



## KARAKTERISTIK SIFAT FISIK TANAH RESIDUAL LERENG RAWAN LONGSOR DI SIDAMUKTI, PANGALENGAN

**Afshih Lisaan Auliya<sup>1\*</sup>, Selly Feranie<sup>2</sup>, Adrin Tohari<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Fisika, FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

<sup>3</sup>Pusat Penelitian Geoteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bandung, Indonesia

\*Alamat Korespondensi: [afshihlisaanauliya@upi.edu](mailto:afshihlisaanauliya@upi.edu)

### ABSTRAK

Kabupaten Bandung termasuk wilayah yang memiliki kepadatan penduduk tinggi, dengan lahan perkebunan didekatnya dan biasanya berada pada lereng yang dominan rentan terhadap pergerakan tanah. Sidamukti merupakan salah satu wilayah yang berada di Jawa Barat tepatnya di daerah Pangalengan Kabupaten Bandung dengan curah hujan tinggi dan pernah terjadi longsoran sebelumnya yang mengakibatkan beberapa warga mengungsi bahkan berpindah tempat tinggal. Dengan potensi kelongsoran yang dapat terjadi Kembali, maka perlunya perhatian khusus terhadap daerah ini dengan cara melakukan analisis karakterisasi tanah berdasarkan parameter fisiknya pada daerah Sidamukti, Kabupaten Bandung. Penelitian ini dilakukan secara uji laboratorium, pengujian yang dilakukan meliputi berat isi tanah basah, berat isi tanah kering, kadar air (wc), derajat kejenuhan (Sr), porositas (n), Specific Gravity (Gs), batas Atterberg (LL, PL, PI), dan persentase tanah lolos. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai berat isi tanah basah yaitu 0.89 gr/cm<sup>3</sup>, nilai berat tanah isi kering yaitu 0.57 gr/cm<sup>3</sup>, nilai kadar air yaitu 80.26%, nilai derajat kejenuhan yaitu 0.41, nilai porositas yaitu 0.72, nilai specific gravity yaitu 2.07 gr/cm<sup>3</sup>, nilai liquid limit yaitu 91.15%, nilai plastis limit yaitu 82.4%, nilai plastis index yaitu 8.74%, dan nilai persentase tanah halus yaitu 33.2%. Berdasarkan hasil uji coba didapatkan jenis tanah di daerah tersebut adalah tanah jenis pasir lanau dengan sifat plastis tinggi dan mempunyai porositas yang tinggi sehingga tanah ini akan mengalami penjenjuran saat hujan lebat. Dengan demikian, kestabilan lereng di lokasi penelitian ini akan dipengaruhi oleh curah hujan dengan intensitas lebat.

© 2021 Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI

Kata kunci: porositas, longsor, karakteristik tanah, pergerakan tanah

### PENDAHULUAN

Kabupaten Bandung merupakan wilayah dengan dataran tinggi yang memiliki kemiringan lereng antara 0-8%, 8-15%, hingga di atas 45% (PPID, 2019). Berdasarkan data curah hujan yang dikumpulkan oleh BMKG, rata-rata curah hujan tahunan adalah 1.718–2.603 mm/tahun. Dengan memiliki kemiringan lereng yang dapat dikategorikan curam hingga curah hujan yang tinggi maka daerah tersebut rawan bencana longsor. Sidamukti, Pangalengan termasuk salah satu daerah dengan dataran tinggi dimana lereng disekitarnya terdapat perkebunan dan rumah penduduk dengan memiliki kepadatan penduduk yang tinggi. Daerah ini pun rentan terhadap pergerakan tanah, mengingat disekitarnya terdapat rumah

penduduk dan perkebunan sehingga diperlukan untuk mengetahui sifat fisik tanah di daerah tersebut.

