

## ANALISIS TANAH LEMPUNG DENGAN CAMPURAN GYPSUM DAN GARAM DAPUR TERHADAP KEKUATAN GESER DAN DAYA DUKUNG

Dion Wiratama<sup>1</sup>, Okrobianus Hendri<sup>2</sup>, Fatma Sarie<sup>3</sup>, Eka Putri Setiati<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya

E-mail : [dionwiratama16@gmail.com](mailto:dionwiratama16@gmail.com)<sup>1</sup> ; [okrobianus@jts.upr.ac.id](mailto:okrobianus@jts.upr.ac.id)<sup>2</sup> ; [fatmasarie@jts.upr.ac.id](mailto:fatmasarie@jts.upr.ac.id)<sup>3</sup> ; [ekaputri999@gmail.com](mailto:ekaputri999@gmail.com)<sup>4</sup>

### ABSTRACT

Soil is important in various kinds building and road structure work because the soil serves as the foundation base that transmits the load on it. Clay soil is one type of soil that has a low or poor bearing capacity, which can cause a decrease in buildings and roads. This study aims to determine the physical properties of the soil, the mechanical properties of the soil and to determine the effect of adding a mixture and curing the soil for bearing capacity ( $q_u$ ) and the Soil shear strength ( $\tau$ ) on clay substituted with a mixture of gypsum and table salt with variations of 0%, 5%, 7.5%, and 10% and curing time 0 and 4 days. Based on the results of testing the physical properties of the soil, the percentage value of the soil that passed the No. 200 sieve was 56.04% > 50%, the liquid limit value (LL) = 42.91%, the plasticity index (IP) = 20.07% and GI = 9%. Based on the USCS classification, it can be concluded that the tested soil belongs to the CL group (inorganic clay) with low to moderate plasticity. Based on the AASHTO classification, the soil belongs to group A-7-6 (9) or is classified as loamy soil with moderate to poor conditions. Mechanical property test results obtained soil original bearing capacity, namely,  $q_{ult} = 1.9715 \text{ kg/cm}^2$  and increased by 144.12% to,  $q_{ult} = 4.8129 \text{ kg/cm}^2$  after 10% consisting 7.5 % gypsum and 2.5% table salt during 4 days of curing. In direct shear test, soil original shear strength was obtained, namely,  $(\tau) = 0.1489 \text{ kg/cm}^2$  and decreased by 4.65% to  $(\tau) = 0.1356 \text{ kg/cm}^2$

**Keywords: Clay, Gypsum, Kitchen Salt, Direct Shear, Carrying Capacity.**

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanah sangat berfungsi untuk berbagai jenis konstruksi, termasuk bangunan dan jalan, karena tanah merupakan fondasi dasar yang mendistribusikan beban di atasnya, sehingga penggunaan lahan harus dipersiapkan sebelum digunakan. Tanah lempung adalah tanah yang mempunyai kapasitas dukung yang buruk, yang dapat menyebabkan runtuhnya bangunan. Tanah lempung memiliki sifat fisik dan mekanik seperti kandungan air tinggi, rasio rongga yang besar, densitas rendah, indeks elastisitas tinggi dan daya dukung tanah sangat kecil.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis pengaruh pencampuran gypsum dan garam dapur terhadap kuat geser dan daya dukung.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Tanah Lempung**

terbentuk oleh hasil pelapukan batuan kerak, seperti granit dan batuan beku, dan dipengaruhi oleh senyawa yang secara bertahap mengalami pelapukan selama ribuan tahun. Tanah lempung mempunyai ciri memiliki ukuran butir yang halus, kadar air yang tinggi, kohesif, bersifat lunak saat basah dan mengeras saat kering.

### **2.2 Gypsum**

Gypsum tersusun dari senyawa kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dan sangat mudah diperoleh. Gypsum memiliki keuntungan yaitu aman untuk kesehatan dan lingkungan, mudah didapat, tahan terhadap api dan dapat digunakan sebagai bahan perekat yang baik.

### **2.3 Garam Dapur**

Garam berbentuk seperti kristal padat berwarna putih. Adapun penelitian ini, garam dapur yang digunakan sebagai bahan campuran karena mudah didapat dan berbentuk seperti serbuk halus sehingga mudah larut dalam air.

### **2.4 Klasifikasi Tanah**

Klasifikasi tanah memberikan informasi dan klasifikasi tanah menurut sifat fisiknya dan dapat menentukan kualitas tanah tersebut apakah tanah tersebut termasuk tanah dengan kondisi yang baik atau buruk.

#### **Klasifikasi Tanah AASHTO**

Cara penggolongan ini sudah banyak dipakai pada pekerjaan pembangunan jalan.

