JURNAL KACAPURI
JURNAL KEILMUAN TEKNIK SIPIL
Volume 4 Nomor 1 Edisi Juni 2021

PENGARUH PENAMBAHAN PASIR PANTAI DAN SERBUK BATU BATA TERHADAP KEKUATAN GESER TANAH LEMPUNG

Rotua Hutabarat[1], Suradji Gandi[2], dan Mohammad Ikhwan Yani[3]
[123]Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
e-mail: rotuakartikadewih@gmail.com[1], suradjigandi_ir@jts.upr.ac.id[2], dan m.ikhwanyani@eng.upr.ac.id[3]/HP.+6281348280939[1]

ABSTRAK

Tanah merupakan salah satu bagian terpenting dalam pembangunan bangunan sipil, karena berguna sebagai unsur utama pondasi dari suatu bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik tanah di daerah Tumbang Rungan Kota Palangka Raya, Kalimatan Tengah dan pengaruh penambahan pasir pantai dan serbuk batu bata terhadap kekuatan geser dan daya dukung tanah dengan variasi penambahan campuran sebesar 2,5%, 5% dan 7,5% dengan pemeraman 0 hari, 3 hari dan 7 hari. Penelitian ini menggunakan metode pengujian di laboratorium dan analisis terzaghi. Menurut AASHTO tanah diklasifikasikan sebagai tanah berlempung dalam kelompok A-7-5 (7) dan menurut sistem USCS tanah diklasifikasikan sebagai kelompok CL atau lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (*lean clays*). Hasil pengujian sifat mekanik tanah asli didapat nilai, kohesi (C) = 0,2626 kg/cm^2 dan sudut geser dalam (ϕ) = 27^0. Berdasarkan parameter tersebut didapat nilai kuat geser tanah (τ) = 0,330 kg/cm^2. Pada penambahan pasir pantai 7,5% dalam 7 hari pemeraman didapat nilai kuat geser tertinggi sebesar (τ) = 0,364 kg/cm^2 terjadi kenaikan sebesar 0,034 kg/cm^2 dengan persentase 9,34%.Variasi campuran yang paling efektif untuk meningkatkan kuat geser adalah 7,5% pasir pantai dan 2,5% serbuk batu bata dengan pemeraman 7 hari.

Kata Kunci : Kuat Geser, Serbuk Batu Bata, Tanah Lempung, Uji Geser Langsung, Pasir Pantai.

ABSTRACT

Soil is one of the most important parts in the construction of civil buildings, because it is used as the main element of the foundation of a building. This study aims to determine the physical and mechanical properties of soil in the Tumbang Rungan area of Palangka Raya City, Central Kalimantan and the effect of adding beach sand and brick powder on shear strength and soil bearing capacity with variations in the addition of a mixture of 2,5%, 5% and 7,5% with curing 0 days, 3 days and 7 days. This research uses laboratory testing methods and terzaghi analysis. According to the AASHTO soils are classified as clay soils in group A-7-5 (6) and according to the USCS system the soils are classified as CL group or inorganic clays with low to moderate plasticity, gravel loam, sandy loam, silty loam, "lean" loam (lean clays). The results of testing the mechanical properties of the original soil obtained the value, cohesion (C) = 0,2626 kg/cm^2 and the inner shear angle (ϕ) = 27^0. Based on these parameters, the value of soil shear strength (τ) = 0,330 kg/cm^2 was obtained. The addition of 7,5% beach sand in 7 days of curing obtained the highest shear strength value of (τ) = 0,364 kg/cm^2 an increase of 0,034 kg/cm^2

with a percentage of 9,34%. The most effective mixture variation to increase shear strength is 7,5% beach sand and 2,5% brick powder with curing 7 days.

