

Sosialisasi Mitigasi Gerakan Tanah Berbasis Edukasi Geologi di Desa Ngambarsari, Kecamatan Karang Tengah, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah

Danis Agoes Wiloso*¹, Aldi Perdiansa²

^{1,2}Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas AKPRIND Indonesia, Indonesia
*e-mail: danisagoes@akprind.ac.id

Abstrak

Kegiatan sosialisasi mitigasi gerakan tanah kepada masyarakat Desa Ngambarsari dilakukan karena ketika musim hujan terjadi gerakan tanah. Tujuan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman tentang gerakan tanah dan mitigasinya. Metode yang digunakan adalah dengan pemaparan materi tentang definisi gerakan tanah, kondisi geologi, proses terjadinya gerakan tanah, klasifikasi gerakan tanah, penyebab gerakan tanah, faktor pengontrol dan faktor pemicu gerakan tanah serta pencegahannya/mitigasinya. Untuk mendapatkan umpan balik tentang sosialisasi yang dilakukan dengan menggunakan kuesioner, pengisian kuesioner dilakukan sebelum pelatihan dan sesudah pelatihan. Sebelum sosialisasi, peserta menyatakan 100% tidak tahu tentang definisi gerakan tanah, penyebab gerakan tanah, faktor pengontrol dan faktor pemicu gerakan tanah serta pencegahannya. Setelah sosialisasi, peserta menyatakan 83,33% paham tentang gerakan tanah, penyebab gerakan tanah, faktor pengontrol dan pemicu gerakan tanah, sebanyak 16,67% menyatakan belum paham karena dilatar belakangi faktor usia dan tingkat pendidikan. Sebanyak 100% menyatakan paham pentingnya pembuatan terasering pada lereng terjal, penyaluran sistem air pada lereng terjal, penghijauan dan pembuatan dinding penahan pada tepi jalan yang berbatasan dengan lereng terjal. Langkah konkret dilakukan dengan penyerahan sebanyak 1000 bibit tanaman untuk penghijauan

Kata kunci: Desa Ngambarsari, Gerakan tanah, Jenis gerakan tanah, Kondisi geologi

Abstract

The socialization of landslide mitigation to the Ngambarsari Village community was carried out because landslides occur during the rainy season. The purpose of this community service activity is to increase knowledge and understanding of landslides and their mitigation. The method used was the presentation of material on the definition of landslides, geological conditions, the process of landslides, classification of landslides, causes of landslides, controlling factors and triggering factors of landslides and their prevention/mitigation. To obtain feedback on the socialization conducted using a questionnaire, the questionnaire was filled out before and after the training. Before the socialization, 100% of participants stated that they did not know about the definition of landslides, causes of landslides, controlling factors and triggering factors of landslides and their prevention. After the socialization, 83.33% of participants stated that they understood landslides, causes of landslides, controlling factors and triggering factors of landslides, while 16.67% stated that they did not understand due to age and education factors. 100% stated that they understood the importance of terracing on steep slopes, channeling water systems on steep slopes, reforestation and the construction of retaining walls on roadsides bordering steep slopes. Concrete steps were taken by handing over 1000 plant seedlings for reforestation.

Keywords: Geological conditions, Landslide, Ngambarsari village, Types of landslide

1. PENDAHULUAN

Program pengabdian kepada masyarakat (PkM) merupakan salah satu pilar Tri Dharma Perguruan Tinggi yang dilaksanakan dalam berbagai bentuk kegiatan seperti sosialisasi kepada masyarakat, pelatihan kepada masyarakat, pelayanan masyarakat dan kajian ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK). Tujuan PkM adalah menerapkan hasil-hasil IPTEK untuk pemberdayaan masyarakat sehingga menghasilkan perubahan pengetahuan, keterampilan dan sikap dari kelompok masyarakat sasaran.

Masyarakat Desa Ngambarsari membutuhkan pengetahuan tentang gerakan tanah, terutama faktor apa saja yang mengontrol terjadinya gerakan tanah, apakah jenis batuan penyusun dan pelapukannya berpengaruh terhadap mekanisme gerakan tanah, bagaimana pengaruh kemiringan lereng terhadap gerakan tanah, bagaimana pengaruh struktur geologi terhadap gerakan tanah, bagaimana pengaruh curah hujan terhadap gerakan tanah, serta bagaimana cara pencegahannya/mitigasinya. Karena di Desa Ngambarsari, ketika musim hujan terjadi gerakan tanah, terutama longsor.

