

ANALISIS SPASIAL SIFAT FISIK TANAH PADA LOKASI LONGSOR DI KECAMATAN KISMANTORO KABUPATEN WONOGIRI TAHUN 2023

Yoyon Winata; Kuswaji Dwi Priyono

Program Studi Geografi, Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Jawa Tengah dapat dikatakan sebagai salah satu wilayah dengan intensitas bencana yang tinggi dan bervariasi diantaranya adalah bencana tanah longsor. Salah satu daerah dengan kejadian longsor intensitas tinggi di wilayah Jawa Tengah adalah Wonogiri khususnya daerah Kismantoro. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis profil fisik tanah pada kawasan rawan longsor dan menganalisis faktor pengaruh dominan pada kejadian longsor di Kecamatan Kismantoro. Jenis penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian kuantitatif dengan perhitungan kerawanan dan faktor fisik longsor dari data primer menggunakan persamaan regresi. Metode sampling yang digunakan yaitu Purposive Random dengan penentuan jumlah dan titik sampel berdasarkan kejadian longsor. Parameter fisik yang diuji meliputi Kadar Air tanah, Tekstur Tanah, Permeabilitas, Porositas, Batas Cair, Batas Plastis, Berat Volume, dan Berat Jenis. Metode analisis data yang digunakan adalah analisis campuran dengan melibatkan 3 parameter analisis yaitu uji tanah, analisis SIG, dan analisis statistika. Hasil penelitian menunjukkan fisika tanah Kismantoro didominasi tekstur Liat-Pasir. Permeabilitas berada pada rentang 0,001-0,008 cm/d. Kondisi tanah sangat porous dengan rentang 88%-97%. Kelas plastis tanah rendah-sedang dengan rentang nilai 0,1-0,10%. Penelitian ini disimpulkan plastisitas tanah Kismantoro memiliki peran yang signifikan dalam tingkat kerawanan longsor.

Kata kunci: longsor, faktor, fisik, kismantoro,

Abstract

Central Java is one of the areas high and varied disaster intensity, including landslides. One of the areas prone to high intensity landslides in the Central Java region is Wonogiri, especially the Kismantoro area. This research aims to analyze the physical profile of soil in landslide-prone areas and analyze the dominant factors that influence landslide in Kismantoro District. The type of research that will be carried out is quantitative research by calculating the vulnerability and physical factors of landslide disasters dari primary data using regression equations. The sampling method used was Purposive Random by determining the number and sample points based on landslide events. The physical parameters tested include soil water content, soil texture, permeability, porosity, liquid limit, plastic limit, volumetric weight and specific gravity. The data analysis method used is mixed analysis which involves 3 analysis parameters, namely soil testing, GIS analysis and statistical analysis. The research results show that the soil physics of Kismantoro is dominated by a clay-sand texture. Permeability is in the range of 0.001-0.008 cm/day. Soil conditions are very bad with a range of 88% -97%. Low-medium soil plastic class with a value range of 0.1-0.10%. This research concludes that the plasticity of the Kismantoro soil has a significant role in the level of landslide susceptibility.

Keywords: landslide, factor, physics, kismantoro

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis yang berada di area Cincin Api pasifik. Kondisi tersebut menyebabkan Indonesia memiliki kerawanan bencana alam yang cukup tinggi. Indonesia menempati peringkat 36 sebagai negara yang memiliki kerawanan tinggi terhadap bencana.

Indonesia memiliki nilai 10,36 dari indeks risiko bencana yang dikeluarkan World Risk Report pada tahun 2018. Dengan angka tersebut Indonesia menjadi negara dengan level bencana *High Risk*. Aktivitas vulkanik yang tinggi akibat tumbukan 3 lempeng serta kondisi Hidroklimatologis membuat angka bencana yang tinggi. Kondisi hidroklimatologis Indonesia dipengaruhi oleh fenomena El-Nino dan La-Nina. Aktivitas manusia yang memiliki intensitas tinggi terhadap alih fungsi lahan secara perlahan dapat meningkatkan risiko bencana.

Pemerintah melalui Undang-Undang nomor 24 tahun 2007 mendefinisikan bencana sebagai rangkaian peristiwa yang dapat mengancam dan mengganggu kehidupan masyarakat baik dari faktor alam, faktor manusia, dan faktor non-alam sehingga dapat menimbulkan kerugian harta, korban jiwa, kerusakan lingkungan maupun dampak psikologis. Kerugian yang terjadi karena adanya kejadian bencana misalnya fasilitas umum, permukiman dan pertanian (Priyono *et al.* 2011).

