

## STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN CAMPURAN ABU AMPAS TEBU, SEMEN PORTLAND, DAN ABU TERBANG TERHADAP KUAT GESER DAN DAYA DUKUNG TANAH

Sasmi Fransisca Oktaviana<sup>1</sup>, Fatma Sarie<sup>2</sup> dan Okrobianus Hendri<sup>3</sup>  
<sup>123</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya,  
E-mail: nuahkalawa61@gmail.com<sup>1</sup>, fatmasarie@jts.upr.ac.id<sup>2</sup>, dan  
okrobianus@jts.upr.ac.id<sup>3</sup>/HP.+6281254001858<sup>1</sup>

### ABSTRAK

Tanah merupakan aspek penting dalam konstruksi yang harus sangat diperhatikan, tanah yang baik akan mendukung untuk menopang konstruksi di atasnya, sedangkan jika kondisi tanahnya kurang baik maka perlu dilakukan perbaikan atau stabilisasi pada tanah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penambahan bahan aditif seperti abu ampas tebu, semen dan *fly ash* pada proses stabilisasi tanah asli. Pada penelitian ini menggunakan metode uji geser langsung, uji kuat tekan bebas, dan daya dukung Terzaghi. Hasil pengujian sifat fisik tanah asli diperoleh nilai kadar air ( $w$ ) = 32,14%; berat isi kering ( $\gamma_d$ ) = 1,94 g/cm<sup>3</sup>; berat jenis ( $G_s$ ) = 2,50; LL = 47,00%; PL = 24,92%; PI = 22,08%; SL = 14,09%. Menurut AASHTO tanah tersebut diklasifikasikan sebagai tanah berlempung dalam kelompok A-7-6 (8) dengan jenis tanah adalah lempung. Pemeraman 7 hari menghasilkan persentase kenaikan tertinggi yaitu nilai kuat geser ( $\tau$ ) pada pengujian kuat geser langsung sebesar 35,49% dan pada pengujian kuat tekan bebas sebesar 37,41%, sedangkan pada daya dukung tanah ( $q_{ult}$ ) pada pengujian kuat geser langsung sebesar 214,97% dan pada pengujian kuat tekan bebas sebesar 37,91%.

**Kata kunci:** Abu Ampas Tebu, Tanah Lempung, Kuat Geser Tanah, Daya Dukung Tanah

### ABSTRACT

*Soil is an important aspect in construction that must be considered, good soil will support the construction above it, whereas if the soil condition is not good, it is necessary to repair or stabilize the land. This study aims to determine the addition of additives such as bagasse ash, cement and fly ash in the original soil stabilization process. In this study, using the direct shear test method, free compressive strength test, and carrying capacity of Terzaghi. The results of testing the physical properties of the original soil obtained the moisture content ( $w$ ) = 32.14%; dry bulk weight ( $\gamma_d$ ) = 1.94 g / cm<sup>3</sup>; specific gravity ( $G_s$ ) = 2.50; LL = 47.00%; PL = 24.92%; PI = 22.08%; SL = 14.09%. According to AASHTO, this soil is classified as clay soil in group A-7-6 (8) with the type of soil being clay. The 7-day curing yields the highest percentage increase, namely the value of shear strength ( $\tau$ ) in the direct shear strength test of 35.49% and the free compressive strength test of 37.41%, while the soil bearing capacity ( $q_{ult}$ ) in the direct shear strength test is equal to 214.97% and on the free compressive strength test as free as 37.91%.*

