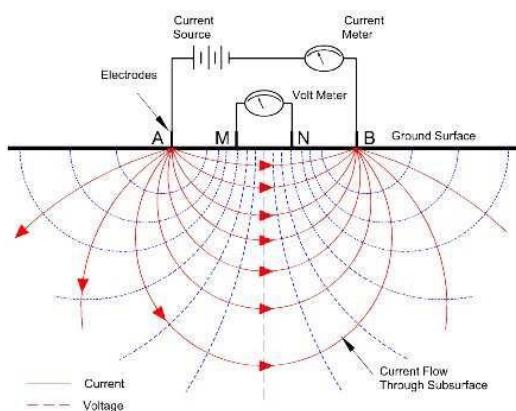
Kajian geolistrik untuk mengetahui sebaran kedalaman bidang gelincir longsor. Untuk menentukan bidang gelincir digunakan metoda geolistrik resistivitas. Tahanan jenis yang terukur adalah tahanan jenis semu seperti Persamaan 2 (Telford *et al.*, 1990)

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

dimana: ρ_a = resistivitas semu (Ωm); ΔV = Beda potensial (volt); I = Kuat arus (A); K = Faktor geometri $\pi n(n+1)$ (m)

Perhitungan reisitivitas semu mempertimbangkan nilai faktor geometri (K) sesuai dengan jenis konfigurasi yang digunakan. Untuk menentukan kedalaman maka jarak antara elektroda 2a sampai pada elektroda terakhir (n), kemudian jarak spasi antara elektroda AM dan elektroda NB ditingkatkan menjadi 3a, 4a dan seterusnya. Pada Gambar 4 diperlihatkan posisi masing - masing dua elektroda yang berdampingan.

Commented [LS24]: Konsistensi menggunakan kata longsor



Gambar 4. Letak Posisi Elektroda Konfigurasi Wenner-Schlumberger (Sharma, 1997)

Analisis data hasil pengukuran geolistrik dilakukan dengan menggunakan software *RES2DINV*. Hasil pengolahan menggunakan software tersebut akan dihasilkan kedalaman lapisan, tebal lapisan, nilai hambatan atau resistivitas tiap lapisan, bidang gelincir yang berpotensi longsor.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sebaran tipe longsor di Kabupaten Gorontalo Utara

Survei kejadian longsor dilakukan di seluruh wilayah Kabupaten Gorontalo Utara. Hasil survei ditemukan 21 titik longsor tersebar di wilayah Kecamatan Tomilito, Kecamatan Gentuma, Kecamatan Atinggola, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata dan Kecamatan Sumalata Timur. Hasil pengukuran morfometri longsor dan analisis tipe longsor ditunjukkan pada Tabel 1. Gambar penetapan tipe longsor berdasarkan klasifikasi longsor ditunjukkan pada Gambar 5.

Tabel 1. Hasil analisis tipe longsor |

No	Lokasi	Morfometri Longsor		Indeks Klasifikasi (D/L) x 100%	Tipe Longsor
		Kedalaman longsor (D)	Panjang longsor (L)		
1	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 58'05,3" E: 122° 32'28,9"	1,52	15,39	9,88	<i>Planar Slide</i>
2	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 58'03,7" E: 122° 32'33,1"	-	-	-	<i>Rock/Topples</i>
3	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 58'00,6" E: 122° 32'38,1"	2,35	17,14	13,71	<i>Planar Slide</i>
4	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 57'59,3" E: 122° 32'48,0"	1,15	9,9	11,62	<i>Planar Slide</i>
5	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 57'58,7" E: 122° 32'48,0"	1,2	4,3	27,91	<i>Rotational Slide</i>
6	Desa Deme 2 Kecamatan Sumalata Timur N: 00° 57'45,6" E: 122° 32'57,9"	2,59	29,65	8,74	<i>Planar Slide</i>
7	Desa Deme 1 Kecamatan Sumalata Timur N: 0°56' 57,293" E: 122°35' 59,251"	3,4	18,2	18,68	<i>Rotational Slide</i>
8	Desa Deme 1 Kecamatan Sumalata Timur N: 00°56'51,8" E: 122°36'21,7"	2,3	29,65	7,76	<i>Planar Slide</i>
9	Desa Deme 1 Kecamatan Sumalata Timur N: 00°57'08,8" E: 122°37'01,6"	3,12	31,74	9,83	<i>Planar Slide</i>
10	Desa Dunu Kecamatan Monano	-	-	-	<i>Rock/Topples</i>

Commented [LS25]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS26]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS27]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS28]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS29]: Konsistensi menggunakan kata longsor

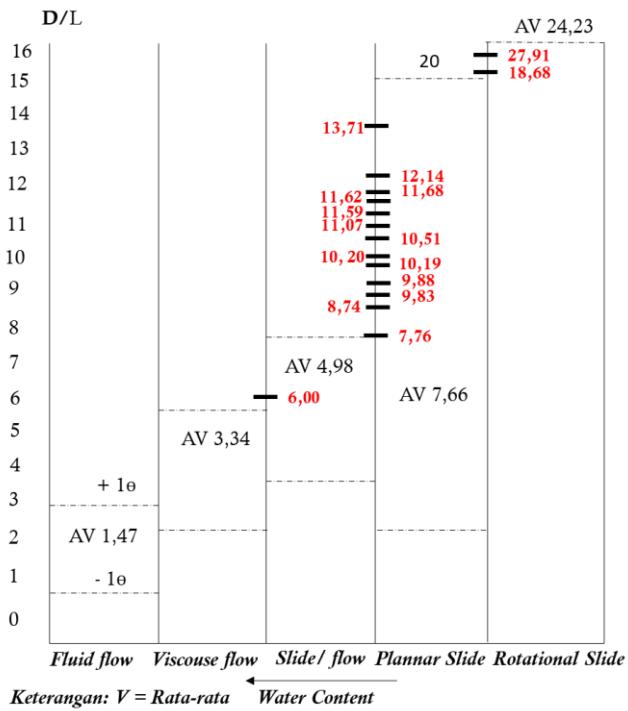
Commented [LS30]: Cek Klasifikasi Varnes 1978 apakah Toples atau Topples, karena maknanya berbeda.