Jawa Tengah menjadi salah satu wilayah yang memiliki variasi bencana alam yang cukup banyak seperti gempa bumi, tsunami, gunung meletus, badai angin, banjir, kekeringan, dan tanah longsor. Bencana tanah longsor secara umum memiliki faktor utama yang paling berpengaruh yaitu kelerengan atau topografi wilayah. Selain itu adanya faktor pendukung seperti curah hujan, aktivitas manusia, kondisi fisik tanah meningkatkan risiko kejadian. Aktivitas manusia dengan intensitas tinggi terhadap penggunaan lahan memiliki pengaruh yang besar pada kejadian tanah longsor (Priyono *et al.* 2011). Jawa Tengah banyak memiliki topografi berbukit seperti pada Kabupaten Wonogiri. Wonogiri yang berbatasan langsung dengan provinsi Jawa Timur memiliki kondisi wilayah dengan kelerengan curam khususnya di Kecamatan Kismantoro. Kecamatan Kismantoro dengan kelerengan yang curam menjadikannya area yang memiliki risiko longsor tinggi. Kejadian longsor di Kecamatan Kismantoro telah terjadi di beberapa tempat seperti pada Desa Bugelan, Desa Plosorejo dan Desa Lemahabang,. Beberapa kejadian longsor terjadi di daerah Kismantoro yang berbatasan dengan kabupaten Ponorogo. Berdasarkan data BPBD Jateng tahun 2020 setidaknya terjadi 6 kali tanah longsor di Kecamatan Kismantoro. Bencana tanah longsor mengakibatkan berbagai kerusakan berupa kerusakan secara langsung seperti rusaknya fasilitas umum, lahan pertanian dan adanya korban jiwa serta kerusakan tidak langsung seperti tertutupnya jalan oleh longsor tanah sehingga melumpuhkan kegiatan pembangunan dan aktivitas masyarakat di lokasi kejadian (Hardiyatmo 2006, dalam Darmawan *et al.* 2018).

Penelitian ini ditujukan untuk menentukan faktor dominan fisik tanah yang mempengaruhi kejadian longsor pada daerah Kismantoro, Wonogiri. Kajian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai aspek fisik yang menyebabkan longsor. Penelitian ini

memberikan profil fisik yang mempengaruhi longsor agar kemudian dapat menjadi bahan rekomendasi untuk pengelolaan tanah lebih lanjut. Penelitian ini mengkaji faktor yang mempengaruhi longsor didasarkan faktor lingkungan, iklim, dan jenis tanah. Yunus (2012) menyebutkan 4 macam kajian yaitu (*Human Behavior- Environmental*), (*Human Activity- Enviromental*), (*physico natural festures-enviroment*), dan (*physico artificial features-environment*). Penelitian ini menggunakan tema (*physico natural festures-enviroment*) yang berfokus pada interaksi fisik lingkungan terhadap tanah di Kecamatan Kismantoro.

