

Perilaku Tanah Longsor di Jalan Sultan Sulaiman Kecamatan Sambutan, Samarinda Kalimantan Timur

Revia Oktaviani¹, Benny Christian BB¹, Windhu Nugroho, Tommy Trides, Albertus J Pontus

¹ Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

Korespondensi : revia.oktaviani@gmail.com

ABSTRAK

Tanah Lanau berlempung ini merupakan salah satu tanah yang banyak menimbulkan permasalahan pada infrastruktur. Sifat pada Lempung banyak tergantung dari dominasi mineral mineral yang dikandungnya, hal ini dapat memberikan perilaku yang berbeda antara Lanau berlempung di satu tempat dengan Lanau berlempung di tempat lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku material Lanau berlempung pada tanah longsor di jalan Sultan Sulaiman, Kecamatan Sambutan Samarinda dan mencari hubungan-hubungan antara sifat fisiknya diantaranya hubungan indeks plastisitas dengan kadar air dan *swelling*. Hasil klasifikasi USCS masuk dalam kelompok Lanau (ML). Dari hasil pengujian kadar air berkisar 26,3% - 36,3%, pengujian batas-batas Atterberg menghasilkan Indeks Plastisitas tanah yaitu 28,7%, 17,3%, 14,7%, 14,7%, 13,8%, 2,6% dan memiliki rata-rata 15,3 %. diperoleh persentase pengembangan rata-ratanya yaitu 1,7 % sehingga derajat ekspansif potensi pengembangannya masih dalam kategori rendah, sedangkan hasil pengujian tekanan pengembangan tanah longsor nya yaitu 135 kPa, 130 kPa, 66 kPa, 64 kPa, 39 kPa, 35 kPa dengan hasil rata-ratanya 78,2 kPa, masuk dalam kelompok potensial pengembangan yang rendah pula.

Kata kunci: Tanah longsor, Kadar air, indeks plastisitas, persentase pengembangan, tekanan pengembangan

ABSTRACT

Clayey silt is one of the soils that cause many problems in infrastructure. The nature of clay depends on the dominance of the minerals it contains, this can give different behaviour between clayey silt in one place and clayey silt in another place. This study aims to determine the behaviour of clayey silt material in landslides on Sultan Sulaiman Road, Sambutan sub-district of Samarinda and find relationships between its physical properties including plasticity index relationship with water content and swelling. USCS classification results are included in the silt (ML) group. The test results of moisture content ranged from 26.3% - 36.3%, Atterberg boundary tested resulted in a soil plasticity index of 28.7%, 17.3%, 14.7%, 14.7%, 13.8%, 2.6% and has an average of 15.3%. The average development percentage obtained is 1.7%, so the expansive degree of development potential is still in the low category, while the results of the landslide development pressure test are 135 kPa, 130 kPa, 66 kPa, 64 kPa, 39 kPa, 35 kPa with an average result of 78.2 kPa, also included in the low development potential group.

Keyword: Landslide, Moisture content, plasticity index, swelling percentage, swelling pressure

PENDAHULUAN

Jalan Sultan Sulaiman merupakan jalan raya yang dibuat di atas lapisan tanah Lanau berlempung (*clayey silt*). Di alam, hampir 80 % mengandung material Lempung. Lanau berlempung ini merupakan salah satu tanah yang banyak menimbulkan permasalahan pada infrastruktur. Struktur tanah yang beragam menjadikannya sulit untuk diprediksi jika hanya dipantau dari ciri-ciri tanah secara fisik. Tanah longsor yang menghabiskan setengah dari badan badan jalan di jalan Sultan Sulaiman sendiri adalah tanah asli yang menjadi tempat sekaligus material dasar dari jalan tersebut. Sifat pada Lempung banyak tergantung dari dominasi mineral mineral yang dikandungnya, hal ini dapat memberikan perilaku yang berbeda antara Lanau berlempung di satu tempat dengan Lanau berlempung di tempat yang lainnya. Perilaku yang berbeda-beda seperti inilah yang kemudian menarik untuk dilakukan penelitian.

Sampel tanah yang akan dianalisis, diambil disekitar lokasi longsor di jalan Sultan Sulaiman, Kecamatan Sambutan, Kalimantan Timur, untuk dilakukan pengujian di laboratorium agar dapat dilihat perilaku dari Lanau berlempung. Penelitian ini juga akan menjadi rujukan referensi untuk perbaikan dan pembangunan jalan didaerah tersebut.

Berbagai hal yang harus diperhatikan dan dipertimbangkan sebelum melakukan perhitungan terhadap daya dukung tanah dapat digunakan dalam pengambilan keputusan saat melaksanakan redesain diantaranya adalah perilaku tanah yang mengandung lempung dengan sifat sifat kelempungannya seperti, aktivitas tanah, konsistensi tanah, mineral yang terkandung dalam tanah serta kemampuan mengembang tanah tersebut.

Beberapa literatur akan digunakan sebagai sumber acuan dalam menganalisis perilaku tanah berdasarkan hasil pengujian di laboratorium.