***Keywords**: Beach Sand, Brick Powder, Clay Soil, Direct Shear Test, Shear Strength.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanah lempung memiliki tingkat sensitifitas yang terlalu tinggi terhadap perubahan kadar air, gaya geser yang rendah, kemampatan yang besar dan koefisien permeabilitas yang kecil. Hal ini menyebabkan sering terjadinya permasalahan yang berdampak pada kegagalan pondasi, kegagalan stabilitas tahanan galian, dan timbunan. Secara teknis tanah lempung tidak layak untuk bangunan tanpa pondasi dalam. Namun dengan semakin terbatasnya lahan untuk pembangunan fasilitas yang diperlukan manusia, mengakibatkan tidak dapat dihindarinya pembangunan diatas tanah lempung lunak. Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu adanya upaya untuk menambah kekuatan tanah di Kelurahan Tumbang Rungan. Salah satu cara dengan melakukan stabilisasi untuk menanggulangi masalah-masalah yang terjadi pada tanah lempung. Pasir merupakan jenis tanah non kohesif yang mempunyai sifat antar butiran lepas. Serbuk batu bata diperoleh dari limbah batu bata yang rusak dan ditumbuk lalu disaring serta mempunyai gradasi seperti pasir. Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan pasir pantai dan serbuk batu bata sebagai bahan tambah stabilisasi tanah lempung untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kekuatan geser dan daya dukung tanah.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan :

1. Mengetahui sifat fisik dan sifat mekanik tanah lempung di daerah Kelurahan Tumbang Rungan Palangka Raya, Kalimantan Tengah.
2. Mengetahui pengaruh penambahan pasir pantai dan sebuk batu bata terhadap kuat geser tanah lempung.
3. Mengetahui persentase penambahan pasir pantai dan serbuk batu bata yang paling efektif untuk peningkatan kuat geser tanah lempung.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah Lempung (*Clay*)

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah (Terzaghi dan Peck, 1967).

Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah dimaksudkan untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisik tanah serta mengelompokkannya sesuai dengan perilaku umum dari tanah tersebut.

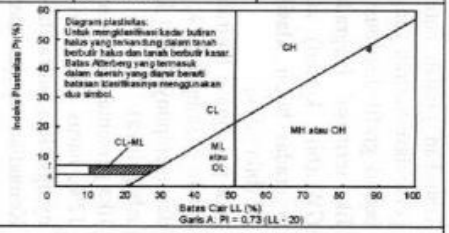
Klasifikasi Tanah menurut USCS

Sistem klasifikasi tanah ini yang paling banyak dipakai untuk pekerjaan teknik pondasi seperti bendungan, bangunan dan konstruksi yang sejenis. Sistem ini biasa digunakan untuk desain lapangan udara dan spesifikasi pekerjaan tanah untuk jalan.

Tabel 1. Sistem Klasifikasi Tanah USCS

Divisi Utama			Simbol Kelompok	Nama Jenis
Tanah berbutir kasar 50% butiran tertahan saringan no. 200 (0,075 mm)	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar tertahan saringan no.4(4,75 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 kandunagn organik tinggi.

	Nama Jenis
Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus, kurang dari 5% lolos saringan no. 200: GW, GP, SW, SP. Lebih dari 12% lolos saringan no. 200: GM, GC, SM, SC. 5% - 12% lolos saringan no. 200. Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol dobel.	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4, \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3
	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW
	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau PI < 4 — Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol
	Batas-batas Atterberg di atas garis A atau PI > 7
	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6, \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3
	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW
	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau PI < 4 — Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol
	Batas-batas Atterberg di atas garis A atau PI > 7



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

Sumber : Hardiyatmo H.C, 1992

Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO berguna untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (subbase) dan tanah dasar (subgrade). Karena sistem ini ditujukan untuk pekerjaan jalan tersebut, maka penggunaan sistem ini dalam prakteknya harus dipertimbangkan terhadap maksud aslinya. Sistem ini membagi tanah ke dalam 7 kelompok utama yaitu A-1 sampai dengan A-7.

Tabel 2. 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)**			
Klasifikasi Kelompok	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				A-7-5* A-7-6**
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, 1985

Bahan Stabilisasi

a. Pasir *(Sand)*

Pasir dapat dideskripsikan sebagai bergradasi baik, bergradasi buruk, bergradasi seragam atau bergradasi timpang (*gap-graded*). Pasir merupakan jenis tanah non kohesif (*cohesionless soil*). Tanah nonkohesif mempunyai sifat antar butiran lepas (*loose*). Tanah nonkohesif tidak mempunyai garis batas antara keadaan plastis dan tidak plastis, karena jenis tanah ini tidak plastis untuk semua nilai kadar air.

b. Serbuk Batu Bata

Serbuk batu bata diperoleh dari limbah batu bata yang rusak yang terdapat pada tempat pengolahan batu bata di Tumbang Rungan, Palangka Raya. Batu bata ditumbuk serta disaring melalui saringan No.40. Bahan ini mempunyai gradasi seperti pasir, bahkan dapat dikatakan pasir buatan yang cukup keras.

