

Analisis Zona Rawan Longsor Desa Molotabu, Kecamatan Kabila Bone, Kabupaten BoneBolango, Provinsi Gorontalo

Tiara A. Puspaningrum Sutarto¹, Aang Panji Permana¹, Ronal Hutagalung¹

¹ Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Gorontalo
e-mail: puspatiara556@gmail.com

Abstract

This study was conducted in Molotabu Village, Kabila Bone Subdistrict, BoneBolango Regency with the aim of analyzing landslide-prone zones. This study included Geographic Information System (GIS) analysis using ArcGIS for the assessment and determination of landslide hazard classes and the determination of the geological conditions of the study area, including geomorphology, stratigraphy, and geological structure. The methods used in this study included field surveys and the assessment and weighing of parameters that influence landslides. These parameters included lithology, rainfall, slope, land cover, and linear density. The lithology of the study area consisted of two rock units, namely the Dacite Rock Unit and the Tuff Rock Unit. Based on the results of the analysis of the landslide vulnerability class of Molotabu Village using the assessment and weighing method, three landslide vulnerability classes were obtained, namely a low landslide vulnerability class with an area of 0.11 km² and a relatively flat slope (7-15%), a medium vulnerability class with an area of 2.24 (Km)² (15-30%), and high landslide susceptibility class with an area of 0.84 [Km]² (30-70%).

Keywords: Landslide; Assessment; Weighting; Molotabu Village; GIS

Abstrak

Penelitian ini dilakukan di Desa Molotabu, Kecamatan Kabila Bone, Kabupaten BoneBolango dengan tujuan menganalisis zona rawan longsor, penelitian meliputi Analisis Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan ArcGIS untuk skoring dan pembobotan kelas bahaya tanah longsor dan mengetahui kondisi geologi daerah penelitian meliputi geomorfologi, stratigrafi, dan struktur geologi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa survei lapangan dan Scoring dan Pembobotan parameter-parameter yang berpengaruh terhadap terjadinya tanah longsor. Parameter tersebut meliputi litologi, curah hujan, kemiringan lereng, tutupan lahan, densitas kelurusan. Litologi penyusun daerah penelitian terdiri dari 2 satuan batuan yaitu Satuan Batuan Dasit dan Satuan Batuan Tuff. Berdasarkan hasil analisis kelas kerawanan longsor Desa Molotabu dengan menggunakan metode scoring dan pembobotan diperoleh tiga kelas kerawanan longsor yaitu kelas kerawanan longsor rendah dengan luas 0,11 Km² dengan relatif datar (7-15%), kelas kerawanan sedang dengan luas 2,24 Km² (15-30%), kelas kerawanan longsor tinggi dengan luas 0,84 Km² (30-70%).

Kata Kunci : Tanah Longsor; Scoring; Pembobotan; Desa Molotabu; SIG

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kondisi tektonik yang unik karena berada di pertemuan empat lempeng tektonik: lempeng Benua Asia, Benua Australia, Samudra Hindia, dan Samudera Pasifik. Di bagian Selatan dan Timur Indonesia terdapat sabuk vulkanik (*Vulkanik arc*), yang membentang dari pulau Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara, dan Sulawesi, terdiri dari pegunungan vulkanik tua dan dataran rendah yang sebagian besar adalah rawa-rawa. Dampak baik dan buruk terhadap negara Indonesia. Dampak buruk yang ditimbulkan menjadi Indonesia sebagai negara yang sering dilanda bencana setiap tahunnya, baik dilihat dari bencana Hidrogeologi dan bencana geologi. (Press & Silver 1998).

Gorontalo terletak pada bagian tengah lengan Utara Sulawesi, kondisi ini mengakibatkan daerah Gorontalo rawan akan bencana geologi. Subduksi pada bagian Utara Gorontalo mengakibatkan daerah Gorontalo akan bencana gempa bumi dan gerakan tanah di daerah Gorontalo. (Bachri, 2011).