**Keywords:** Bagasse Ash, Clay Soil, Shear Strength, Bearing Capacity

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Tanah mempunyai peranan yang sangat penting sebagai pondasi pendukung dalam bidang konstruksi bangunan maupun konstruksi jalan. Pada setiap daerah memiliki sifat tanah yang berbeda-beda dan juga tidak semua tanah memiliki kekuatan yang mampu mendukung konstruksi. Hanya tanah yang memiliki stabilisasi yang baik mampu mendukung konstruksi yang besar. Berdasarkan observasi lapangan di Desa Tewang Papari, Kabupaten Katingan, Provinsi Kalimantan tengah kondisi tanah disekitar lokasi didominasi tanah lempung yang membuat konstruksi pada badan jalan menjadi retak serta konstruksi bangunan didaerah lokasi tersebut mengalami penurunan pondasi yang tidak merata yang berdampak pada kondisi lantai yang rusak oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian guna menentukan jenis dan klasifikasi tanah yang terdapat pada lokasi penelitian apakah perlu dilakukan stabilisasi atau tidak. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat tanah lempung dengan cara menstabilisasi tanah dengan menggunakan bahan tambahan seperti kapur, semen, abu terbang dan bahan lainnya. Dalam penelitian ini dilakukan stabilisasi tanah dengan menggunakan campuran abu ampas tebu, semen portland, dan abu terbang yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar meningkatnya nilai kuat geser dan daya dukung tanah lempung dalam mendukung pondasi dan struktur di atasnya.

### **Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini:

Menganalisis bagaimana pengaruh penambahan abu ampas tebu, semen portland dan abu terbang (*fly ash*) terhadap kuat geser tanah dan daya dukung tanah lempung dengan waktu pemeraman 1 hari dan 7 hari.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Tanah lempung**

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan. Dalam keadaan kering tanah lempung sangatlah keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan, sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi, tanah lempung akan bersifat lengket (*kohesif*) dan sangat lunak (Terzaghi dan Peck, 1987).

### **Abu Ampas Tebu**

Abu ampas tebu adalah sisa pembakaran dari ampas tebu sehingga sering juga disebut sebagai limbah sisa proses pembakaran. Salah satu fungsi dari abu ampas tebu adalah sebagai *filler*. Fungsi dari *filler* adalah sebagai bahan pengisi rongga-rongga antar agregat (kasar) yang diharapkan dapat meningkatkan kerapatan dan memperkecil permeabilitas dari campuran. Di samping ukurannya yang harus relatif halus, bahan *filler* harus memiliki sifat-sifat tertentu seperti bersifat sementasi jika terkena air dan memiliki daya rekat yang tinggi dengan agregat lainnya (Mutohar, 2002).

### **Semen Portland**

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghasilkan klinker terutama dari silikat kalsium yang bersifat hidrolisis (dapat mengeras jika bereaksi dengan air) dengan gips sebagai bahan tambahan. Fungsi semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat.

### ***Fly Ash***

*Fly ash* yang disebut juga sebagai abu terbang, adalah limbah hasil pembakaran batu bara pada *furnace* (tungku pembakaran) pada PLTU yang berbentuk partikel halus dan bersifat *pozzolan*, karena bahan penyusun utamanya adalah silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ), alumunium ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dan Ferrum oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Oksida-oksida tersebut dapat bereaksi dengan kapur bebas yang dilepaskan semen ketika bereaksi dengan air.

### **Uji Kuat Geser Langsung**

Menurut teori Mohr (1910) kondisi keruntuhan suatu bahan terjadi akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser. Pengujian Kuat geser langsung merupakan salah satu pengujian tertua dan sangat sederhana untuk menentukan parameter kuat geser tanah (*shear strength soil*), yaitu kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ). Dalam percobaan ini dapat dilakukan pengukuran secara langsung dan cepat, untuk menentukan nilai kekuatan geser tanah dengan kondisi tanpa pengaliran (*undrained*) atau dalam konsep tegangan total (*total stress*).

### **Uji Kuat Tekan Bebas**

Kuat tekan bebas merupakan pengujian yang umum dilaksanakan dan dipakai dalam proses penyelidikan sifat – sifat stabilisasi tanah. Disamping pelaksanaannya yang praktis, sampel yang dibutuhkan juga tidak banyak. Metode ini dimaksudkan sebagai acuan dalam melakukan pengujian kuat tekan bebas tanah kohesif, dengan tujuan untuk memperoleh nilai kuat tekan bebas tanah, uji kuat tekan ini mengukur seberapa kuat tanah menerima kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya, juga mengukur regangan tanah akibat tekan tersebut (Hardiyatmo, 2007). Sifat berkurangnya kekurangan tanah akibat adanya kerusakan struktural tanah tersebut disebut kesensitifan (*sensitivity*). Pada pengujian ini, sampel tanah berbentuk silinder dan dibiarkan bebas sampai tercapai harga beban maksimum. Maka akan diperoleh besarnya tekanan aksial yang diperlukan untuk menekan suatu silinder tanah sampai tanah 20% keruntuhan.

