

# **PENGARUH PENAMBAHAN ABU TANDAN KELAPA SAWIT DAN SEMEN TERHADAP KUAT GESER TANAH GAMBUT**

**Ayu Diah Sepdayanti<sup>(1)</sup>, Fatma Sarie<sup>(2)</sup>, Suradji Gandi<sup>(3)</sup>**

Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangka Raya

Email: [ayudiahsepdayanti@gmail.com](mailto:ayudiahsepdayanti@gmail.com), [fatmasarie@jts.upr.ac.id](mailto:fatmasarie@jts.upr.ac.id), dan [suradjigandi\\_ir@jts.upr.ac.id](mailto:suradjigandi_ir@jts.upr.ac.id)

## **ABSTRAK**

*Tanah gambut memiliki karakteristik kandungan air yang cukup tinggi, angka pori yang besar, adanya serat-serat dan kuat geser yang rendah. Maka salah satu cara mengatasi masalah ini perlu dilakukan perbaikan dengan cara stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah gambut antara lain dengan mencoba menambahkan bahan campuran abu tandan kelapa sawit dan semen. Jenis tanah yang digunakan untuk penelitian ini adalah tanah gambut yang diambil dari Jalan Sampit-Samuda Km 13. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penambahan masing-masing 2,5%, 5% dan 7,5% untuk penambahan abu tanda kelapa sawit dan semen pada tanah gambut yang diperam selama 3 hari terhadap nilai kuat geser. Pada penelitian ini dilakukan beberapa pengujian yaitu pengujian sifat fisik tanah asli dan pengujian uji geser langsung (Direct Shear Test). Hasil pengujian sifat fisik tanah gambut yang berasal dari Jalan Sampit-Samuda Km 13, menurut ASTM dapat diklasifikasikan sebagai tanah gambut dengan kadar abu tinggi (high ash peat) berkisar >15%, dengan kadar air sebesar 202,64% dan mengandung kadar serat diantara 33% - 67% dan menurut klasifikasi MacFarlane dan Radforth termasuk kedalam fibrouse peat karena kandungan seratnya >20%. Pada pengujian uji geser langsung tanah asli di dapat nilai kuat geser ( $\tau$ ) sebesar 0,1014 kg/cm<sup>2</sup>, peningkatan maksimum terjadi pada persentase penambahan abu tandan kelapa sawit 7,5% dan semen 7,5% dengan pemeraman selama 3 hari sebesar 0,0888 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu pemeraman maupun persentase penambahan abu tandan kelapa sawit dan semen yang diberikan mempengaruhi nilai kuat geser.*

**Kata Kunci:** Tanah Gambut, Abu Tandan Kelapa Sawit, Semen, Uji Geser Langsung, Kuat Geser

## **THE EFFECT OF THE ADDITION OF PALM OIL FRUIT ASH AND CEMENT ON THE STRENGTH OF PEAT SOIL**

### **ABSTRACT**

*Peat soil has characteristics fairly highwater content, large void ratio, the presence of fibers and low shear strength. So one way to overcome this problem needs to be improved by means of soil stabilization. Stabilization of peat soil, among others, by trying add mixture of palm oil bunch ash and cement. The type of soil used in this study peat soil taken from Jalan Sampit-Samuda Km 13. The purpose of this study to analyze effect of adding 2,5%, 5% and 7,5% respectively the addition of oil palm sign ash and cement on peat soil cured for 3 days*

*to value of shear strength. In this study, several tests carried out, namely testing the physical properties of the original soil and testing the direct shear test. The results of testing the physical properties of peat soil originating from Jalan Sampit-Samuda Km 13, according to ASTM be classified as peat soil a high ash content (high ash peat) ranging from >15%, with moisture content of 202.64% and containing fiber content between 33% - 67% and according the classification of MacFarlane and Radforth included fibrouse peat because the fiber content >20%. In the direct shear test, the original soil obtained a shear strength value ( $\tau$ ) 0,1014 kg/cm<sup>2</sup>, the maximum increase occurred in percentage addition of 7,5% oil palm bunch ash and 7.5% cement with curing for 3 days of 0,0888 kg/cm<sup>2</sup>. The results showed that the curing time and percentage of addition palm oil bunch ash and cement that were given affected the shear strength value.*

**Keywords:** Peat Soil, Palm Oil Bunch Ash, Cement, Direct Shear Test, Shear Strength

## 1. PENDAHULUAN

Tanah gambut mempunyai karakteristik yang sangat merugikan konstruksi yang di bangun diatasnya, dari sifat fisiknya mempunyai kadar organik tinggi, kadar air tinggi, dan mengandung serat sehingga mempunyai sifat plastis yang kecil sedangkan dari sifat mekanis tanah gambut memiliki sifat pemampatan (kompresibilitas) tinggi dan daya dukung rendah akibat pemampatan pada tanah gambut sangat besar.

