

ANALISA KETAHANAN GESER TANAH LEMPUNG DI WILAYAH UNIVERSITAS KADIRI DENGAN UJI KUAT GESER LANGSUNG

Khoirun Nisa¹, Agata Iwan Candra^{2*}, M. A. A. Hanafi³, Rahmat Heru⁴ dan Arif Rivianto⁵

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kadiri, Jl. Selomangleng No. 1, Pojok, Mojoroto, Hutan, Mojoroto, Kota Kediri, Jawa Timur 64115, Indonesia

Email: : nisakhoirun0405@gmail.com

^{2*}Staf Pengajar, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kadiri, Jl. Selomangleng No. 1, Pojok, Mojoroto, Hutan, Mojoroto, Kota Kediri, Jawa Timur 64115, Indonesia

Email: iwan_candra@unik-kediri.ac.id

³Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kadiri, Jl. Selomangleng No. 1, Pojok, Mojoroto, Hutan, Mojoroto, Kota Kediri, Jawa Timur 64115, Indonesia

Email: hanafiaziz87@gmail.com

⁴Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kadiri, Jl. Selomangleng No. 1, Pojok, Mojoroto, Hutan, Mojoroto, Kota Kediri, Jawa Timur 64115, Indonesia

Email: putrarahmat239@gmail.com

⁵Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kadiri, Jl. Selomangleng No. 1, Pojok, Mojoroto, Hutan, Mojoroto, Kota Kediri, Jawa Timur 64115, Indonesia

Email: arifrivianto@gmail.com

ABSTRACT

Soil is a very important component in the field of construction because it functions as a laying of a construction. But not all types of soil are good for construction, one of which is clay soil. Clay soil is fine-grained soft soil with a larger surface area and particle diameter. Clay soils have (Chou, 2012) high compressibility and compression properties, and shrinkage properties due to interaction with water. These factors increase the carrying capacity of the soil to be low and more susceptible to landslides when the soil is functions as a basis for placing construction. This direct shear strength test research was carried out at the Civil Engineering Laboratory of Kadiri University using the Direct Shear Test tool and experimental methods. The purpose of this study was to determine the shear resistance of clay soils in the Kadiri University area. The study results obtained a cohesion value of 0.224 kPa, a deep shear angle value of 3.783°, and a soil carrying capacity of 0.95 tons. So it can be concluded that the clay soil in the Kadiri University area has a low carrying capacity and is prone to cladding if it functions as a construction placement.

Keywords: Cladding, Cohesion, Deep Shear Angle, Clay Soil, Direct Shear Strength Test

ABSTRAK

Tanah merupakan komponen yang sangat penting dalam bidang konstruksi karena berfungsi sebagai perletakan suatu konstruksi. Namun tidak semua jenis tanah baik untuk konstruksi salah satunya adalah tanah lempung. Tanah lempung merupakan jenis tanah lunak berbutir halus dengan luas permukaan lebih besar dari diameter partikelnya. (Chou, 2012) Tanah lempung memiliki sifat kompresibilitas dan pemampatan yang tinggi, serta memiliki sifat kembang susut akibat interaksi dengan air. Faktor-faktor tersebut membuat daya dukung tanah menjadi rendah dan lebih rentan terhadap longsor ketika tanah tersebut difungsikan sebagai dasar perletakan konstruksi. Penelitian uji kuat geser langsung ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri menggunakan alat Direct Shear Test dan metode eksperimental. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan ketahanan geser tanah lempung di wilayah Universitas Kadiri. Hasil penelitian diperoleh nilai kohesi sebesar 0,224 kPa, nilai sudut geser dalam sebesar 3,783° dan daya dukung tanah sebesar 0,95 ton. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tanah lempung di wilayah Universitas Kadiri ini memiliki daya dukung yang rendah dan rawan terjadi kelongsoran apabila difungsikan sebagai perletakan konstruksi.