### **Daya Dukung Tanah Analisa Terzaghi**

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk mendukung beban baik dari segi struktur pondasi maupun bangunan di atasnya tanpa terjadi keruntuhan geser dan penurunan berlebihan (Najoan, 2002). Daya dukung batas (*ultimate bearing capacity*) adalah daya dukung terbesar dari tanah, daya dukung ini merupakan kemampuan tanah untuk mendukung beban dengan asumsi tanah mulai mengalami

keruntuhan (Terzaghi dan Peck, 1987). 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. Cara perhitungan daya dukung tanah ( $q_u$ ) dapat dihitung dengan menggunakan rumus keruntuhan geser umum pondasi menerus berikut ini :

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

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan sampel tanah yang berasal dari Desa Tewang Papari, Kabupaten Katingan, Provinsi Kalimantan Tengah. Studi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

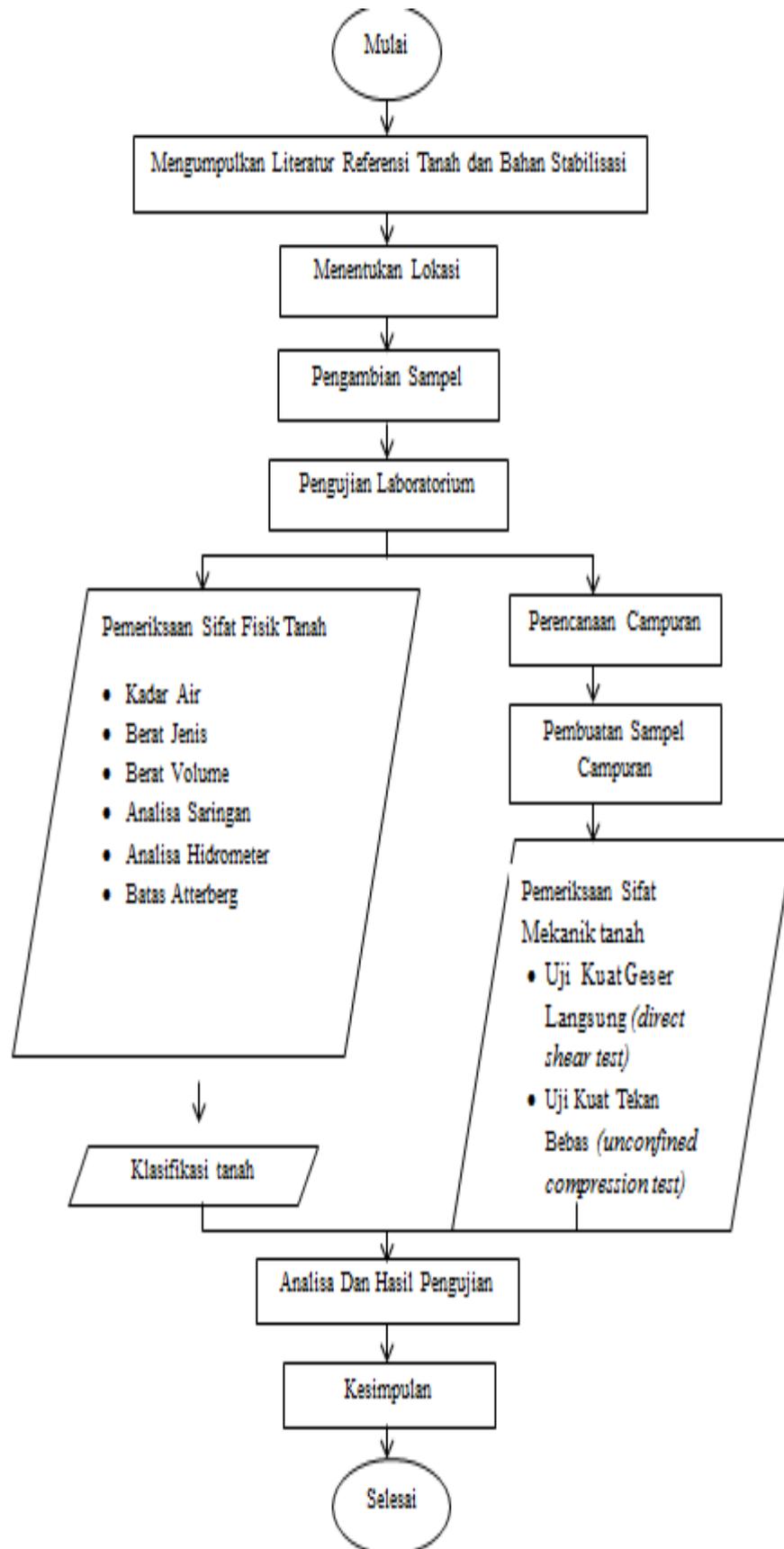
### Metode Pengambilan Data

Pada penelitian ini pengambilan sampel tanah lempung didapatkan dari Desa Tewang Papari, Kabupaten Katingan, Provinsi Kalimantan Tengah. Sampel tanah yang diambil yaitu sampel tanah asli (*undisturbed*) yaitu tanah yang tidak mengalami perubahan sifat mekaniknya.

### Perencanaan Campuran

Metode pencampuran tanah asli:

1. Sampel tanah tak terganggu dari dalam tabung sampel diambil menggunakan alat sampel extunder dan dicetak menggunakan cincin (cetakan) benda uji lalu dicampur dengan semen dan *fly ash* dengan ketetapan kadar campuran 10% dan 15% sedangkan untuk abu ampas tebu menggunakan kadar campuran 5%, 10%, dan 15% dari berat tanah.
2. Lalu dilakukan pemeraman selama 1 dan 7 hari untuk pengujian uji geser langsung dan uji kuat tekan bebas.
