

PENGARUH KOLOM PASIR TERHADAP PENINGKATAN DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG

Winda Krisdayanti Purba¹, Suradji Gandi² dan Mohammad Ikhwan Yani³
¹²³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya,
E-mail: windakrisdayantipurba@gmail.com¹,
suradjigandi_ir@jts.upr.ac.id², dan
m.ikhwanyani@eng.upr.ac.id³/HP.+6287848698050¹

ABSTRAK

Tanah lempung memiliki sifat fisik dan mekanis yang khusus, yang mengakibatkan daya dukung tanah menjadi rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan hasil pengujian tanah lempung asli dengan yang diberi kolom pasir dalam meningkatkan daya dukung tanah. Berdasarkan pengujian sifat-sifat fisik tanah asli, menurut sistem USCS tanah diklasifikasikan dalam kelompok CL atau lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (*lean clays*). Berdasarkan pengujian kuat geser langsung (*Direct Shear Test*), tanah lempung dengan kolom pasir Ø1 cm mengalami peningkatan sudut geser (ϕ) sebesar 8,283 kg/cm² dengan persentase 22,21% dari tanah asli. Dan pada tanah lempung dengan kolom pasir Ø1,5 cm mengalami peningkatan sudut geser (ϕ) sebesar 8,532 kg/cm² dengan persentase 22,72% dari tanah asli. Berdasarkan perhitungan daya dukung tanah lempung menurut Terzaghi, tanah lempung dengan kolom pasir Ø1 cm mengalami peningkatan nilai daya dukung tanah sebesar 16,872 kg/cm² dengan persentase 57,27% dari tanah asli. Dan pada tanah lempung dengan kolom pasir Ø1,5 cm mengalami peningkatan nilai daya dukung sebesar 19,202 kg/cm² dengan persentase 60,404% dari tanah asli. Berdasarkan hasil penelitian, diameter kolom pasir yang paling efektif terhadap peningkatan nilai daya dukung tanah adalah Ø1,5 cm, dimana terjadi peningkatan nilai daya dukung dari tanah asli sebesar 19,202 kg/cm² dengan persentase 60,404%.

Kata kunci: Kolom Pasir, Tanah Lempung, Pasir, Uji Geser Langsung, Daya Dukung Tanah.

ABSTRACT

Clay soils have special physical and mechanical properties, which result in low soil bearing capacity. This study aims to determine the comparison between the original clay soil test results and those given a sand column in increasing the bearing capacity of the soil. Based on testing the physical properties of the original soil, according to the USCS system the soil is classified into CL group or inorganic clays with low to moderate plasticity, gravel clay, sandy loam, silty clay, "lean" clays. Based on the direct shear test, clay soil with a sand column of Ø1 cm experienced an increase in shear angle (ϕ) of 8.283 kg / cm² with a percentage of 22.21% of the original soil. And on loam soil with Ø1.5 cm sand column, the shear angle (ϕ) increased by 8.532 kg / cm² with a percentage of 22.72% from the original soil. Based on the calculation of the carrying capacity of clay according to Terzaghi, clay soil with a sand column of Ø1 cm has an increase in the value of the carrying capacity of the soil by 16.872 kg / cm² with a percentage of 57.27% of the original

soil. And on clay soil with $\varnothing 1.5$ cm sand column, the bearing capacity value increased by 19.202 kg / cm² with a percentage of 60.404% from the original soil. Based on the results of the study, the diameter of the sand column which was the most effective in increasing the value of the soil bearing capacity was $\varnothing 1.5$ cm, where there was an increase in the carrying capacity of the original soil by 19.202 kg / cm² with a percentage of 60.404%.