2. METODE

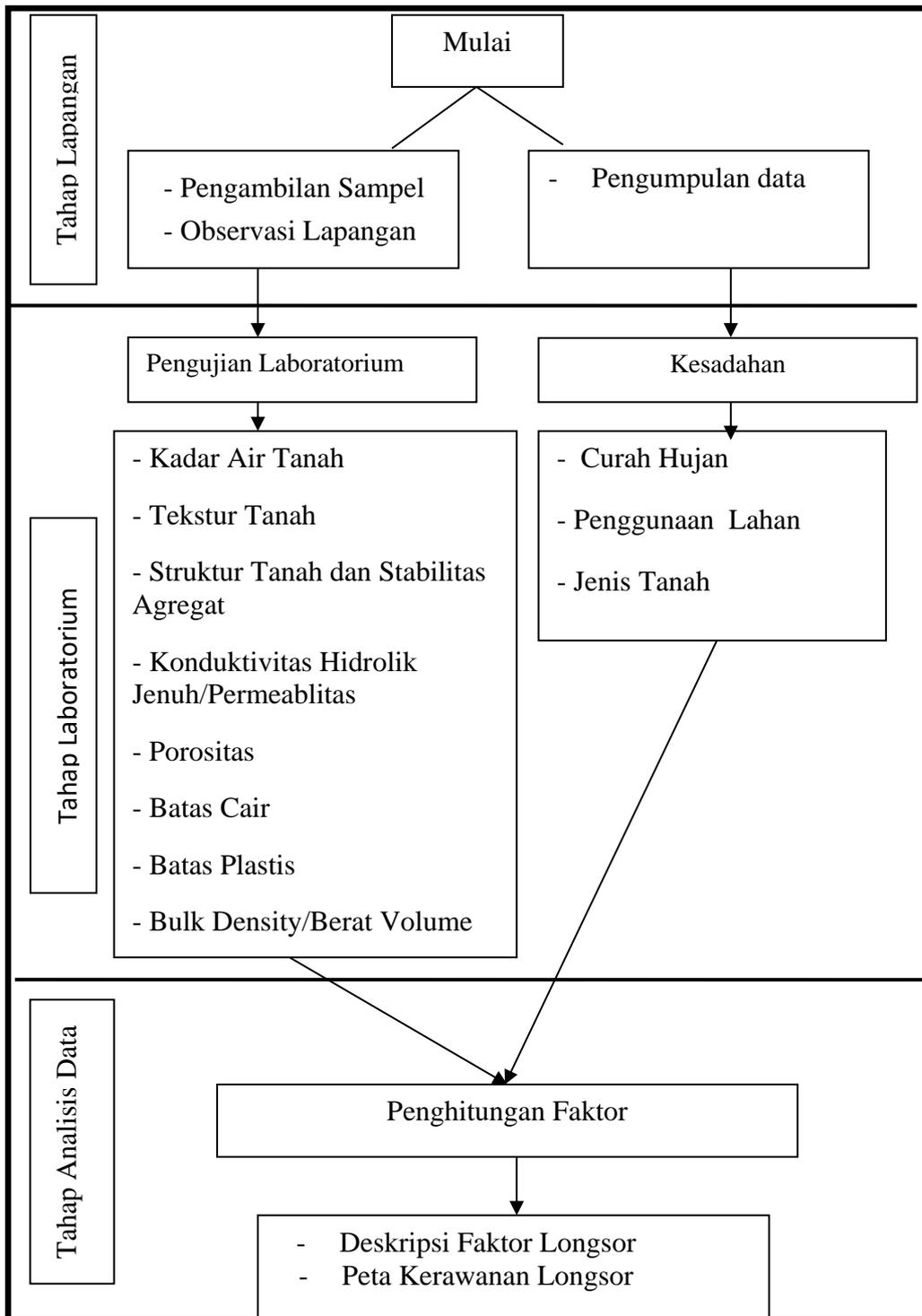
Metode penelitian yang digunakan adalah survei dan pengujian laboratorium. Survei dilakukan dengan pengambilan sampel tanah dan observasi wilayah kajian (Fadly 2010 dan Pranatasari *et al.* 2019). Pengujian laboratorium dilakukan pada sifat fisik sampel tanah. Pengujian laboratorium dilakukan di Laboratorium Sumber Daya Lahan, Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Penelitian ini dilakukan dari tanggal 5 Mei 2023 ampai dengan 2 Juni 2023. Metode pengambilan sampel tanah didasarkan pada acuan standar dari Kurnia *et al.* (2006). Prosedur umum yang akan dilakukan berupa pengambilan sampel dan memasukkan sampel ke dalam media plastik, pada parameter tertentu seperti permeabilitas, tanah akan dimasukkan ke dalam paralon agar terbentuk silinder.

Penelitian dilakukan pada 5 desa di Kecamatan Kismantoro, yaitu Gesing, Bugelan, Pucung, Plosorejo, dan Kismantoro. Lima desa tersebut diambil sebanyak satu sampel terkecuali pada Desa Kismantoro yaitu dua sampel. Sampel diambil berdasarkan frekuensi longsor. Kismantoro menjadi desa yang memiliki frekuensi tertinggi diantara desa yang lain. Parameter fisik yang akan diuji adalah Kadar Air Tanah, Tekstur Tanah, Permeabilitas, Porositas, Batas Cair, Batas Plastis, Berat Volume, Berat Jenis. Metode analisis data yang digunakan adalah analisis campuran dengan melibatkan 3 parameter analisis yaitu uji tanah, analisis SIG, dan analisis statistika.

Prosedur penelitian yang digunakan yaitu prosedur lapangan dan prosedur laboratorium oleh karena itu instrumen dan bahan penelitian tiap prosedur berbeda. Instrumen dan bahan yang digunakan akan dilampirkan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Instrumen Dan Bahan Penelitian

Instrumen Lapangan	Instrumen Laboratorium	Bahan Laboratorium
Bor Tanah	Cawan Porselen	H ₂ O (Aquades)
Sekop	Casagrande	Na ₄ P ₂ O ₇ (Natrium Pirofosfat)
Kantong Plastik	Seperangkat peralatan gelas (gelas beaker, gelas ukur, Erlenmeyer, labu ukur)	H ₂ O ₂ (Hidrogen Peroksida)
	Oven	H ₂ SO ₄ (Asam Sulfat) Pekat
	Piknometer	K ₂ Cr ₂ O ₇ (Kalium Dikromat)
	Timbangan analitik	
	Alat uji permeabilitas	
	Desikator	
	Ayakan ukuran lubang 0.075-2.00 mm	
	<i>Electric sieve shaker</i>	
	Mortar & Alu	