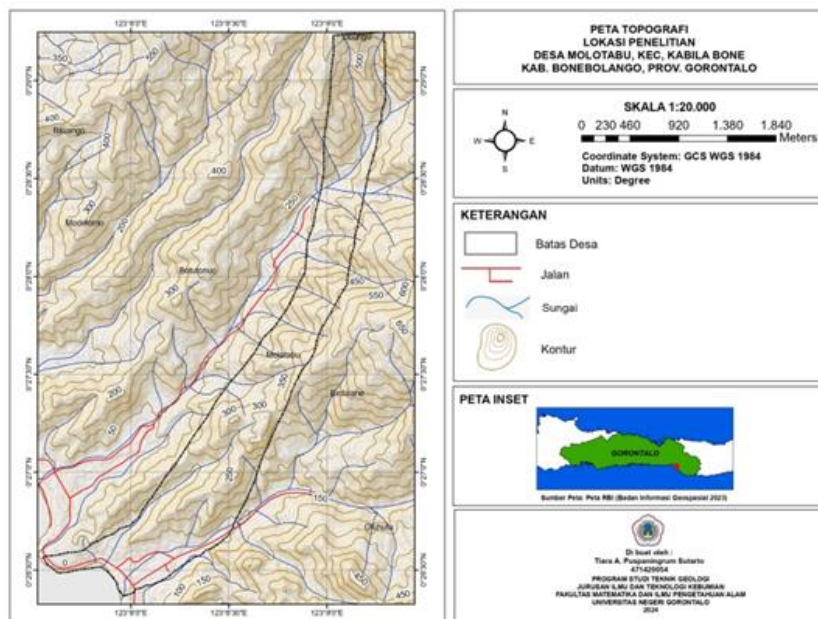
Tanah longsor merupakan salah satu bencana geologi yang kerap sering terjadi di Indonesia dan dapat mengakibatkan korban jiwa. Fenomena ini ditandai dengan pergerakan massa tanah atau batuan dari posisi aslinya akibat pengaruh gaya gravitasi dengan arah yang relatif miring. Faktor penyebab tanah longsor salah satunya adalah aktivitas manusia yang meliputi pembukaan lahan pertanian, pembebanan lereng, proses pertambangan, selain faktor lainnya yaitu seperti litologi, curah hujan,

kemiringan lereng, densitas kelurusan, dan tutupan lahan juga mempengaruhi kemungkinan terjadi longsor.

SIG memungkinkan identifikasi potensi bahaya tanah longsor pada suatu daerah dengan cepat, mudah, dan akurat. Risiko tanah longsor dapat dengan cepat diidentifikasi dengan sistem informasi geografis merujuk pada sistem komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpang, memeriksa, mengintegrasikan, menganalisis, dan menampilkan data yang berkaitan dengan lokasi dipermukaan bumi. (Bafdal, 2011).

2. METODE

Daerah penelitian terletak di Desa Molotabu, Kecamatan Kabila Bone, Kabupaten BoneBolango, Provinsi Gorontalo. Secara geografi wilayah Molotabu terletak antara koordinat $0^{\circ} 26'32.2''$ TL dan $123^{\circ}02'58.6''$ BL, dengan luas daerah penelitian sekitar $\pm 18,03$ km².



Gambar 1. Peta Topografi Daerah Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan gabungan antara metode Kualitatif dan Kuantitatif, yang dimana pendekatan kualitatif meliputi kegiatan observasi langsung di lapangan seperti analisis geomorfologi, deskripsi singkapan, deskripsi batuan, pengukuran struktur, dan stratigrafi wilayah penelitian. Sedangkan pendekatan kuantitatif dilakukan melalui pemeriksaan petrologi, pembobotan dan skoring (Kalandoro, 2018).

Analisis petrografi dilaksanakan di Laboratorium Petrografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo. Kegiatan ini bertujuan menentukan jenis serta kandungan mineral penyusun dari batuan melalui pembuatan sayatan tipis yang selanjutnya diamati menggunakan mikroskop polarisasi.

Sedangkan untuk pembobotan dan skoring menggunakan aplikasi ArcGIS 10.8 untuk mengetahui skor pemberian di sesuaikan dengan kriteria penilaian yang ditentukan. Semakin besar pengaruh suatu parameter terhadap longsor, semakin tinggi skornya.