Untuk itu perlu dilakukan perbaikan terhadap sifat-sifat tanah yang kurang baik, salah satunya yaitu dengan cara stabilisasi. Stabilisasi tanah adalah suatu metode yang digunakan untuk memodifikasi sifat tanah untuk memperbaiki kinerja tekniknya. Ada beberapa metode stabilisasi tanah salah satunya metode imiawi yaitu dengan menambahkan bahan campuran yang dapat bereaksi terhadap tanah gambut.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan campuran abu tandan kelapa sawit dan semen dengan menggunakan beberapa tes di laboratorium untuk meningkatkan kuat geser pada tanah gambut.

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah gambut yang berasal dari daerah Jalan Sampit-Samuda km 13 STA 13+200, Kecamatan Mentawa Baru

Ketapang, Kabupaten Kotawaringin Timur, Kalimantan Tengah.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanah Gambut

Gambut diartikan sebagai material atau bahan organik yang tertimbun secara alami dalam keadaan berlebih, bersifat tidak mampat dan tidak atau hanya sedikit mengalami perombakan. Dalam pengertian ini, tidak berarti bahwa setiap timbunan bahan organik yang basah adalah gambut (Noor, 2001). Menurut Terzaghi dan Peck (1967) gambut adalah agregat agak berserat yang berasal dari serpihan makroskopik dan mikroskopik tumbuh-tumbuhan. Menurut ASTM, tanah gambut adalah bahan organik yang berasal dari proses geologi tumbuhan yang telah mati. Tanah gambut memiliki sifat umum yaitu kadar air yang tinggi, kemampatan tinggi dan daya dukung rendah.

### 2.2 Klasifikasi Tanah Gambut

Dalam klasifikasi tanah gambut, ada beberapa jenis klasifikasi yang umum digunakan seperti:

- a. Klasifikasi tanah gambut sebagai panduan digunakan klasifikasi menurut ASTM D 4427 (2002) yang dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Klasifikasi tanah gambut menurut ASTM D 4427 (2002)

No	Klasifikasi	Batasan
A	Kadar Abu	
1.	<i>Low Ash</i>	<5%
2.	<i>Medium Ash</i>	<5% - 15%
3.	<i>High Ash</i>	>15%
B	Kadar Serat	
1.	<i>Fabric</i>	>67%
2.	<i>Hemic</i>	<33% - 67%
3.	<i>Saptic</i>	>33%
C	Daya Serap Terhadap Air	
1.	Kecil	<300%
2.	Sedang	300%-800%
3.	Tinggi	800%-1500%
4.	Ekstrim	>1500%

Sumber: ASTM D4427 (2002)

b. Klasifikasi tanah gambut menurut Mac. Farlane dan Radforth

MacFarlane dan Radforth (1965), membedakan tanah gambut menjadi 2 (dua) kelompok menurut serat yang terkandung yaitu:

- Kandungan serat > 20% dinamakan *Fibrous Peat* (Gambut Berserat)
- Kandungan serat < 20% dinamakan *Amorphous Granular Peat* (Gambut Tidak Berserat).

### 2.3 Sifat Fisik Tanah Gambut

Tanah gambut memiliki sifat atau karakteristik yang sangat berbeda dibandingkan dengan jenis-jenis tanah lainnya. Karakteristik atau sifat fisik tanah yang penting untuk dipelajari adalah kadar air, berat volume tanah, angka pori, berat jenis tanah, kadar serat dan kadar abu.

### 2.3 Stabilisasi

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk meningkatkan stabilitas dan kapasitas daya dukung tanah. Menurut Bowles (1984) apabila tanah yang terdapat di lapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, atau apabila mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, permeabilitas yang terlalu tinggi, atau sifat lain yang tidak diinginkan sehingga tidak sesuai untuk suatu proyek pembangunan, maka tanah tersebut harus

di stabilisasikan. Stabilisasi tanah dapat terdiri dari salah satu tindakan yaitu:

- a. Meningkatkan kerapatan tanah.
- b. Menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan/atau tahanan gesek yang timbul.
- c. Menambah bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan/atau fisis pada tanah.
- d. Menurunkan muka air tanah (drainase tanah).
- e. Mengganti tanah yang buruk.