METODE PENELITIAN

Longsoran atau biasa disebut *landslide* dengan gerakan suatu tanah mempunyai kesamaan. Untuk memberikan definisi suatu longsoran perlu diketahui penjelasan dari keduanya. Gerakan tanah ialah perpindahan massa tanah/batu pada arah tegak, mendatar atau miring dari kedudukan semula. Gerakan tanah mencakup gerak rayapan dan aliran maupun longsoran [15].

Tanah menurut Das, merupakan material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair serta gas yang mengisi ruang-ruang kosong di dalam partikel-partikel padat tersebut. [2]. Kondisi fisik tanah merupakan representasi dari keadaan tanah secara alamiah yang terdiri dari udara, air dan padatan. Sifat dari tanah bergantung pada jenis ukuran butirannya, ukuran besaran butir tanah menjadi penentu untuk pemberian nama dan klasifikasi jenis tanah. Konsistensi tanah adalah daya kohesi dan adhesi diantara partikel-partikel tanah dan ketahanan (resistensi) massa tanah tersebut terhadap perubahan bentuk oleh tekanan atau berbagai kekuatan yang dapat mempengaruhi. Penentuan konsistensi tanah ini dapat digambarkan dari keadaan plastisitas tanah, seperti pada Tabel 1 dan pengelompokkan jenis tanahnya pada Gambar 1.

Tabel 1. Tingkat Plastisitas dan Kohesif Tanah

IP	Tingkat Plastisitas	Jenis Tanah	Kohesi
0	Tidak Plastis	Pasir	Non kohesif
< 7	Plastisitas Rendah	Lanau	Kohesif Sebagian
7 - 17	Plastisitas Sedang	Lempung Berlanau	Kohesif
> 17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesif

Aktivitas tanah merupakan fungsi dari macam mineral lempung yang dikandungnya. Ketebalan air mengililingi butiran tanah lempung tergantung dari macam mineralnya. Dalam hal ini plastisitas tanah lempung akan bergantung pada sifat mineral dan jumlah mineral lempung yang ada pada butirannya. Bila ukuran butiran semakin kecil, maka luas permukaan butiran semakin besar. Pada konsep Atterberg, jumlah air yang tertarik oleh permukaan partikel tanah akan bergantung pada jumlah partikel lempung yang ada didalam tanah. Berdasarkan alasan ini, menurut Seed, mendefinisikan aktivitas sebagai perbandingan antara indeks plastisitas dengan persen fraksi ukuran lempung, dalam persamaan [14]:

Menurut persamaan (1)

$$Aktivitas = \frac{IP}{C} \quad (1)$$

Dimana : IP = Indeks Plastis

C = presentase butiran yang lebih kecil dari 0,002 mm

Pengembangan Tanah (*swelling*)

Pengertian pengembangan tanah (*swelling*) yaitu volume tanah yang lebih besar dari volume sebelumnya karena penambahan kadar air [10]. Tanah ekspansif yang memiliki kadar air awal dan tekanan permukaan yang rendah akan mengembang lebih banyak saat terkena air, dibandingkan dengan tanah ekspansif yang memiliki kadar air awal dan tekanan permukaan yang tinggi [13]. Pada dasarnya, hasil analisis juga menunjukkan bahwa semakin besar indeks plastisitas maka semakin besar juga persentase pengembangannya. Nilai potensi pengembangan tanah dapat diketahui dari berbagai kriteria seperti Tabel 2 dan Tabel 3

Tabel 2. Kriteria Tanah Ekspansif Berdasarkan Nilai IP (%) (Chen.1975)

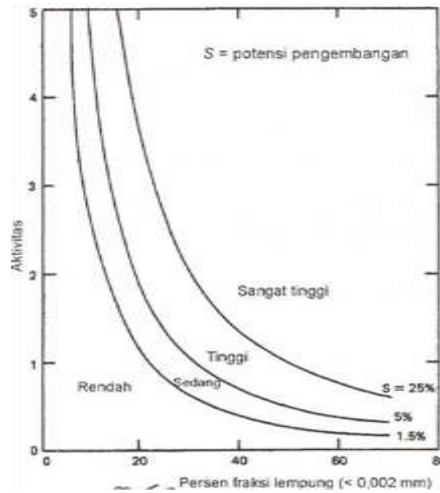
IP (%)	Potensi mengembang
0 – 15	Rendah
10 – 35	Sedang
20 – 55	Tinggi
> 35	Sangat tinggi

Tabel 3. Kriteria Seed 1962 Klasifikasi Derajat Ekspansif (%)

Swelling Potential (%)	Swelling Degree
------------------------	-----------------



0 – 1,5	Rendah
1,5 – 5	Sedang
5 – 25	Tinggi
>25	Sangat tinggi



Gambar 1. Hubungan aktivitas dan persentase tanah lempung kurang dari 0,002 mm (Seed et al. 1962)

Pada dasarnya, hasil analisis juga menunjukkan bahwa semakin besar indeks plastisitas maka semakin besar juga persentase pengembangannya.