Commented [LS31]: Cek ulang klasifikasi toples atau topples

No	Lokasi	Morfometri Longsor		Indeks Klasifikasi (D/L) x 100%	Tipe Longsor
		Kedalaman longsor (D)	Panjang longsor (L)		
11	Desa Dunu Kecamatan Monano N: 00°56'23,8" E: 122°39'06,5"	1,6	14,45	11,07	<i>Planar Slide</i>
12	Desa Tudi Kecamatan Monano N: 00°51'46,3" E: 122°43'14,9"	2,8	48	6,0	<i>Slide/Flow</i>
13	Desa Dambalo Kecamatan Tomilito N: 00°51'13,6" E: 122°55'15,7"	-	-	-	<i>[Rock/Topple]</i>
14	Desa Dambalo Kecamatan Tomilito N: 00°53'33,3" E: 122°57'06,1"	-	-	-	<i>[Rock/Topple]</i>
15	Desa Dambalo Kecamatan Tomilito N: 00°53'31,8" E: 122°57'10,1"	2,8	26,64	10,51	<i>Planar Slide</i>
16	Desa Molonggo Kecamatan Gentuma Raya N: 00°56'24,8" E: 123°00'09,9"	3,5	28,84	12,14	<i>Planar Slide</i>
17	Desa Kota Jin Kecamatan Atinggola N: 00°54'48,30" E: 123°06'31,21"	1,6	13,7	11,68	<i>Planar Slide</i>
18	Desa Kikia Kecamatan Sumalata N: 00°59'44,6" E: 122°18'43,3"	1,6	13,8	11,59	<i>Planar Slide</i>
19	Desa Kasia Kecamatan Sumalata N: 01°00'14,8" E: 122°21'13,4"	1,38	13,53	10,20	<i>Planar Slide</i>
20	Desa Kasia Kecamatan Sumalata N: 00°59'17,0" E: 122°22'24,6"	3,42	33,56	10,19	<i>Planar slide</i>
21	Desa Bulontio Barat Kecamatan Sumalata N: 00°59'41,9" E: 122°24'18,5"	-	-	-	<i>[Rock/Topple]</i>

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Commented [LS32]: Cek ulang klasifikasi toples atau topplles**Commented [LS33]:** Cek ulang klasifikasi toples atau topplles**Commented [LS34]:** Cek ulang klasifikasi toples atau topplles



Gambar 5. Hasil identifikasi tipe longsor

Hasil analisis menunjukkan tipe longsor yang terjadi di Kabupaten Gorontalo Utara adalah planar slide, rotational slide, rock/topples dan slide/flow. Tipe Planar slide merupakan tipe gerakan material berupa tanah atau batuan pada bidang lereng yang lemah. Tipe ini terjadi pada kemiringan lereng curam hingga sangat curam, tekstur tanah lempung berpasir dan memiliki kandungan air sedang hingga basah. Kondisi penggunaan lahan pada longsor tipe planar slide adalah pertanian lahan kering jagung dan semak belukar. Tipe longsor ini tersebar di Kecamatan Atinggola, Kecamatan Gentuma Raya, Kecamatan Tomilito, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata.

Tipe rock/topples dicirikan robohnya unit batuan akibat pelapukan dengan cara berputar ke depan ke unit batuan yang lebih rendah (Varnes, 1978). Tipe longsor ini diakibatkan oleh gaya gravitasi bumi dan kandungan air pada rekanan batuan yang mempercepat terjadinya proses pelapukan. Tipe longsor ini tersebar di Kecamatan Tomilito, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata. Pada umumnya, longsor ini terjadi pada jenis batuan sedimen yang mengalami pelapukan fisik maupun kimia dengan lereng yang curam - sangat curam, resistensi batuan dan relief berbukit.

Tipe rotational slide merupakan tipe longsor yang terjadi pada permukaan lereng cembung serta laju pergerakan material longsor lambat. Material berupa campuran tanah dan batuan serta tekstur tanah melekat dan bisa dibentuk bulatan pada penggunaan lahan pertanian jagung dan semak belukar. Tipe longsor ini tersebar di Kecamatan Sulamata Timur.

Tipe longsor Slide/flow terjadi di sekitar wilayah Kecamatan Monano. Material longsor berupa tanah dengan ketebalan material tanah 2,12 meter, laju pergerakan material cenderung lambat pada lereng yang landai. Tekstur tanah lempung campuran tekstrur halus dan kasar, serta kondisi tanah basah. Pada lokasi ini ditemukan mata air yang muncul di permukaan. Longsor tipe ini terjadi pada lahan pertanian jagung. Sebaran longsor di Kabupaten Gorontalo Utara ditunjukkan pada Gambar 6.