### 2.4 Abu Tandan Kelapa Sawit

Kalimantan Tengah merupakan salah satu provinsi yang memiliki banyak perkebunan kelapa sawit. Perkebunan kelapa sawit menghasilkan limbah padat seperti serat, cangkang, dan tandan kosong. Pada penelitian ini menggunakan tandan kosong yang di jadikan abu, dengan cara dibakar tanpa pengontrol suhu sampai tandan kosong tersebut menjadi abu. Abu tersebut mengandung zat kapur (CaO) dan senyawa silika yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan stabilisasi (Hasan Yudhistira, 2015).

### 2.4 Semen

Semen merupakan bahan stabilisasi yang baik mengingat bahwa kemampuan mengeras dan mengikat partikel sangat bermanfaat bagi usaha mendapatkan suatu masa tanah yang kokoh dan tahan terhadap deformasi. Semen di kelompokkan ke dalam dua jenis yaitu semen hidrolis dan semen non-hidrolis. Semen hidrolis adalah suatu bahan pengikat yang mengeras jika bereaksi dengan air serta menghasilkan produk yang tahan air. Contohnya seperti semen *portland*, semen putih, dan sebagainya, sedangkan semen non-hidrolis adalah semen yang tidak dapat stabil dalam air. Dalam penelitian ini semen yang di pakai adalah semen portland tipe I yang dibeli di toko bangunan.

### 2.5 Kuat Geser Tanah

Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisis-analisis kapasitas dukung

tanah, stabilitas lereng dan gaya dorong pada dinding penahan tanah. Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Parameter kuat geser tanah ditentukan oleh besarnya kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ). Kohesi diartikan sebagai gaya tarik antar partikel-partikel tanah yang membuat adanya ikatan di dalam tanah. Kekuatan geser tanah dapat dilihat pada Persamaan 1 berikut.

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \phi \quad (1)$$

dengan  $\tau$  = kuat geser tanah ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ),  $c$  = kohesi ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ),  $\sigma$  = tegangan normal ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ),  $\phi$  = sudut geser dalam.

Ara, dkk (2021) meneliti mengenai Perbandingan Penggunaan Abu Sekam Padi, Serbuk Batu Bata, dan Pasir Sirkon Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung dengan hasil di dapat penambahan abu sekam padi memiliki persentasi nilai daya dukung tanah paling tinggi diantara campuran yang lain.

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Pekerjaan Lapangan

Sampel tanah yang akan digunakan untuk penelitian ini merupakan sampel tanah terganggu (*disturbed soil*) untuk pengujian sifat fisik tanah dan tanah tidak terganggu (*undisturbed soil*) untuk pengujian kadar air dan kuat geser langsung yaitu sampel tanah gambut dari daerah Jalan Sampit-Samura km 13 STA 13+200, Kecamatan Mentawa Baru Ketapang, Kabupaten Kotawaringin Timur, Kalimantan Tengah.

#### 3.2 Penelitian di Laboratorium

Penelitian yang dilaksanakan di laboratorium adalah untuk mengetahui sifat-sifat tanah seperti sifat fisik dan sifat mekanik dari tanah. Penelitian ini juga mencari parameter-parameter dari tanah yang nantinya akan digunakan untuk menentukan besarnya kuat geser pada tanah tersebut. Penelitian yang nantinya akan diuji adalah:

#### a. Pengujian Kadar Air

Pengujian ini dilakukan untuk memeriksa kadar air yang ada pada contoh tanah. Metode yang digunakan dalam pengujian kadar air ini diambil dari standar ASTM, yaitu ASTM D-2216-71.

#### b. Pengujian Berat Volume Tanah

Pengujian ini dilakukan untuk memeriksa berat volume tanah yang ada pada contoh tanah. Berat volume tanah ini perbandingan berat tanah total termasuk air yang terkandung didalamnya dengan volume tanah total. Metode yang digunakan dalam pengujian kadar air ini diambil dari standar ASTM, yaitu ASTM 2216-71.

#### c. Pengujian Berat Jenis Tanah

Pengujian ini dilakukan untuk memeriksa berat jenis tanah yang ada pada contoh tanah. Metode yang digunakan dalam pengujian ini diambil dari standar ASTM, yaitu ASTM D-854-58.