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecamatan Kismantoro merupakan salah satu kecamatan dari 25 kecamatan di Kabupaten Wonogiri. Kecamatan Kismantoro memiliki kondisi geografis yang berbukit dan beriklim tropis. Kismantoro menjadi salah satu kecamatan yang berbatasan langsung dengan Jawa Timur dan terletak pada $7^{\circ} 53' 27.6432$ Lintang Utara dan $111^{\circ} 12' 59.8968$ Bujur Timur. Kecamatan Kismantoro berbatasan dengan wilayah Kecamatan Purwantoro (Utara), Kabupaten Pacitan, Jawa Timur (Selatan), Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur (Timur), Kecamatan Slogohimo (Barat). Kecamatan Kismantoro memiliki luas wilayah 6.986 km^2 atau sekitar 3,83% dari luas wilayah keseluruhan Kabupaten Wonogiri serta memiliki ketinggian sekitar 348 mdpl. Secara administratif Kismantoro terbagi menjadi 10 desa yaitu : Bugelan, Plosorejo, Pucung, Lemahbang, Miri, Kismantoro, Ngroto Gedawung, Gambiranom, Gesing.

Hasil survei lapangan dan uji laboratorium diolah berdasarkan parameter yang sudah ditetapkan untuk mengetahui hubungan antara sifat fisik tanah dengan frekuensi longsor. Data hasil dari 8 parameter yang sudah diujikan disederhanakan menjadi 4 parameter. Data hasil pengujian tanah disebutkan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Parameter Fisik Tanah

No	Parameter	Fraksi	Gesing	Bugelan	Pucung	Plosorejo	Kism A	Kism B
1	Tekstur Tanah	Pasir (%)	62,5449	21,7598	76,8003	49,2335	48,0219	44,9542
		Debu (%)	11,0162	18,9673	18,5597	13,2434	15,1603	13,7614
		Liat (%)	26,4389	59,2729	4,6399	37,5231	36,8178	41,2843
2	Permeabilitas (cm/s)		0,0003	0,0001	0,0004	0,0004	0,0003	0,0008
3	Porositas (%)		89	88	91	93	87	97
4	Plastisitas (%)		2,2339	7,4787	0,3190	1,6261	10,2224	10,1780

Nilai fraksi liat dan pasir pada sampel cukup bervariasi dengan rentang yang berbeda. Dari nilai sampel dapat diketahui semakin tinggi fraksi liat maka nilai fraksi pasir pada tanah akan rendah. Begitu sebaliknya jika fraksi pasir tinggi maka nilai fraksi liat pada tanah akan rendah. Sementara pada fraksi debu memiliki rentang yang cukup sama. Rentang nilai fraksi debu pada semua sampel berkisar antara 11,0162% - 18,9673%. Nilai ketiga fraksi selanjutnya dimasukkan ke dalam segitiga tekstur. Pada gambar segitiga tekstur dapat diketahui terdapat pola

dimana 6 sampel memiliki kandungan debu yang relatif sedikit dan cenderung berada di sisi liat. Sampel Gesing pada segitiga tekstur ditandai dengan kode S1 memiliki tekstur tanah Lempung Liat Berpasir. Secara kuantitatif fraksi pasir Gesing memiliki nilai yang cukup tinggi diantara sampel lain dengan nilai 62,5449%. Secara kualitatif tekstur berpasir terlihat pada saat observasi lapangan dan pengambilan sampel. Tekstur tanah berpasir dapat dirasakan pada saat digenggam dan mudah hancur menjadi butiran kasar meskipun dalam kondisi tanah yang sedikit basah. Pada umumnya tanah yang basah akan saling mengikat dan tidak terpecah dengan mudah. Fraksi debu Gesing menjadi yang terendah diantara sampel lain yaitu 11,0162% dan fraksi liat 26,4389%. Nilai permeabilitas Gesing mendapat angka 0,0003 cm/s dan porositas 89%. Angka porositas Gesing masuk dalam kategori tinggi atau disebut tanah porous. Nilai plastisitas Gesing 2,2339 menandakan kekuatan tanah untuk mempertahankan bentuk dalam kondisi tanah yang basah sangat kecil. Jenis tanah pada wilayah Gesing didominasi oleh Grumusol Kelabu Tua dan sebagian Litosol. Tanah grumusol terbentuk dari pelapukan batu kapur dan tuffa vulkanik sehingga kandungan organiknya rendah. Kandungan organik yang rendah membuat tanah kurang subur untuk ditanami beberapa tumbuhan pertanian. Tekstur tanah yang mudah terpecah dan kering cukup cocok untuk tumbuhsn jati. Pada observasi lapangan titik pengambilan sampel Gesing ditumbuhi tanaman jati. Faktor pendukung kelongsoran diatas membuat Gesing menjadi daerah rawan longsor dengan topografi berbukit pada wilayah sisi timur.