Commented [LS35]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS36]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS37]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS38]: Konsistensi menggunakan kata longsor

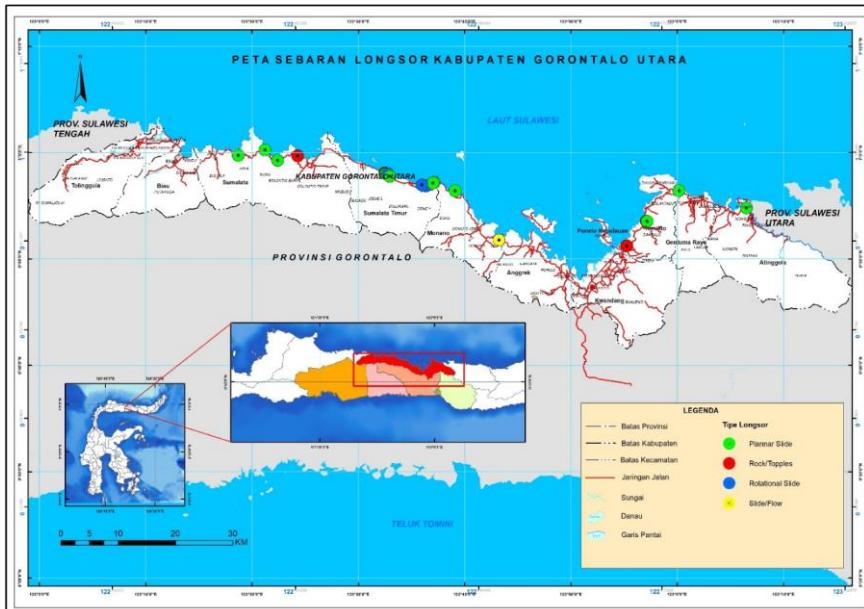
Commented [LS39]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS40]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS41]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS42]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS43]: Konsistensi menggunakan kata longsor



Gambar 6. Peta Sebaran [Longsor] di Kabupaten Gorontalo Utara

3.2 Bidang gelincir [longsor]

Pengukuran *Resistivity Mapping* menggunakan konfigurasi *Wenner Schlumberger* tersebar pada beberapa lokasi yaitu Kecamatan Tomilito, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata. Penentuan lokasi pengukuran berdasarkan atas kesamaan tipe [longsor] dan karekateristik tanah dan batuan di lokasi **longsor**.

3.2.2 Bidang gelincir [longsor] pada Lintasan 1 di Kecamatan Tomilito

Lintasan 1 (A1-A2) Desa Dambalo Kecamatan Tomilito. Titik koordinat N: 00° 53' 37,1" dan E: 122° 56' 53,8" - N: 00° 53' 30,8" dan E: 122° 56' 54,0". Panjang lintasan 200 meter. Berdasarkan hasil analisis data aktual diperoleh pola pelapisan batuan yang diinterpretasikan adanya bidang gelincir. Gambar 6 menunjukkan bahwa lapisan atas memiliki nilai resistivitas lebih rendah yakni 2,11 Ωm sampai 16,4 Ωm (warna biru hingga hijau muda) mempunyai ketebalan lapisan 5 meter. Lapisan tersebut adalah lapisan *top soil* berupa pasir berlempung dan pasir kerikil. Lapisan dibawahnya memiliki nilai resistivitas tinggi yakni 355 Ωm – 2763 Ωm (warna kuning hingga ungu) diperkirakan sebagai lapisan batuan beku andesit (Santoso, 2002). Bidang gelincir teridentifikasi pada kedalaman 5 – 6,38 meter yang berada diantara bidang kontras antara nilai resistivitas tinggi dan resistivitas rendah. Kemiringan bidang gelincir rata-rata 13° ke arah selatan.

3.2.3 Bidang gelincir [longsor] pada Lintasan 2 di Kecamatan Sumalata

Panjang Lintasan-2 adalah 100 meter yang berada pada ketinggian 73 – 93 mdpl. Distribusi nilai tahanan jenis pada Lintasan 2 berkisar antara 0,0067 Ωm – 12911 Ωm. Kedalaman maksimum yang dapat dideteksi pada lintasan 2 yaitu 15,9 meter. Bidang gelincir [longsor] berada pada kedalaman 2 meter – 3,75 meter. Jenis batuan adalah andesit yang mengalami pelapukan. Kemiringan [longsor] rata-rata 12° ke arah barat. Hasil pemodelan *resistivitas 2D* pada lintasan 2 ditemukannya lapisan akuifer dangkal pada kedalaman 2,30 meter dengan nilai resistivity 0,0067 Ωm.

Commented [LS44]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS45]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS46]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS47]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS48]: Huruf italic kata asing

Commented [LS49]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS50]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS51]: Konsistensi menggunakan kata longsor

3.2.4 Bidang gelincir [longsor] pada Lintasan 3 Kecamatan Monano

Panjang lintasan 3 adalah 100 meter yang berada pada ketinggian 27 – 38 mdpl. Hasil pemodelan memperlihatkan nilai resistivitas yang terdiri atas dua bagian yaitu model resistivitas tanpa koreksi topografi (gambar bagian atas) dan model resistivitas dengan koreksi topografi (gambar bagian bawah). Bidang gelincir Lintasan 3 ditemukan pada kedalaman 6,38 meter dengan ketebalan bidang gelincir >1 meter dengan tipe bidang gelincir *rotational slip*. Kemiringan sudut rata-rata sebesar 10° ke arah barat daya. Nilai resistivitas Lintasan 3 bervariasi, informasi kedalaman mencapai 12,4 meter dari permukaan. Lapisan tanah liat (*clay*) dan kerikil memiliki nilai resistivitas rendah diperlihatkan dengan warna biru muda sampai biru tua dengan nilai resistivitas 0,051 Ωm – 0,468 Ωm. Lapisan ini terjadi akumulasi air yang lebih banyak sehingga memiliki nilai resistivitas rendah. Lapisan nilai resistivitas menengah hingga tinggi yaitu kuning sampai ungu, nilai resistivitas yaitu 21,2 Ωm – 1954 Ωm merupakan lapisan batuan andesit (lihat Tabel 2).