Kata kunci : Kelongsoran, Kohesi, Sudut Geser Dalam, Tanah Lempung, Uji Kuat Geser Langsung

1. PENDAHULUAN

Tanah merupakan komponen yang sangat penting dalam bidang konstruksi. Hal ini karena fungsi tanah adalah sebagai perletakan suatu konstruksi (Buana, Sarie and Gandi, 2022). Untuk itu perlu direncanakan struktur tanah yang kokoh dan kuat (Ghadir and Ranjbar, 2018).

Namun tidak semua jenis tanah baik untuk konstruksi, salah satunya adalah tanah lempung. Tanah lempung merupakan jenis tanah lunak berbutir halus (Chou, 2012) dengan luas permukaan lebih besar dari diameter partikelnya (Al-Bared, Marto and Latifi, 2018). Tanah lempung memiliki sifat kompresibilitas dan pemampatan yang tinggi (Fitriansyah, 2020), serta sifat kembang susut akibat interaksi dengan air (Kurt and Akbulut, 2017) (Candra, 2018). Faktor-faktor tersebut membuat daya dukung tanah menjadi rendah (Fitriansyah, 2020) dan lebih rentan terhadap longsor ketika tanah tersebut difungsikan sebagai dasar perletakan konstruksi (Abdurrozak and Mufti, 2017). Jenis tanah ini banyak dijumpai di wilayah Universitas Kadiri.

Oleh karena itu dilakukan penelitian uji kuat geser langsung di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri menggunakan alat Direct Shear Test. Kuat geser tanah adalah kemampuan maksimum suatu tanah per satuan luas untuk menahan keruntuhan dan pergeseran sepanjang bidang runtuh dalam satu elemen (Amarullah and Zardi, 2019). Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan ketahanan geser tanah lempung di wilayah Universitas Kadiri. Hasil penelitian ini diperoleh nilai kohesi dan sudut geser dalam. Kohesi adalah gaya tarik menarik antar partikel tanah, dan sudut geser dalam adalah sudut yang terbentuk dari perbandingan tegangan geser tanah terhadap tegangan normal (Haris, Lubis and Winayati, 2018). Hasil ini menunjukkan apakah tanah lempung di wilayah Universitas Kadiri cocok untuk perletakan konstruksi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan pengujian kuat geser langsung menggunakan alat Direct Shear Test yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri.

Bahan Penelitian

Tanah lempung adalah salah satu jenis tanah lunak berbutir halus (Chou, 2012) dan memiliki luas permukaan yang lebih besar dibanding diameter partikelnya (Al-Bared, Marto and Latifi, 2018). Tanah lempung umumnya berukuran kurang dari 0,002 mm (Fitriansyah, 2020). Butiran mineral tanah lempung memiliki ukuran koloid ($<1\mu$) sampai yang paling besar berukuran 2μ . Tanah lempung memiliki sifat yang lengket dan lunak. Ketika kadar airnya tinggi, maka daya rekatnya juga semakin tinggi namun kuat gesernya akan menurun (Ilmiah et al., 2016). Tanah lempung juga memiliki sifat plastis, hal ini disebabkan oleh adanya interaksi dengan air (Kurt and Akbulut, 2017). Tanah lempung disebut tanah kohesif karena mempunyai nilai kadar air berkisar 30% sampai 50% pada kondisi jenuh air, angka pori berkisar 0,9 sampai 1,4, berat volume berkisar antar 0,9 t/m³ sampai 1,25 t/m³, dan specific gravity rata-rata berkisar 2,70 sampai 2,90 (Qomariyah, Mochtar and Lastiasih, 2017).