Bugelan memiliki tanah dengan tekstur Liat yang ditandai dengan kode S2 pada segitiga tekstur. Tekstur liat pada tanah memiliki karakter daya tampung yang tinggi terhadap air. Daya tampung air dari fraksi liat lebih tinggi dibanding fraksi pasir dan debu. Sampel Bugelan memiliki nilai fraksi liat 59,2729% dan menjadi fraksi liat yang tertinggi diantara sampel lain. Tingginya fraksi liat berbanding terbalik dengan fraksi pasir yang menjadi terendah diatara sampel lainnya dengan nilai 21,7598%. Perbandingan nilai fraksi liat dan pasir menandakan jika fraksi liat tinggi maka tanah akan memiliki fraksi pasir rendah dan juga sebaliknya. Fraksi debu bugelan juga menjadi yang tertinggi diantara yg lain dengan nilai 18,9673%. Fraksi debu menjadi fraksi yang paling mudah untuk mengalami erosi dan kemantapan agregat yang lemah. Tekstur tanah yang liat mempengaruhi kondisi fisik dan nilai permeabilitas. Tanah tekstur liat memiliki pori makro yang rendah sehingga laju infiltrasi air kedalam tanah menjadi lambat. Hal tersebut tergambar secara kuantitatif dari nilai permeabilitas bugelan yang terendah dengan nilai 0,0001%. Porositas Bugelan secara kuantitatif cukup tinggi dengan nilai 88 dan nilai plastis yang juga tinggi 7,4787%. Kondisi

fisik tanah tersebut menjadi factor pendukung pada wilayah bugelan yang memiliki topografi berbukit pada seluruh wilayah.

Sampel Pucung yang ditandai dengan kode S3 memiliki tekstur Lempung Berpasir menjadi sampel dengan kandungan pasir tertinggi. Tekstur tanah dari Pucung terdiri dari fraksi pasir 76,8003%, debu 18,5597%, dan liat 4,6399. Kandungan pasir yang tinggi menjadikan pucung memiliki nilai plastis yang paling rendah diantara sampel lain. Nilai plastis yang rendah menunjukkan tingkat elastisitas rendah dari sampel tanah. Kondisi tersebut menyebabkan tanah mudah terpecah dan sulit untuk mempertahankan bentuknya. Pucung memiliki nilai porositas yang sangat tinggi yaitu 91%. Nilai tersebut mengindikasikan tanah yang sangat porous. Tanah porous memiliki kondisi rongga pori yang renggang sehingga membuat partikel air mudah masuk ke dalam tanah. Hal tersebut didukung oleh nilai permeabilitas 0,0004 cm/s atau 1,44 cm/jam menjadikan tanah mudah jenuh terhadap air. Kombinasi dari kondisi tekstur, permeabilitas, porositas, dan plastisitas tersebut membuat kondisi tanah yang rentan terhadap longsor. Kondisi tanah yang ada ditambah topografi Pucung yang memiliki daerah perbukitan terjal menjadikan wilayah Pucung sangat rentan terhadap tanah longsor terlebih jika terjadi curah hujan yang tinggi.

Plosorejo pada segitiga tekstur ditandai dengan kode S4 dengan tekstur Liat Berpasir. Observasi sampel tanah ditemukan bahwa sampel Plosorejo memiliki warna paling cerah. Pada proses uji lab sampel menunjukkan adanya perubahan volume tanah yang signifikan. Perubahan yang signifikan terjadi pada saat sampel kering diberi air sedikit demi sedikit. Pada kondisi yang semakin basah volume tanah mengembang hampir 2 kali lipat dibanding sampel yang lain. Sampel lain pada umumnya. Kondisi tersebut menandakan karakter tanah ekspansif atau tanah kembang-susut. Tanah ekspansif sering juga disebut tanah kembang-susut yaitu tanah yang mengembang jika basah dan menyusut jika kering (Wilson 2004 dalam Pardoyo 2006). Tanah jenis ini mampu menyerap air lebih dari 100% berat keringnya (Pardoyo 2006). Penyerapan air yang tinggi membuat tanah pada musim hujan akan menambah beban yang besar pada tanah. Efek dari ekspansi volume yang terjadi selama penyerapan air dapat memberikan tekanan yang besar dan menimbulkan pergeseran. Tekanan dari pengembangan volume juga dapat memberi efek tekanan pada bangunan pondasi yang digunakan untuk penahan. Tekstur tanah Plosorejo terdiri dari fraksi pasir 49,2335%, fraksi debu 13,2434%, dan fraksi liat 37,5231%. Permeabilitas Plosorejo memiliki nilai 0,0004 cm/s yang termasuk dalam kondisi lambat. Nilai porositas plosorejo adalah 93% dan termasuk dalam kondisi tanah yang porous. Plastisitas plosorejo senilai 1,6261% membuat kondisi fisik tanah yang tidak plastis dalam kondisi basah. Faktor tanah yang ekspansif dengan plastisitas rendah dan porositas tinggi

membuat plosorejo rawan terhadap longsor. Kondisi topografi plosorejo yang berupa Lembah dikelilingi perbukitan dan sifat fisik tanah semakin menambah risiko longsor.