Tanah dalam bidang mekanika tanah adalah yang mencakup bahan seperti lempung, pasir, kerikil, dan batu-batuan yang besar (L.D.Wesley, 1997). Ilmu mekanika tanah merupakan ilmu yang mempelajari semua yang terkait dengan perilaku tanah dan sifatnya yang disebabkan oleh tegangan dan regangan yang diakibatkan oleh gaya-gaya yang bekerja pada tanah (Putri, Ajeng Miranti; Adinegoro, 2020). Pergantian musim hujan ke musim kemarau atau sebaliknya dapat mengakibatkan terjadinya proses pembasahan dan pengeringan secara berulang-ulang, sehingga hal tersebut dapat memengaruhi sifat fisik

tanah residual (Sipil et al., 2016) Tanah residual merupakan tanah yang hasil pelapukan batuanannya tetap berada di tempat asalnya. Proses ini tidak dapat mengubah bentuk tanah tetapi dengan curah hujan yang di daerah tropis yang tinggi dapat mendukung proses pelapukan batuan dasar dengan memiliki kedalaman yang cukup besar. Yang mana kuat geser tanah meningkat seiring kedalaman yang dapat disebabkan oleh sebagian tanah yang dekat dengan permukaan yang mengalami pelapukan lebih besar dibanding dengan tanah yang berada dibawahnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter sifat tanah residual di daerah sidamukti yang mana merupakan daerah rawan longsor. Pengujian sifat fisik yang dilakukan yaitu meliputi meliputi berat isi tanah basah, berat isi tanah kering, kadar air ( $w_c$ ), derajat kejenuhan ( $S_r$ ), porositas ( $n$ ), Spesific Gravity ( $G_s$ ), batas Atterberg ( $LL$ ,  $PL$ ,  $PI$ ), dan persentase tanah lolos.

Karakteristik sifat fisik tanah meliputi kadar air, berat volume tanah, berat

spesifik, batas batas Atterberg, dan ukuran butir tanah. Sifat fisik tanah yaitu sifat yang berhubungan dengan elemen penyusunan massa tanah yang ada. Elemen tanah tersebut yaitu butir, air, dan udara yang memiliki volume dan berat.

Elemen tanah yang merupakan indeks sifat-sifat fisik tanah sebagai berikut :

a. Kadar air tanah

Pengujian kadar air tanah dilakukan untuk menentukan kadar air sample tanah. Yang mana kadar air dalam tanah merupakan nilai parameter tanah yang dapat berpengaruh pada tingkat stabilitas tanah.

b. Porositas

Perbandingan antara volume rongga ( $V_v$ ) dengan volume total ( $V$ ). Nilai porositas dapat dinyatakan dalam satuan persen (%) atau dalam satuan decimal.

c. Derajat kejenuhan

Perbandingan antara volume air dan volume pori, dinyatakan dalam persen. Bila tanah telah kering maka  $S = 0\%$  dan bila pori terisi seluruhnya air maka  $S = 100\%$ . Pengelompokan konsistensi tanah berdasarkan derajat kejenuhan dapat dilihat di Tabel 1.

Tabel 1. Derajat Kejenuhan dan Konsistensi Tanah (Dr. Ir. H. Darwis, 2018)

Konsistensi Tanah	Derajat Kejenuhan (S)
Tanah Kering	0,00
Tanah Agak Lembab	> 0 – 0,25
Tanah Lembab	0,26 – 0,50
Tanah Sangat Lembab	0,51 – 0,75
Tanah Basah	0,76 – 0,99
Tanah Jenuh Air	1,00

d. Berat Tanah (Specific gravity)

Perbandingan antara volume butiran padat dengan berat volume air. Berat volume tergantung banyaknya air dalam ruang pori tanah dan akan berbeda-beda tiap jenis tanah.