Alur Penelitian

Sampel tanah diambil dari wilayah Universitas Kadiri menggunakan tabung bor yang ditancapkan ke tanah lalu diputar sampai kedalaman 30 cm (lihat Gambar 1). Setelah pengambilan sampel tanah selesai, siapkan alat ekstruder untuk mengeluarkan sampel tanah yang akan diuji dengan memasang cincin di ujung tabung ekstruder (lihat Gambar 2). Selanjutnya timbang sampel tanah tersebut lalu ukur diameter dan ketebalannya menggunakan jangka sorong (lihat Gambar 3). Langkah berikutnya pengujian kuat geser tanah dengan alat Direct Shear Test (lihat Gambar 4 dan Gambar 5). Sampel tanah dimasukkan ke dalam kotak geser dan kunci dengan batu pori (lihat Gambar 6). Pasang piston beban, proving ring serta indikator dial horizontal lalu atur jarum agar berada di nol. Selanjutnya, putar manual alat Direct Shear Test sampai nol. Pengujian Direct Shear Test dilakukan dengan arah putaran yang sama selama 4 menit per 15 detik secara konsisten. Data yang diperoleh di setiap pengujian proving ring dan indikator dial horizontal dicatat untuk nantinya dilakukan perhitungan. Setelah pengujian selesai, sampel tanah dikeluarkan dari kotak geser lalu ditimbang kembali (lihat Gambar 7-Gambar 8).



Gambar 1. Pengambilan sampel tanah



Gambar 2. Mengeluarkan sampel.



Gambar 3. Menimbang dan mengukur sampel



Gambar 4. Sampel tanah dimasukkan ke dalam kotak geser.



Gambar 5. Meyetel alat direct shear test.



Gambar 6. Menguji sampel



Gambar 7. Mengeluarkan sampel dari kotak geser.



Gambar 8. Menimbang sampel yang sudah diuji.

Perhitungan Uji Kuat Geser Langsung

Perhitungan uji kuat geser langsung meliputi :

1) Gaya Geser (P)

Gaya geser merupakan gaya horizontal yang diperoleh dari adanya berat lantai dikaitkan ketinggian lantai (Cahyaka *et al.*, 2018).

$$P = \text{pembacaan proving ring} \times \text{kalibrasi} \quad (1)$$

Dengan P = gaya geser (kg)

2) Tegangan Normal (σ)

Tegangan normal adalah tegangan yang dihasilkan pada arah tegak lurus bidang geser (Arifin, 2021).

Tegangan normal (kg/cm²)

$$\sigma = \frac{n1}{L} \tag{2}$$

Dengan σ = Tegangan normal (kg/cm²); n1 = Beban (kg); L = Luas (cm²)

Tegangan normal (kPa) mengikuti persamaan (3).

$$\sigma = \sigma1 \times 100 \tag{3}$$

Dengan Σ = Tegangan normal (kPa); $\sigma1$ = Tegangan normal (kg/cm²)

3) Tegangan Geser (τ)

Tegangan geser adalah tegangan yang dihasilkan dalam arah yang sejajar dengan bidang geser (Arifin, 2021).

$$\tau = \frac{\text{bacaan proving ring} \times \text{harga kalibrasi}}{\text{luas penampang sampel}} \tag{4}$$

Dengan τ = Tegangan geser (kPa)

4) Parameter Kuat Geser Tanah

Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk menganalisis ketahanan tanah, stabilitas tanah, dan tekanan tanah pada dinding penahan tanah (Polii, Sompie and Manaroinsong, 2018).

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \tag{5}$$

Dengan τ = Kuat geser tanah (kN/m²); c = Kohesi; $\sigma \tan \phi$ = Gesekan

3. HASIL DAN DISKUSI

Dari proses uji kuat geser langsung diperoleh hasil yang ditunjukkan pada Tabel 1. di bawah ini.