Tekanan Pengembangan Tanah (*swelling*)

Tekanan pengembangan adalah tegangan terapan maksimum yang dibutuhkan untuk menjaga volume tetap konstan ($\Delta V = 0$). Prosedur pengujian tekanan pengembangan dengan volume konstan meliputi penggenangan sampel pada oedometer sambil mencegah sampel dari pengembangan[1].

Pengujian tekanan pengembangan dapat dilakukan dengan beberapa metode, metode pertama yaitu pengujian pembebanan yang dilakukan dengan mengukur pengembangan pada akhir pembebanan dari uji pengembangan dengan melepaskan beban perlahan-lahan sampai kembali ke volume awal. Sedangkan metode pembebanan kedua, yaitu dengan menggunakan alat konsolidometer yang mencegah terjadinya regangan vertikal, metode yang pertama bisa menghasilkan tekanan pengembangan yang lebih tinggi, tetapi tidak satu pun dari kedua metode tersebut yang menggambarkan secara persis urutan aktual pembebanan dan pembasahan dilapangan. Pengujian tekanan pengembangan juga bisa dilakukan dengan membiarkan sampel mencapai perubahan volume yang maksimal kemudian baru dilakukan penambahan beban sehingga perubahan volume sampel menjadi nol.[11]

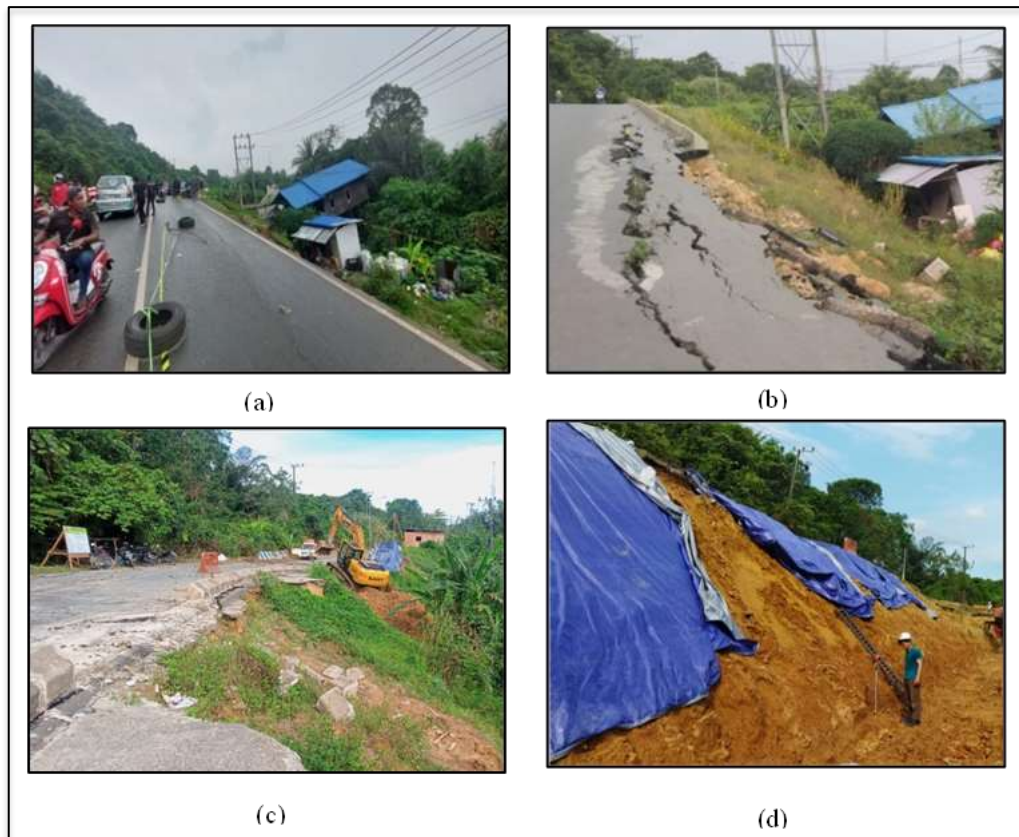
Tabel 4 Hubungan Potensi Mengembang Dengan Tekanan pengembangan

Swelling Potential	Swelling Pressure (kg/cm ²)
Rendah	< 2
Sedang	2 – 4
Tinggi	4 – 7
Sangat tinggi	> 7

HASIL DAN ANALISIS

Longsoran pada badan jalan yang terjadi di jalan Sultan Sulaiman, Kecamatan Sambutan, Kota Samarinda, (Gambar 1) berdampak pada lajur jalan yang menjadi sempit. Penanganan longsoran ini harus segera dilakukan, agar badan jalan dapat difungsikan kembali secara normal dan kemacetan jalan dapat segera teratasi. Gambar 1 memperlihatkan gerakan tanah dari awal sampai terjadi kelongsoran. Kejadian longsoran pada tanggal 09 juni 2022. Gambar (2a) sudah mulai ada retakan memanjang di badan jalan dan disertai dengan penurunan tanah, terlihat jelas dari bangunan yang ada di sepanjang jalan. Gambar (2b) retakan semakin membesar dalam waktu beberapa hari kemudian. Gambar (2c) longsor terjadi dalam waktu tiga hari. Gambar

(2d) sudah mulai dilakukan penanganan dengan menutup daerah longsor dengan terpal, untuk mencegah air yang masuk, agar tidak menambah beban pada tanah.