e. Berat isi tanah

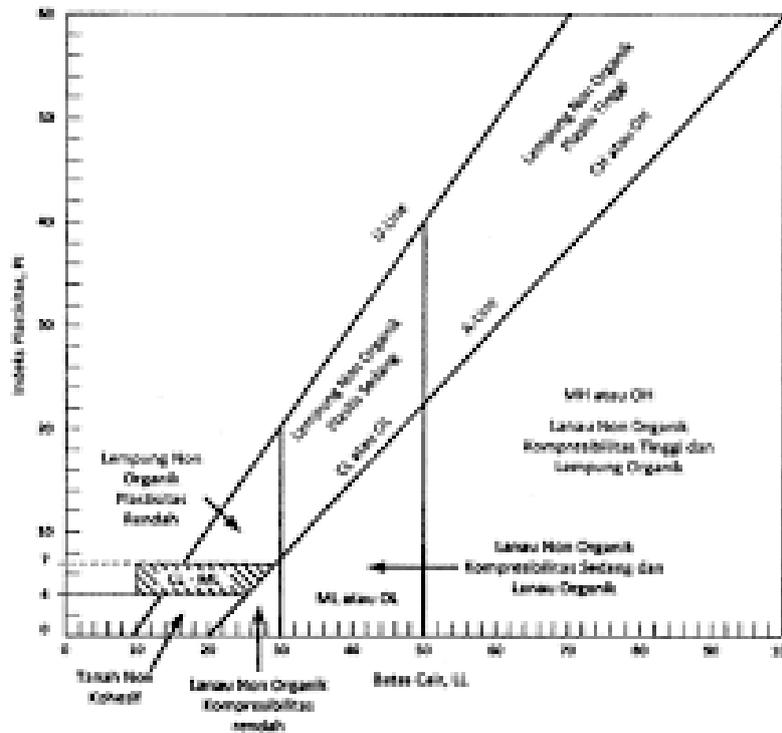
Perbandingan antara berat butiran tanah termasuk air dan udara ( $W$ ), dengan volume total tanah ( $V$ ).

f. Batas -Batas Atterberg

Terdiri dari batas cair, batas plastis, dan indeks plastis. Batas cair merupakan

kadar air tanah pada batas antara keadan cair dan keadan plastis. Klasifikasi tanah berdasarkan batas cair

dapat menggunakan metode USCS yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Klasifikasi Tanah Metode USCS ( Sumber : Dr. Ir. H. Darwis, 2018 )

Batas plastis merupakan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat. Indeks plastis tanah adalah suatu kondisi dimana tanah berada antara batas cair dan

batas plastis. Nilai indeks plastisitas tanah dapat menentukan kohesif atau tidak kohesifnya tanah yang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Indeks Plastisitas dan Ragam Tanah (Dr. Ir. H. Darwis, 2018)

PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non plastis	Pasir	Non kohesif
< 7	Platisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7 – 17	Platisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
> 17	Platisitas tinggi	Lempung	Kohesif

g. Analisa ukuran butir  
 Analisis ukuran butiran tanah adalah penentuan prosentase berat butiran pada ukuran diameter tertentu. Sifat sifat fisik material dapat dilihat dari ukuran butirnya. Dengan diketahui besar butirnya maka dapat

diklasifikasikan jenis tanah dan deskripsinya.

**METODE**

Kegiatan penelitian diawali dengan penentuan lokasi sampel tanah residual yang akan diuji. Daerah Sidamukti di Kabupaten Pangalengan Kabupaten

Bandung terletak pada koordinat  $7^{\circ}10'31.4''\text{LS}$  dan  $107^{\circ}33'58.4''\text{BT}$  (Lihat Gambar 3). Pemilihan lokasi berdasarkan daerah rawan longsor yang terdiri dari lereng dan disekitarnya padat pemukiman

penduduk dan perkebunan. Daerah ini juga pernah mengalami pergerakan tanah di tahun 2016 sehingga menyebabkan 3 keluarga diharuskan mengungsi dan keluar dari rumahnya.



Gambar 3. Lokasi penelitian (Sumber: <https://earth.google.com>)

Penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap yaitu pengambilan sampel tanah di daerah tersebut dan uji laboratorium. Pengambilan sampel tanah utuh dengan menggunakan ring sampel pada kedalaman kurang lebih 50 cm dari lapisan tanah bagian atas dan mengambil acak sampel tanah terganggu. Teknik pengambilan sampel tanah menggunakan metode teknik pengambilan sampel secara sengaja dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu di dalam pengambilan sampel atau penentuan sampel untuk tujuan tertentu (purposive sampling).