Pengambilan sampel Kismantoro dilakukan dengan total 2 sampel pada dua titik berbeda dikarenakan pertimbangan intensitas kejadian longsor wilayah tersebut yang tinggi. Sampel pertama diberi nama Kismantoro A dengan kode S5 pada segitiga tekstur. Tekstur dari Kismantoro B adalah Liat berpasir dengan warna cenderung gelap pada observasi lapangan. Sampel Kismantoro A diambil pada titik yang dekat dengan kejadian longsor. Hasil uji sampel memiliki fraksi pasir 48,0219% dan fraksi liat 36,8178%. Nilai tersebut menjadikannya sampel dengan nilai fraksi liat dan pasir yang tidak terlalu jauh berbeda. Presentase raksi pasir yang lebih tinggi dari fraksi liat membuat tanah tersebut cukup mudah untuk terpecah. Kondisi fraksi debu Kismantoro B memiliki nilai 15,1603% juga membuat tanah mudah tererosi atau terkikis. Permeabilitas Kismantoro B masuk ke dalam kategori agak lambat dengan nilai 0,0003 cm/s. Porositas sampel memiliki nilai 87% yang mana masuk dalam kategori tanah porous. Sementara nilai plastis dari sampel menunjukkan angka 10,2224% menjadikannya sampel dengan nilai plastisitas tertinggi. Kondisi topografi Kismantoro yang perbukitan ditambah sifat fisik tanah menjadi faktor pendukung tingginya risiko longsor.

Sampel Kismantoro yang kedua diberi nama Kismantoro B. Pada segitiga tekstur Kismantoro B ditunjukan dengan kode S6 dan termasuk pada kategori tekstur Liat. Pada saat pengambilan sampel terjadi hujan sehingga menjadikan sampel mengandung banyak air. Secara kualitatif sampel Kismantoro B memiliki kondisi tanah yang cukup liat dan cukup elastis. Hal tersebut didukung dengan uji sampel yang menunjukkan nilai plastisitas 10,1780 yang mana cukup tinggi dibanding sampel lain. Kondisi tersebut tergambar pula dari nilai fraksi liat yang juga cukup tinggi dari sampel lain yaitu 41,2843%. Fraksi pasir Kismantoro B menunjukkan nilai 44,9542 menjadikan sampel Kismantoro paling berimbang antara nilai fraksi pasir dan fraksi liat. Sampel Kismantoro memiliki kandungan C-organik yang rendah yaitu 0,7514%. Kandungan C-organik yang rendah menyebabkan agregat tanah tidak stabil. Sehingga daya ikat partikel tanah oleh bahan organik menjadi rendah. Permeabilitas Kismantoro B menjadi yang tertinggi diantara sampel lain dengan nilai 0,0008 merupakan perbedaan yang cukup signifikan. Semakin tinggi nilai permeabilitas sampel maka semakin cepat air yang masuk ke dalam tanah. Hal tersebut dipegaruhi pula oleh nilai porositas Kismantoro B yang juga tertinggi diantara sampel lain. Nilai porositas Kismantoro B yaitu 97% menandakan kondisi tanah yang sangat porous sehingga jalinan partikel yang renggang. Gabungan faktor tersebut ditambah kondisi topografi yang berbukit meningkatkan risiko longsor pada Kismantoro.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

1. Hasil penelitian menunjukkan Fisika Tanah pada sampel Kec. Kismantoro didominasi oleh fraksi Liat-Pasir dengan sampel Bugelan yang paling Liat dan sampel pucung yang paling Berpasir. Tingkat Permeabilitas berada di kondisi yang lambat pada rentang 0,001-0,008 cm/s dengan sampel Pucung - Kismantoro B. Indeks porositas setiap sampel memiliki kondisi yang sangat porous dengan rentang 88%-97%. Kelas plastis sampel memiliki kondisi yang rendah- sedang dengan rentang nilai 0,1-0,10.
2. Kejadian tanah longsor memiliki faktor dominan berupa kelerengan dan curah hujan. Selain adanya faktor dominan ada juga faktor pendukung salah satunya fisika tanah. Faktor fisika tanah dominan yang mempengaruhi kejadian longsor pada Kec. Kismantoro yaitu Plastisitas tanah. Risiko terbesar kejadian longsor berada pada Desa Kismantoro.