3.2.5 Bidang gelincir longsor pada Lintasan 4 di Kecamatan Sumalata Timur

Panjang Lintasan 4 adalah 100 meter yang berada pada ketinggian 35 – 46 mdpl. Hasil pemodelan ditunjukkan pada Gambar 6 (d). Gambar tersebut menunjukkan bidang gelincir berada pada kedalaman 3,75 meter-6,38 meter dengan lapisan berwarna kuning yang memicu terjadinya longsor, nilai resistivitas 130 Ωm - 594 Ωm. Jenis batuan pada lintasan ini adalah batuan beku andesit. Kemiringan bidang gelincir rata-rata sebesar 11° ke arah barat daya dengan ketinggian topografi 30 mdpl - 47 mdpl. Nilai resistivitas diperoleh Lintasan 4 bervariasi dengan kedalaman mencapai 15,9 meter dari permukaan tanah. Zona dengan resistivitas rendah berkisar antara 0,89 Ωm – 57,4 Ωm (Biru tua sampai hijau muda) dan zona resistivitas tinggi 163 Ωm – 1308 Ωm (warna kuning sampai ungu). Berdasarkan analisis kejadian longsor di lapangan tipe bidang gelincir pada Lintasan 4 adalah *rotational slide*.

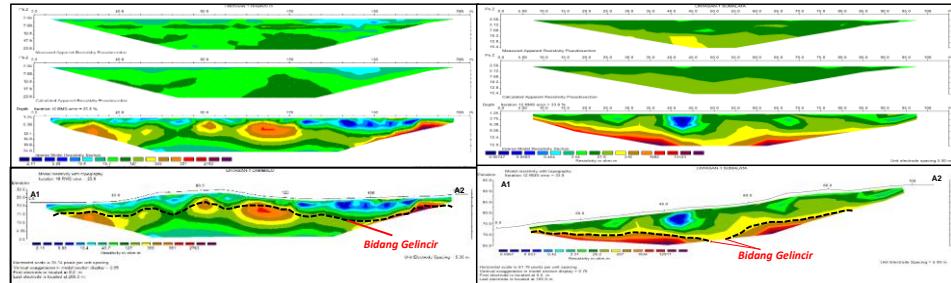
Hasil pengukuran resistivitas dengan geolistrik ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran resistivitas

No	Lintasan 1 Kecamatan Tomilito		Lintasan 2 Sumalata		Lintasan 3 Kecamatan Monano		Lintasan 4 Sumalata Timur	
	Resistansi (Ωm)	Jenis Batuan	Resistansi (Ωm)	Jenis Batuan	Resistansi (Ωm)	Jenis Batuan	Resistansi (Ωm)	Jenis Batuan
1	0 - 27,04	[Clay]	0 - 26,5	[Clay]	0 - 10,94	[Clay]	0 - 27,93	[Clay]
2	28,51 - 86,96	[Clay]	28,22 - 80,91	[Clay]	11,93-18,23	[Clay]	37,82 - 86,87	[Clay]
3	87,67 - 143,65	[Gravel] dan [Sand]	81,54 - 116,99	[Gravel and Sand]	19,14 - 64,23	[Clay]	88,33 - 127,83	[Gravel and Sand]
4	143,65 - 355	[Gravel] and [Sand]	116,99 - 207	[Gravel and Sand]	64,23 - 95,8	[Clay]	130,28 - 255,53	[Gravel and Sand]
5	355 - 2763	Andesit (kering)	207 - 1.634	Andesit (kering)	95,8 - 433	[Gravel and Sand]	255,53 - 461	[Gravel and Sand]
6	-	-	1.634 - 12.911	[Dacit]	433 - 1.954	Andesit (kering)	461,1 - 594	Andesit (kering)

Sumber: hasil pengukuran, 2021

Hasil pemodelan bidang gelincir [longsor] pada ke empat lokasi tersebut ditunjukkan pada Gambar 7.