Pengujian sampel tanah residu dilakukan di Laboratorium Geoteknologi. Penentuan sifat-sifat fisik tanah meliputi: Pengujian kadar air, Pengujian berat isi, Pengujian berat jenis, Pengujian Atterberg limits, dan Pengujian analisa ukuran butir dengan saringan. Pengolahan data dilakukan dengan menghitung nilai nilai yang didapat dari uji laboratorium. Hasil analisis batas-batas Atterberg digunakan untuk menentukan nilai Indeks Plastisitas tanah (IP) dan klasifikasi tanah menurut USCS (Unified Soil Classification System).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Properti tanah ditunjukkan dengan berbagai parameter yang disebut dengan indeks properti atau indeks sifat-sifat fisis tanah, seperti berat volume, kadar air, porositas, angka pori, derajat kejenuhan, derajat kepadatan, derajat kerapatan, berat jenis, analisis butiran, batas cair, batas plastis, batas susut, dan sebagainya. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada, maka dapat diperoleh hasil parameter tanah seperti ditunjukkan Tabel 3.

Hasil pengujian pemeriksaan berat isi, isi pori, dan derajat kejenuhan tanah residual sebagaimana terlihat pada tabel 3. Berat isi tanah basah pada sampel penelitian ini yaitu sebesar  $0.89 \text{ gr/cm}^3$  dan berat isi tanah kering yaitu  $0.57 \text{ gr/cm}^3$ . Dalam kondisi basah/lembab, tanah terdiri dari 3 bagian yaitu butir padat, air, dan udara. Sedangkan saat kondisi kering, tanah hanya memiliki butir padat dan udara. Nilai porositas untuk sample tanah di daerah penelitian yaitu sebesar 0.72. Nilai porositas ini merupakan nilai porositas yang tinggi. Dengan memiliki porositas yang tinggi maka semakin kecil tekstur sample tanah sehingga tanah akan mudah

menyerap air dan mampu menahan air hujan agar tanaman terpenuhi kebutuhan airnya. Tanah dengan porositas tinggi juga merupakan tanah yang strukturnya gembur atau remah dan bertekstur lempung, Hasil pengujian nilai derajat kejenuhan yang didapat yaitu sebesar 0.41. Sehingga Jika

dilihat pada table 1, konsistensi tanah pada daerah ini merupakan tanah yang lembab. Dengan konsistensi tanah lembab dan tanah dapat dengan mudah dihancurkan oleh tenaga yang lembut maka tanah ini termasuk tanah yang gembur.

Tabel 3. Karakteristik Tanah

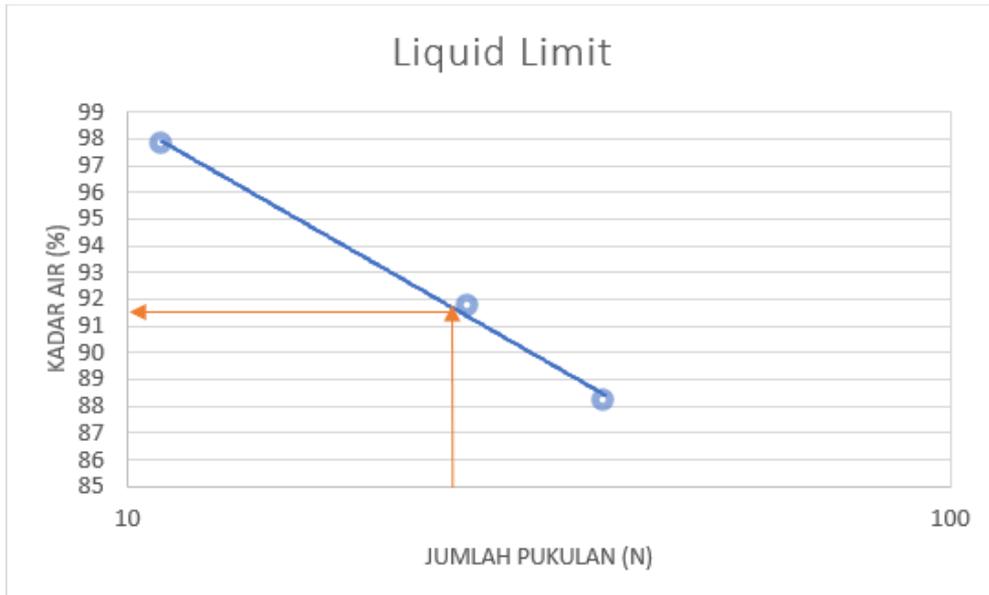
No	Karakteristik	Satuan	Nilai
1	Berat Isi Tanah Basah	gr/cm <sup>3</sup>	0.89
2	Berat Isi Tanah Kering	gr/cm <sup>3</sup>	0.57
3	Berat Jenis / Specific Gravity (GS)	gr/cm <sup>3</sup>	2.07
4	Derajat Kejenuhan (SR)		0.41
5	Porositas (n)		0.72
6	Kadar Air (wc)	%	80.26
7	Liquid Limit (LL)	%	91.15
8	Plastic limit (PL)	%	82.41
9	Index Plastic (PI)	%	8.74
10	Persentase Tanah Halus	%	33.2