Program Studi Teknik Geologi merupakan salah satu program studi di bidang teknologi kebumihan, sehingga dalam rangka menyebarluaskan ilmu geologi terutama mitigasi gerakan tanah diwujudkan dengan kerja sama Cabang Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Wilayah Sewu Lawu Wonogiri memberikan sosialisasi mitigasi gerakan tanah berbasis edukasi geologi bagi masyarakat dan pencegahan terjadinya gerakan tanah di Desa Ngambarsari,

Gerakan tanah didefinisikan secara sederhana sebagai pergerakan massa batuan, debris, atau tanah menuruni lereng (Cruden, 1991). Lebih spesifik, gerakan tanah adalah perpindahan bahan pembentuk lereng (tanah, batuan, bahan timbunan, atau campuran di antaranya) yang bergerak ke arah bawah dan keluar lereng (Cruden and Varnes, 1996).

Menurut Cruden dan Varnes (1996), pergerakan material tersebut bisa berupa jatuhnya (*falling*), rebahan (*toppling*), luncuran (*sliding*), penyebaran (*spreading*) atau aliran (*flowing*), lihat Tabel 1. Gambar 1.

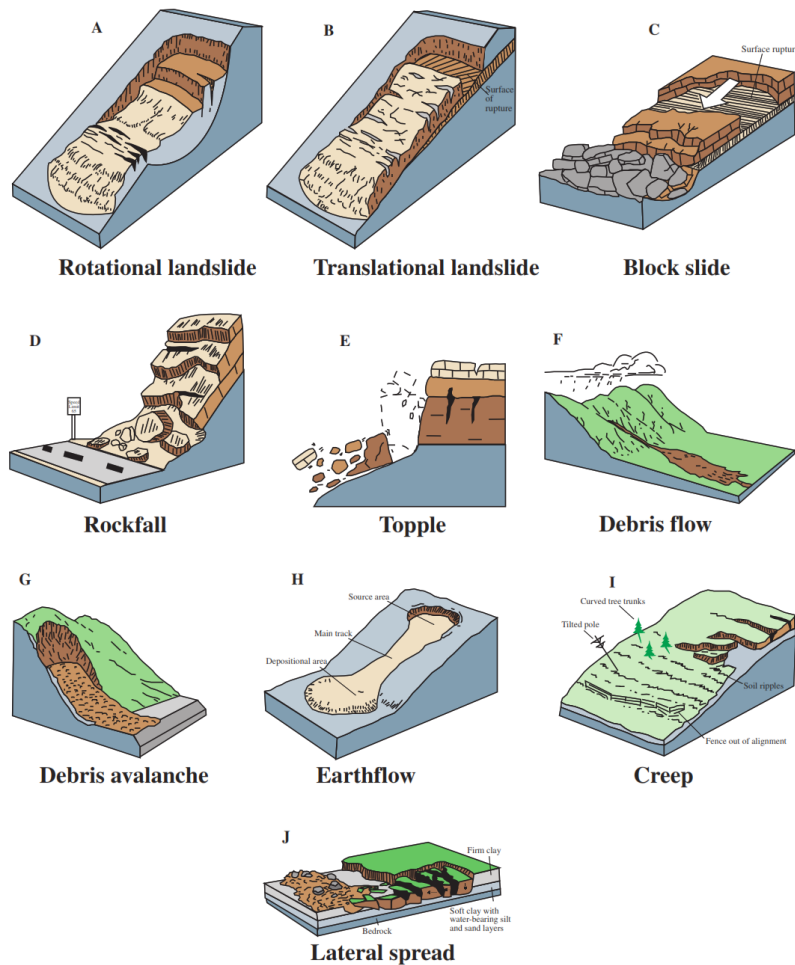
Tidak ada standar untuk menentukan gerakan tanah berdasarkan ukuran, tetapi Cornforth (2005) telah membuat klasifikasi gerakan tanah dengan menggunakan panjang, lebar, kedalaman, dan kemiringan lereng (Tabel 2). Panjang meliputi jarak horizontal dari atas tebing sampai ujung paling bawah; lebar adalah dimensi paling besar sepanjang kemiringan lereng; kedalaman untuk mendeskripsikan kedalaman maksimum dari permukaan; sedangkan kemiringan lereng adalah kemiringan rata-rata dalam derajat dari horizontal, atau gradien rata-rata horizontal: vertikal.