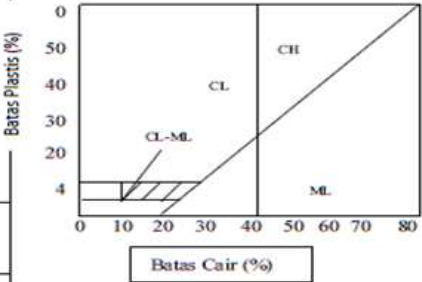
**Tabel 1. AASHTO**

Klasifikasi Umum	Material Granular (<35% lolos saringan no.200)							Tanah lanau tanah lempung (<35% lolos saringan no.200)			
	A1		A3	A2				A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi Kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
Analisa Saringan (% Lolos)											
2.00 mm (no.10)	50 maks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.425 mm (no.40)	30 maks	50 maks	51 maks	-	-	-	-	-	-	-	-
0.075 mm (no.200)	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat Fraksi Lolos											
Saringan No. 40											
Batas Cair (LL)	-	-	-	40 maks	40 maks	40 maks	40 min	40 maks	40 min	40 maks	40 min
Indeks Plastis (PI)	6 maks		Np	10 maks	10 maks	11 min	11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Indeks Kelompok (GI)	0		0	0		4 maks		8 maks	12 maks	6 maks	20 maks
Tipe Material Yang Pokok Pada Umumnya	Pecahan Batu, Kerikil dan Pasir		Pasir Halus	Kerikil Berlanau atau Berlempung dan Pasir				Tanah Berlanau		Tanah Berlempung	
Penilaian Umum Sebagai Tanah Dasar	Sangat Baik Sampai Baik							Sedang Sampai Buruk			
Keterangan: *Untuk A-7-5, PI ≤ LL-30      **Untuk A-7-6, PI > LL-30											

**Klasifikasi USCS**

Adapun Penggolongan ini berdasarkan sifat kondisi tanah dan telah banyak dipakai untuk pekerjaan geoteknik.

Tabel 2. USCS

Divisi Utama		Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi				
Tanah berbutir kasar $\geq 50\%$ butiran terhalus saringan No. 200	Kerikil $\geq 50\%$ fraksi kasar terhalus saringan No. 4	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arsis dari diagram plastisitas, maka dipakai <b>dobel simbol</b>				
		GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus					
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau					
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung					
	Pasir $\geq 50\%$ fraksi kasar lolos saringan No. 4	Pasir bersih (hanya pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arsis dari diagram plastisitas, maka dipakai <b>dobel simbol</b> $Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arsis dari diagram plastisitas, maka dipakai <b>dobel simbol</b>			
			SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus				
		Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau				
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung				
			Tanah berbutir halus $50\%$ atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan lempung batas cair $\leq 50\%$		ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung	Diagram Plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas <i>Atterberg</i> yang termasuk dalam daerah yang di arsis berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.  Garis A : $PI = 0.73 (LL-20)$
						CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" ( <i>lean clays</i> )	
OL	Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah							
Lanau dan lempung batas cair $\geq 50\%$	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis						
	CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" ( <i>fat clays</i> )						
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi						
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi		PT	Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488				

Hardiyatmo,1992

**2.5 Kekuatan Geser Tanah**

Kekuatan geser tanah memiliki 2 parameter yaitu nilai kohesi (c) dan nilai sudut geser ( $\phi$ ) dan dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\tau = c + \sigma \text{tg } \phi$$

**2.7 Daya Dukung Tanah**

Jika tanah bersifat padat, maka menggunakan perhitungan daya dukung

(Terzaghi,1943):

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

### 3. METODE PENELITIAN

Preparasi dan analisis dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Tanah lempung yang dijadikan sampel berasal dari Desa Tumbang Rungan, Kecamatan Pahandut, Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah. Sampel tanah asli tidak boleh mengubah sifat tanah. Pengambilan tanah awal ini memakai tabung dengan diameter yang ditentukan. Persentase campuran 0%, 5%, 7,5% dan 10% dan didiamkan selama 0 dan 4 hari. Adapun uji fisik tanah:

1. Pemeriksaan Kadar Air (*Water Content*) (ASTM D 2216-71)
2. Pemeriksaan Berat Volume (*Volumetric Weight*) (ASTM D 2216-71)
3. Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Gravity*) (ASTM D 854-58)
4. Pemeriksaan Batas Konsistensi Tanah (*Atterberg Limit*) (ASTM D-4318)
5. Pemeriksaan Analisa Saringan (*Sieve Analysis*) (ASTM D 422-63)
6. Pemeriksaan Hidrometer