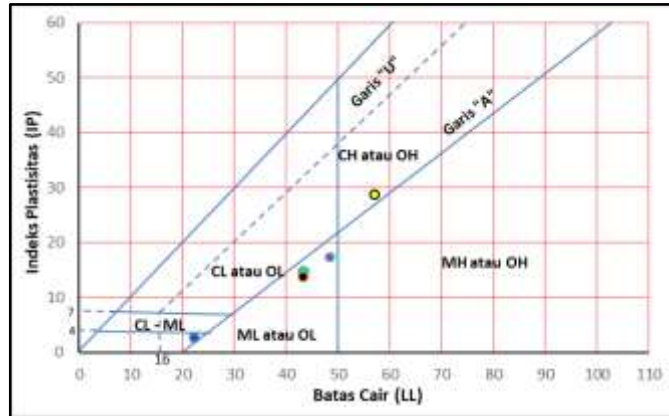


Gambar 2. Lokasi longsor di jalan Sultan Sulaiman, Samarinda

Kondisi badan jalan yang berasal dari tanah Lanau berlempung memerlukan beberapa analisis terhadap perilaku Lanau berlempung tersebut sifat fisik dari hasil pengujian pada 6 titik yang diambil sebagai sampel dapat dilihat di Tabel 5. Berdasarkan nilai indeks plastisitas pada Tabel 5 kondisi tanah lanau berlempung berada dalam tingkat plastisitas sedang dengan sifat tanah yang kohesif.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

No	Parameter Pengujian	Hasil Pengujian					
		BS1.A	BS2.T	BS3.B	BS1'A	BS2'T	BS3'B
1	Kadar Air (%)	26,3	27,2	28,6	28,7	36,2	36,3
	LL (%)	57,1	48,5	43,3	43,5	43,3	22,2
2	Atterberg Limit	28,4	31,2	28,6	28,8	29,6	19,6
	IP (%)	28,7	17,3	14,7	14,7	13,8	2,6
	Tingkat Plastisitas	Tinggi	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Rendah
3	Berat Isi (Density) (gr/cm ³)	28,88	27,74	29,79	28,72	31,36	30,58
4	Berat Jenis (Spesific Gravity)	2,47	2,27	2,37	0,40	0,34	0,36
5	Analisis Saringan						
	Sand (%)	29	28	22	26	25	28
	Silt (%)	28	24	38	35	21	25
	Clay (%)	15	20	18	14	29	20
6	Klasifikasi Tanah USCS	CH	ML	CL	ML	CH	ML



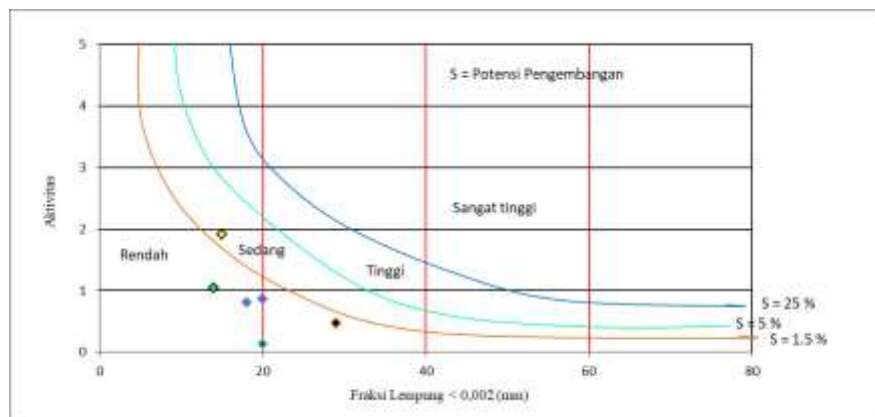
Gambar 3. Grafik Plastisitas Tanah USCS

Pada Gambar 3 dengan menggunakan grafik Sistem Klasifikasi Tanah (USCS) terlihat dominasi sampel tanah berada di area ML atau OL sehingga didapatkan simbol kelompok tanah ML yaitu lanau. Aktivitas merupakan nilai perbandingan antara indeks plastisitas (IP) dengan persen fraksi ukuran lempung. Berdasarkan konsep Atterberg, bila ukuran butiran semakin kecil maka luas permukaan butiran akan semakin membesar. Nilai aktivitas sendiri merupakan fungsi untuk menentukan kandungan mineral lempung didalamnya. Seperti pada tabel 6:

Tabel 6. Aktivitas berdasarkan indeks plastisitas dan fraksi lempung (%)

No. sampel	PI	C	Aktivitas	Metode Aktivitas	
				Potensi pengembangan	Jenis mineral
BS1.ATAS	28,7	15	1,9	1,95	Ca-montmorillonite
BS2.TENGAH	17,3	20	0,9	0,76	Illite
BS3.BAWAH	14,7	18	0,8	0,46	Illite
BS1'ATAS	14,7	14	1,0	0,35	Attapulgit
BS2'TENGAH	13,8	29	0,5	0,63	Hallosyte (dehydrated)
BS3'BAWAH	2,6	20	0,1	0,01	Hallosyte (hydrate)

Aktivitas tanah yang berkisar dari 0,1-1,9 mineral lempung yang ada dalam tanah lanau berlempung adalah mineral *Ca-montmorillonite*, *Illite*, *Hallosyle(Hydrated)*, *Hallosyle(Dehydrated)*, *Attapulgit*. Sedangkan dari hasil nilai aktivitas tersebut dapat pula digunakan untuk menentukan potensi pengembangan fraksi lempung.