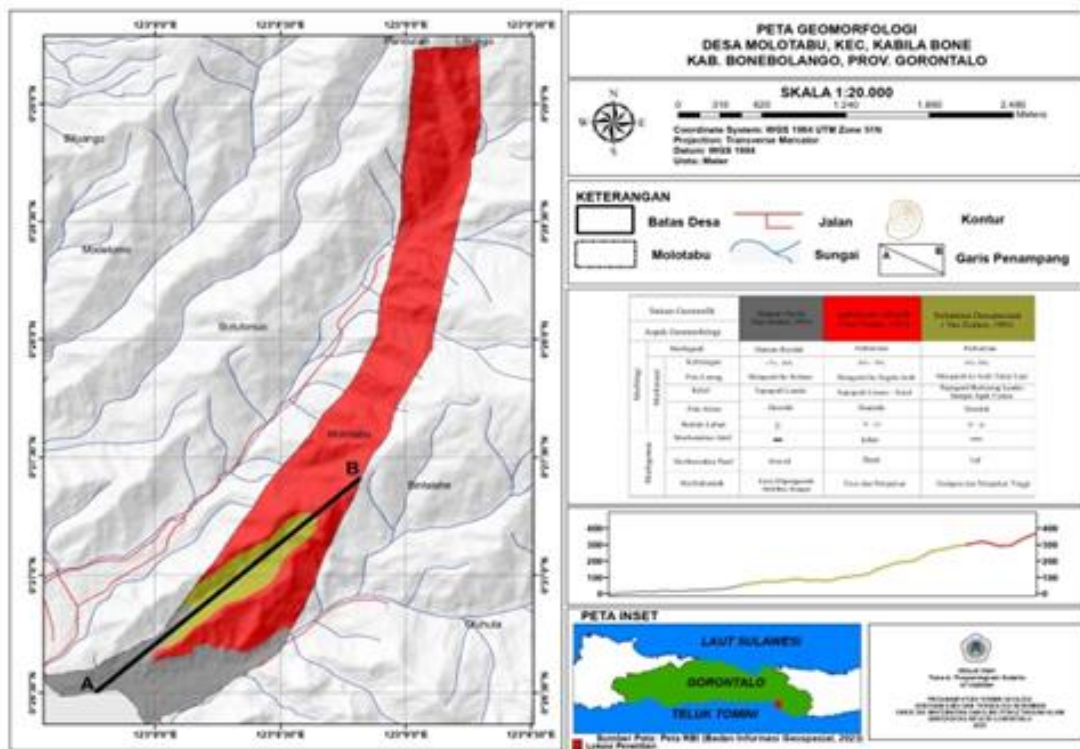
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Geomorfologi Daerah Penelitian

Geomorfologi adalah cabang ilmu kebumihan yang mempelajari proses terbentuknya lahan atau bentang alam, faktor-faktor yang mempengaruhinya, asal usul pembentukan serta interaksinya dengan lingkungan dalam ruangan dan waktu. Dalam penelitian ini, penentuan satuan geomorfologi mengacu

pada klasifikasi Van Zuidam (1985), dan aspek-aspek yang dijelaskan oleh Brahmantyo dan Bandono (2006). Data geomorfologi dikumpulkan melalui observasi langsung di lapangan dengan memperhatikan bentuk lahan dan kontur ketinggian (morfologi), kemiringan lereng (morfometri), jenis litologi, dan struktur geologi penyusun (morfostruktur pasif). Proses geologi yang masih aktif (morfostruktur aktif), serta data pendukung dari peta geologi dan informasi terkait lainnya untuk menilai perubahan bentuk permukaan bumi.

Berdasarkan hasil analisis topografi dan observasi lapangan, geomorfologi wilayah penelitian memiliki ketinggian antara 100 hingga 500 mdpl dengan bentang alam yang bervariasi. Secara garis besar, geomorfologi daerah ini terbagi menjadi tiga satuan utama. Pertama, satuan dataran aluvial yang memiliki dataran rendah, terbentuk melalui proses erosi dan dipengaruhi oleh aktivitas sungai. Kedua, satuan perbukitan vulkanik, yang ditandai oleh morfografi perbukitan curam-terjal, dengan ketinggian lebih tinggi, terbentuk akibat proses erosi dan pelapukan pada batuan penyusunnya. Ketiga, Perbukitan Denudasional, dimana ditandai dengan morfografi perbukitan dengan pola lereng mengarah ke arah timur laut dengan morfometri topografi berlereng landai sampai agak curam, terbentuk akibat proses endapan dan pelapukan tinggi.



Gambar 2. Peta Geomorfologi Daerah Penelitian

B. Stratigrafi Daerah Penelitian

Penyusunan satuan stratigrafi pada daerah penelitian mengacu pada klasifikasi sistem penamaan tidak resmi yang didasarkan pada kesamaan ciri litologi hasil pengamatan lapangan serta analisis petrografi di laboratorium. Penentuan satuan batuan dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap singkapan di lapangan yang mencakup ciri litologi, tekstur, dan komposisi penyusunnya, kemudian diperkuat dengan data petrografi untuk mengetahui detail mineralogi maupun struktur mikroskopisnya. Hasil analisis tersebut selanjutnya dibandingkan dengan penelitian terdahulu pada lokasi yang sama sebagai acuan korelasi stratigrafi. Berdasarkan data yang diperoleh, tatanan stratigrafi di daerah penelitian dapat diurutkan dari kala umur yang paling tua hingga kala umur yang paling muda, yaitu kala umur Holosen, kala umur plioses akhir-plistosen awal, kala umur miosen tengah-miosen akhir.