Keywords: Sand Column, Clay, Sand, Direct Shear Test, Soil Bearing Capacity.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanah merupakan komponen penting yang menjadi tempat bertumpunya suatu konstruksi bangunan. Bangunan sangat rentan terhadap kerusakan yang salah satunya disebabkan oleh kondisi tanah yang tidak baik. Setelah melakukan observasi lapangan di Kelurahan Tumbang Rungan Palangka Raya, Kalimantan Tengah, diketahui bahwa kondisi tanah di sekitar lokasi tersebut didominasi oleh tanah lempung. Tanah lempung memiliki sifat fisik dan mekanis yang khusus, diantaranya kadar air yang tinggi, angka pori yang besar, berat volume yang kecil, plastisitas indeks yang besar, sehingga mengakibatkan daya dukung tanah lempung lunak menjadi rendah dan pemampatan yang besar. Hal ini juga menyebabkan sering terjadinya permasalahan yang berdampak pada kegagalan pondasi, kegagalan stabilitas tahanan galian, dan timbunan. Oleh sebab itu harus dilakukan usaha untuk mengatasi tanah yang tidak baik agar dapat digunakan sebagai tanah dasar untuk meletakkan konstruksi bangunan di atasnya dan tidak mengakibatkan kerusakan pada bangunan tersebut. Salah satu metode yang dilakukan dalam usaha perbaikan tanah adalah dengan menggunakan pasir sebagai material kolom pasir yang dipadatkan dan dimasukkan ke dalam lubang pada tanah untuk mengetahui porsi daya dukung tanah tersebut. Dengan mempertimbangkan biaya perkuatan yang relatif mahal, maka sangat perlu untuk dicoba alternatif lain yang lebih murah misalnya penggunaan pasir sebagai perkuatan tanah lunak. Pasir adalah salah satu jenis material yang mudah diperoleh dan harganya pun relatif murah. Pasir juga bersifat keras sedangkan lempung bersifat lunak. Sehingga diharapkan pasir yang dipadatkan sebagai kolom pada tanah lempung dapat menahan beban tekanan lebih besar dari tanah lempung tanpa kolom pasir.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan:

1. Mengetahui sifat fisik tanah lempung di daerah Kelurahan Tumbang Rungan Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah.
2. Mengetahui peningkatan nilai daya dukung tanah lempung asli dengan yang diberi kolom pasir melalui pengujian uji geser langsung (*Direct shear test*).
3. Mengetahui pengaruh kolom pasir terhadap peningkatan nilai daya dukung tanah lempung.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun

batuan, dan bersifat platis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering dia akan bersifat keras, jika basah akan bersifat lunak plastis dan kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air.

Pasir

Pasir adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai dengan 5 mm berkisar dari kasar (3 mm sampai 5 mm) dan halus (< 1 mm) (Joseph E. Bowies, 1984). Pasir dapat dibagi lagi menjadi fraksi-fraksi kasar, medium, dan halus. Pasir dapat di deskripsikan sebagai yang bergradasi baik, bergradasi buruk, bergradasi seragam atau bergradasi timpang (*gap graded*). (R. F. Craig dan Budi Susilo S, 1987).

Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah secara umum adalah pengelompokkan berbagai jenis tanah ke dalam kelompok yang sesuai dengan sifat teknik dan karakteristiknya.

Sistem Klasifikasi AASHTO (AASHTO classification system)

Sistem ini membagi tanah ke dalam 7 kelompok utama yaitu A-1 sampai dengan A-7. Tanah yang diklasifikasikan ke dalam A-1, A-2, dan A-3 adalah tanah berbutir di mana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No. 200. Tanah di mana lebih dari 35% butirannya tanah lolos ayakan No. 200 diklasifikasikan ke dalam kelompok A-4, A-5 A-6, dan A-7. Butiran dalam kelompok A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung.

Tabel 1. Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO

Klasifikasi Umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)							Tanah lanau - lempung (lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Analisis ayakan (% lolos)											
No. 10	Maks 50	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
No. 40	Maks 30	Maks 50	Min 51	---	---	---	---	---	---	---	---
No. 200	Maks 15	Maks 25	Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40											
Batas Cair (LL)	---	---	---	Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41
Indek Plastisitas (PI)	Maks 6	---	NP	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik							Biasa sampai jelek			

Keterangan : * Untuk A-7-5, PI ≤ LL – 30
 ** Untuk A-7-6, PI > LL – 30

Sumber : Das, B.M, 1995

Sistem Klasifikasi Kesatuan Tanah (Unified Soil Classification System)