Gambar 4. Potensi pengembangan dari nilai Aktivitas dan fraksi lempung <0,002 mm

Gambar 4 memperlihatkan dominasi pengembangan yang rendah walaupun ada satu titik sampel yang berada di potensi pengembangan sedang yaitu pada sampel BS1.A.

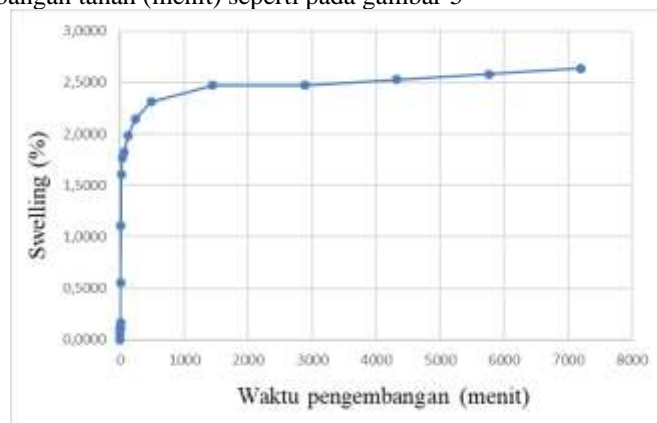
Uji Persentase Pengembangan (*swelling percentage*)

Selain menggunakan nilai akvitas dan fraksi lempung, untuk mengetahui besarnya persentase pengembangan sebuah tanah pada masing-masing sampel, dapat juga dilakukan melalui uji persentase pengembangan dengan kadar air yang asli pada tanah terganggu (*distrub*). Pada tabel 7 memberikan hasil pengujian dan perhitungan tanah pada sampel BS1.A dengan waktu pengujian selama 5 hari.

Tabel 7. Hasil Pengujian Persentase Pengembangan Tanah

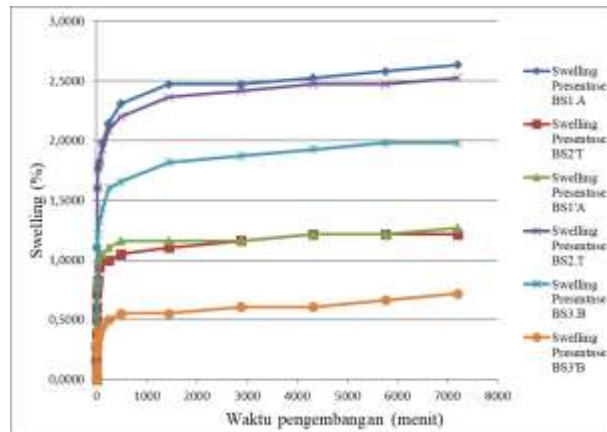
Swelling Presentase BS1.A							
Waktu (Menit)	kPa	Dial (mm)	swelling (cm)	change of Ht (ΔH)	Final Ht of the specimen (cm)	Strain ϵ (%)	Volume Change (cm ³)
0,6	6,9	0	0,000	0,000	1,800	0,0000	0,0000
0,12	6,9	1	0,001	-0,001	1,801	0,0556	0,0204
0,3	6,9	2	0,002	-0,001	1,802	0,1111	0,0409
1	6,9	2	0,002	0,000	1,802	0,1111	0,0409
2	6,9	3	0,003	-0,001	1,803	0,1666	0,0613
4	6,9	10	0,010	-0,007	1,810	0,5548	0,2041
8	6,9	20	0,020	-0,010	1,820	1,1073	0,4074
15	6,9	29	0,029	-0,009	1,829	1,6018	0,5893
30	6,9	32	0,032	-0,003	1,832	1,7658	0,6497
60	6,9	33	0,033	-0,001	1,833	1,8204	0,6698
120	6,9	36	0,036	-0,003	1,836	1,9841	0,7300
240	6,9	39	0,039	-0,003	1,839	2,1475	0,7901
480	6,9	42	0,042	-0,003	1,842	2,3106	0,8501
1440	6,9	45	0,045	-0,003	1,845	2,4735	0,9100
2880	6,9	45	0,045	0,000	1,845	2,4735	0,9100
4320	6,9	46	0,046	-0,001	1,846	2,5277	0,9300
5760	6,9	47	0,047	-0,001	1,847	2,5819	0,9499
7200	6,9	48	0,048	-0,001	1,848	2,6360	0,9698

Selanjutnya di peroleh suatu grafik persentase pengembangan tanah dari sebuah hubungan *swelling* (%) dengan waktu pengembangan tanah (menit) seperti pada gambar 5



Gambar 5. Grafik persentase pengembangan tanah pada sampel BS1.A

Grafik hubungan antara nilai *swelling* (%) dengan waktu pengembangan dari masing-masing sampel dapat dilihat bahwa seiringnya dengan terserapnya air kedalam sampel tanah yang di uji. Maka volume tanah akan meningkat.