4.2 Saran

Penelitian ini menggunakan parameter uji lab yang sudah cukup untuk mengetahui fisika tanah akan tetapi masih kurang dalam kuantitas sampel. Akan lebih baik jika tiap wilayah memiliki sampel lebih dari satu untuk meningkatkan validitas hasil data. Kimia tanah hanya dilakukan uji pada C-organik sehingga data yang didapat tidak banyak mendeskripsikan profil kimia tanah. Akan lebih baik jika penelitian selanjutnya dapat melakukan uji kimia lebih mendetail dan melihat interaksi antara profil fisika dan kimia tanah.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih banyak kepada seluruh pihak yang sudah membantu dalam proses survei dan pengambilan sampel di Kismantoro, Wonogiri, yang telah membantu proses uji laboratorium dan analisis data. Terimakasih banyak kepada Fakultas Geografi UMS atas izinnya untuk menggunakan laboratorium. Terimakasih banyak kepada bapak dosen pembimbing dan penguji yang sudah banyak memberi masukan dalam perkembangan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Achmad, F. (2010). Studi Identifikasi Penyebab Longsor di Botu. *Jurnal Sainstek*, 5(3). <https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/ST/article/view/364>
- Arcgis hub. (n.d.). Diakses 14 Agustus 2023, dari <https://hub.arcgis.com/maps/67ab7d8a9b724ff5b7afb13d1329b808/about>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Wonogiri. (n.d.-a). Diakses 16 Februari 2021, dari <https://wonogirikab.bps.go.id/indicator/154/166/2/jumlah-desa-kelurahan-yang-mengalami-bencana-alam.html>
- Badan pusat statistik kabupaten wonogiri. (n.d.-b). Diakses 10 February 2024, dari <https://wonogirikab.bps.go.id/statictable/2015/01/07/27/luas-daerah-menurut-kecamatan.html>
- BNPB, I. (n.d.-a). Definisi Bencana. BNPB. Diakses 14 Agustus 2021, dari <https://bnpb.go.id/definisi-bencana#:~:text=Bencana%20adalah%20peristiwa%20atau%20rangkaian,kerugian%20harta%20benda%2C%20dan%20dampak>
- BNPB, I. (n.d.-b). Infografis Detail BNPB. Diakses 9 Januari 2021, dari <https://bnpb.go.id/infografis/infografis-bencana-indonesia-2020>
- Darmawan, W., Suprayogi, A., & Firdaus, H. S. (2018). Analisis Penentuan Zona Kerentanan Gerakan Tanah Dengan Metode Storie (Studi Kasus Kabupaten Wonogiri). *Jurnal Geodesi Undip*, 7(4), 47–54. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2018.22407>
- Hadi, H., Agustina, S., & Subhani, A. (2019). Penguatan Kesiapsiagaan Stakeholder Dalam Pengurangan Risiko Bencana Alam Gempabumi. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi*, 3(1), 30–40. <https://doi.org/10.29408/geodika.v3i1.1476>
- Hamdani (2021). Longsor Tutup Akses Jl. Wuryorejo Wonogiri Alat Berat Dikerahkan, Bencana Serupa Terjadi Di Pare Selogiri Dan Bugelan Kismantoro. *JOGLOSEMAR NEWS*. <https://joglosemarnews.com/2021/01/longsor-tutup-akses-jlk-wuryorejo-wonogiri-alat-berat-dikerahkan-bencana-serupa-terjadi-di-pare-selogiri-dan-bugelan-kismantoro/>
- Isra, N., Lias, S. A., & Ahmad, A. (2019). Karakteristik Ukuran Butir Dan Mineral Liat Tanah Pada Kejadian Longsor (Studi Kasus: Sub Das Jeneberang). *Jurnal Ecosolum*, 8(2), 62–73. <https://doi.org/10.20956/ecosolum.v8i2.7874>
- KARNAWATI, D. (2005). Bencana Alam Gerakan Massa Tanah Di Indonesia Dan Upaya Penanggulangannya. *Tek.Geologi FT UGM*.
- Kurnia, U. (2006). Sifat Fisik Tanah Dan Metode Analisisnya. *Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian*.
- Solopos (2020). Longsor Terjang Kecamatan Tirtomoyo & Kismantoro Wonogiri. (n.d.). *suara.com*. Diakses 9 Januari 2021, dari <https://www.suara.com/partner/content/solopos/2020/03/24/162555/longsor-terjang-kecamatan-tirtomoyo-kismantoro-wonogiri>
- Masria, M., Lopulisa, C., Zubair, H., & Rasyid, B. (2018). Karakteristik Pori Dan Hubungannya Dengan Permeabilitas Pada Tanah Vertisol Asal Jeneponto Sulawesi Selatan. *Jurnal Ecosolum*, 7(1), 38–45. <https://doi.org/10.20956/ecosolum.v7i1.5209>
- Munandar, M. A. (2020). Diterjang Tanah Longsor, Rumah Warga Di Kismantoro Wonogiri Ambrol. Diakses 14 Agustus 2021, dari <https://soloraya.solopos.com/diterjang-tanah-longsor-rumah-warga-di-kismantoro-wonogiri-ambrol-1062089>
- Newsreal.id. (2020). Dinding Smp 4 Satu Atap Kismantoro Wonogiri Ambrol Diterjang Longsor. Diakses 14 Agustus 2021, dari <https://newsreal.id/2020/12/27/dinding-smp-4-satu-atap-kismantoro-wonogiri-ambrol-diterjang-longsor/>