(a)

(b)

Commented [LS52]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS53]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS54]: Huruf italic kata asing

Commented [LS55]: Huruf italic kata asing

Commented [LS56]: Huruf italic kata asing

Commented [LS57]: Huruf italic kata asing

Commented [LS58]: Huruf italic kata asing

Commented [LS59]: Huruf italic kata asing

Commented [LS60]: Huruf italic kata asing

Commented [LS61]: Huruf italic kata asing

Commented [LS64]: Huruf italic kata asing

Commented [LS62]: Huruf italic kata asing

Commented [LS63]: Huruf italic kata asing
Huruf italic kata asing

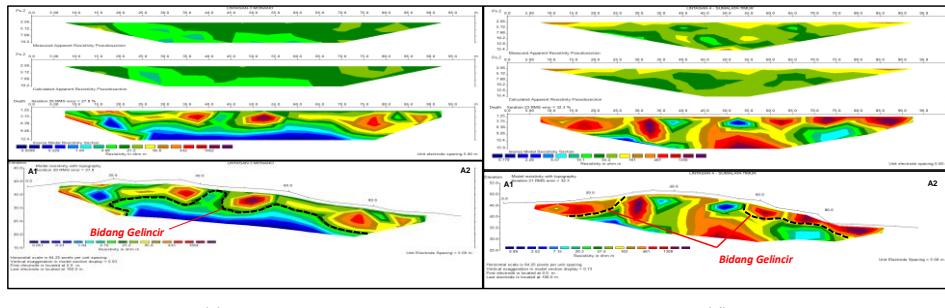
Commented [LS66]: Huruf italic kata asing

Commented [LS65]: Huruf italic kata asing

Commented [LS67]: Huruf italic kata asing

Commented [LS68]: Huruf italic kata asing

Commented [LS69]: Konsistensi menggunakan kata longsor



(c) (d)

Gambar 7. Penampang Resistivitas-2D bidang gelincir. (a) lokasi Kecamatan Tomilito; (b) lokasi Kecamatan Sumalata; (c) lokasi Kecamatan Monano; (d) lokasi Kecamatan Sumalata Timur

3.3 Pembahasan

Kejadian longsor pada wilayah penelitian difokuskan pada daerah permukiman dan akses jalan. Kejadian longsor yang terjadi di wilayah Kabupaten Gorontalo Utara sebanyak 21 titik kejadian yang tersebar di Kecamatan Tomilito, Kecamatan Gentuma, Kecamatan Atinggola, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata. Berdasarkan hasil survei jumlah titik kejadian longsor yang mendominasi di wilayah Kecamatan Sumalata Timur sebanyak 10 titik, Kecamatan Sumalata sebanyak 4 titik longsor, Kecamatan Tomilito 3 titik longsor, Kecamatan Monano 2 titik longsor dan Kecamatan Gentuma Raya dan Atinggola masing-masing 1 titik kejadian longsor.

Hasil observasi menunjukkan kejadian longsor yang terjadi di lokasi penelitian disebabkan oleh pola pemanfaatan lahan yang tidak ramah lingkungan, antara lain alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian kering/jagung. Kondisi ini memicu terjadinya longsor. Curah hujan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kejadian longsor. Curah hujan yang tinggi akan menyebabkan tanah jenuh oleh air sehingga gaya beban pada tanah akan meningkat (Ma *et al.*, 2015; Hardiyatmo, 2006; Asikia *et al.*, 2019; Gemizzi *et al.*, 2011). Kejadian longsor di Kabupaten Gorontalo Utara terjadi pada intensitas curah hujan rata-rata berkisar antara 1000 – 2000 mm/tahun. Pada lokasi ini ditemukan beberapa titik mata air dan aliran sungai-sungai kecil. Faktor penggunaan lahan juga turut berpengaruh terhadap kejadian longsor di Kabupaten Gorontalo Utara. Pada umumnya, kejadian longsor terjadi pada pertanian lahan kering. Kondisi tanah yang jenuh air pada kondisi lereng yang curam dapat memicu terjadinya longsor. Inilah faktor utama yang mendorong kemungkinan perkembangan longsor yang bervariatif dan kompleks. Pelapisan batuan yang dikontrol oleh adanya endapan massa tanah dan batuan dapat mempercepat terjadinya longsor apabila hujan turun dalam intensitas dan jumlah yang tinggi (Suratman, 2002; Nasiah & Invanni, 2014; Wen *et al.*, 2017; Lihawa *et al.*, 2014).

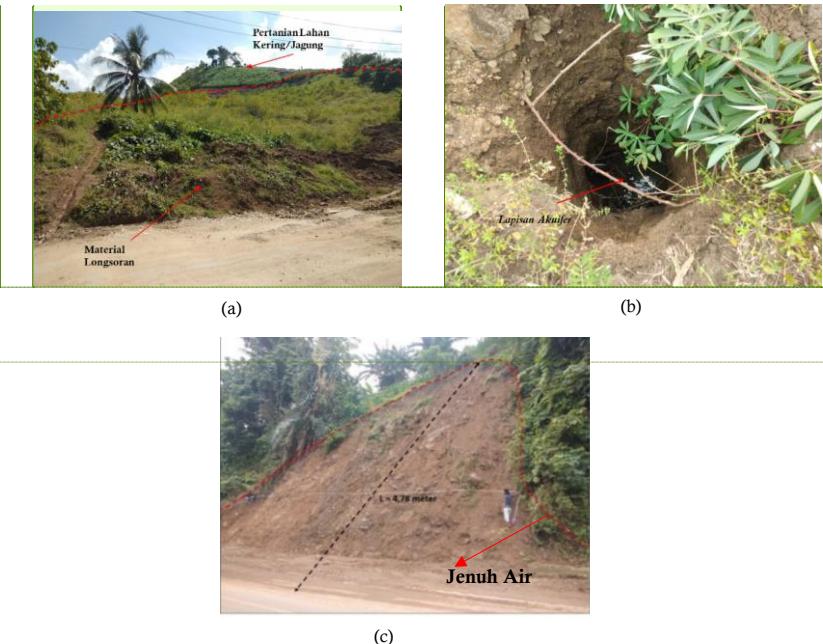
Longsor di daerah penelitian terjadi pada satuan lahan dengan kemiringan lereng $>15\% - 45\%$ yang merupakan ciri perbukitan hingga pegunungan yang sangat curam dengan ketingian rata-rata 100 – 1.000 mdpl. Kemiringan lereng merupakan salah satu faktor pemicu terjadinya longsor. Kemiringan menjadi faktor pengendali terpenting proses gravitasi, karena berhubungan dengan tegangan geser yang bekerja ke permukaan tanah (Hardiyatmo, 2006; Abdur, 2010; Bui *et al.*, 2011; Patuti *et al.*, 2017; Abrauw, 2017; Lihawa *et al.*, 2021). Wilayah kemiringan lereng yang curam di Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata mendominasi kejadian longsor. Tipe longsor yang terjadi adalah *Rock topples*, *Planar Slide* dan *Rotational slide*.