Tabel 1. Kolom Stratigrafi Daerah Penelitian

UMUR		FORMASI	STRATIGRAFI DAERAH PENELITIAN		
ZAMAN	KALA		ENDAPAN PERMUKAAAN DAN BATUAN SEDIMEN	BATUAN BEKU	BATUAN PIROKLASTIK
KUARTER	HOLOSEN	Qal	Aluvial		
TERSIER	PLEISTOSEN	AKHIR			
		AWAL			Satuan Tuff
	PLIOSEN	AKHIR	GUNUNG API PINOGU (TQpv)		
		AWAL			
	MIOSEN	AKHIR			Satuan Dasit
		TENGAH	GUNUNGAPI BILUNGALA (Tmbv)		
AWAL					

a. Satuan Dasit

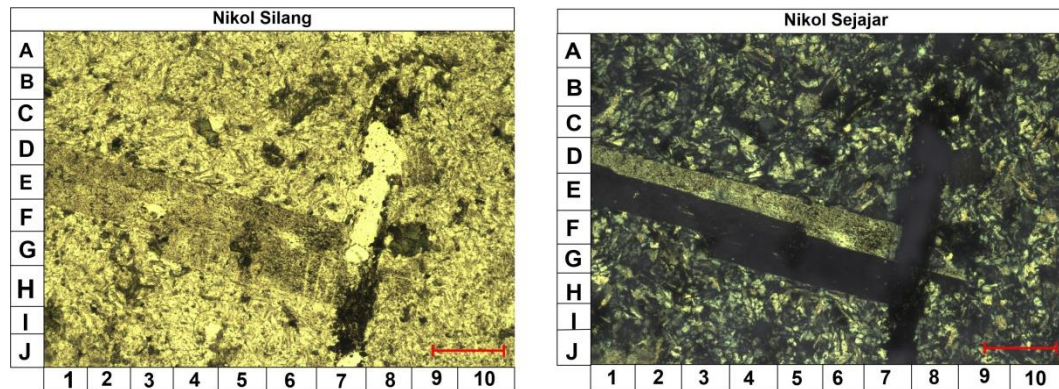
Satuan ini merupakan jenis batuan beku yang memiliki variasi dari yang segar hingga sangat lapuk karena pengaruh alterasi. Tingkat pelapukan batuan diidentifikasi berdasarkan kenampakan fisik batuan dan kekompakan setiap batuan. Litologi penyusun pada satuan ini yaitu dasit. Satuan dasit dengan kenampakan megaskopis berwarna abu-abu gelap dan warna kecoklatan lapuk, struktur massif, afanitik, tersusun oleh plagioklas, kuarsa dan mineral-mineral mafic, pada bagian paling Timur laut daerah penelitian satuan ini mengalami sedikit alterasi. Satuan Dasit yang teralterasi berwarna lapuk kecoklatan, segar abu-abu gelap. afanitik, telah mengalami alterasi sehingga terjadi perubahan mineralogi.



Gambar 3. Kenampakan Singkapan dan Kenampakan Hand Specimen Batuan Dasit Pada Singkapan (Stasiun ST. 05)

Satuan Dasit ditandai dengan warna abu-abu gelap kehijauan dan tersebar terutama dibagian barat wilayah penelitian, serta beberapa area dibagian selatan. Satuan ini mencakup sekitar 2,35 km² dari luas wilayah penelitian atau sekitar 3,22 km². Penyebaran ini memberikan gambaran bahwa Satuan Dasit memiliki distribusi yang cukup luas, menunjukkan bahwa satuan ini merupakan bagian penting dari komposisi geologi daerah penelitian.

Berdasarkan pengamatan petrografi sayatan tipis batuan dasit berwarna kekuningan pada pengamatan PPL sedangkan pada pengamatan XPL menunjukkan warna gelap. Bentuk mineral subhedral-euhedral, tektur afanitik, relief rendah hingga sedang, komposisi batuan tersusun atas fenokris dan massa dasar. Fenokris terdiri dari plagioklas (14,9%), biotit (12,7%), kuarsa (1,2%), dan mineral opak (1%). Massa dasar (55,6%) tersusun atas massa gelas, mikrolit plagioklas, dan mineral opak. Ditemukan pula mineral ubahan yaitu klorit (3%).



Gambar 4. Kenampakan Sayatan Tipis Batuan Dasit

b. Satuan Batuan Tuff

Satuan Tuff yang ditemukan di daerah penelitian memiliki ciri litologi yang menonjol, yang teridentifikasi melalui pengamatan petrologis. Secara umum, satuan ini didominasi oleh warna abu-abu kecoklatan, dengan komposisi mineral utama yang meliputi plagioklas, kuarsa dan sedikit horomblend. Komposisi ini memberikan warna dan karakteristik yang khas pada batuan tuff di wilayah ini.