Tabel 1. Hasil uji proving ring dan pergeseran tanah

Waktu	Beban $N1 = 0.80$ kg				Beban $N1 = 1.595$ kg				Beban $N1 = 3.163$ kg			
	$\sigma1 = 0.026$ kg/cm ²				$\sigma1 = 0.053$ kg/cm ²				$\sigma1 = 0.107$ kg/cm ²			
	Tegangan normal				Tegangan normal				Tegangan normal			
	$\sigma1 = 2.57$ kPa				$\sigma1 = 5.276$ kPa				$\sigma1 = 10.65$ kPa			
	Penggeseran	Bacaan proving ring	Gaya geser	Tegangan geser	Penggeseran	Bacaan proving ring	Gaya geser	Tegangan geser	Penggeseran	Bacaan proving ring	Gaya geser	Tegangan geser
dtk	mm	devisi	kg	kPa	mm	devisi	kg	kPa	mm	devisi	kg	kPa
0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
15	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00
30	0.76	0.14	0.056	0.18	0.39	0.03	0.012	0.04	0.29	0.00	0	0.00
45	1.49	0.25	0.1	0.32	0.80	0.21	0.08	0.28	0.67	0.10	0.04	0.13
60	2.30	0.29	0.116	0.37	1.36	0.26	0.10	0.34	1.09	0.24	0.10	0.32
75	3.12	0.32	0.13	0.41	1.92	0.31	0.12	0.41	1.52	0.32	0.13	0.43
90	3.81	0.34	0.14	0.44	2.61	0.33	0.13	0.44	2.03	0.39	0.16	0.53
105	4.46	0.34	0.14	0.44	3.22	0.35	0.14	0.46	2.47	0.45	0.18	0.61

120	5.15	0.34	0.14	0.44	3.77	0.36	0.14	0.48	3.05	0.54	0.22	0.73
135	5.89	0.35	0.14	0.45	4.20	0.37	0.15	0.49	3.68	0.59	0.24	0.80
150	6.63	0.34	0.14	0.44	4.65	0.37	0.15	0.49	4.21	0.64	0.26	0.86
165	7.46	0.34	0.14	0.44	5.19	0.37	0.15	0.49	4.80	0.68	0.27	0.92
180	8.16	0.34	0.14	0.44	5.73	0.37	0.15	0.49	5.37	0.70	0.28	0.94
195	8.65	0.33	0.13	0.42	6.22	0.37	0.15	0.49	5.96	0.71	0.28	0.96
210	9.17	0.33	0.13	0.42	6.74	0.37	0.15	0.49	6.55	0.71	0.28	0.96
225	9.69	0.33	0.13	0.42	7.28	0.36	0.14	0.48	7.13	0.70	0.28	0.94
240	10.18	0.32	0.13	0.41	7.83	0.36	0.14	0.48	7.73	0.70	0.28	0.94

Dari Tabel 1. diketahui bahwa pengujian geser langsung dilakukan setiap 15 detik selama 4 menit dengan tiga beban aksial yaitu 0,8 kg, 1,595 kg, dan 3,163 kg dan nilai kalibrasi sebesar 0,4. Nilai tegangan normal dengan satuan kg/cm² diperoleh dari perhitungan beban atau gaya aksial dibagi dengan luasannya, sedangkan tegangan normal dengan satuan kPa diperoleh dari perhitungan beban atau gaya aksial dibagi dengan luasannya lalu dikalikan 100. Nilai gaya geser diperoleh dari perhitungan angka kalibrasi dikali dengan bacaan proving ring. Nilai tegangan geser didapatkan dari perhitungan gaya geser dibagi luasannya lalu dikalikan 100.

Tabel 2. Nilai tegangan normal dan tegangan geser

<i>Beban</i>	<i>Tegangan normal</i>		<i>Tegangan geser</i>
	kg	kg/cm ²	kpa
0.8	0.026	2.570	0.450
1.593	0.053	5.276	0.490
3.163	0.107	10.657	0.957