3. Setelah didapat data hasil uji geser langsung dan uji kuat tekan bebas, lalu dilakukan analisis data dan pengolahan data untuk mendapatkan nilai kuat geser tanah dan daya dukung tanah lempung.



**Gambar 1.** Bagan Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai karakteristik tanah, yang meliputi sifat fisik dan mekaniknya.

### Hasil Pengujian Sifat-Sifat Fisik Tanah

**Tabel 1.** Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah

No	Pengujian	Nilai
1	Kadar Air (%)	32,14
2	Berat Volume (g/cm <sup>3</sup> )	1,94
	Derajat Kejenuhan (S) (%)	8,56
	Porositas	0,39
3	Berat Jenis	2,50
	Analisa Saringan	
	a. Persentase Berat Tertahan No. 12 (1,68 mm) (%)	1,035
	Persentase Berat Tertahan No. 16 (1,18 mm) (%)	1,98
	Persentase Berat Tertahan No. 20 (0,85 mm) (%)	2,8
	Persentase Berat Tertahan No. 30 (0,59 mm) (%)	3,955
	Persentase Berat Tertahan No. 40 (0,42 mm) (%)	8,04
	Persentase Berat Tertahan No. 50 (0,30 mm) (%)	7,63
	Persentase Berat Tertahan No. 60 (0,25 mm) (%)	6,79
	Persentase Berat Tertahan No. 100 (0,15 mm) (%)	9,87
4	Persentase Berat Tertahan No. 200 (0,074 mm) (%)	7,51
	b. Persentase Lolos No. No. 12 (1,68 mm) (%)	98,965
	Persentase Lolos No. 16 (1,18 mm) (%)	98,985
	Persentase Lolos No. 20 (0,85 mm) (%)	94,185
	Persentase Lolos No. 30 (0,59 mm) (%)	90,23
	Persentase Lolos No. 40 (0,42 mm) (%)	82,19
	Persentase Lolos No. 50 (0,30 mm) (%)	74,56
	Persentase Lolos No. 60 (0,25 mm) (%)	67,77
	Persentase Lolos No. 100 (0,15 mm) (%)	57,90
	Persentase Lolos No. 200 (0,074 mm) (%)	50,39
5	Analisis Hidrometer	41,12
	Analisa Batas-batas Atterberg	
6	a. Batas Cair (LL) (%)	47,00
	b. Batas Plastis (PL) (%)	24,92
	c. Batas Susut (SL) (%)	14,09
	d. Indeks Plastisitas (PI) = LL-PL (%)	22,08

Dari sistem klasifikasi tanah menurut AAHSTO tanah tersebut masuk dalam kelompok A-7-6 (8), yaitu tanah jenis berlempung. Kelompok A-7-6 (8) adalah dengan jenis tanah adalah lempung.