#### d. Pengujian Analisa Saringan

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui ukuran butir dan susunan butir (gradasi) tanah yang tertahan saringan No. 200. Metode yang digunakan dalam pengujian ini diambil dari standar ASTM D-422-63.

#### e. Pengujian Kadar Serat (*Fiber Content*)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar serat yang terkandung pada tanah gambut. Metode yang digunakan dalam pengujian kadar air ini diambil dari standar ASTM, yaitu ASTM D1997-91.

#### f. Pengujian Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Pengujian geser langsung bertujuan untuk menentukan kohesi ( $c$ ) dan sudut geser tanah ( $\phi$ ). Adapun prosedur pengujian ini dilakukan dengan menempatkan contoh tanah ke dalam kotak geser. Contoh tanah diletakkan dalam kotak tersebut, sebuah blok pembebanan, termasuk batu-batu berpori, diletakkan diatas contoh tanah.

Sebuah beban P dikerjakan, kedua kotak ini akan menjadi sedikit terpisah. Tegangan normal pada benda uji diberikan dari atas kotak geser. Tiap sampel diambil 3 kali pengujian kuat geser langsung dengan berbeda beban untuk mendapatkan sudut geser yang teliti.

Adapun parameter yang dihasilkan dari uji geser langsung adalah:

1. Kohesi (c)
2. Sudut geser dalam ( $\phi$ )

### 3.3 Perencanaan Campuran

Campuran yang dilakukan pada penelitian ini dengan metode coba – coba yaitu dengan cara tanah gambut yang dicampur dengan komposisi sebagai berikut:

**Tabel 2** Komposisi campuran

Tanah Asli	Abu Tandan Kelapa Sawit	Semen	Total Tanah Asli + Campuran	Waktu Pemeraman
%	%	%	%	
100%	0	0	100%	0 Hari
95%	2,5%	2,5%	100%	3 Hari
90%	5%	5%	100%	
85%	7,5%	7,5%	100%	

Sumber: Penelitian (2021)

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

Berikut disajikan hasil-hasil pengujian sifat fisik tanah gambut di laboratorium seperti tersajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3** Hasil pemeriksaan sifat fisik pada tanah gambut

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil
1.	Kadar air (%) (w)	202,64
2.	Berat volume	
	- Berat volume tanah ( $\text{g/cm}^3$ ) ( $\gamma_d$ )	0,41
	- Angka pori (e)	2,70
	- Derajat kejenuhan (%) (Sr)	116,27
	- Porositas (%) (n)	0,73
3.	Berat jenis	1,45
4.	Analisa saringan No. 200 (%)	75,60
5.	Kadar serat (%)	56,16
6.	Kadar abu (%)	37,56

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2021)

### 4.2 Hasil Klasifikasi Tanah

Tanah gambut menurut ASTM diklasifikasikan berdasarkan kadar serat, kadar abu dan kemampuan menyerap air.

**Tabel 4** Klasifikasi gambut di Jalan Sampit-Samuda km 13 menurut ASTM

No.	Klasifikasi	Batasan	Hasil
A	Kadar Abu		
1.	<i>Low Ash</i>	< 5%	
2.	<i>Medium Ash</i>	< 5% - 15%	
3.	<i>High Ash</i>	> 15%	37,56%
B	Kadar Serat		
1.	<i>Fabric</i>	> 67%	
2.	<i>Hemic</i>	<33% - 67%	56,16%
3.	<i>Saptic</i>	>33%	
C	Daya Serat Terhadap Air		
1.	Kecil	<300%	202,64%
2.	Sedang	300 – 800%	
3.	Tinggi	800 – 1500 %	
4.	Ekstrim	>1500%	

Sumber: ASTM D4427 (2002)

Jadi menurut ASTM D 4427 (2002) tanah gambut di Jalan Sampit-Samuda km 13, berdasarkan kadar abu termasuk jenis *High Ash* karena mempunyai kadar abu sebesar 37,56%. Berdasarkan kadar serat termasuk dalam jenis *Hemic* karena mempunyai kadar serat sebesar 56,16%. Dan dalam kemampuan menyerap air termasuk dalam daya serap kecil karena mempunyai kadar air sebesar 202,64%.

Menurut sistem klasifikasi Mac. Farlane tanah gambut di Jalan Sampit-Samuda km 13 termasuk dalam *Fibrous Peat* karena kandungan seratnya lebih besar dari 20% yaitu sebesar 56,16%. Tanah gambut jenis ini mempunyai dua jenis pori yaitu makropori dan mikropori.