Pada Sistem Unified, tanah diklasifikasikan ke dalam tanah berbutir kasar (Kerikil dan Pasir) jika kurang dari 50% lolos saringan nomor 200, dan sebagai tanah berbutir halus (lanau/lempung) jika lebih dari 50% lolos saringan nomor 200. Selanjutnya, tanah diklasifikasikan dalam sejumlah kelompok dan sub kelompok yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Sistem Klasifikasi Tanah USCS

Divisi Utama	Simbol Kelompok	Nama Jenis	Nama Jenis	
Tanah berbutir kasar 50% butiran lebih besar dari 0,075 mm	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	
		GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus	
	Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lempung	
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung	
	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan no. 4 (4,75 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus
			SP	Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung
	Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0,075 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung
			CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ('lean clays')
OL			Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah	
Lanau dan lempung batas cair > 50%		MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis	
		CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ('fat clays')	
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi	
Tanah dengan kadar organik tinggi	P _t	Gambut ('peat') dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi		

Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus, saringan dari 5% lolos saringan no. 200: GW: GP: GM: GC: SW: SP: SM: SC

Uraian: GW: GP: GM: GC: SW: SP: SM: SC: Uraian: GW: GP: GM: GC: SW: SP: SM: SC

Batas-batas klasifikasi yang mempunyai bentuk sebagai berikut:

Diagram plastisitas:
 Untuk mengidentifikasi kadar butiran halus yang terandung dalam tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar. Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang diarsir berarti batas-batas klasifikasinya menggunakan dua simbol.

Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488

Sumber : Das, B.M, 1995

Kolom Pasir Padat

Metode kolom pasir ini dilakukan dengan maksud agar pasir yang dipadatkan didorong masuk kedalam lapisan tanah lunak menjadikan suatu kombinasi tanah yang relatif lebih kuat dan padat dari kondisi sebelumnya. Metode ini dilakukan dengan cara memasukkan pasir kedalam pipa-pipa vertikal dalam tanah dan dipadatkan. Dalam hal ini apabila dikenakan beban di atasnya maka kolom-kolom pasir akan lebih dominan dalam memikul beban. Hal ini disebabkan oleh perbedaan karakteristik fisik dan mekanis tiang pasir dan tanah kohesif.

Uji Geser Langsung (Direct Shear Test)

Uji kuat geser langsung (Direct Shear Test) merupakan cara yang dilakukan di laboratorium untuk mengetahui dan mengukur seberapa kuat tanah menerima gaya geser. Kekuatan geser tanah diperoleh dengan cara menggeser contoh tanah yang diberi beban normal (N) sampai terjadi keruntuhan geser tanah.

Daya Dukung Tanah

Daya dukung ini merupakan kemampuan tanah untuk mendukung beban dengan asumsi tanah mulai mengalami keruntuhan. Daya dukung tanah ditentukan dari daya dukung ultimate dibagi faktor aman yang sesuai dan dapat dilakukan dengan cara pendekatan empiris untuk memudahkan perhitungannya. Cara perhitungan daya dukung tanah (qu) dapat dihitung dengan menggunakan rumus keruntuhan geser umum pondasi menerus menurut teori Terzaghi:

$$q_{ult} = c.N_c + DF.\gamma.N_q + 0,5.\gamma.B.N_\gamma$$

Setelah nilai q_u didapat, maka nilai daya dukung ijinnya dapat dicari. Daya dukung ijin adalah beban per satuan luas yang diijinkan untuk dibebankan pada tanah di bawah pondasi, agar kemungkinan terjadinya keruntuhan dapat dihindari. Daya dukung ijin dicari dengan rumus:

$$q_a = \frac{q_u}{SF}$$

Keterangan :

q_a = Daya dukung ijin (kg/cm^2)

q_u = Daya dukung batas (kg/cm^2)

SF = Faktor keamanan (1,5 - 3)