Tekstur batuan ini memiliki kemas terbuka, derajat pemilahan buruk, ukuran butir 0,5 mm. Tekstur ini dapat diamati pada kenampakan makroskopis

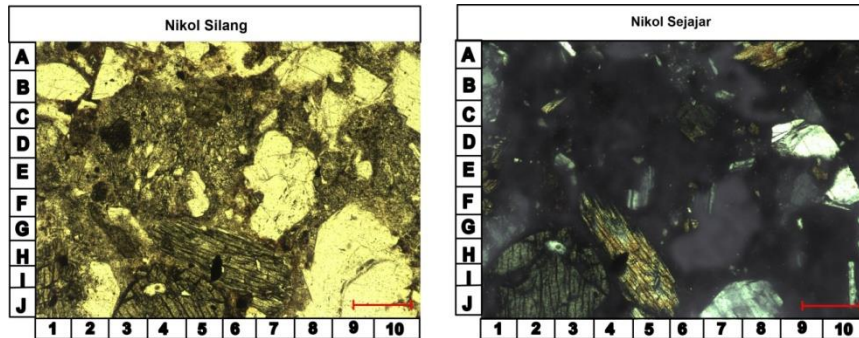


Gambar 5. Kenampakan Singkapan dan Kenampakan Hand Specimen Batuan Tuff Pada Singkapan (Stasiun TS. 08)

Pada peta geologi Satuan Tuff ditandai dengan warna abu-abu kecoklatan dan tersebar terutama di bagian perbukitan hingga lembah sungai bagian barat wilayah penelitian. Satuan ini mencakup sekitar 0,30 km². Total luas wilayah penelitian atau sekitar 3,22 km². Penyebaran ini memberikan gambaran bahwa Satuan Tuff memiliki distribusi yang sedikit dilokasi penelitian.

Sampel batuan tuff dari daerah penelitian memiliki warna abu-abu kecoklatan, memiliki kemas terbuka, derajat pemilahan buruk. Analisis mikroskopis (Gambar 4.8) menunjukkan bahwa komposisi mineral utama pada tuff ini terdiri dari atas Horomblend (18,2%), Kalfespar (13,3), plagioklas (19,6), dengan massa dasar (35%). Kuarsa berbentuk euhedral dengan ukuran 0,10 mm-0,30 mm, memiliki relief sedang, warna interferensi orde pertama (0,007), orthopiroksen, yang berukuran 0,10 mm-0,25 mm,

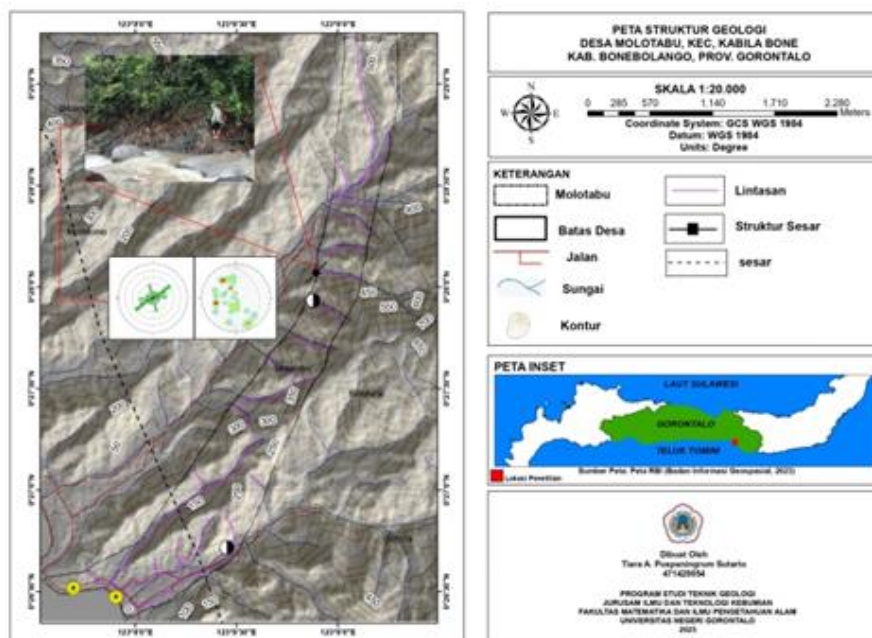
memiliki relief sedang. Plagioklas berbentuk subhedral dengan ukuran 0,1 mm-0,05 mm, memiliki relief sedang, memiliki kembaran albite. pada cahaya terpolarisasi silang (XPL), plagioklas menunjukkan warna interferensi orde pertama (0,005) dan gelap simetris. Mineral tampak keabuan pada cahaya terpolarisasi (XPL), Horombland berbentuk lempeng dengan ukuran 0,10 mm-0,30 mm, memiliki relief sedang, memiliki bentuk subhedral, belahan satu arah. Mineral tampak coklat pada cahaya terpolarisasi silang (XPL). Mineral opak hadir sebagai butiran subhedral berwarna hitam. Massa dasar tuff tersusun 35.0% yang terlihat transparan pada PPL, memberikan tekstur afanitik yang khas. Berdasarkan komposisi mineral dan tekstur, tuff ini masuk Schmid (1981).