Hasil pengujian specific gravity memiliki nilai sebesar 2.07 gr/cm<sup>3</sup>. Berat jenis mengacu pada rasio kepadatan suatu benda dan bahan referensi. Kadar air pada sample ini memiliki nilai 80.26%. dengan kadar air yang sangat tinggi, maka jika terjadi hujan yang sangat lebat akan menyebabkan kesatbilan lereng terganggu. Air memiliki kemampuan untuk mengubah sudut istirahat yang mana merupakan sudut kemiringan pada lereng. Sehingga butir-butir kering yang tidak terkonsolidasi akan membentuk tumpukan dengan sudut kemiringan yang ditentukan oleh sudut istirahat

Terjadinya adsorpsi akan menyebabkan molekul air menempel pada permukaan mineral. Penyerapan ini akan menyebabkan mineral mengambil molekul air ke dalam strukturnya. Saat berat tanah meningkat maka gesep permukaan antar permukaan dengan butiran mineral akan hilang yang mengakibatkan hilangnya

kohesi dan akan mengurangi kekuatan tanah. Kebanyakan longsoran lereng terjadi sesudah hujan lebat atau hujan yang berkepanjangan, hal ini terjadi karena saat terjadi hujan terdapat sebagian air merembes masuk kedalam tanah dan meningkatkan kadar air yang telah ada sebelumnya didalam tanah sehingga menambah berat tanah pada lereng, sebahagian lagi menjadi air yang mengalir di permukaan sebagai run-off akibat melampaui laju infiltrasi air ke dalam tanah (Kodoatie, 2012) sehingga dapat mengikis permukaan tanah dan menyebabkan erosi terutama pada tanah yang pucuk tanah (top soil) telah hilang.

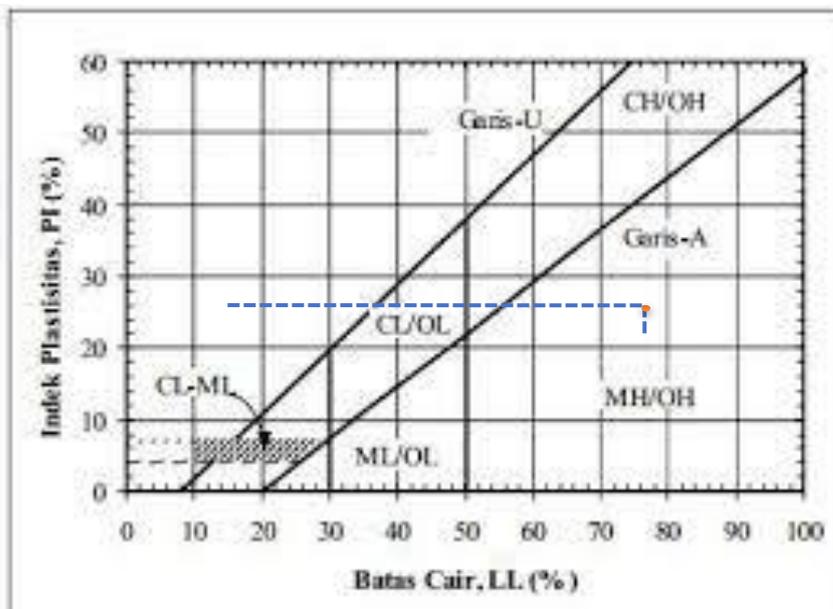
Hasil pengujian pemeriksaan batas-batas Atterberg memiliki nilai liquid limit yaitu 91.15%, nilai plastis limit yaitu 82.4%, dan nilai plastis index yaitu 8.74%. penentuan nilai liquid limit dengan memplot kadar air dan jumlah pukulan pada uji coba batas cair atau liquid limit, terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva Hubungan Antara Kadar Air Batas Cair dengan Jumlah Pukulan