Tabel 1. Tipe-tipe gerakan tanah (Cruden and Varnes, 1996)

Type of Movement	Type of Material		
	Bedrock	Engineering Soils	
		Predominantly coarse	Predominantly fine
Falls	Rock fall	Debris fall	Earth fall
Slides	Rock topple	Debris topple	Earth tople
Rotational	Rock slide	Debris slide	Earth slide
Translational			
Lateral Spreads	Rock spread	Debris spread	Earth spread
Flows	Rock flow (deep creep)	Debris flow	Earth flow
Complex	Combination of two or more principal types of movement		

Tabel 2. Pengelompokkan gerakan tanah berdasarkan area bencana (Cornforth, 2005)

Descriptor	Area, sq. feet	Area, sq. metres
Very small	<2000	<200
Small	2000-20.000	200-2000
Medium	20.000-200.000	2000-20.000
Large	200.000-2.000.000	20.000-200.000
Very large	2.000.000-20.000.000	200.000-2.000.000
Huge	>20.000.000	>2.000.000



Gambar 1. Diagram skematis mengilustrasikan jenis-jenis utama gerakan tanah (Cruden and Varnes, 1996)

Pada prinsipnya gerakan tanah terjadi bila gaya pendorong pada lereng lebih besar daripada gaya penahan. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah, sedangkan gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, air, beban, serta berat jenis batuan (Febriarta dan Wibowo, 2021).

Faktor-faktor pengontrol terjadinya gerakan tanah meliputi geologi (batuan/tanah, struktur geologi), morfologi/kemiringan lereng, hidrologi, penggunaan lahan, manusia (Cruden dan Varnes, 1996). Faktor pemicu terjadinya gerakan tanah meliputi curah hujan, gempa bumi, dan aktivitas manusia (penambahan beban pada lereng akibat bangunan).

Berdasarkan hasil kuesioner yang diedarkan kepada peserta sebelum dilakukannya sosialisasi, 100 % menyatakan tidak tahu tentang definisi gerakan tanah, penyebab terjadinya gerakan tanah, faktor pengontrol dan pemicu gerakan tanah, cara mencegah longsor (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil kuisisioner sebelum dilaksanakan sosialisasi gerakan tanah

Macam Kebutuhan	Pengetahuan	
	Tahu	Tidak Tahu
Gerakan tanah		100 %
Penyebab gerakan tanah		100 %
Faktor pengontrol dan pemicu gerakan tanah		100 %
Cara mencegah gerakan tanah		100%

Tujuan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah untuk menumbuhkan pengetahuan kepada masyarakat Desa Ngambarsari tentang gerakan tanah, penyebab terjadinya gerakan tanah, faktor pengontrol dan pemicu gerakan tanah, serta cara mencegah gerakan tanah agar masyarakat lebih peduli terhadap upaya pencegahan/mitigasi gerakan tanah

2. METODE

Langkah persiapan yang dilakukan dalam melaksanakan pengabdian kepada masyarakat di Universitas AKPRIND Indonesia adalah bekerja sama dengan Cabang Dinas Energi Sumber Daya Mineral Wilayah Sewu Lawu serta Kepala Desa Ngambarsari. Pendekatan ini dilakukan untuk mengetahui kondisi riil masyarakat di Desa Ngambarsari terutama terkait dengan gerakan tanah. Berdasarkan pendekatan tersebut, dapat diketahui bahwa masih minimnya atau ketidaktahuan masyarakat Desa Ngambarsari tentang gerakan tanah, penyebab terjadinya gerakan tanah, faktor pengontrol dan pemicu gerakan tanah serta cara mencegah gerakan tanah. Setelah mengetahui kondisi riil dilanjutkan dengan pembuatan materi gerakan tanah yang disesuaikan dengan kondisi yang ada di Desa Ngambarsari.