Gambar 6. Kenampakan Sayatan Tipis Batuan Tuff

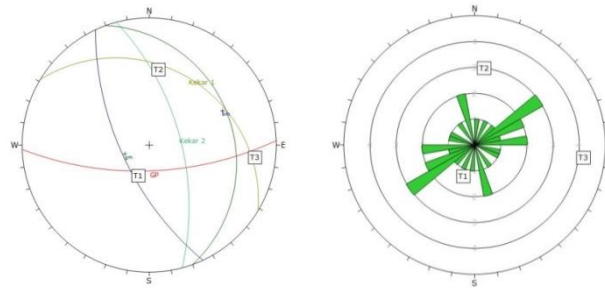
C. Struktur Geologi Daerah Penelitian

Analisis terhadap data struktur di wilayah penelitian dengan melakukan pengukuran kekar, Struktur yang di dapati di lokasi penelitian yaitu struktur jenis kekar gerus merupakan rekahan pada batuan yang memiliki kemiringan relatif curam dan membentuk sudut lancip. terdapat arah tegasan utama. kekar ini biasanya terbentuk pada batuan dan menjadi salah satu parameter penting dalam menentukan arah dan orientasi tegasan yang bekerja di dalam suatu formasi batuan.



Gambar 7. Peta Struktur Daerah Penelitian

Pengukuran kekar dilakukan pada stasiun TS. 14 (Gambar 7). Dari hasil pengolahan menggunakan diagram rose diperoleh arah umum relative timur laut-barat daya (Gambar 8), dengan tegasan maksimum N 358° E/ 23° SE, tegasan menengah N 255° E/ 28° NW, tegasan minimum N 211° E/ 63° SW.



Gambar 8. Hasil Analisis Kekar pada Stasiun TS. 14

D. Hasil Skorsing Luasan Wilayah Potensi Longsor

Penelitian ini menggunakan model pendugaan kerawanan longsor yang diadaptasi dari penelitian (Dewi, 2017), yang bersumber dari BBSDLP (2009). Model pendugaan menggunakan 5 parameter yakni, Litologi, Kemiringan Lereng, Curah hujan, Densitas kelurusan, Penggunaan Lahan. Semua parameter tersebut kemudian diklasifikasikan berdasarkan skor dan di beri bobot sesuai kontribusi masing-masing dalam terjadinya longsor. Setelah itu, seluruh parameter tersebut kemudian di berikan *Skoring* dan dilakukan pembobotan untuk menghasilkan peta zona rawan longsor. Parameter litologi diberi bobot 25%, kemiringan lereng 35%, curah hujan 20%, densitas kelurusan 10%, penggunaan lahan 10%. Parameter longsor beserta bobotnya dapa dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Parameter Longsor beserta bobot

No	Parameter	Bobot
1.	Litologi	25%
2.	Kemiringan Lereng	35%
3.	Curah hujan	20%
4.	Densitas kelurusan	10%
5.	Penggunaan lahan	10%

Parameter-parameter tersebut di atas kemudian dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Skor Total} = (10\% \times \text{Skor Litologi}) + (10\% \times \text{Skor Kemiringan Lereng}) + (25\% \times \text{Skor Curah Hujan}) + (35\% \times \text{Skor Densitas Kelurusan}) + (20\% \times \text{Skor Penggunaan Lahan})$$

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan diatas, kemudian akan di dapatkan skor total akan digunakan dalam menetapkan zona rawan longsor. Terdapat tiga kriteria kelas kerawanan longsor yaitu rendah, sedang, dan tinggi dengan interval kelas yang didapat dari hasil pembagian antara range (nilai terbesar – nilai terkecil dari skor total) dengan jumlah kelas yang akan dibuat seperti dalam perhitungan dibawah ini :

$$I = \frac{R}{K} = \frac{\text{Data Terbesar} - \text{Data Terkecil}}{\text{Banyak Kelas}} = \frac{555 - 290}{3} = 88,33$$

Tabel 3. Klasifikasi kelas kerawanan longsor

No	Kerawanan Longor	Interval Kelas
1.	Rendah	290 – 378,3
2.	Sedang	378,3 – 466,6
3.	Tinggi	466,6 – 555

E. Kelas Kerawanan Longsor

Berdasarkan hasil analisis Daerah Desa Molotabu dibagi menjadi tiga kelas kerawanan longsor yaitu Kelas kerawanan rendah, kelas kerawanan sedang, kelas kerawanan tinggi.