### 4.3 Hasil Pengujian Geser Langsung

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data yang telah dilakukan, maka hasil pengujian geser langsung dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

**Tabel 5** Hasil pengujian geser langsung

Kondisi Contoh Tanah	Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ) ( $^{\circ}$ )	Kohesi (c) ( $\text{kg/cm}^2$ )	Waktu Pemeraman
Tanah Asli 100%	14	0,0297	0 Hari
Tanah Asli 95% + Abu Tandan Kelapa Sawit 2,5% + Semen 2,5%	18	0,0452	3 Hari
Tanah Asli 90% + Abu Tandan Kelapa Sawit 5% + Semen 5%	19	0,0709	3 Hari
Tanah Asli 85% + Abu Tandan Kelapa Sawit 7,5% + Semen 7,5%	19	0,0817	3 Hari

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2021)

Dengan penambahan persentase abu tandan kelapa sawit dan semen berpengaruh pada nilai kohesi (c) dan sudut geser ( $\phi$ ) pada setiap variasi, nilai tertinggi pada sudut geser ( $\phi$ ) dan kohesi (c) terdapat pada penambahan persentase 7,5 abu tandan kelapa sawit dan 7,5% semen dengan pemeraman 3 hari yaitu sebesar 19% dan 0,0817  $\text{kg/cm}^2$ .

#### 4.4. Hasil Kuat Geser

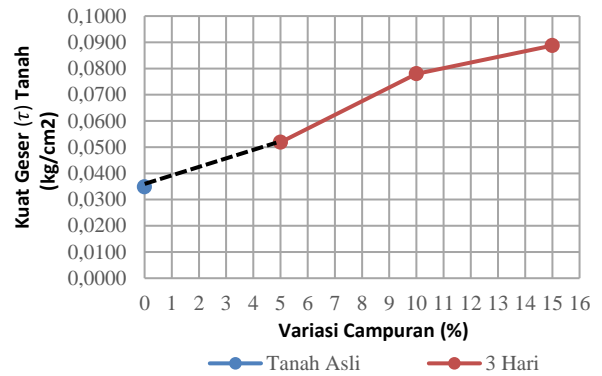
Dari pengujian uji geser langsung di dapat nilai kohesi dan nilai sudut gesernya, sehingga di dapatkan nilai kuat geser sebagai berikut:

**Tabel 6.** Hasil kuat geser terhadap variasi campuran

Variasi Campuran	Kuat Geser ( $\tau$ ) ( $\text{kg/cm}^2$ )	Waktu Pemeraman
Tanah Asli	0,0348	0 Hari
Tanah Asli 95% + Abu Tandan Kelapa Sawit 2,5% + Semen 2,5%	0,0519	3 Hari
Tanah Asli 90% + Abu Tandan Kelapa Sawit 5% + Semen 5%	0,0780	3 Hari
Tanah Asli 85% + Abu Tandan Kelapa Sawit 7,5% + Semen 7,5%	0,0888	3 Hari

Sumber: Hasil Pengujian (2021)

Berdasarkan tabel 6 di dapat grafik hubungan kuat geser dengan variasi campuran abu tandan kelapa sawit dan semen sebagai berikut:



**Gambar 1** Grafik hubungan kuat geser dengan variasi campuran

Pada hubungan kuat geser dengan variasi campuran terlihat bahwa nilai kuat geser meningkat seiring dengan semakin banyaknya penambahan persentase campuran abu tandan kelapa sawit dan semen serta lama waktu pemeraman, karena nilai kuat geser ( $\tau$ ) terendah ada pada persentase 2,5% abu tandan kelapa sawit dan 2,5% semen di waktu pemeraman 3 hari yaitu sebesar 0,0395  $\text{kg/cm}^2$ , sedangkan nilai kuat geser ( $\tau$ ) tertinggi ada pada penambahan persentase 7,5 abu tandan kelapa sawit dan 7,5% semen dengan waktu pemeraman 3 hari yaitu sebesar 0,0888  $\text{kg/cm}^2$ .

## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dari analisis data dan pembahasan dapat diperoleh beberapa kesimpulan antara lain, yaitu:

- Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik tanah diperoleh kadar air (w) yaitu sebesar 202,64%, berat volume tanah ( $\gamma_d$ ) yaitu sebesar 0,41  $\text{kg/cm}^3$ , berat jenis yaitu sebesar 1,45, angka pori (e) yaitu sebesar 2,70, analisis saringan persersentase lolos saringan No. 200 yaitu sebesar 24,40%.
- Menurut ASTM D 4427 tanah gambut di Jalan Sampit-Samuda km 13, memiliki kadar abu yaitu sebesar 37,56% yang termasuk dalam jenis *High Ash*. Kadar serat yaitu sebesar 56,16% termasuk dalam jenis *Hemic*. Dalam kemampuan menyerap air yaitu

sebesar 202,64% termasuk dalam daya serap kecil.

3. Pada klasifikasi menurut MacFarlane dan Radforth termasuk dalam *Fibrous Peat* karena kandungan seratnya lebih besar dari 20% yaitu sebesar 56,16%. Tanah gambut jenis ini mempunyai dua jenis pori yaitu makropori dan mikropori.
4. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan abu tanda kelapa sawit dan semen berpengaruh terhadap parameter kuat geser tanah. Terlihat bahwa nilai kuat geser meningkat seiring dengan semakin banyaknya penambahan persentase campuran abu tandan kelapa sawit dan semen serta lama waktu pemeraman, nilai kuat geser ( $\tau$ ) tanah asli yaitu sebesar 0,0661 kg/cm<sup>2</sup>. Peningkatan tertinggi ada pada penambahan persentase 7,5 abu tandan kelapa sawit dan 7,5% semen dengan waktu pemeraman 3 hari yaitu sebesar 0,0888 kg/cm<sup>2</sup>.

## 5.2 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:

1. Untuk penelitian selanjutnya di sarankan untuk menggunakan persentase campuran yang lebih besar agar di dapat perbandingan yang lebih baik.
2. Lebih teliti pada saat pembuatan sampel dan pembacaan dial supaya didapat hasil yang maksimal.
3. Dapat dipertimbangkan mengenai alternatif bahan campuran untuk tanah gambut yang lebih inovatif, sehingga menghasilkan daya dukung yang lebih baik.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

Anggraini, Muthia dan Alfian, Saleh., 2020, Penamabahan Abu Tanda Kelapa Sawit dan Semen Terhadap Nilai CBR (California Bearing

Ratio) Pada Tanah Lempung. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol 6 No.1.

Ara,E, P., Gandi, S dan Sarie, F., 2021, Perbandingan Penggunaan Abu Sekam Padi, Serbuk Batu Bata, dan Pasir Sirkon Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung. *Jurnal Kacapuri*, Volume 4 Nomor 1 Edisi Juni 2021.

ASTM International. (1998). *Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Condition*, United State : ASTM International.

ASTM International. (2002). *Standard Test Method for Specific Gravity of Soil by Water Pycnometer*, United State : ASTM International.

ASTM International. (2004). *Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils (ASTM D 422)*, United State : ASTM International.

ASTM International. (2005). *Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass*, United State : ASTM International.

ASTM International. (2007). *Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils (ASTM D 422)*, United State : ASTM International.

Darwis, H., 2017, *Dasar-dasar Tekni Perbaikan Tanah*, Pustaka AQ, Yogyakarta.

Hakim,M, F., Marzuko, A., 2018, *Pengaruh Penambahan Rotec dan Semen Pada Tanah Gambut Ambarawa Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Hardiyatmo, H. C., 2002. *MekanikaTanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Hartanti,R, S., Masturi dan Yulianti I., 2016, *Analisis Kuat Geser Langsung Tanah Pada TPA Kudus Yang Ternormalisasi*. Volume V Oktober 2016.

Kusuma, R, Indra., E, Mina., R, Bonar dan Alumni Jurusan Teknik Sipil., 2015,

- Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Abu Sawit Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas. *Jurnal Fondasi*, Volume 4 Nomor 2.
- Mochtar, N., E., Faisal, E., Y dan Trihanyndio, Rendy, S., 2014, Pengaruh Usia Stabilisasi pada Tanah Gambut Berserat yang Distabilisasi dengan Campuran  $\text{CaCO}_3$  dan Pazolan. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 21 No.1.
- Nugroho, Untoro. 2008. *Stabilisasi Tanah Gambut Rawapening Dengan Menggunakan Campuran Portland Cement Dan Gypsum Sintesis ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) Ditinjau Dari Nilai California Bearing Ratio (CBR)*. Teknik Sipil & Perencanaan, Vol 10(2): 161-170.