Kuat Geser Tanah

Kekuatan geser tanah adalah untuk mengukur kemampuan tanah menahan tekanan tanpa terjadi keruntuhan. Nilai kekuatan geser tanah antara lain digunakan dalam merencanakan kestabilan lereng, serta daya dukung tanah pondasi, dan lain sebagainya.Coloumb (1776), mendefinisikan *f(σ)* dengan persamaan :

$\tau = C + \sigma \, tg \, \phi$

Dimana :

τ = Kuat geser tanah (kN/m^2)
C = Kohesi tanah (kN/m^2)
ϕ = Sudut gesek dalam tanah atau sudut gesek internal (derajat)
σ = Tegangan normal pada bidang runtuh (kN/m^2)

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

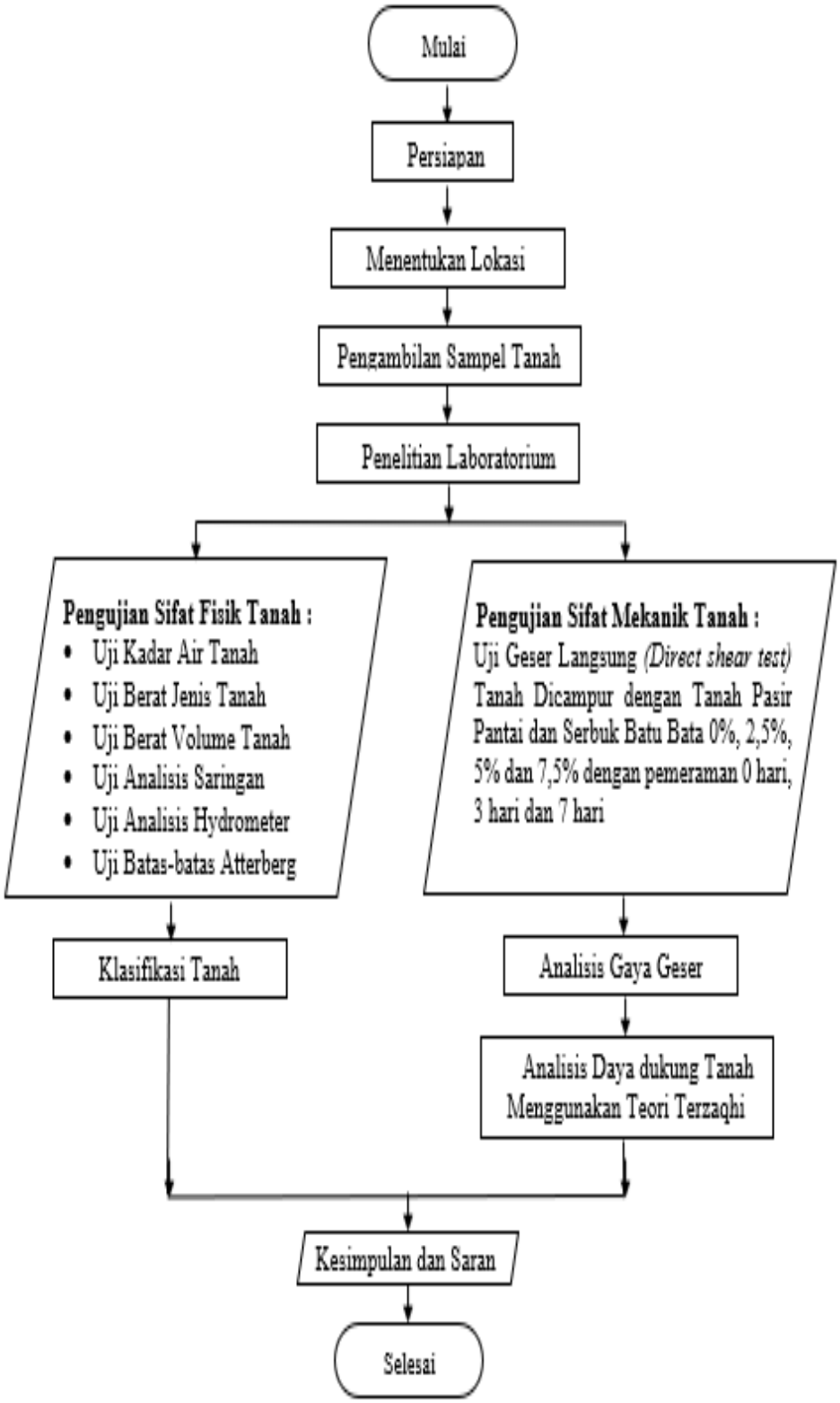
Penelitian ini menggunakan sampel tanah yang berasal dari daerah Kelurahan Tumbang Rungan Palangka Raya, Kalimantan Tengah. Studi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Metode Pengambilan Sampel