Evaluasi awal sebelum pelaksanaan kegiatan sosialisasi, dilakukan penyebaran dan pengisian kuesioner kepada peserta untuk mengukur sejauh mana pemahaman peserta tentang gerakan tanah, penyebab gerakan tanah, faktor pengontrol dan pemicu gerakan tanah serta cara mencegah gerakan tanah. Berdasarkan hasil kuesioner yang dibagikan, dari 30 orang peserta sosialisasi, 100% menyatakan tidak tahu tentang gerakan tanah, penyebab gerakan tanah, faktor pengontrol dan pemicu gerakan tanah, serta cara mencegah gerakan tanah.

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah pemaparan materi di Desa Ngambarsari berbasis edukasi geologi terkait dengan penjelasan mengenai gerakan tanah, kondisi geologi, curah hujan dan upaya pencegahan gerakan tanah. Pelaksanaan dilakukan melalui pemaparan materi di Balai Desa Ngambarsari pada tanggal 15 Mei 2024 pukul 09.00-11.00 WIB dengan jumlah peserta yang hadir 30 orang, perwakilan dari RT dan RW (Gambar 2). Peserta yang hadir juga dibekali materi sosialisasi cetak, agar memudahkan peserta memahami tentang materi yang diberikan. Setelah pemaparan materi dilanjutkan dengan diskusi atau tanya jawab tentang materi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengabdian kepada masyarakat adalah usaha untuk menyebarluaskan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni kepada masyarakat. Kegiatan tersebut harus mampu memberikan suatu nilai tambah bagi masyarakat, baik dalam kegiatan ekonomi, kebijakan, maupun perubahan perilaku (sosial).

Upaya konkret untuk mendukung peningkatan pemahaman masyarakat tentang gerakan tanah, salah satunya adalah dengan sosialisasi gerakan air tanah. Pemahaman tersebut akan membekali masyarakat guna mencegah gerakan tanah di daerahnya.



Gambar 2. Tahapan penyampaian materi sosialisasi

Kegiatan diawali dengan pengenalan data diri tutor, dalam hal ini Ir. Danis Agoes Wiloso, S.T., M.T. Setelah pengenalan, dilanjutkan dengan penyampaian materi yang akan didapatkan selama sosialisasi.

Sosialisasi terbagi menjadi beberapa tahap, yaitu pemaparan materi tentang pengertian/definisi gerakan tanah, kondisi geologi Desa Ngambarsari, proses terjadinya gerakan tanah, jenis-jenis gerakan tanah, penyebab gerakan tanah, faktor pengontrol dan faktor pemicu gerakan tanah, pencegahan agar tidak terjadi gerakan tanah.

Penjelasan mengenai kondisi geologi Desa Ngambarsari berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Pacitan tersusun oleh Formasi Mandalika, Formasi Arjosari dan batuan terobosan. Formasi Mandalika tersusun oleh breksi gunungapi, lava, tuf, bersisipan batupasir tufan, batulanau dan batulempung. Formasi Arjosari tersusun oleh litologi konglomerat aneka bahan, batupasir, batulanau, batugamping, batulempung, napal pasiran, batupasir berbatuapung bersisipan breksi gunungapi, lava dan tuf (Samodra dkk., 1992). Struktur geologi yang berkembang di Desa Ngambarsari berupa Sesar Rohtawu yang berarah timurlaut-baratdaya serta pola kelurusan berarah baratlaut-tenggara. Secara topografi Desa Ngambarsari mempunyai relief yang curam atau kemiringan lereng yang besar. Kondisi batuan yang ada di Desa Ngambarsari sudah lapuk dan menjadi tanah, tanah ini sifatnya mudah menyerap air, ketika curah hujan tinggi maka tanah akan jenuh air (Fatiatun, dkk., 2019).

Berdasarkan data curah hujan pada kurun waktu tahun 2021-2023 sebesar 1307-3044 mm/tahun di Desa Ngambarsari, curah hujan tinggi terjadi pada bulan Januari-April sebesar 172-810 mm, di mana puncak curah hujan pada bulan Maret sebesar 810 mm dan jumlah hari hujannya adalah 17 hari (Tabel 4) sehingga masyarakat perlu waspada pada bulan-bulan tersebut. Pada bulan Maret 2023 terjadi gerakan tanah di Jalan Ngambarsari (Gambar 3) di mana pada bulan tersebut curah hujan sangat tinggi (Praditia, 2025).