- Okezzone. (2020). Wonogiri Diterjang Banjir Dan Tanah Longsor: Diakses 14 Agustus 2021, dari <https://news.okezzone.com/read/2020/03/03/512/2177506/wonogiri-diterjang-banjir-dan-tanah-longsor>
- Pardoyo, B., & Hidayat, A. (2006). Pengaruh Kadar Air Optimum Dengan Variasi Kepadatan Terhadap Potensi Dan Tekanan Mengembang Pada Tanah Ekspansif. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 14(2), 119–128. <https://doi.org/10.14710/mkts.v14i2.2092>
- Jagad Kimia (2018) Penetapan Tekstur Tanah Metode Hidrometer. (n.d.). Diakses Diakses 14 Agustus 2021, dari <https://www.jagadkimia.com/2018/07/penetapan-tekstur-tanah-metode.html>
- Priyono, K. D. (2020). Risk Analysis Of Landslide Impacts On Settlements In Karanganyar, Central Java, Indonesia. *International Journal Of GEOMATE*, 19 (73). <https://doi.org/10.21660/2020.73.34128>
- Priyono, K. D. (2020b). Risk Analysis Of Landslide Impacts On Settlements In Karanganyar, Central Java, Indonesia. *International Journal Of GEOMATE*, 19(73). https://www.academia.edu/94128235/Risk_Analysis_of_Landslide_Impacts_on_Settlements_in_Karanganyar_Central_Java_Indonesia
- Priyono, K. D., Priyana, Y., & Priyono. (2006). Analisis Tingkat Bahaya Longsor Tanah Di Kecamatan Banjarmangu Kabupaten Banjarnegara. <http://publikasiilmiah.ums.ac.id/handle/11617/259>
- Priyono, K. D., Sunarto, S., Sartohadi, J., & Sudibyacto, S. (2011). Tipologi Pedogeomorfik Longsorlahan Di Pegunungan Menoreh Kabupaten Kulonprogo Daerah Istimewa Yogyakarta. *Forum Geografi*, 25(1), 67. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v25i1.5035>
- Kec. Kismantoro (2021) Profil Kecamatan Kismantoro – Kecamatan Kismantoro. (n.d.). Diakses 14 Agustus 2021, dari <https://kec.kismantoro.wonogirikab.go.id/profile-kecamatan/>
- Saputra, P. B. (2020). 2 Jam Hujan Deras Di Kismantoro, Rumah Warga Tertimpa Longsor— Radar Solo. 2 Jam Hujan Deras Di Kismantoro, Rumah Warga Tertimpa Longsor. Radar Solo. Diakses 14 Agustus 2021, dari <https://radarsolo.jawapos.com/wonogiri/841662602/2-jam-hujan-deras-di-kismantoro-rumah-warga-tertimpa-longsor>
- Balitbang (2006). Sifat fisik tanah dan metode analisisnya. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Sih3 | provinsi jawa timur. (n.d.). Diakses 14 Agustus 2021, dari https://sih3.dpuair.jatimprov.go.id/main/sih3_detail/3429
- Susanti, P. D., & Miardini, A. (2019). Identifikasi karakteristik dan faktor pengaruh pada berbagai tipe longsor. *agriTECH*, 39(2), 97–107. <https://doi.org/10.22146/agritech.40562>
- Unisri, P. F. P. (2015, January 30). Hubungan klasifikasi longsor, klasifikasi tanah rawan longsor dan klasifikasi tanah pertanian rawan longsor. <https://www.semanticscholar.org/paper/Hubungan-Klasifikasi-Longsor%2C-Klasifikasi-Tanah-Dan-Unisri/cbdee3b08e984a34ad565745f3299a081d5c58ea>