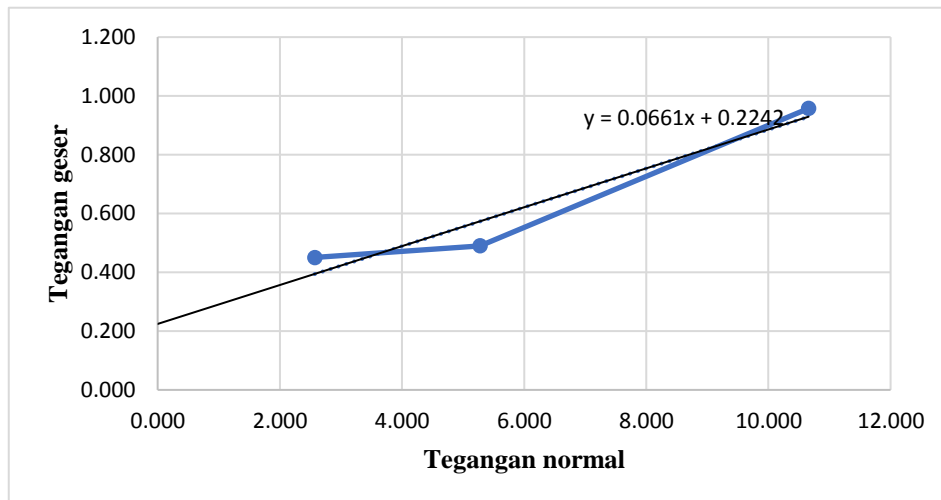
Dari Tabel 2 diperoleh nilai maksimum tegangan geser dari hasil perhitungan. Sehingga dapat diketahui bahwa untuk beban aksial 0,8 kg, sampel mampu menahan tegangan geser sebesar 0,450 kPa. Beban aksial 1,595 kg, sampel mampu menahan tegangan geser sebesar 0,490 kPa. Beban aksial 3,163 kg, sampel mampu menahan tegangan geser sebesar 0,957 kPa.

Tabel 3. Nilai parameter kuat geser tanah

<i>Parameter kuat geser tanah</i>		
c(kpa)	0.224	kPa
tanφ	0.066	kemiringan
φ	0.066	rad
φ	3.783	°

Dari Tabel 3 diperoleh data hasil perhitungan kohesi dan sudut geser dalam. Kohesi (c) diperoleh dari nilai variabel tegangan normal dan tegangan geser lalu diperoleh hasil sebesar 0,224 kPa. Sudut geser dalam (tanφ) diperoleh dari kemiringan tegangan normal dan tegangan geser serta sudut geser (φ) yang diperoleh dari mengubah radian ke dalam drajat dan diperoleh hasil sebesar 3,783°.

Dari Tabel.4 dapat ditentukan nilai Nc, Nq, dan Ny yang sesuai dengan nilai sudut geser dalam yang sudah diperoleh. Data tersebut digunakan sebagai dasar penentuan daya dukung tanah lempung dan didapat hasil daya dukung tanah lempung di wilayah Universitas Kadiri sebesar 0,95 ton, artinya tanah lempung di wilayah ini memiliki daya dukung yang sangat kecil dan rawan terjadi kelongsoran apabila difungsikan sebagai dasar perletakan konstruksi.



Gambar 9. Grafik uji kuat geser langsung

Tabel 4. Faktor daya dukung tanah menurut Terzaghi untuk kondisi geser umum (*general shear failure*)

ϕ	N_c	N_q	N_γ
0	5,70	1,00	0,00
1	6,00	1,10	0,01
2	6,30	1,22	0,04
3	6,62	1,35	0,06
4	6,97	1,49	0,10
5	7,34	1,64	0,14
6	7,73	1,81	0,20
7	8,15	2,00	0,27
8	8,60	2,21	0,35
9	9,09	2,44	0,44
10	9,61	2,69	0,56
11	10,16	2,98	0,69
12	10,76	3,29	0,85
13	11,41	3,63	1,04
14	12,11	4,02	1,26
15	12,86	4,45	1,52
16	13,68	4,92	1,82
17	14,60	5,45	2,18
18	15,12	6,04	2,59
19	16,56	6,70	3,07
20	17,69	7,44	3,64
21	18,92	8,26	4,31
22	20,27	9,19	5,09
23	21,75	10,23	6,00
24	23,36	11,40	7,08
25	25,13	12,72	8,34