Vegetasi tergantung pada rapat tidaknya vegetasi di suatu daerah; semakin lebat vegetasinya, maka semakin banyak air hujan yang dapat meresap (Karamouz dkk., 2011). Desa Ngambarsari vegetasinya tidak begitu lebat, lebih banyak sebagai areal perkebunan dan masih banyak lahan terbuka.

Kemiringan topografi juga akan memengaruhi penyerapannya oleh air hujan. Semakin terjal kemiringan topografinya, infiltrasi air hujan juga semakin kecil (Weight, 2008). Wilayah Desa Ngambarsari, Kecamatan Karang Tengah, memiliki topografi curam dengan kemiringan lahan 15-45% dengan luas wilayah 237 hektar.

Retakan pada batuan juga memengaruhi gerakan. Semakin banyak retakan pada batuan, potensi terjadinya gerakan tanah juga semakin tinggi. Kondisi batuan yang ada di Desa Ngambarsari terlihat banyak retakan.



Gambar 3. Gerakan tanah yang terjadi di Jalan Ngambarsari pada bulan Maret 2023 (Arianto, 2023)

Tabel 4. Data curah hujan kurun waktu tahun 2021-2023 (BPS, 2024)

Bulan	Curah dan Hari Hujan					
	Curah Hujan (mm)			Hari Hujan		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Januari	354	315	197	17	20	18
Februari	267	182	450	19	18	21
Maret	810	292	234	23	23	17
April	248	172	183	9	13	9
Mei	96	201	41	4	12	3
Juni	323	-	3	11	-	1
Juli	0	33	5	0	2	2
Agustus	0	136	0	0	4	0
September	99	43	0	8	5	0
Oktober	61	350	2	5	16	1
Nopember	609	486	63	27	19	9
Desember	177	284	129	18	21	9

Upaya pencegahan terjadinya gerakan tanah di Desa Ngambarsari sudah dilakukan oleh masyarakat, yaitu pembuatan terasering pada lereng terjal dan perkebunan meskipun belum sepenuhnya bagus, penghijauan, terutama tanaman berkayu keras dan berakar tunggang, pembuatan sistem penyaluran air yang masih seadanya, hanya untuk mengurangi genangan air atau jumlah massa air di perkebunan atau tegalan, masih minimnya pembuatan dinding (talut) di daerah lereng terlihat seperti pada Gambar 3, dimana jalan yang berbatasan dengan lereng terjal belum dibangun dinding penahan.

Evaluasi juga dilakukan setelah pelaksanaan sosialisasi dengan penyebaran dan pengisian kuesioner. Kuesioner tersebut digunakan untuk mendapatkan umpan balik sejauh mana pemahaman peserta terhadap materi yang sudah disampaikan. Cara penilaian kuesioner dilakukan dengan menggunakan banyaknya peserta yang mengisi kuesioner, yang dibagi dengan jumlah peserta, dikalikan dengan 100%. Contoh perhitungan, peserta yang mengisi paham gerakan tanah adalah 25 peserta, jumlah peserta 30 orang, untuk mendapatkan persentase adalah $(25/30) \times 100\%$, hasilnya 83,33% (Tabel 5)

Tabel 5. Perbandingan tingkat pemahaman peserta sebelum dan setelah dilaksanakan sosialisasi gerakan tanah

Macam Kebutuhan	Sebelum Sosialisasi		Setelah Sosialisasi	
	Paham	Belum Paham	Paham	Belum Paham
Gerakan tanah		100%	83,33%	16,67%
Penyebab gerakan tanah		100%	83,33%	16,67%
Faktor pengontrol dan pemicu gerakan tanah		100%	83,33%	16,67%
Cara mencegah gerakan tanah		100%	100%	100%