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

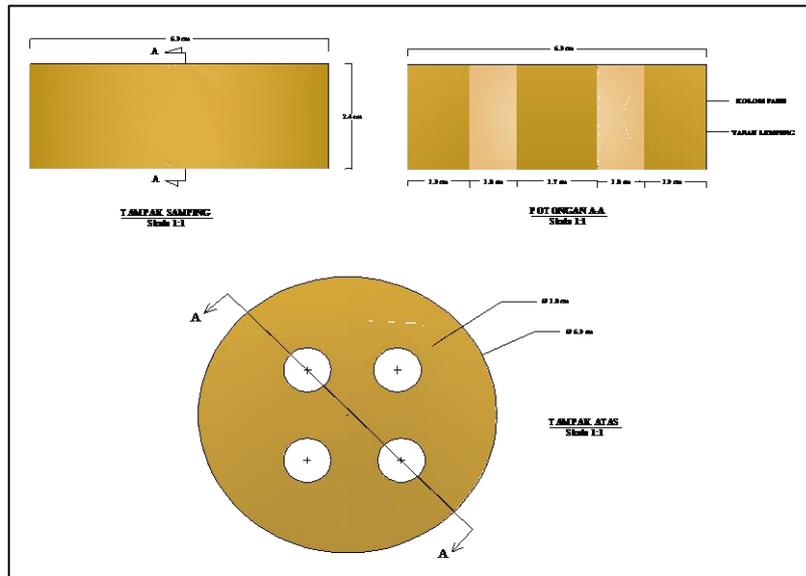
Penelitian ini menggunakan sampel tanah asli yang berasal dari kawasan Kelurahan Tumbang Rungan Palangka Raya, Kalimantan Tengah dan pasir yang berasal dari Jl. Kalimantan-Buntok Km. 4,6. Studi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Metode Pengambilan Sampel

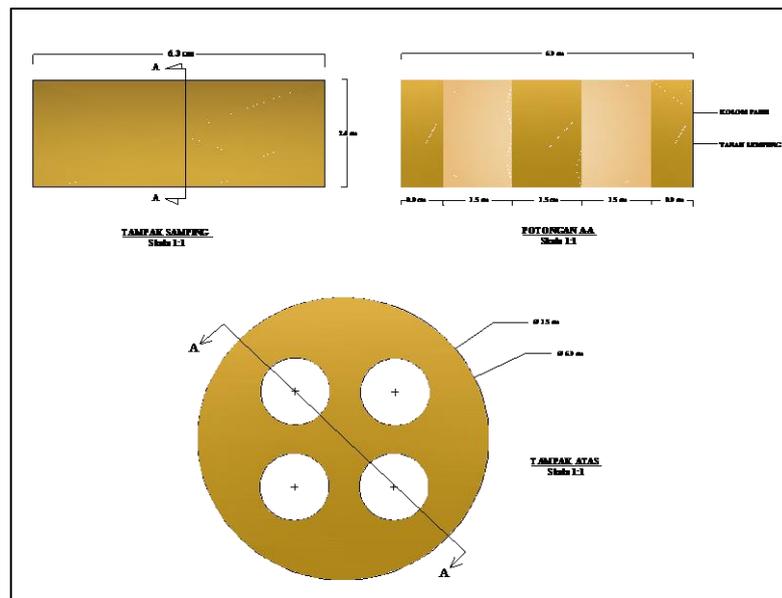
Sampel tanah yang dipakai pada penelitian ini ada dua yaitu sampel tanah asli dan tanah terganggu yang diambil dari kawasan Kelurahan Tumbang Rungan Palangka Raya, Kalimantan Tengah. Contoh tanah asli diambil dengan tabung contoh pada kedalaman tertentu, dan kemudian ditutup rapat, yang bertujuan untuk mencegah pengaruh luar.

Perencanaan Kolom Pasir

Kolom pasir direncanakan berdasarkan metode coba- coba (trial and error) dengan cara tanah lempung yang selesai di cetak kemudian diberi lubang di tengahnya dengan $\emptyset 1$ cm, dan $\emptyset 1,5$ cm, setelah itu pasir dimasukkan ke dalam lubang tersebut dan dipadatkan sehingga menjadi kesatuan lalu di keluarkan dari cetakan dan selanjutnya di lakukan pengujian untuk mengetahui sifat mekaniknya dengan menggunakan alat kuat geser dan alat kuat tekan bebas dengan cara pengujian standar.