Sampel tanah yang diambil adalah tanah tidak terganggu (*undisturbed soil*) dan tanah terganggu (*disturbed soil*) menggunakan *hand boring*. Pengujian sifat-sifat fisik tanah dan uji geser langsung (*Direct Shear Test)* di laboratorium.

Perencanaan Campuran

Campuran direncanakan berdasarkan metode coba-coba (*trial and error*) yaitu tanah lempung dicampur dengan tanah pasir pantai dengan presentase penambahan sebesar 0%, 2,5%, 5% dan 7,5% dan serbuk batu bata dengan persentase penambahan sebesar 2,5%.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai karakteristik tanah, yang meliputi sifat fisik dan mekaniknya.

Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah

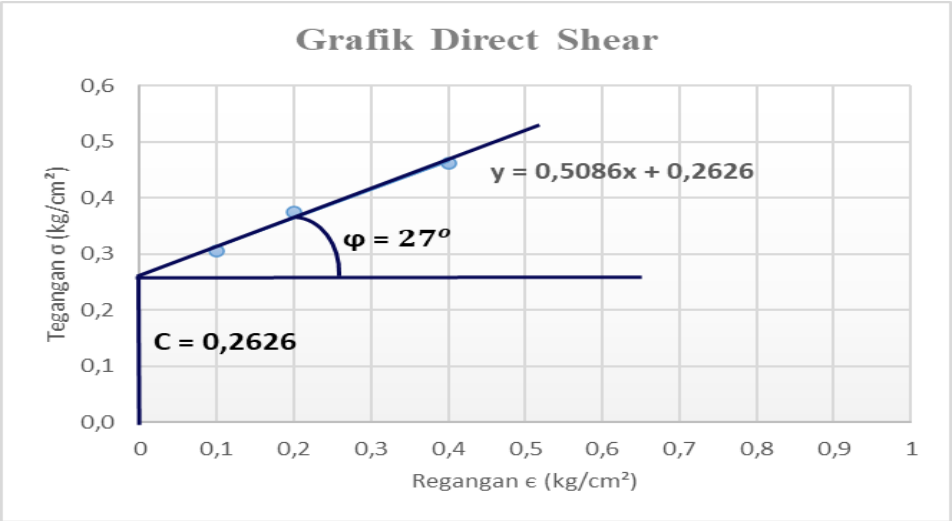
Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pengujian Rata - rata
1.	Kadar Air (*Water Content*) %	37,02
2.	Berat Isi (*Density Test*) gr/cm^3	1,32
3.	Berat Jenis (*Specific Gravity*)	2,73
4.	Batas-Batas *Atterberg* (%)	-
	a. Batas Cair (*Liquid Limit*)	42,30
	b. Batas Plastis (*Plastic Limit*)	24,51
	c. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)	17,79
	d. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)	9,14
5.	Analisis Saringan	-
	a. Persentase Berat Tertahan (%)	47,64
	b. Persentase Lolos No. 200 (%)	52,36

Dari sistem klasifikasi tanah menurut AAHSTO tanah tersebut termasuk dalam kelompok A-7-5 (7), yaitu tanah jenis berlempung. Menurut sistem USCS tanah termasuk kelompok CL atau lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (*lean clays*).

Hasil Pengujian Sifat Mekanik Tanah

Hasil Pengujian Geser Langsung



Gambar 2. Grafik Uji Geser Langsung Pada Jenis Tanah Lempung

Menurut gambar 2. grafik uji geser langsung (*Direct Shear Test*) didapatkan nilai kohesi tanah (C) sebesar 0,2626 kg/cm^2 dan sudut geser tanah (ϕ) sebesar 27^0.