Gambar 6. Kombinasi grafik persentase pengembangan tanah pada sampel BS1.A-BS3'B

Hasil pengujian pada Gambar 6 menunjukkan bahwa sampel tanah yang memiliki persentase pengembangan yang paling tinggi pada sampel BS1.A. Hal ini terjadi, karena sampel BS1.A berada di pusat longsor dan langsung kontak dengan udara. Sementara itu, sampel BS3'B memiliki persentase pengembangan terendah, berada dibawa pusat longsor yaitu pada toe. Derajat ekspansi berada pada kondisi rendah sampai sedang seperti yang ditunjukkan pada Tabel 8. Kadar Air awal pada sampel tanah tersebut memiliki kesempatan untuk mengisi pori-pori tanah sehingga akan terjadi pengembangan selama uji persentase pengembangan. Kasus ini terjadi karena tanah lanau berlempung ini memiliki sifat plastisitas yang rendah. Tanah lanau berlempung ini bila semakin lama tanah direndam oleh air maka nilai plastisitasnya akan sedikit naik bahkan tidak akan naik sama sekali bila keadaan air tanah basah sekalipun. Besar persentase pengembangan pada setiap sampel digabungkan di dalam satu tabel dapat dilihat pada Tabel 8 dibawah ini :

Tabel 8. Hasil Uji Persentase Pengembangan Tanah dengan Indeks Plastisitas

No. Sampel	Kadar Air Awal (%)	Persentase Pengembangan (%)	
		Selama 5 Hari	Derajat Ekspansi (%)
BS1.A	26,3	2,636	Sedang
BS2.T	27,2	2,528	Sedang
BS3.B	28,6	1,982	Sedang
BS1'A	28,7	1,270	Rendah
BS2'T	36,2	1,215	Rendah
BS3'B	36,3	0,720	Rendah

Uji Tekanan Pengembangan (swelling pressure)

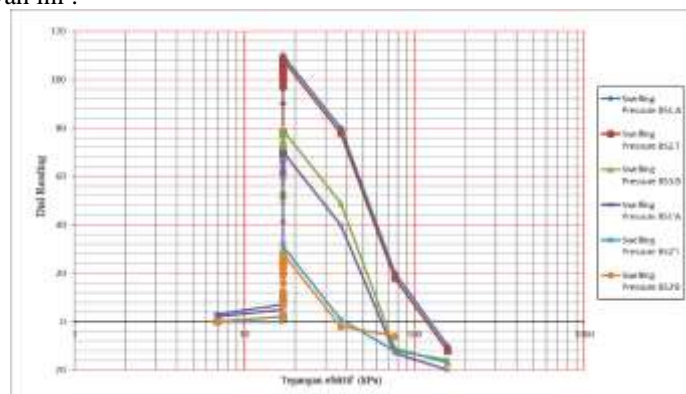
Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan besaran tekanan pengembangan tanah pada sampel tanah longsor. Perhitungan tekanan pengembangan tanah pada sampel tanah BS1.A dengan kadar air 26,3 % dan pembebanan awal yang diterapkan yaitu 6,9 + 10 kPa. Uji tekanan pengembangan ini memiliki konsep pengukuran pengembangannya di akhir pembebanan dari uji pengembangan dengan melepaskan beban perlahan-lahan sampai kembali ke volume awal. Berikut ini adalah tabel hasil pembacaan dial tekanan pengembangan pada sampel BS1.A:

Tabel 9. Hasil Uji Tekanan Pengembangan Tanah pada sampel BS1.A

Waktu (Menit)	Swelling Pressure BS1.A		
	kPa	Dial	Swelling (Cm)
0	6,9	3	0,003
0,09	16,9	7	0,007
0,25	16,9	13	0,013
0,49	16,9	20	0,02
1	16,9	61	0,061
2	16,9	90	0,09
4	16,9	96	0,096

Waktu (Menit)	Swelling Pressure BS1.A		
	kPa	Dial	Swelling (Cm)
6	16,9	97	0,097
9	16,9	98	0,098
12	16,9	100	0,1
16	16,9	102	0,102
20	16,9	102	0,102
20	16,9	103	0,103
36	16,9	104	0,104
49	16,9	104	0,104
64	16,9	104	0,104
81	16,9	106	0,106
100	16,9	107	0,107
121	16,9	108	0,108
144	16,9	108	0,108
225	16,9	109	0,109
400	16,9	109	0,109
1440	16,9	110	0,11
1	16,9	110	0,11
2	36,9	80	0,08
4	76,9	20	0,02
6	156,9	-10	-0,01

Hasil perhitungan tekanan pengembangan pada setiap sampel yang digunakan dalam pembebanan kemudian diterapkan dalam suatu grafik tekanan pengembangan dengan kurun waktu pengujian selama 1 hari seperti pada gambar 7 di bawah ini :