Dari perolehan persamaan grafik tersebut bahwa semakin kecil ketukan maka makin banyak kadar airnya, sebaliknya semakin banyak ketukannya maka semakin sedikit kadar airnya. Indeks plastisitas dapat menentukan jenis tanah dan sifat kohesif atau tidaknya suatu tanah yang terlihat pada tabel 2. Dengan memiliki indeks plastisitas sebesar 8.74%, maka tanah termasuk lanau dengan plastisitas sedang dan bersifat kohesif.

merupakan tanah yang memiliki sifat lekatan antar butir-butir tanahnya. Yang mana artinya mengandung lempung cukup banyak. Kemudian untuk mengetahui sifat fisik tanah lebih detail, dapat dilihat dengan membandingkan kurva hubungan antara indeks plastisitas dengan liquid limit (Gambar 5) dengan Gambar 2 yang mana merupakan kurva klasifikasi tanah metode USCS.



Gambar 5. Kurva Hubungan Antar Indkes Plastisitas dengan Liquid Limit

Dengan melihat kurva klasifikasi dengan metode USCS, maka garis kurva tersebut

berada dibawah garis A. Sehingga berdasarkan nilai LL sebesar 91% dan PI nya sebesar 8.7%,

klasifikasi partikel halus adalah MH (lanau dengan plastisitas tinggi).

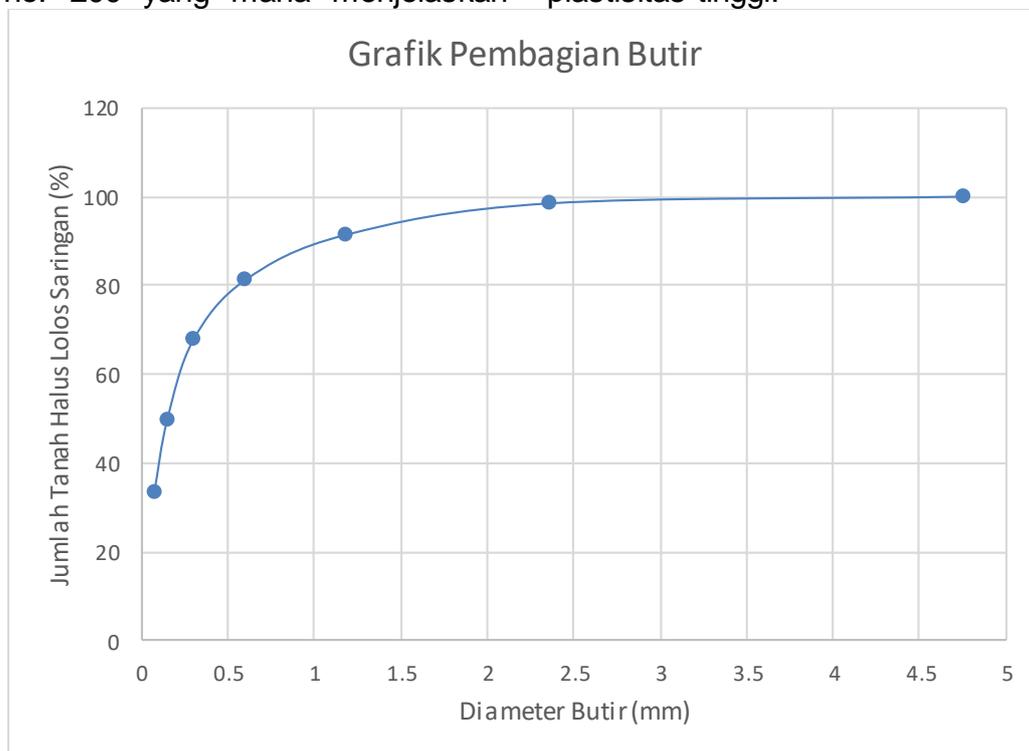
Hasil pengujian Saringan butiran tanah residual sebagaimana terlihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Persentase Tanah Tertahan dan LoloS