Gambar 1. Perencanaan Pengujian Kuat Geser Langsung Tanah Lempung + Kolom Pasir $\varnothing 1$ cm



Gambar 2. Perencanaan Pengujian Kuat Geser Langsung Tanah Lempung + Kolom Pasir $\varnothing 1,5$ cm

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan penggambaran grafik dan perhitungan menggunakan rumus-rumus yang tersedia. Penelitian yang telah dilakukan memperoleh hasil berupa sifat-sifat fisik dan sifat mekanik tanah.

Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisik Tanah

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisik Tanah

No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Hasil Pemeriksaan Lempung
1.	Kadar Air (w)	%	38,16
2.	Berat Volume		
	- Berat Volume Tanah Basah (γ_w)	gr/cm ³	1,83
	- Berat Volume Tanah Kering (γ_d)	gr/cm ³	1,32
	- Angka Pori (e)	cm ³	1,05
	- Derajat Kejenuhan (S)	%	99,72
	- Porositas (n)		0,51
3.	Berat Jenis (Gs)		2,70
4.	Batas-batas Atterberg		
	- Batas Cair (LL)	%	42,99
	- Batas Plastis (PL)	%	23,48
	- Batas Susut (SL)	%	13,73
	- Indeks Plastisitas (PI)	%	19,51
5.	Analisa Saringan		
	- Berat tertahan di saringan No.200	%	48,48
	- Lolos saringan No.200	%	51,52

Klasifikasi Tanah

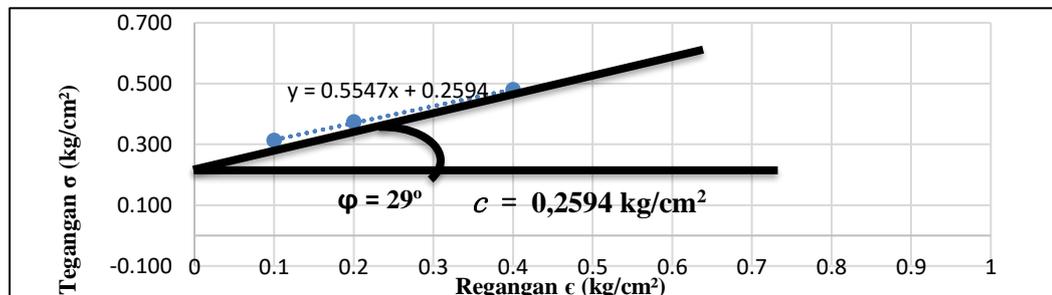
Klasifikasi Tanah Untuk Jenis Tanah Asli

Berdasarkan pengujian sifat fisik tanah asli, menurut AASHTO tanah diklasifikasikan dalam kelompok A-7-5 (7) atau tanah berlempung biasa dan menurut sistem USCS tanah diklasifikasikan dalam kelompok CL atau lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung “kurus” (*lean clays*).

Hasil Pemeriksaan Sifat Mekanis Tanah

Pemeriksaan Kuat Geser Langsung

Uji kuat geser langsung (*Direct Shear Test*) merupakan cara yang dilakukan di laboratorium untuk mengetahui dan mengukur seberapa kuat tanah menerima gaya geser.