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian uji kuat geser langsung tanah lempung yang dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri menggunakan alat Direct Shear Test diperoleh hasil berupa nilai kohesi sebesar 0,224 kPa, nilai sudut geser dalam sebesar 3,783°, dan daya dukung tanah sebesar 0,95 ton. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tanah lempung di wilayah Universitas Kadiri ini memiliki daya dukung yang sangat rendah dan rawan terjadi kelongsoran apabila difungsikan sebagai dasar perletakan konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrozak, M. R. and Mufti, D. N. (2017) 'Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi Dan Kapur Pada Subgrade Perkerasan Jalan', *Jurnal Teknisia*, XXII(2), pp. 416–424.
- Al-Bared, M. A. M., Marto, A. and Latifi, N. (2018) 'Utilization of Recycled Tiles and Tyres in Stabilization of Soils and Production of Construction Materials – A State-of-the-Art Review', *KSCE Journal of Civil Engineering*, 22(10), pp. 3860–3874. doi: 10.1007/s12205-018-1532-2.
- Amarullah, I. N. and Zardi, M. (2019) 'Pengaruh Penambahan Limbah Karbit Terhadap Stabilisasi Tanah Daerah Rawa', *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 5(1), pp. 1–9. Available at: <http://jurnal.abulyatama.ac.id/tekniksipilunaya>.
- Arifin, M. H. R. (2021) 'Institut teknologi nasional', pp. 5–26.
- Buana, F. S., Sarie, F. and Gandi, S. (2022) 'Analisis Nilai Kenaikan Cbr Tanah Dasar Dengan Penambahan Kerikil', *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 4(2), p. 66. doi: 10.31602/jk.v4i2.6410.
- Cahyaka, H. W. et al. (2018) 'TIM EJOURNAL Ketua Penyunting : Penyunting : Mitra bestari : Penyunting Pelaksana : Redaksi : Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya Website : tekniksipilunesa . org Email : REKATS', *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1), pp. 186–194.
- Candra, A. I. (2018) 'Studi Kasus Stabilitas Struktur Tanah Lempung Pada Jalan Totok Kerot Kediri Menggunakan Limbah Kertas', *UKaRsT*, 2(2), p. 11. doi: 10.30737/ukarst.v2i2.255.
- Chou, M.-I. M. (2012) 'Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lempung Ekspansif di Daerah Magetan Jawa Timur', *Encyclopedia of Sustainability Science and Technology*, 1, pp. 3820–3843. doi: 10.1007/978-1-4419-0851-3_121.
- Fitriansyah, M. (2020) 'Perilaku Tanah Lempung Berpasir di Banjarmasin Akibat Gaya Interface pada Geotextile', 12(c), pp. 1–10.
- Ghadir, P. and Ranjbar, N. (2018) 'Clayey soil stabilization using geopolymer and Portland cement', *Construction and Building Materials*, 188, pp. 361–371. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2018.07.207.
- Haris, V. T., Lubis, F. and Winayati, W. (2018) 'Nilai Kohesi Dan Sudut Geser Tanah Pada Akses Gerbang Selatan Universitas Lancang Kuning', *SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil*, 4(2), pp. 123–130. doi: 10.31849/siklus.v4i2.1143.
- Ilmiah, P. et al. (2016) 'Studi perbandingan kuat geser tanah lempung lunak yang distabilisasi dengan kolom kapur dan kolom campuran pasir kapur'.
- Kurt, Z. N. and Akbulut, S. (2017) 'Some geotechnical properties of clay nanocomposites', *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 61(3), pp. 381–388. doi: 10.3311/PPci.9350.
- Polii, S. N., Sompie, O. B. A. and Manaroinsong, L. D. K. (2018) 'Pengaruh Penambahan Abu Batu Bara Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung', *Tekno*, 16(69), pp. 11–15.
- Qomariyah, I., Mochtar, I. B. and Lastiasih, Y. (2017) 'Analisis Peningkatan Tahanan Geser Tanah Lunak akibat adanya Cerucuk Berdasarkan Permodelan di Laboratorium', *Jurnal Teknik ITS*, 6(1). doi: 10.12962/j23373539.v6i1.21612.