### 4. HASIL ANALISIS & PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengujian Sifat Tanah

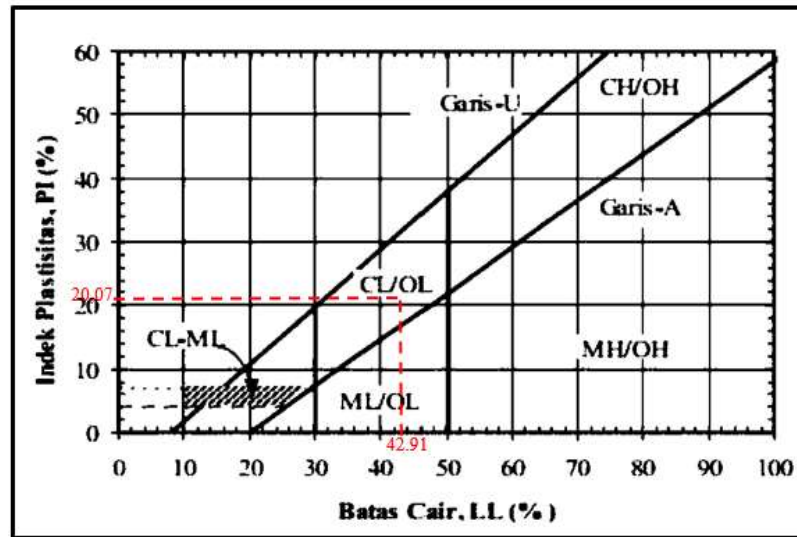
adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.** Hasil Uji Fisik

No.	Jenis Penelitian	Hasil
1	Kadar Air (%)	44,23
2	Berat Volume (g/cm <sup>3</sup> )	1,15
3	Berat Jenis	2,74
4	Batas – Batas <i>Atterberg</i>	
	a. Batas Cair (LL) (%)	42,91
	b. Batas Plastis (PL) (%)	22,84
	c. Indeks Plastisitas (PI)	20,07
	d. Batas Susut (SL) (%)	12,26
5	Analisa Ayakan	
	a. Tertahan Ayakan No.200 (%)	43,96
	b. Lolos Ayakan No.200 (%)	56,04
7	Angka Pori (e)	1,39
8	Derajat Kejenuhan (Sr)	83,80
9	Porositas (n)	0,58

#### 4.2 Sistem Klasifikasi USCS

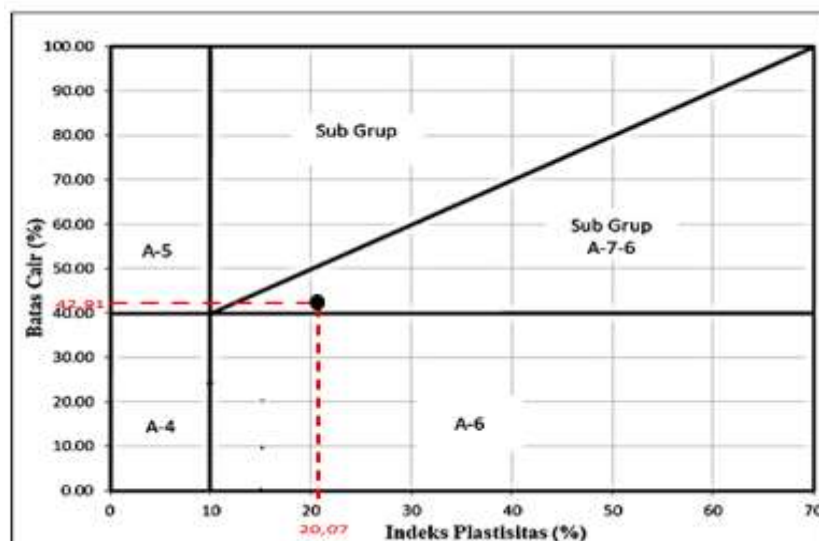
Dari hasil analisis saringan, didapat  $56,04\% > 50\%$  tanah tergolong tanah berbutir halus. Berdasarkan uji batas Atterberg, batas cairan (LL) =  $42,91\% < 50\%$ , dan indeks plastisitas (PI) =  $20,07\%$ . Adapun pada gambar 1 batas cair (LL) =  $42,91\%$  dan indeks plastisitas (PI) =  $20,07\%$  ditandai pada gambar 1 tanah termasuk dalam kelompok CL.