Gambar 7. Kombinasi grafik tekanan pengembangan tanah pada sampel BS1.A-BS3'B

Pada Gambar 7 diatas menunjukkan gabungan dari nilai tekanan pengembangan, rata-rata nilai tekanan pengembangan yang didapatkan pada saat tanah tersebut kembali ke volume awal yaitu nilai rata-rata sebesar 78,2 kPa. Berikut ini adalah tabel yang membahas rata-rata dari nilai tekanan pengembangan tanah:

Tabel 10. Nilai rata-rata Tekanan Pengembangan

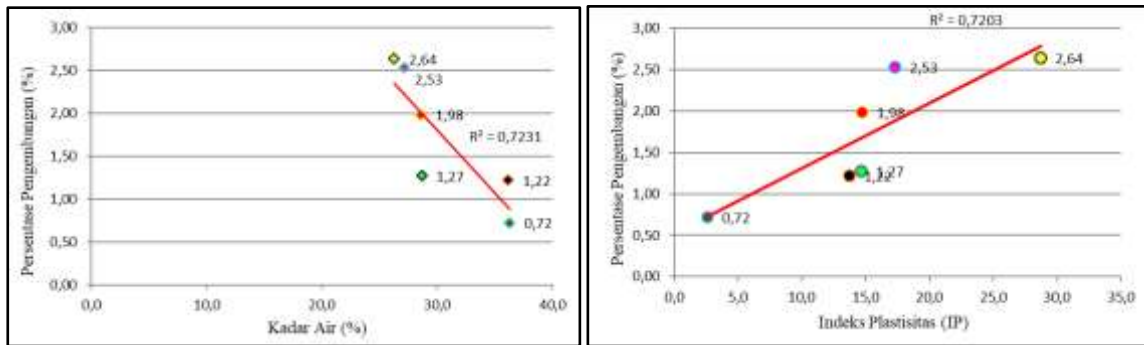
No. Sampel	Tekanan Pengembangan	
	kPa	kg/cm2
BS1.ATAS	135	1,377
BS2.TENGAH	130	1,326
BS3.BAWAH	66	0,673
BS1'ATAS	64	0,653
BS2'TENGAH	39	0,398
BS3'BAWAH	35	0,357
rata-rata	78,2	0,797

Dari hasil nilai rata-rata tekanan pengembangan yaitu 78,2 kPa menurut pengelompokkan di Tabel 4, memiliki potensial pengembangan yang rendah



Hubungan antara persentase pengembangan dengan kadar air dan indeks plastisitas.

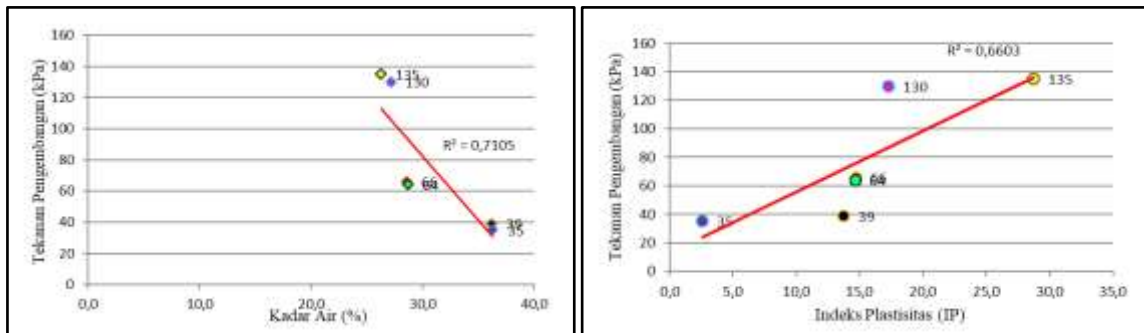
Grafik yang ditunjukkan pada gambar 8 memperlihatkan hubungan antara persentase pengembangan dengan kadar air dan indeks plastisitas dalam waktu 5 hari pengujian. Ternyata persentase pengembangan sangat dipengaruhi oleh kadar air dimana semakin banyak kadar airnya maka potensi pengembangannya semakin meningkat dan tegangan efektifnya menurun. Sedangkan plastisitas tanah memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap persentase pengembangan karena plastisitas tanah mendapat pengaruh dari besar kecilnya ukuran butir yang terdapat dalam material tersebut.



Gambar 8. Grafik hubungan antara persentase Pengembangan dengan kadar air dan indeks plastisitas tanah

Hubungan antara Tekanan Pengembangan Tanah dengan kadar air dan Indeks Plastisitas

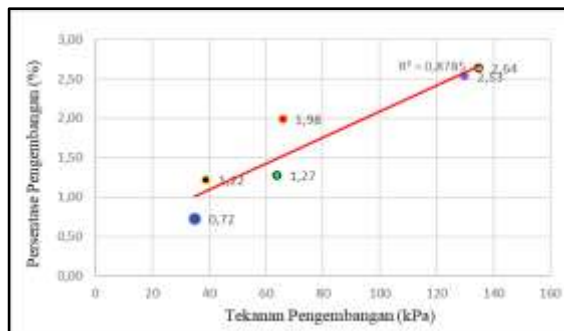
Grafik yang dilihat pada Gambar 9 menunjukkan hubungan antara tekanan pengembangan dengan kadar air dan indeks plastisitas dengan waktu selama 1 hari pengujian.