Tabel 4. Hasil Kelas Kerawanan Longsor

Kelas Kerawanan Longsor				
No	Desa	Rendah (km ²)	Sedang (km ²)	Tinggi (km ²)
1.	Molotabu	0,27	0,35	1,37

a. Kelas Kerawanan Longsor Rendah

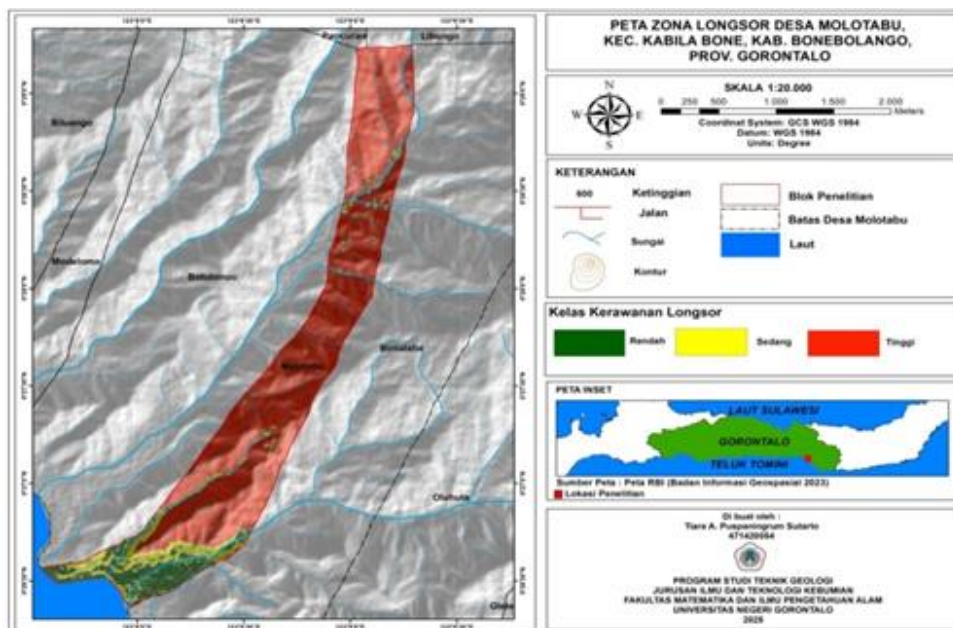
Kerawanan longsor rendah merupakan wilayah dengan tingkat kerawanan longsor rendah sehingga tidak berpotensi longsor pada area tersebut. Wilayah dengan kerawanan longsor rendah memiliki lereng relatif datar (7-15%) dan lereng yang relatif stabil. Litologi berupa alluvial dan tutupan lahan berupa pemukiman dan perkebunan yang membuat resiko longsor relatif rendah. Area dengan tingkat kerawanan longsor rendah pada daerah penelitian memiliki total luas 0,27 km².

b. Kelas Kerawanan Longsor Sedang

Kerawanan longsor sedang merupakan wilayah dengan tingkat kerawanan longsor yang menengah atau bisa saja terjadi sewaktu-waktu. Daerah ini memiliki resiko longsor yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah yang memiliki tingkat kerawanan longsor rendah. Wilayah dengan tingkat kerawanan longsor sedang terdapat pada lereng agak curam (15-30%) hingga lereng curam (30-70%). Litologi pada daerah ini yaitu dasit dan tuff yang didominasi oleh dasit, tutupan lahan yang didominasi oleh perkebunan. Area dengan tingkat kerawanan longsor sedang pada daerah penelitian memiliki luas 0,35 km². Berdasarkan hasil analisis sebagian besar daerah Desa Molotabu merupakan wilayah dengan resiko longsor sedang yang dapat terjadi sewaktu-waktu.

c. Kelas Kerawanan Longsor Tinggi

Kerawanan longsor tinggi merupakan daerah dengan kemungkinan besar terjadinya longsor. Daerah ini memiliki tingkat kerawanan longsor yang tinggi sehingga rentang terjadinya longsor. Daerah dengan tingkat kerawanan longsor tinggi terdapat pada lereng curam (30-70%). Daerah ini memiliki lereng yang tidak stabil, terdiri dari litologi tuff dan dasit, tutupan lahan di dominasi oleh perkebunan. Area dengan tingkat kerawanan tinggi pada daerah penelitian memiliki total luas 1,36 km²- 1,20 km².