No. Saringan	Diameter Butiran (mm)	Persentase Tanah	
		Tertahan (%)	Lewat (%)
4	4.75	0	100
8	2.36	1.51	98.49
16	1.18	8.63	91.37
30	0.6	18.82	81.18
50	0.3	32.34	67.66
100	0.15	50.28	49.72
200	0.075	66.72	33.28

Persentase tanah tertahan pada no saringan 200 atau besar diameter 0.075 mm sebesar 66.72%. Pada klasifikasi USCS persentase tanah lolos ayakan pada sampel ini lebih dari 50% tertahan di ayakan no. 200 yang mana menjelaskan

bahwa tanah ini termasuk tanah SM atau pasir berlanau. Tanah halus juga melewati saringan no.4, dengan persentase lebih dari 12%, Sehingga butiran halusnya termasuk ke dalam MH atau lanau dengan plastisitas tinggi.



Gambar 6. Kurva Hubungan Antar Jumlah Tanah Lolos dengan Diameter Butir

Menurut (Arsyad et al., 2018), Sifat tanah seperti lempung, lanau dan pasir akan menambah bobot tanah pada saat hujan dan akan memudahkan terjadinya longsor, Jika pada lahan tersebut tidak ada

pohon yang berakar dalam dan tahan terhadap angin, maka akan mudah terjadi longsor. Menurut survei geologi Kansas, batuan yang terdiri dari tanah liat dan

butiran berukuran lanau paling sering dikaitkan dengan tanah longsor.

### **PENUTUP**

Berdasarkan hasil uji ayak, % partikel tanah lolos saringan no.200 sebesar 32% mengindikasikan tanah pasir (sand). Sedangkan berdasarkan nilai LL sebesar 91% dan PI nya sebesar 8.7%, klasifikasi partikel halus adalah MH (lanau dengan plastisitas tinggi). Maka berdasarkan data tersebut, tanah di lokasi penelitian termasuk dalam kelas pasir lanauan (SM). Dengan memiliki sifat plastis tinggi dan mempunyai porositas yang tinggi sehingga tanah ini akan mengalami penjenahan saat hujan lebat. Dengan demikian, kestabilan lereng di lokasi penelitian ini akan dipengaruhi oleh curah hujan dengan intensitas lebat.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penelitian ini didanai oleh hibah program penelitian "Penelitian Dasar Kemenristekdikti" nomor 264/UN40.LP/PT.01.03/2021 dan bekerja sama dengan Pusat Penelitian Geoteknologi (LIPI) Bandung.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Arsyad, U., Barkey, R. A., Wahyuni, W., & Matandung, K. K. (2018). Karakteristik Tanah Longsor di Daerah Aliran Sungai Tangka. *Jurnal Hutan Dan Masyarakat*, 10(1), 203–214.  
<https://doi.org/10.24259/JHM.V0I0.3978>
- Dr. Ir. H. Darwis, M. S. (2018). DASAR-DASAR MEKANIKA TANAH.
- Kodoatie, R. j. (2012). Tata Ruang Air Tanah. Penerbit ANDI.
- L.D.Wesley. (1997). Mekanika Tanah. Pekerjaan Umum.
- PPID. (2019). Letak Geografis Kabupaten Bandung.  
<https://ppid.bandungkab.go.id>
- Putri, Ajeng Miranti; Adinegoro, Y. (2020). Mekanika Tanah I.
- Sipil, J. T., Teknologi, I., Nopember, S., & Surabaya, I. T. S. (2016). Karakteristik Fisik Dan Mekanik Tanah Residual Balikpapan Utara Akibat Pengaruh Variasi Kadar Air. *CINIA*, 3(Cinia), 101–108.