- Commented [LS70]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS71]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS72]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS73]:** Konsistensi menggunakan kata longsor

- Commented [LS74]:** Perbaiki tambah huruf a

- Commented [LS75]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS76]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS77]:** Konsistensi menggunakan kata longsor

- Commented [LS78]:** Konsistensi menggunakan kata longsor
- Commented [LS79]:** Konsistensi menggunakan kata longsor



Gambar 8. Kejadian longsor berdasarkan faktor penyebab terjadinya longsor

(a) Longsor pada lahan pertanian jagung; (b) longsor di sekitar akifer; (c) longing pada tanah jenuh air

4. Kesimpulan

Sebaran kejadian longsor di daerah penelitian terjadi hampir seluruh wilayah Kabupaten Gorontalo Utara. Jumlah kejadian longsor adalah 21 kejadian yang tersebar di wilayah Kecamatan Tomilito, Kecamatan Gentuma, Kecamatan Atinggola, Kecamatan Monano, Kecamatan Sumalata Timur dan Kecamatan Sumalata. Hasil pengukuran morfometri longsor dan berdasarkan analisis terhadap indeks klasifikasi diperoleh tipe longsor yang terjadi di Kabupaten Gorontalo Utara adalah tipe *rotational slide*, *planar slide*, *slide/flow*, dan *rock/topples*. Hasil analisis *Resistivity Mapping* menggunakan konfigurasi *Wenner Schlumberger* diperoleh kedalaman longsor pada Lintasan 1 di Kecamatan Tomilito sebesar 5 – 6,38 meter, kemiringan longsor 13° ke arah selatan. Kedalaman longsor yang terjadi pada Lintasan 2 di Kecamatan Sumalata sebesar 2 – 3,75 meter, kemiringan longsor 12° ke arah Barat. Bidang gelincir Lintasan 3 di Kecamatan Monano berada pada kedalaman 6,38 - 12,4 meter. Kemiringan sudut rata-rata sebesar 10° ke arah barat daya. Bidang gelincir longsor pada Lintasan 4 di Kecamatan Samalata Timur berada pada kedalaman 15,9 meter. Kemiringan sudut rata-rata sebesar 11° ke arah barat daya.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kepada Pusat Studi Lingkungan dan Kependudukan (PSL-K) LPPM Universitas Negeri Gorontalo, Dinas PUPR Kabupaten Gorontalo Utara dan BPBD Kabupaten Gorontalo Utara yang telah membantu dalam proses pengumpulan dan analisis data.

6. Referensi

Abdur, R. (2010). Penggunaan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Kerawanan Longsor di Kabupaten Purworejo. *Jurnal Bumi Lestari*, 10(2), 191-199. Diambil kembali dari <https://ojs.unud.ac.id/index.php/blje/article/view/121>

Commented [LS80]: Gambar cukup diberi kode huruf A dan seterusnya tanpa keterangan karena keterangan dimasukan di bagian keterangan gambar

Commented [LS81]: Gambar 7 ini tidak bisa dijadikan bukti ada patahan karena harus ada bukti pengukuran strike dan dip dari arah patahan atau sesar di lapangan. Karena justru dari geomorfologi tidak merupakan satuan perbukitan patahan karena justru satuan perbukitan denudasional karena lereng bukti pengaruh patahan tidak nampak. Jalur atau bukti patahan sangat sulit dilihat tanpa rimbunan tanaman jelas tidak bisa melihat langsung bagian pergerakan patahan. Jika tidak ada bukti baik pengukuran strike dip patahan atau sesar di lapangan termasuk tidak ada interpretasi pergerakan patahan pada penampang hasil pengukuran geolistrik sebaiknya faktor atau jalur patahan dihilangkan.

Commented [LS82]: Gambar cukup diberi kode huruf B dan seterusnya tanpa keterangan karena keterangan dimasukan di bagian keterangan gambar

Commented [LS83]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS85]: Gambar cukup diberi kode huruf C dan seterusnya tanpa keterangan karena keterangan dimasukan di bagian keterangan gambar

Commented [LS84]: Gambar cukup diberi kode huruf D tanpa keterangan karena keterangan dimasukan di bagian keterangan gambar

Commented [LS86]: Keterangan gambar dilengkapi keterangan setiap bagian Gambar A, B, C dan D

Commented [LS87]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS88]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS89]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS90]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS91]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS92]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS93]: Konsistensi menggunakan kata longsor