Gambar 9. Peta Zona Kelas Kerawanan Longsor Desa Molotabu

4. KESIMPULAN

Geomorfologi di daerah penelitian terdiri atas tiga satuan, yaitu Dataran Aluvial, Perbukitan Vulkanik, dan Perbukitan Denudasional, yang tersusun oleh litologi berupa batuan dasit dan tuff. Stratigrafinya membentuk dua satuan yang berurutan dari tua ke muda, yakni satuan dasit kemudian satuan tuff, sedangkan struktur geologi yang berkembang berupa kekar gerus berarah umum timur laut-barat daya. Berdasarkan analisis kerawanan longsor menggunakan metode scoring dan overlay, Desa

Molotabu memiliki tiga kelas kerawanan, yaitu kerawanan rendah seluas 0,27 km² pada wilayah relatif datar (7–15%), kerawanan sedang seluas 0,35 km² pada kemiringan 15–30%, serta kerawanan tinggi seluas 1,36–1,20 km² pada kemiringan 30–70%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adama, Okki, V., Sukartono. (2017). Analisis Densitas Kelurusan untuk Mengetahui Pola Struktur yang Berkembang di Daerah Kebutuhduwur dan Sekitarnya Kecamatan Pagedongan, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. Yogyakarta, Indonesia. Prosiding Seminar Nasional XII “Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi” STTNAS Yogyakarta.
- Akuba, A. (4 April 2018). 10 Kelurahan Rawan Longsor, Pemkot Beri Opsi Relokasi Seluruh Warga. Gorontalo: Harian Gorontalo. Sumber URL <http://hargo.co.id/berita/10-kelurahan-rawanlongsor-pemkot-beri-opsi-relokasi-seluruh-warga.html>.
- Apandi dan Bachri, 1997. Peta Geologi Lembar Kotamobagu (Skala 1:250.000). Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Arifin, S., Carolila, I., Winarso, G. (2006). Implementasi Penginderaan Jauh dan SIG untuk Inventarisasi Daerah Rawan Bencana Longsor (Provinsi Lampung). Penginderaan Jauh dan Pengolahan Citra Digital, 3, 77-86.
- Asiki, M.I., 2019. Zonasi Rawan Longsor Daerah Muara Sungai Bone Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo. Universitas Negeri Gorontalo.
- Achmad, F. 2010 . Studi Identifikasi Penyebab Longsor Di Botu. Universitas Negeri Gorontalo.
- Bachri, dkk., 1989. Peta Geologi Lembar Tilamuta (Skala 1:250.000). Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Bachri, S., 2011. Structural Pattern and Stress System Evolution during NeogenePleistocene Times in the Central Part of the North Arm Of Sulawesi. Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral, 21(3), 127-135.
- Barus, B. (1999). Pemetaan Bahaya Longsoran Berdasarkan Klasifikasi Statistik Peubah Tunggal Menggunakan SIG: Studi Kasus Daerah Ciawi-Puncak-Pacet, Jawa Barat. Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan, 2, 7-16.
- Dewi, T.S., Sari, B.K., Heru, S.P.2017. Zonasi Rawan Bencana Tanah Longsor dengan Metode Analisis GIS Studi Kasus Daerah Semono dan Sekitarnya, Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. Jurnal Mineral,Energi,dan Lingkungan 1(1): 50-59.
- Dudal, R., & Soepraptohardjo, M. 1957. Soil Classification in Indonesia. Cont. Gen. Agr. Res. Sta. No. 148. Bogor.
- Eraku, S, S., Permana, A. P., dan Hulukati, E, 2017. Potensi sumber daya alam fosil kayu di daerah Gorontalo. Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Vol 7(2) :172-177.
- Rahmat, A.H. (2010). Pemetaan Kawasan Rawan Bencana dan Analisis Resiko Bencana Tanah Longsor dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) (Studi Kasus Kawasan Kaki Gunung Ciremai, Kabupaten majalengka). Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- 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:10.12962/j23373539.v6i1.22333.
- Yunianto, A.C.2011. Analisis Kerawanan Tanah Longsor dengan Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Penginderaan Jauh Di Kabupaten Bogor.Skripsi.Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Putra, 2014. Identifikasi Daerah Rawan Longsor Menggunakan Metode Smorph Slope Morphology di Kota Manado.