Berdasarkan data hasil kuesioner yang dilakukan sebelum dan setelah pelaksanaan sosialisasi, dibandingkan untuk mengetahui sejauh mana tingkat pemahaman masyarakat terkait dengan materi sosialisasi. Dari hasil kuesioner terlihat ada kenaikan pemahaman, hanya belum maksimal. Pemahaman tentang gerakan tanah, penyebab gerakan tanah, faktor pengontrol dan pemicu gerakan tanah: masing-masing hanya sebesar 83,33% atau sebanyak 25 peserta. 5 peserta menyatakan belum paham karena faktor usia yang sudah tua (>50 tahun) dan tingkat pendidikan yang rata-rata hanya berpendidikan sekolah dasar. Terkait dengan materi, 30 peserta atau 100% menyatakan paham tentang pencegahan/mitigasi gerakan tanah, terutama dalam pembuatan

terasering pada lahan yang terjal, pembuatan sistem penyaluran air pada lereng terjal, penghijauan pada lahan yang terbuka, dan pembuatan dinding penahan (talut) pada tepi jalan yang berbatasan dengan lereng yang terjal. Hanya saja dalam pembuatan terasering, penyaluran air masih seadanya atau masih belum begitu baik, juga tidak adanya pembuatan dinding penahan di pinggir jalan yang berbatasan dengan lereng yang terjal.

Upaya konkret untuk mencegah terjadinya gerakan tanah juga dilakukan oleh Cabang Dinas Energi Sumber Daya Mineral Wilayah Sewu Lawu dengan penyerahan bibit tanaman untuk penghijauan sebanyak 1000 bibit tanaman, yang diserahkan secara simbolis oleh Kepala Cabang Dinas Energi Sumber Daya Mineral Wilayah Sewu Lawu kepada Kepala Desa Ngambarsari. Setelah selesai kegiatan sosialisasi, pihak Desa Ngambarsari menindaklanjuti dengan penanaman tumbuhan dalam rangka penghijauan. Selain itu, juga diharapkan kedua belah pihak, yaitu Program Studi Teknik Geologi Universitas AKPRIND Indonesia dan Desa Ngambarsari, terjalin komunikasi atau relasi yang baik, sehingga dapat dilanjutkan Nota Kesepahaman antara pihak Program Studi Teknik Geologi Universitas AKPRIND Indonesia dan Desa Ngambarsari dalam upaya meningkatkan pemberdayaan masyarakat di Desa Ngambarsari.

Setelah pelaksanaan sosialisasi dilanjutkan dengan peninjauan lapangan kondisi morfologi, batuan, vegetasi (Gambar 4). Berdasarkan hasil peninjauan terlihat bahwa morfologi yang ada di Desa Ngambarsari berlereng curam dengan kemiringan berkisar 30° - 40° . Batuan yang ada mengalami pelapukan yang sangat intensif menjadi tanah, di beberapa tempat masih banyak lahan terbuka atau kurangnya tanaman penutup walaupun ada berupa semak dan berupa tegalan. Kondisi inilah yang menyebabkan bahwa seringnya gerakan tanah pada waktu musim penghujan.