Commented [LS94]: Konsistensi menggunakan kata longsor

- Abrauw, R. D. (2017). Wilayah Rawan Longsor Di Kota Jayapura. *Jurnal Geografi Lingkungan Tropik*, 1(1), 14–28. *Jurnal Geografi Lingkungan*, 1(1), 14-28. Diambil kembali dari <http://jglitrop.ui.ac.id/index.php/jglitrop/article/viewFile/4/3>
- Asikia, M. I., Maryati, S., & Akaseh, N. (2019). Analisis Tingkat Kerentanan Longsor Daerah Muara Sungai Bone Kota Gorontalo, Teknik Geologi, Universitas Negeri Gorontalo. *Jambura Geoscience Review*, 1(2), 87-101. doi:DOI: 10.34312/jgeosrev.v1i2.2474
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana Indonesia. (2020). *Data Informasi Bencana Indonesia*. Jakarta: BNPB.
- BPBD Kabupaten Gorontalo Utara. (2019). *Kajian Risiko Bencana Kabupaten Gorontalo Utara*. Kwandang: BPBD Gorontalo Utara.
- Bui, D. T., Revhaug, I., & Dick, O. (2011). Landslide susceptibility analysis in the Hoa Binh province of Vietnam using statistical index and logistic regression. *Nat. Hazards* 59 (3), 1413–1444. *Nat Hazards*, 59(3), 1413-1444. doi:10.1007/s11069-011-9844-2
- Dukalang, M. (2019). *Analisis kekeringan meteorologis terhadap kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Gorontalo*. **Tesis**. Program Pasca Sarjana Universitas Negeri Gorontalo.
- Gemizzi, A., Falalakis, G., Eskioglu, C., & Petalas, C. (2011). Evaluating Landslide Susceptibility Using Enveronmenal Factors, Fuzzy Membership Function and GIS. *Global NEST Journal*, 13(1), 28-40. doi:<https://doi.org/10.30955/gnj.000734>
- Hardiyatmo, H. (2006). *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Lihawa, F., Patuti, I. M., & Nurfaika. (2014). Sebaran Aspek Keruangan Tipe Longsoran di Daerah Aliran Sungai Alo Provinsi Gorontalo. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(3), 277-285. doi:<https://doi.org/10.22146/jml.18554>
- Lihawa, F., Zainuri, A., Patuti, I. M., Permana, A. P., & Pradana, I. Y. (2021). The Analysis Of Sliding Surface In Alo Watershed. *News of The National Academy of Sciences of The Republic of Kazakhstan Series Of Geology And Technical Sciences*, 3(447), 53-58. doi:10.32014/2021.2518-170X.62
- Ma, T., Li, C., Lu, Z., & Bao, Q. (2015). Rainfall intensity-duration thresholds for the initiation of landslides in Zhejiang Province, China. *Geomorphology*, 193-206. doi:<https://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.05.016>
- Naryanto, H. S., Wisyanto, Sumargana, L., Ramadhan, R., & Prawiradisastra, S. (2016). Kajian Kondisi Bawah Permukaan Kawasan Rawan Longsor dengan Geolistrik untuk Penentuan Lokasi Penempatan Instrumenasi Sistem Peringatan Dini Longsor di Kecamatan Talegong, **Kabupaten Garut**. *Jurnal Riset Kebencanaan Indonesia (JRKI)*, 161-172. Diambil kembali dari <https://www.researchgate.net/publication/327068855>
- Nasiah, & Invanni, I. (2014). Identifikasi Daerah Rawan Bencana Longsor Lahan Sebagai Upaya Penanggulangan Bencana di Kabupaten Sinjai. *Jurnal Sainsmat*, 3(2), 109-121. doi:<https://doi.org/10.35580/sainsmat3211012014>
- Patuti, I. M., Rifa'i, A., & Suryolelono, K. B. (2017). Mechanism and Characteristics of The Landslides in Bone Bolango Regency, Gorontalo Province, Indonesia. *Geomate*, 12(9), 1-8. Diambil kembali dari <https://www.geomatejournal.com/sites/default/files/articles/1-8-79901-Indriat-Jan-2017-R1.pdf>
- Ramadhan, N. I., & Idajati, H. (2017). Identifikasi Tingkat Bahaya Bencana Longsor, Studi kasus: Kawasan Lereng Gunung Lawu, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), 87-90. doi:DOI: 10.12962/j23373539.v6i1.22333

Santoso, D. (2002). *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung: Departemen Teknik Geofisika ITB. Bandung: Departemen Teknik Geofisika ITB.

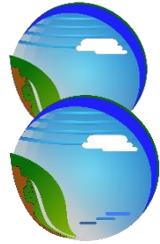
Sharma, P. V. (1997). *Environmental and Engineering Geophysics*. Cambridge: Cambridge University Press.
doi:<http://dx.doi.org/10.1017/CBO9781139171168.002>

Suratman, W. (2002). *Studi Erosi Parit dan Longsoran Dengan Pendekatan Geomorfologis di Daerah Aliran Sungai Oyo Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta*. *Disertasi*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics Second Edition*. Cambridge: Cambridge University Press.

Varnes, D. J. (1978). *Slope movements, types and processes*. In: "Landslides, Analysis and Control" (Vol. Special Report 176). (R. L. Schuster, & R. J. Krizek, Penyunt.) Washington D.C: National Academic of Sciences.