**Hasil Pengujian Sifat-Sifat Mekanik Tanah**

Pemeriksaan sifat mekanik terdiri dari dua pengujian, yaitu uji kuat geser langsung (*direct shear test*) dan uji kuat tekan bebas (*unconfined compression test*). Untuk mendapatkan nilai kuat geser tanah ( $\tau$ ) dan daya dukung tanah lempung.

**Kuat Geser Tanah ( $\tau$ )**

**Pengujian Uji Geser Langsung**

dilakukan untuk mendapatkan nilai kohesi tanah ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) sehingga dapat menghitung kuat geser tanah ( $\tau$ ) dengan rumus ( $\tau = c + \sigma \tan \phi$ ).

**Tabel 2.** Rekapitulasi Pegujian Kuat Geser Langsung 1 hari dan 7 hari

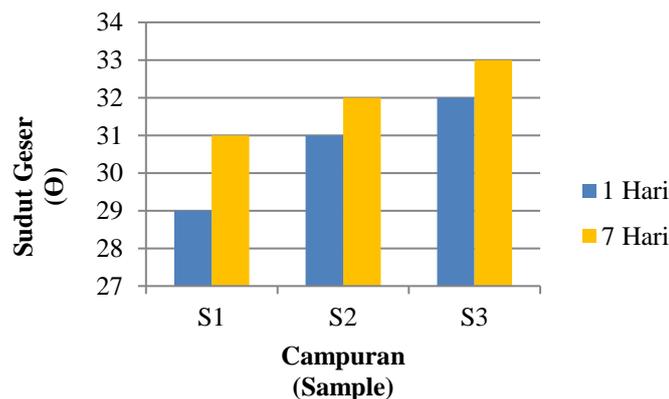
Masa Pemerama n (hari)	Kohesi Tanah (c) (kg/cm <sup>2</sup> )			Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ) <sup>o</sup>			Tegangan Normal ( $\sigma$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )			Kuat Geser Tanah ( $\tau$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
	<b>1</b>	0,18	0,19	0,22	29	31	32	0,19	0,19	0,19	0,29	0,31
	5	5	0				4	4	4	3	2	1
<b>7</b>	0,19	0,20	0,23	31	32	33	0,19	0,19	0,19	0,30	0,32	0,35
	0	0	0				4	4	4	7	1	5

Keterangan variasi campuran :

S1= 5% abu ampas tebu+10% semen portland+15% abu terbang

S2= 10% abu ampas tebu +10% semen Portland+15% abu terbang

S3= 15% abu ampas tebu+10% semen Portland+15% abu terbang



**Gambar 2.** Diagram Perbandingan Uji Kuat Geser Langsung Pada Masa Pemeraman 1 Hari Dan 7 Hari

### Uji Kuat Tekan Bebas

Merupakan cara yang dilakukan di Laboratorium untuk mengukur seberapa kuat tanah menerima kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya juga mengukur regangan tanah akibat tekanan tersebut

$$qu = \sigma_{maks} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$cu = \frac{1}{2} \times qu \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

**Tabel 3.** Rekapitulasi Pegujian Kuat Tekan Bebas 1 hari dan 7 hari

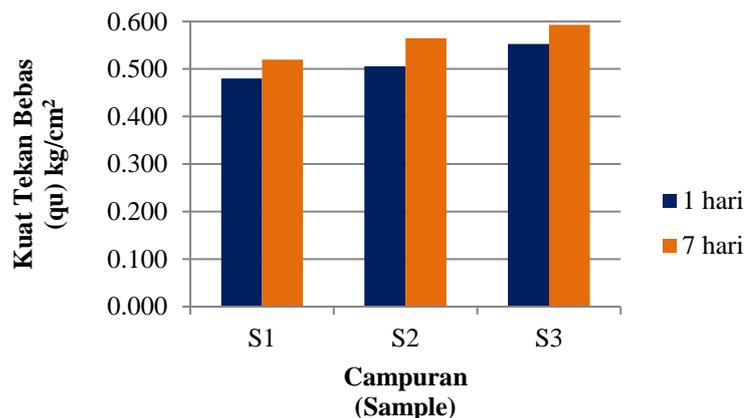
Masa Pemeraman (hari)	Kuat Tekan Bebas (qu) kg/cm <sup>2</sup>			Kuat Geser (cu) kg/cm <sup>2</sup>		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3
1	0,480	0,506	0,553	0,240	0,253	0,277
7	0,520	0,565	0,593	0,260	0,283	0,297