Tabel 4. Hasil Pengujian Geser Langsung dengan variasi campuran dan Lama Pemeraman

Kondisi Contoh Tanah	Sudut Geser Dalam ϕ			Kohesi C		
	0 Hari	3 Hari	7 Hari	0 Hari	3 Hari	7 Hari
		….^{o}			kg/cm²	
Tanah Asli	27,00			0,2626		
Tanah + 2,5% Serbuk Batu Bata + 2,5% Pasir	31,04	33,44	34,70	0,2586	0,2578	0,2570
Tanah + 2,5% Serbuk Batu Bata + 5% Pasir	34,08	35,29	38,00	0,2578	0,2554	0,2537
Tanah + 2,5% Serbuk Batu Bata + 7,5% Pasir	36,11	37,30	40,38	0,2562	0,2545	0,2521

Perhitungan Kuat Geser Tanah

$\tau = C + \sigma \text{ tg } \phi \longrightarrow \sigma = \gamma.h$

$= 0{,}2626 + 0{,}132 \text{ tg}(27^0)$ $= 0{,}00132 \text{ kg/cm}^3 \cdot 100 \text{ cm} = 0{,}132 \text{ kg/cm}^2$

$= 0{,}330 \text{ kg/cm}^2$

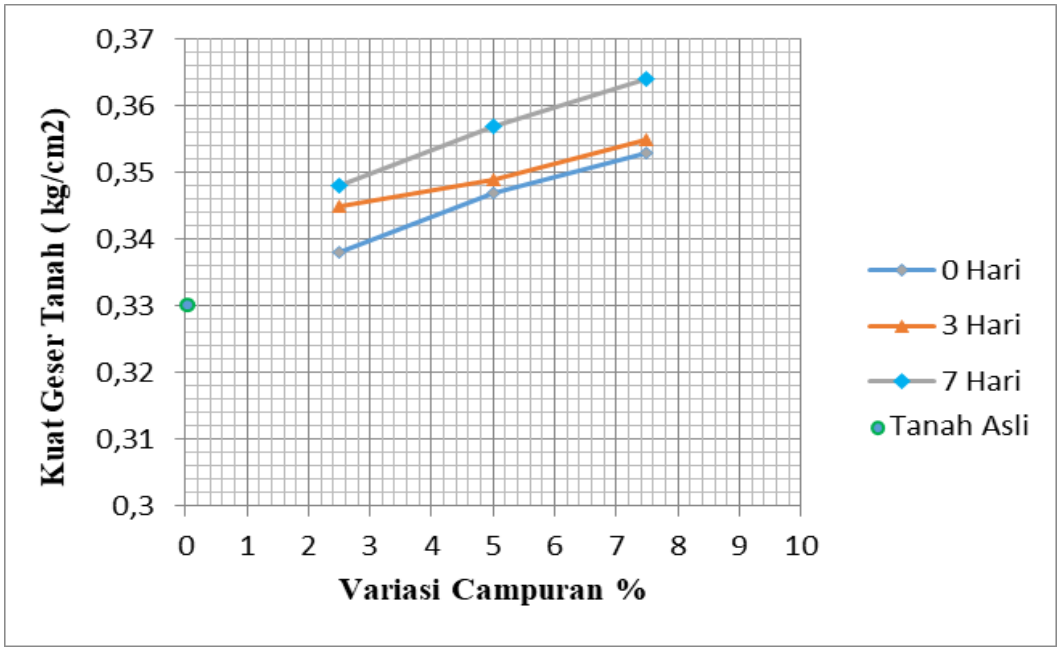
$\gamma = 1{,}32 \text{ gr/cm}^3 = 0{,}00132 \text{ kg/cm}^3$

$C = 0{,}2626 \text{ kg/cm}^2$

$\phi = 27^0$

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kuat Geser dengan variasi campuran dan Lama Pemeraman

Variasi Campuran	Kuat Geser (τ) (kg/cm^2) Pemeraman 0 Hari	Pemeraman 3 Hari	Pemeraman 7 Hari
Tanah Asli	0,330		
T. Asli + Pasir 2,5% + Serbuk Bata 2,5%	0,338	0,345	0,348
T. Asli + Pasir 5% + Serbuk Bata 2,5%	0,347	0,349	0,357
T. Asli + Pasir 7,5% + Serbuk Bata 2,5%	0,353	0,355	0,364