Gambar 1. Grafik USCS

#### 4.3 Pengelompokkan Tanah AASHTO

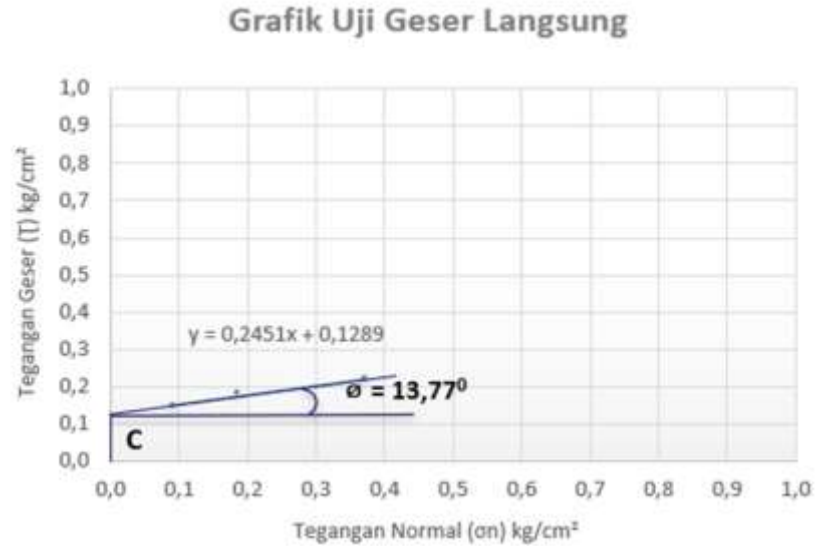
Berdasarkan hasil analisa saringan diperoleh persentase sebesar  $56,04\% > 35\%$  dan diperoleh nilai batas cair (LL) =  $42,91\%$ , indeks plastisitas (PI) =  $20,07\%$  dan GI =  $9\%$ . Tanah dikelompokkan menjadi tanah lempung dengan kondisi sedang sampai buruk dan termasuk dalam kelompok A-7-6 (9).



Gambar 2. Grafik AASHTO

**4.4 Pemeriksaan Sifat Mekanis Tanah**

Pemeriksaan mekanis menggunakan pengujian geser langsung (*direct shear test*) agar didapat nilai kohesi dan nilai sudut geser.



**Gambar 3.** Grafik *Direct Shear*

Diperoleh hasil Sudut Geser ( $\phi$ ) = 13,77° dan Kohesi (c) = 0,1289 Kg/cm<sup>2</sup>

**Tabel 4.** Sudut Geser dan Nilai Kohesi

Variasi Campuran	$(\phi)$		(c)	
	0 Hari	4 Hari	0 Hari	4 Hari
G.D. 0% + G. 0%	13,77		0,1289	
T + G.D. 2,5% + G. 2,5%	14,74	24,15	0,1250	0,1054
T + G.D. 2,5% + G. 5%	18,51	26,93	0,1171	0,0976
T + G.D. 2,5% + G. 7,5%	24,15	27,21	0,1054	0,0937

sesudah didapatkan nilai parameter diatas, maka dapat dihitung nilai kekuatan geser.

### Analisis Kekuatan Geser

$$\begin{aligned} \text{Tegangan normal } (\sigma) &= \gamma \cdot h \\ \gamma = 1.63 \text{ g/cm}^3 &= 0,00163 \text{ kg/cm}^3 \text{ ( Berat Volume Tanah)} \\ h = 0.5 \text{ m} &= 50 \text{ cm ( Kedalaman sampel tanah adalah 0,5 m)} \\ \text{Tegangan normal } (\sigma) &= \gamma \cdot h \\ \text{Tegangan normal } (\sigma) &= 0,00163 \text{ kg/cm}^3 \times 50 \text{ cm} \\ \text{Tegangan normal } (\sigma) &= 0,0815 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Kuat geser tanah } (\tau) &= 0,1289 + 0,0815 \text{ tg } (13.77^0) \\ \text{Kuat geser tanah } (\tau) &= 0,1489 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

**Tabel 5.** Tabel Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kekuatan Geser Tanah Lempung

Variasi Campuran	Kuat Geser	
	0 Hari	4 Hari
Lempung	0,1489	
Tanah Lempung + Garam Dapur (2,5%) + Gypsum (2,5%)	0,1464	0,1419
Tanah Lempung + Garam Dapur (2,5%) + Gypsum (5%)	0,1444	0,1390
Tanah Lempung + Garam Dapur (2,5%) + Gypsum (7,5%)	0,1419	0,1356



### Analisa Daya Dukung Tanah

Setelah dilakukan pengujian diatas, selanjutnya menentukan daya dukung.