Gambar 9. Grafik hubungan tekanan pengembangan antara kadar air dan indeks plastisitas Berdasarkan pada Gambar 9 menunjukkan bahwa kadar air dan indeks plastisitas dengan tekanan pengembangan memiliki hubungan yang kuat.

Hubungan antara Persentase Pengembangan dengan Tekanan Pengembangan Tanah

Grafik yang dilihat pada Gambar 10 menunjukkan hubungan antara persentase pengembangan dengan tekanan pengembangan.



Gambar 10. Grafik hubungan persentase pengembangan dengan tekanan pengembangan tanah

Berdasarkan grafik diatas bahwa nilai persentase pengembangan dengan tekanan pengembangan memiliki hubungan yang kuat dimana sampel yang memiliki nilai persentase pengembangan yang tinggi begitu juga dengan nilai tekanan pengembangannya

KESIMPULAN

Berdasarkan dari pengujian yang telah dilakukan di laboratorium, perilaku tanah di jalan Sultan Sulaiman menunjukkan jenis tanah Lanau berlempung yang kohesif pada jumlah material yang berukuran lanau 21% - 38%. Konsistensi tanah menunjukkan tingkat plastisitas rata-rata sedang dengan sifat tanah yang kohesif dan didominasi oleh mineral *Ca-montmorillonite*, *Illite*, *Hallosyte (Hydrated)*, *Attapulgite* dan *Hallosyte (dehydrated)*.

Pada nilai aktivitas 0,9 didapat potensi pengembangannya rendah. Sedangkan dari hasil uji persen pengembangan menunjukkan nilai persen pengembangan 0,72% sampai 2,64% yang mengakibatkan derajat ekspansif dalam kondisi rendah sampai sedang dengan tekanan pengembangan 78,2 kPa. Berarti dari hasil perhitungan menggunakan nilai aktivitas dan hasil pengujian di laboratorium, diperoleh potensi pengembangan yang sama yaitu potensi pengembangan rendah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kami sampaikan kepada tim Dosen dari Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Unmul, Bapak Sujarmiko S.T selaku supervisor di Lapangan, Kepala Laboratorium dan Asisten Laboratorium Teknik Sipil Universitas Mulawarman, Kepala Laboratorium dan Asisten Laboratorium Tekmira Universitas Mulawarman.

REFERENSI

- [1]. Andi Saputra, Abubakar Alwi, Aprianto., 2021. Pengaruh Kadar Air Terhadap perilaku Kembang Susut Tanah Lempung di Capkala Kabupaten Bengkayang, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura Pontianak, Jurnal sipil Statik Vol 8, No 1
- [2]. ASTM D2345-96. Tentang Uji Konsolidasi.
- [3]. ASTM D4546-96. Tentang *Standart Test Methods For One-Dimensional Swell or Collapse of Cohesive Soils*.
- [4]. Badan Standardisasi Nasional. 2015. Tata Cara Pengklasifikasian Tanah Untuk Keperluan Teknik Dengan Sistem Klasifikasi Unifikasi Tanah. SNI No. 6371:2015. Badan Standardisasi Nasional : Jakarta
- [5]. Chen, F. H. (1975). *Foundation on Expansive Soils, Developments In Geotechnical Engineering 12*. Amsterdam: Publishing Company. Elsevier Scientific
- [6]. Chresse, Sasono. (2007). Pengaruh pembebanan terhadap Pengembangan (*Swelling*) Tanah lempung Sukoharjo. Jurnal Universitas Islam Indonesia.
- [7]. Das, B. M. (1995). Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I. Jakarta: PT. Erlangga.
- [8]. Das, Braja M, Dkk. (1988). Mekanika Tanah Jilid 1. Penerbit Erlangga: Surabaya
- [9]. Hardiyatmo, H. C. 2010. Mekanika Tanah 1. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [10]. Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. Mekanika Tanah I. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- [11]. Jitno, H. (1996). Masalah Tanah Ekspansif dan Kaitannya dengan Pembangunan Infrastruktur. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [12]. Oktaviani, Revia.(2018), *Landslides Induced by Slaking of Geomaterial*. MATEC Web of Conferences 229, 03011,ICDM, published by EDP Sciences
- [13]. Seed, H. B., Woodward, R. J., & Lundgren, R. (1962). *Prediction of Swelling Potential of Compacted Clays*. Highway Res.Board Bull.
- [14]. Zakaria, Zulfiadi. 2009. Analisis Kestabilan Lereng Tanah. Laboratorium Geologi Teknik, Universitas Padjajaran, Jawa Barat.
- [15]. YB Utama, Oktaviani R, Nugroho W, (2022), Studi Tingkat Slaking Index Pada Batulempung Formasi Balikpapan Daerah Samarinda Dan Kutai Kartanegara, Jurnal Locus, Volume 1 No. 9