Gambar 3. Grafik Hubungan Kuat Geser Dengan Variasi Campuran Pasir Pantai dan Serbuk Batu Bata

Pada gambar 3. diatas terlihat bahwa nilai kuat geser semakin meningkat seiring dengan semakin banyaknya penambahan persentase campuran pasir dan lama waktu pemeraman, karena nilai kuat geser terendah ada pada persentase 2,5% di waktu pemeraman 0 hari yaitu sebesar 0,338 kg/cm^2 sedangkan nilai kuat geser tertinggi ada pada persentase 7,5% di waktu pemeraman 7 hari yaitu sebesar 0,364 kg/cm^2. Nilai kuat geser semakin meningkat seiring dengan banyaknya penambahan pasir pantai dan lama waktu pemeraman, hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan pasir pantai dan lama waktu pemeraman mampu memberikan gesekan yang lebih kuat pada tanah lempung.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian sifat - sifat fisik tanah asli di dapat nilai, kadar air (w) = 37,02%; berat isi kering (γ_d) = 1,32 g/cm^3; berat jenis (Gs) = 2,73; batas - batas *Atterberg* yaitu *LL* = 42,30%; *PL* = 24,51%; *Plasticity Index* = 17,79%; *SL* = 9,14%; analisis saringan persentase lolos saringan No.200 = 52,36% dan nilai *GI* = 7%. Menurut sistem USCS tanah termasuk kelompok CL dan menurut sistem AASHTO termasuk kelompok A-7-5 (7).Hasil pengujian sifat mekanik tanah asli didapat nilai, kohesi (C) = 0,2626 kg/cm^2 dan sudut geser dalam (ϕ) = 27^0. Berdasarkan parameter tersebut didapat nilai kuat geser tanah (τ) = 0,330 kg/cm^2.
2. Pasir pantai dan serbuk batu bata yang dicampurkan dengan tanah asli berdampak pada meningkatnya nilai kuat geser dengan variasi campuran yang

berbeda-beda dan waktu pemeraman selama 3 hari dan 7 hari. Setelah ditambah dengan variasi campuran 2,5%, 5%, dan 7,5% didapat nilai kuat geser meningkat sebesar 9,34 dari tanah asli.

3. Persentase penambahan pasir pantai dan serbuk batu bata yang paling efektif untuk meningkatkan kuat geser tanah adalah 7,5% pasir pantai dan 2,5% serbuk batu bata dengan pemeraman 7 hari. Nilai kuat geser (τ) = 0,364 kg/cm^2 terjadi kenaikan sebesar 0,034 kg/cm^2 dengan persentase 9,34%.

Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian dan analisis data yang dilakukan, maka disarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Untuk pengujian geser langsung terhadap campuran diharapkan menggunakan sampel yang tidak terganggu dan dilakukan pengujian secepatnya agar tanah tidak mengeras atau mongering.
2. Untuk melihat kenaikan persentase kuat geser langsung dan daya dukung tanah lempung sebaiknya di lakukan penambahan pasir dan umur pemeraman.
3. Perlu ketelitian pada saat proses pencampuran sampel tanah dengan bahan campuran untuk menghindari jatuhnya sampel tanah dari alat uji.
4. Kondisi peralatan yang digunakan pada saat penelitian harus diperhatikan agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bowles, J.E. 1993. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Edisi Kedua. Jakarta: Penerbit Erlangga.
2. Craig, R. F. 1989. *Mekanika Tanah*. Edisi Keempat. Jakarta: Penerbit Erlangga.
3. Das, B.M. 1985. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid 1. Terjemahan Penerbit Erlangga.
4. Das, B.M. 1995. *Mekanika Tanah*. Jilid 1 dan Jilid 2. Jakarta: Erlangga.
5. Febriandita. 2013. *Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Pada Tanah Lempung Dengan Bahan Tambah Rotec Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah*.
6. Hakam, A. 2010. *Studi Pengaruh Penambahan Tanah Lempung Pada Tanah Pasir Pantai Terhadap Kekuatan Geser Tanah*. Vol.6 No. 1, Fakultas Teknik Universitas Andalas.
7. Hardiyatmo, H.C. 1992. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Penerbit Universitas Gadjah Mada.
8. Terzaghi, K. & Peck, R.B. (1987). *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa I*. Jakarta: Erlangga.