**Tabel 6.** Nilai-nilai faktor kapasitas keruntuhan geser umum

$\Phi$	Keruntuhan Geser Umum		
	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0	5,7	1	0
5	7,3	1,6	0,5
10	9,6	2,7	1,2
15	12,9	4,4	2,5
20	17,7	7,4	5
25	25,1	12,7	9,7
30	37,2	22,5	19,7
34	52,6	36,5	35
35	57,8	41,4	42,4
40	95,7	81,3	100,4
45	172,3	173,3	297,5
48	258,3	287,9	780,1
50	347,6	415,1	1153,2

Berdasarkan nilai sudut geser yang diperoleh dari pengujian tersebut adalah  $(\phi) = 13,77^\circ$  dan kohesi  $(c) = 0,1289$ . Dari tabel 6, diperoleh nilai  $N_\gamma$ ,  $N_c$ ,  $N_q$ .

$$N_c = 12,0882 \quad \phi = 13,77^\circ \quad c = 0,1289 \text{ kg/cm}^2$$

$$N_q = 3,9818 \quad B = 50 \text{ cm} \quad \gamma = 0,00163 \text{ kg/cm}^3$$

$$N_\gamma = 2,1802 \quad D_F = 50 \text{ cm}$$

$$q_{ult} = (0,1289 \times 12,0882) + (50 \times 0,00163 \times 3,9818) + (0,5 \times 0,00163 \times 50 \times 2,1802)$$

$$q_{ult} = 1,9715 \text{ Kg/cm}^2$$

**Tabel 7.** Rekapitulasi Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah Lempung

Variasi Campuran	Daya Dukung Tanah ( $q_{ult}$ ) ( $kg/cm^2$ )	
	Pemeraman 0 Hari	Pemeraman 4
Tanah Lempung Asli	1,9715	
Tanah Lempung Asli + Garam Dapur (2,5%) + Gypsum (2,5%)	2,0416	3,8266
Tanah Lempung Asli + Garam Dapur (2,5%) + Gypsum (2,5%)	2,6040	4,7981
Tanah Lempung Asli + Garam Dapur (2,5%) + Gypsum (2,5%)	3,8266	4,1829

## 5. KESIMPULAN

- Menurut klasifikasi USCS, berdasarkan hasil uji ayakan, persentase yang lolos ayakan adalah no. 200 (0,075mm) adalah 56,04% > 50% dari tanah adalah tanah berbutir halus. Berdasarkan pemeriksaan Atterberg tanah di klasifikasikan sebagai tanah lempung dan termasuk golongan CL Tanah lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai sedang. Menurut pengelompokan AASHTO tanah termasuk kelompok A-7-6 (9)
- Berdasarkan hasil pengujian parameter mekanik tanah, diketahui bahwa perubahan kadar campuran dan waktu pemeraman berpengaruh terhadap kenaikan dan penurunan daya dukung dan kekuatan geser lempung. Nilai kapasitas daya dukung adalah  $q_{ult} = 4,8129 \text{ kg/cm}^2$  dengan kenaikan sebesar 144,12% dan penurunan terbesar kekuatan geser adalah  $(\tau) = 0,1356 \text{ kg/cm}^2$  sebesar 4,6556 % dari tanah asli.

## 6. SARAN

1. Untuk pengujian kedepannya memakai variasi kadar campuran dan waktu pemeraman berbeda guna mendapatkan hasil yang lebih optimal untuk jenis tanah dengan sifat fisik dan mekanik yang berbeda
2. Alat uji pada proses penelitian sebaiknya dicek terlebih dahulu nilai kalibrasinya agar data yang dihasilkan lebih akurat.
3. Pemantauan pada saat membuat sampel diperlukan dan memeriksa kondisi keadaan alat lab yang digunakan untuk penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arif Wibawa, Endang Setyawati Hisyam (2015). “*Pengaruh Penambahan Limbah Gypsum Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Lempung*”Vol 3 Nomor 2 Juli-Desember 2015, Bangka Belitung.
- Kurniawan, V., Zaika, Y., & Harimurti, H. (2014). *Pengaruh Penambahan Serbuk Gypsum Dengan Lamanya Waktu Pengeraman (Curing) Terhadap Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif Di Bojonegoro* (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Joseph E. Boules, John K. Hainim *Sifat – Sifat fisis dan geoteknis tanah*, Erlangga Jakarta 1 1993
- M. J. Smith, Ir. Elly Handayani, *Mekanika Tanah Erlangga Jakarta 1992*.
- Puspasari, Nirwana., Cahyadi, Hendra, (2015), *Stabilisasi Tanah Lempung Palangka Raya Dengan Menggunakan Garam Dapur*, Hibah Penelitian Dosen Pemula Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Tahun 2015.

Halaman ini sengaja dikosongkan