Wen, F., Xin-Sheng, W., Yan-bo, C., & Bin, Z. (2017). Landslide susceptibility assessment using the certainty factor and analytic hierarchy process . *J. Mt. Sci.*, 14(5), 906-925. doi:DOI: 10.1007/s11629-016-4068-2



Jambura Geoscience Review

Editorial Office: Department of Earth Science and Technology, Gorontalo State University, Jl. Jenderal Sudirman No.6, Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo 96128, Indonesia, Tel. +62-822-59506768, +62-822-92284121, E-mail: geosrev@ung.ac.id

COMMENT REVIEWER

Manuscript Title: **ANALISIS TIPE DAN BIDANG GELINCIR LONGSOR DI KABUPATEN GORONTALO UTARA**

INDEXED BY:





Jambura Geoscience Review

Editorial Office: Department of Earth Science and Technology, Gorontalo State University, Jl. Jenderal Sudirman No.6, Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo 96128, Indonesia, Tel. +62-822-59506768, +62-822-92284121, E-mail: geosrev@ung.ac.id

COMMENT	RESPONSE	PAGE
Abstrak: tipe longsor jar diganti topples	Telah diperbaik	
Cek apakah benar klasifikasi rock topple mengacu klasifikasi Highland, 2004 silakan cek klasifikasi tipe landslides dari Varnes, 1978 yang disitasi ulang oleh USGS 2004	Telah diperbaiki	
Dicek ulang Sapulete et al, 2019 dalam artikelnya tidak pernah menghasilkan gambar ideal untuk posisi elektroda konfigurasi Wenner-Schlumberger karena justru mensitasi artikel atau buku orang lain.	Gambar 4 tersebut, tidak diperoleh sumber aslinya. Akan tetapi dapat dirujuk dari beberapa artikel dan buku, antara lain yang digunakan adalah Sharma,P.V (1997)	4
Konsistensi penggunaan kata Longsor	Telah diperbaiki	
Cek ulang Zulfiadi tidak pernah mengeluarkan klasifikasi kelas kedalaman bidang gelincir karena justru mensitasi dari (Fernandez & Marzuki,1987). Benarkan hasil riset Zulfiadi ataukah hanya mensitasi pustaka lain ?	Statement tersebut telah dihapus	
Formasi ini tidak dibahas di awal pada pendahuluan karena tidak ada peta geologi regional penelitian justru statemen ini akan membingungkan karena berbeda dengan hasil riset karena andesit berbeda sekali dengan diorite	Telah dihapus	
Bukti hasil pengukuran strike dan dip di lapangan tidak ada karena bukti foto patahan tidak Nampak sama sekali. Jika tidak ada sebaiknya dihilangkan	Telah dihapus	
Coba dibuktikan hasil pengukuran di lapangan strike dan dip dari patahan atau dari penampang geolistrik adakah interpretasi patahan. Jika tidak ada dihilangkan.	Telah dihapus	
Keterangan gambar 7 diperbaiki	Telah diperbaiki	
Catatan penulisan daftar pustaka dan penambahan DOI	Telah diperbaiki	12

INDEXED BY:





Jambura Geoscience Review

Editorial Office: Department of Earth Science and Technology, Gorontalo State University, Jl. Jenderal Sudirman No.6, Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo 96128, Indonesia, Tel. +62-822-59506768, +62-822-92284121, E-mail: geosrev@ung.ac.id

Tambahkan volume. Cek ulang DOI yang dimasukan bukan merupakan artikel ini. Ma, T., Li, C., Lu, Z., & Bao, Q. (2015). Rainfall intensity-duration thresholds for the initiation of landslides in Zhejiang Province, China. <i>Geomorphology</i> , 193-206. doi: https://doi.org/10.3390/w12020494	Telah diperbaiki	
Cek ulang benarkan tahun 1969 atau 1978 ? Lengkapi nama penulis Varnes, D. J. Perbaiki judul book chapter tidak ada double and. Hilangkan salah satu and. Perbaiki seperti ini Varnes, D.J. 1978. <i>Slope Movement Types and Processes</i> . In Special Report 176: Landslides: Analysis and Control (R.L. Schuster and R.J. Krizek, eds.), TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 11-33.	Telah diperbaiki	

INDEXED BY:





Fityane Lihawa <fitryane.lihawa@ung.ac.id>

Article Processing Charge (APC) ID JGEOSREV-10623

Jambura Geoscience Review <geosrev@ung.ac.id>
Kepada: Fityane Lihawa <fitryane.lihawa@ung.ac.id>

16 Juli 2021 15.26

Yth Dr. Fitryane Lihawa, M.Si,

Dewan redaksi informasikan bahwa naskah yang berjudul: Analisis Tipe Dan Bidang Gelincir Longsor Di Kabupaten Gorontalo Utara, diterima untuk dipublikasikan di jurnal kami pada **Vol. 3 No. 2 Juli 2021**.

Biaya penerbitan makalah di Jurnal kami adalah Rp. 500.000,-

Metode pembayaran transfer bank

Nama: Syahrizal Koem

No. Rekening: 7975571149

Bank: BCA

Mohon sertakan bukti pembayaran (transfer proof) (*.pdf or *.jpg) ke email geosrev@ung.ac.id dengan mengikutkan kode naskah pada subjek email.

Demikian informasi yang kami sampaikan. Terimakasih telah mengirimkan naskah kepada kami.

Hormat Kami,

Managing Editor

Syahrizal Koem



Editorial Office of Jambura Geoscience Review:

Department of Earth Science and Technology | Universitas Negeri Gorontalo

Jenderal Sudirman Street No.6 | Gorontalo City 96128 | Indonesia

Email: geosrev@ung.ac.id | Website: <http://ejurnal.ung.ac.id/index.php/jgeosrev>