Keterangan variasi campuran :

S1= 5% abu ampas tebu+10% semen portland+15% abu terbang

S2= 10% abu ampas tebu +10% semen portland+15% abu terbang

S3= 15% abu ampas tebu+10% semen portland+15% abu terbang



**Gambar 3.** Diagram Perbandingan Uji Kuat Geser Langsung Pada Masa Pemeraman 1 Hari Dan 7 Hari

### Daya Dukung Tanah ( $q_{ult}$ )

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk mendukung beban baik dari segi struktur pondasi maupun bangunan di atasnya tanpa terjadi keruntuhan geser.

Perhitungan Daya Dukung Tanah Menurut *Terzaghi (1943)*

### Uji Geser Langsung

Setelah pengujian kuat geser langsung selesai, maka selanjutnya dicari daya dukung tanah tersebut. Cara perhitungan daya dukung tanah ( $qu$ ) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

**Tabel 4. Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah Berdasarkan Uji Geser Langsung**

<b>Lama Pemeraman (hari)</b>	<b>Daya Dukung Tanah Lempung</b>					
	<b>Daya Dukung Tanah (<math>q_{ult}</math>) (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>Daya Dukung Ijin (<math>q_{ijin}</math>) (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3
1	11,78	14,98	17,83	3,98	4,99	5,94
7	14,78	16,95	20,41	4,93	5,69	6,80

**Uji Kuat Tekan Bebas**

Pada tabel 3 telah di dapat hasil dari perhitungan kuat tekan bebas dari masing-masing sampel pengujian. Kemudian selanjutnya dicari daya dukung ijin tanah dengan rumus sebagai berikut :  $q_{ijin} = (\frac{1}{SF}) \times q_{ult}$ .

**Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah Berdasarkan Uji Kuat Tekan Bebas 1 Hari Dan 7 Hari**

<b>Masa Pemeraman (hari)</b>	<b>Kuat Tekan Bebas (qu) (kg/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>Kuat Geser (cu) (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3
1	0,480	0,506	0,553	0,240	0,253	0,277
7	0,520	0,565	0,593	0,260	0,283	0,297

**Tabel 6. Kenaikan Maksimum Kuat Geser Dan Daya Dukung Tanah (%)**

	<b>Kuat Geser Tanah (<math>\tau</math>)</b>		<b>Daya Dukung Tanah (<math>q_{ult}</math>)</b>	
	<b>Uji Kuat Geser Langsung</b>	<b>Kuat Tekan Bebas</b>	<b>Uji Kuat Geser Langsung</b>	<b>Kuat Tekan Bebas</b>
Tanah asli	0,262	0,430	6,480	0,430
Maksimum	0,355	0,593	20,41	0,593
Kenaikan %	35,49 %	37,91 %	214,97 %	37,91 %