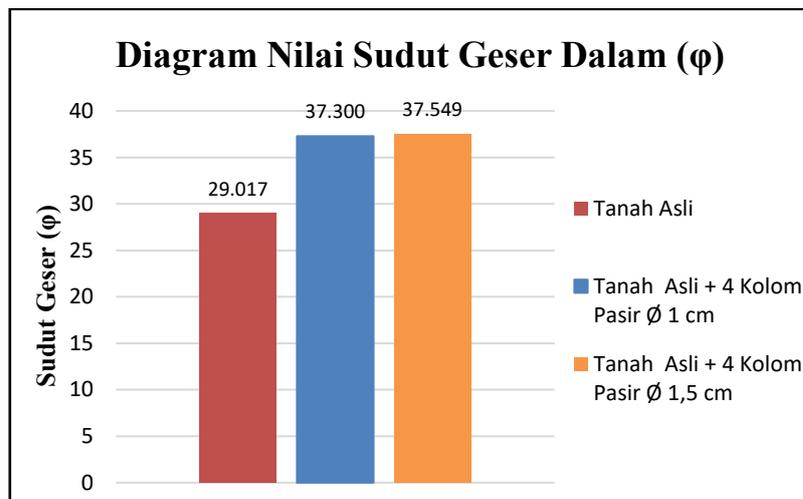
Gambar 3. Grafik Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung

Menurut gambar 1. grafik uji geser langsung (*Direct Shear Test*), sudut geser dalam untuk tanah lempung asli didapat $(\phi) = \tan^{-1}(0,5547) = 29,017^\circ$, dan nilai kohesi tanah $(c) = 0,2594 \text{ kg/cm}^2$.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Pengujian Uji Geser Langsung

Pemeriksaan Jenis Tanah	$(\phi)^\circ$	(c) (kg/cm^2)
Tanah Asli	29,017	0,2594
Tanah Asli + 4 kolom pasir \varnothing 1 cm	37,300	0,2578
Tanah Asli + 4 kolom pasir \varnothing 1,5 cm	37,549	0,2380

Berikut diagram nilai sudut geser pada pengujian kuat geser langsung.



Gambar 4. Diagram Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ)

Perhitungan Daya Dukung Tanah Menurut *Terzaghi (1943)*

Tabel 5. Faktor Daya Dukung Terzaghi Untuk Kondisi Keruntuhan Geser Umum
(general shear failure)

ϕ	Nc	Nq	$N\gamma$
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	15,63	6,03	2,67
19	16,77	6,67	3,28
20	18,01	7,37	3,99
21	19,36	8,13	4,81
22	20,82	8,96	5,74
23	22,39	9,86	6,78
24	24,07	10,84	7,93
25	25,87	11,89	9,19
26	27,09	14,21	9,84
27	29,24	15,90	11,60
28	31,61	17,81	13,70
29	34,24	19,98	16,18
30	37,16	22,46	19,13
31	40,41	25,28	22,65
32	44,04	28,52	26,87
33	48,09	32,23	31,94
34	52,64	36,50	38,04
35	57,75	41,44	45,41
36	63,53	47,16	54,36
37	70,01	53,80	65,27
38	77,50	61,55	78,61
39	85,97	70,61	95,03
40	95,66	81,27	115,31
41	106,81	93,85	140,51
42	119,67	108,75	171,99
43	134,58	126,50	211,56

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

44	151,95	147,74	261,60
45	172,28	173,28	325,34
46	196,22	204,19	407,11
47	224,55	241,80	512,84
48	258,28	287,85	650,67
49	298,71	344,63	831,99
50	347,50	415,14	1072,80

Sumber : Kumbhojkar, (1993)

Daya Dukung Tanah Berdasarkan Hasil Uji Kuat Geser (*Direct Shear Test*)

Berdasarkan data hasil pengujian di laboratorium diperoleh:

$$\begin{aligned} (\varphi) &= 29^\circ, \text{ dari tabel 5. didapat nilai } N_c, N_q \text{ dan } N_\gamma \\ N_c &= 34,24 & B &= 100 \text{ cm} \\ N_q &= 19,98 & D_f &= 100 \text{ cm} \\ N_\gamma &= 16,18 & \gamma &= 0,00132 \text{ kg/cm}^3 \end{aligned}$$

Keruntuhan Geser Umum Pondasi Menerus:

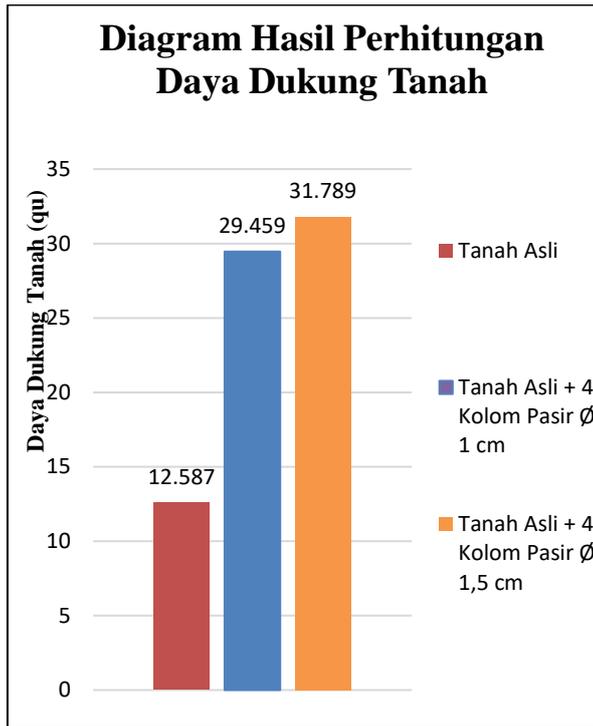
$$\begin{aligned} q_{ult} &= c.N_c + D.F.\gamma.N_q + 0,5.\gamma.B.N_\gamma \\ &= (0,2594 \times 34,24) + (100 \times 0,00132 \times 19,98) + (0,5 \times 0,00132 \times 100 \times 16,18) \\ &= 12,587 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Daya dukung ijin tanah yang berdasarkan nilai faktor keamanan = 3, jadi didapat nilai q_{ijin} :

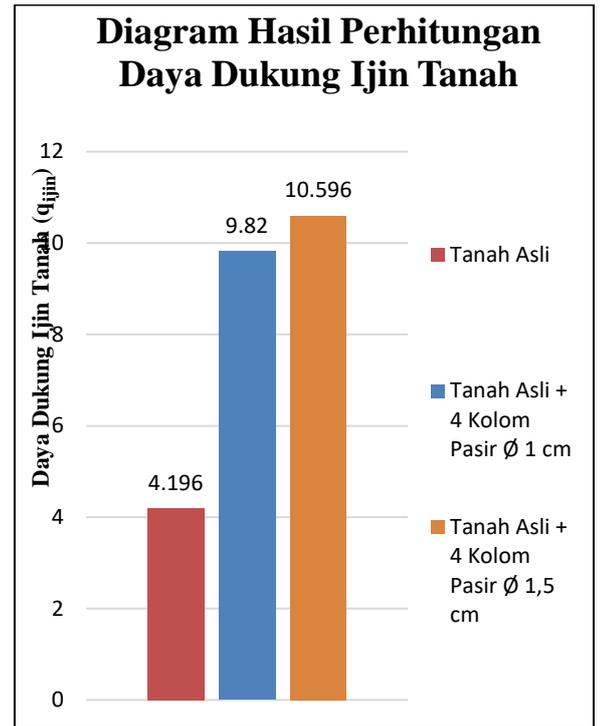
$$\begin{aligned} q_{ijin} &= \left(\frac{1}{SF}\right) \times q_{ult} \\ &= \left(\frac{1}{3}\right) \times 12,587 \\ &= 4,196 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Tabel 6. Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah Berdasarkan Uji Geser Langsung
Kondisi Contoh Tanah

Kondisi Contoh Tanah	Daya Dukung Tanah Lempung	
	Daya Dukung Tanah (q_{ult}) (kg/cm^2)	Daya Dukung Ijin (q_{ijin}) (kg/cm^2)
Tanah Asli	12,587	4,196
Tanah Asli + 4 Kolom Pasir Ø 1 cm	29,459	9,820
Tanah Asli + 4 Kolom Pasir Ø 1,5 cm	31,789	10,596