Gambar 4. Peninjauan lapangan kondisi morfologi, batuan dan vegetasi

4. KESIMPULAN

Gerakan tanah di Desa Ngambarsari dipengaruhi oleh batuan yang sudah lapuk, kemiringan lereng yang mayoritas curam dengan kemiringan lereng berkisar antara 30° - 40° , retakan, minimnya vegetasi yang berakar tunggang didominasi dengan semak dan tegalan, serta curah hujan tinggi pada bulan Januari-April, terutama puncak hujan di bulan Maret dengan jumlah curah hujan 810 mm dan jumlah hari hujannya adalah 17 hari. Dalam rangka penghijauan Kepala Cabang Dinas Energi Sumber Daya Mineral Wilayah Sewu Lawu menyerahkan bibit tanaman sebanyak 1000 bibit tanaman kepada Kepala Desa Ngambarsari. Peningkatan pemahaman masyarakat terkait gerakan tanah meningkat. Sebanyak 83,33% menyatakan sudah paham tentang gerakan tanah, penyebab gerakan tanah, faktor pengontrol dan pemicu gerakan tanah. Sebanyak 100% paham tentang cara pencegahan gerakan tanah, terutama pembuatan terasering, pembuatan sistem penyaluran air dan penghijauan. Sebanyak 16,67% menyatakan belum paham faktor usia dan latar belakang pendidikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Desa Ngambarsari yang telah memberikan waktu untuk memberikan sosialisasi gerakan tanah, Program Studi Teknik Geologi, DP2M Universitas AKPRIND Indonesia yang telah memberikan dukungan finansial dan administrasi pada kegiatan pengabdian ini, serta Kepala Cabang Dinas Sumber Daya Mineral Wilayah Sewu Lawu Wonogiri yang telah memberikan akomodasi dan transportasi pada kegiatan pengabdian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Arianto, A. (2023). Jalan Ngambarsari Karangtengah Wonogiri Amblas, Kian Parah Hingga Tembus Semeter, <https://joglosemarnews.com/2023/03/jalan-ngambarsari-karangtengah-wonogiri-amblas-kian-parah-hingga-tembus-semeter>, diakses pada tanggal 12 Mei 2024, pukul 09.00 WIB.
- Anonim. (2024). Jumlah curah hujan dan jumlah hari hujan, <https://wonogirikab.bps.go.id/indicator/151/164/1/curah-dan-hari-hujan.html>, Biro Pusat Statistik Wonogiri, diakses pada tanggal 13 Mei 2024, pukul 17.57 WIB.
- Cornforth, D.H. (2005). *Landslide in Practice: Investigation, Analysis, and Remedial Option in Soils*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
- Cruden, D.M. (1991). A Simple Definition Of A Landslide, *Bulletin of The International Association of Engineering Geology No. 43*, pp 27-29.
- Cruden, D.M., Varnes, D.J. (1996). Landslide Types and Processes. Landslide: Investigation and Mitigation, *Special Report*, Transportation Research Board, National Academy of Science 247, Washington D.C., pp 36-75.
- Fajarulloh, A.S., Ariwibowo, K.L., Musthofa, A.N.H. (2020). Analisis Gerakan Tanah di Daerah Sekaran dan Sekitarnya Beserta Rekomendasi Penanggulangnya, *Jurnal Paradigma Vol 1 No 1*, UGM, DOI: <https://doi.org/10.22146/jpmmpi.v1i1.59305>
- Fatiatun, Firdaus, Jumini, S., Adi, N.P. (2019). Analisis Bencana Tanah Longsor Serta Mitigasinya, Spektra: *Jurnal Kajian Pendidikan Sains Vol 5 No 2*, hal 134-139. DOI: <https://doi.org/10.32699/spektra.v5vi2i.113>
- Febriarta, E., Wibowo, Y.A. (2021). Kerentanan Gerakan Tanah Menggunakan Teknik Geospasial Statistik di Macang Pacar, Nusa Tenggara Timur, *Jurnal Geografi Vol 18 No 1*, Unnes, DOI: <https://doi.org/10.15294/jg.v18i1.25367>
- Hassanusi, A.A.M., Muslim, D., Khoirullah, N. (2021). Zona Kerentanan Gerakan Tanah Berdasarkan Indeks Storie Pada Daerah Gajahmungkur dan Sekitarnya, Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah, *Padjajaran Geoscience Journal Vol 5 No 5*, hal 527-537. DOI: <https://doi.org/10.24198/pgj.v5i5.38378>
- Karamouz, M., Ahmadi, A., Akhbari, M. (2011). *Groundwater Hydrology Engineering, Planning, and Management*, CRC Press, Boca Raton.
- Praditia, M.D. (2025). Longsor di Karangtengah Wonogiri, Talut Sekolah dan Tembok Rumah Jebol, Espos.id, SOLOPOS.COM, <https://solopos.espos.id/longsor-di-karangtengah-wonogiri-talut-sekolah-dan-tembok-rumah-jebol-2064881>, diakses pada tanggal 22 April 2025, pukul 09.30 WIB.
- Samodra, H., Gafoer, S., Tjokrosapoetro, S. (1992). *Peta Geologi Lembar Pacitan, Jawa, skala 1: 100.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Triana, Y.D., Iskandar, Firmansyah, M.N., Pamela. (2020). Faktor Geologi dan Mekanisme Gerakan Tanah di Indonesia, *Bulletin Vulkanologi dan Bencana Geologi Vol 14 No 2* hal 35-43, Bandung
- Varnes, D.J. (1978), Slope Movement Types and Processes. Chapter 2, Landslide: Analysis and Control, *Special Report 176*, Transportation Research Board, National Academy of Sciences, Washington D.C., pp 11-33.
- Weight, W. D. (2008). *Hydrogeology Field Manual, second edition*, McGraw-Hill Companies, Inc., New York.