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

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

1. Hasil pengujian sifat-sifat fisik tanah asli didapat nilai, kadar air ( $w$ )= 32,14%; Berat isi ( $\gamma$ ) = 1,94 gr/cm<sup>3</sup>; Berat jenis ( $G_s$ ) = 2,50; LL = 47,00%; PL= 24,92%; PI= 22,08%; SL = 14,09%; Analisis saringan persentase lolos saringan No.200 = 50,39% dan nilai GI=8%. Dari sistem klasifikasi tanah menurut AAHSTO tanah tersebut diklasifikasikan sebagai tanah berlempung dalam kelompok A-7-6 (8).
2. Nilai kuat geser tanah ( $\tau$ ) terbesar pada uji kuat geser langsung  $S_3=0,355$  kg/cm<sup>2</sup> dengan lama masa pemeraman 7 hari sedangkan pada pengujian kuat tekan bebas nilai kuat geser tanah ( $\tau$ ) terbesar yaitu  $S_3= 0,593$  kg/cm<sup>2</sup> dengan lama masa pemeraman 7 hari. Dengan meningkatnya nilai kuat geser ( $\tau$ ) tersebut, berarti pula bahwa kualitas geser tanah menjadi semakin baik sebab sudut keruntuhan tanah akibat beban horizontal semakin besar.
3. Nilai daya dukung tanah ( $q_{ult}$ ) terbesar pada pengujian kuat geser langsung  $S_3=20,41$  kg/cm<sup>2</sup> dengan lama masa pemeraman 7 hari sedangkan pada pengujian kuat tekan bebas nilai daya dukung tanah ( $q_{ult}$ ) terbesar yaitu  $S_3=0,593$  kg/cm<sup>2</sup> dengan lama masa pemeraman 7 hari. Semakin besarnya nilai daya dukung tanah ( $q_{ult}$ ) maka penurunan pada tanah akan semakin kecil.
4. Dari hasil pengujian kuat tekan bebas dan kuat geser langsung yang dilakukan di laboratorium dapat dilihat kenaikan nilai kuat geser ( $\tau$ ) tanah dan daya dukung tanah pada setiap variasi waktu pemeraman yaitu 1 hari dan 7 hari. semakin lama waktu pemeraman semakin besar kenaikan nilai  $\tau$  dan  $q_{ult}$ . Pemeraman 7 hari menghasilkan persentase kenaikan tertinggi yaitu nilai kuat geser ( $\tau$ ) pada pengujian kuat geser langsung sebesar 35,49% dan pada pengujian kuat tekan bebas sebesar 37,41%, sedangkan pada daya dukung tanah ( $q_{ult}$ ) pada pengujian kuat geser langsung sebesar 214,97 % dan pada pengujian kuat tekan bebas sebesar 37,91%.

### **Saran**

Untuk menindak lanjuti penelitian ini kiranya perlu dilakukan beberapa koreksi agar penelitian ini selanjutnya lebih baik lagi. Adapun saran-saran untuk penelitian selanjutnya antara lain dapat dipertimbangkan mengenai alternatif bahan campuran untuk tanah lempung yang lebih inovatif, sehingga dihasilkan kepadatan dan daya dukung tanah yang baik dan akan lebih baik lagi jika dapat diterapkan dalam pekerjaan dilapangan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

1. Adha, Idharmahadi. 2011, Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Pada Metode Stabilisasi Tanah Semen. Universitas Lampung, Lampung.
2. Arief Ubaidillah. 2016, Studi Daya Dukung Tanah Lempung Lunak Yang Distabilisasi Menggunakan Campuran Abu Ampas Tebu Dan Matos. Lampung.
3. Bowles, J.E. 1984, Sifat - Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah), (Alih Bahasa Hainim, J.K., 1991) Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta.
4. Collin. 1973, Pengertian Tanah Lempung
5. Dwitiyono, M. 2020, Pengaruh Pencampuran Fly Ash Terhadap Nilai Daya Dukung Tanah Dasar Didesa Mintin Kabupaten Pulang Pisau. Universitas Palangka Raya, Palangka Raya.
6. Husnah, dkk. 2019, Stabilisasi Tanah Lempung dengan Campura Semen dan Fly Ash. Universitas Abdurrah, Pekanbaru.
7. Midina, Destari. 2019, Perubahan Nilai California Bearing Ratio (CBR) Unsoaked Pada Tanah Lempung dengan Penambahan Fly Ash dan Renolith. Universitas Sriwijaya, Palembang.
8. Melisa Haras, Turangan A. E., Roski R.I. Legrans. 2017, Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung.
9. N. Ari Budiman. 2013, Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Sifat Fisik Dan Sifat Mekanik Tanah Lempung Ekspansif. Denpasar.
10. Puri, D.T.R. 2012, Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung yang Distabilisasi Dengan Kapur, Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
11. Saleh, A.R. 2017, Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Dengan Abu Sekam Padi (RHA) dan Kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) Dikampung Kota Tarakan. Universitas Borneo Tarakan. Tarakan.
12. Soehardi, Fadrizal P dkk. 2017, Stabilisasi Tanah dengan Variasi Penambahan Kapur dan Waktu Pemeraman. Universitas Lancang Kuning. Riau.
13. Terzaghi, K. and Peck, R.B. 1967, Mekanika Tanah dalam Rekayasa Geoteknik, (Alih Bahasa Witjaksono, B. dan Krisna, B.R., 1993), Erlangga, Jakarta.