Gambar 5. Diagram Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah



Gambar 6. Diagram Hasil Perhitungan Daya Dukung Ijin Tanah

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah yang di ambil dari daerah Tumbang Rungan, Kalimantan Tengah. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kadar air (w) = 38,16%. Berat isi (γ) = 1,32 gr/cm³. Berat jenis (G_s) = 2,70. Batas cair (*Liquid Limit*) = 42,99%; Batas Plastis (*Plastic Limit*) = 23,48%; Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*) = 19,51%; Batas Susut (*Shrinkage Limit*) = 13,73%; analisis saringan persentase lolos saringan No.200 = 51,52% dan nilai GI = 7%. Berdasarkan hasil klasifikasi dengan sistem USCS tanah tersebut masuk ke dalam kelompok CL dan berdasarkan sistem AASTHO tanah tersebut masuk ke dalam kelompok A-7-5 (7) dengan jenis tanah adalah lempung biasa.
2. Berdasarkan pengujian kuat geser langsung (*Direct Shear Test*), tanah lempung dengan kolom pasir Ø1 cm mengalami peningkatan sudut geser (ϕ) sebesar 8,283 kg/cm² dengan persentase 22,21% dari tanah asli. Dan pada tanah lempung dengan kolom pasir Ø1,5 cm mengalami peningkatan sudut geser (ϕ) sebesar 8,532 kg/cm² dengan persentase 22,72% dari tanah asli.
3. Berdasarkan perhitungan daya dukung tanah lempung menurut Terzaghi, tanah lempung dengan kolom pasir Ø1 cm mengalami peningkatan nilai daya dukung tanah sebesar 16,872 kg/cm² dengan persentase 57,27% dari tanah asli. Dan pada tanah lempung dengan kolom pasir Ø1,5 cm mengalami peningkatan nilai daya dukung sebesar 19,202 kg/cm² dengan persentase 60,404% dari tanah asli. Berdasarkan hasil penelitian, diameter kolom pasir yang paling efektif terhadap peningkatan nilai daya dukung tanah adalah Ø1,5 cm, dimana pada kolom pasir

Ø1,5 cm terjadi peningkatan nilai daya dukung dari tanah asli sebesar 19,202 kg/cm² dengan persentase 60,404%.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk pengujian sifat fisik dan mekanik tanah diharapkan menggunakan sampel yang tidak terganggu dan dilakukan pengujian secepatnya agar tanah tidak mengeras atau mengering.
2. Diameter kolom pasir harus diperhatikan dan disesuaikan dengan besarnya cetakan untuk masing-masing pengujian, karena besarnya cetakan sangat berpengaruh terhadap besarnya diameter kolom pasir pada saat pembuatan sampel benda uji.
3. Alat uji harus terkalibrasi dengan baik untuk mendapatkan hasil yang akurat.
4. Pemadatan kolom pasir harus dilakukan dengan hati-hati untuk meminimalisir terjadinya retakan pada tanah asli.
5. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada jenis-jenis pasir lain yang akan digunakan untuk pengujian kolom pasir.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arif, Syaiful. 2018. *Pengaruh Perkuatan Kolom Campuran Pasir-Kapur Terhadap Penurunan Pondasi Telapak Bujur Sangkar*. Surakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bowles, J.E. 1984. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.
3. Bowles, J.E. 1988. *Analisis dan Desain Pondasi 1*. Jakarta: Erlangga.
4. Craig, R. F dan Susilo S. Budi. 1987. *Mekanika Tanah*. Jakarta: Erlangga.
5. Das, Braja M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
6. Hardiyatmo, Hary Christady. 1992. *Mekanika Tanah 1*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
7. Kristanto, Oboy. 2014. *Analisa Pengaruh Kolom Pasir Terhadap Peningkatan Daya Dukung Tanah Lempung*. Palangka Raya: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
8. Prasenda, Christian. 2015. *Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan Dan Daya Dukung Tanah Lempung Lunak*. Lampung: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
10. Terzaghi, Karl dan B. Peck, Raplh. 1967. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
11. Wesley, L. D. 1977. *Mekanika Tanah*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
12. Yani, M. Ikhwan. 2013. *Panduan Pratikum Mekanika Tanah 1*, Palangka Raya: Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Palangka Raya.
13. Yani, M. Ikhwan. 2013. *Panduan Pratikum Mekanika Tanah II*, Palangka Raya: Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Palangka Raya.