



## Pengaruh Penambahan Abu Tandan Sawit pada Tanah Lempung berdasarkan Nilai Kuat Geser

Puspa Ningrum<sup>a,\*</sup>, Husnah<sup>b</sup>, Husni Mubarak<sup>c</sup>, Ade Restu<sup>d</sup>

<sup>a,b,c,d</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Abdurrab, Jalan Riau Ujung No.73 Pekanbaru

### INFO ARTIKEL

Histori artikel:  
 Diajukan 30 November 2021  
 Diterima dalam bentuk revisi 16 Januari 2022  
 Diterima terbit 18 Januari 2022  
 Tersedia Online 19 Januari 2022

### ABSTRAK

Kondisi tanah yang buruk dapat mengganggu konstruksi bangunan. Salah satu contoh kondisi tanah dengan daya dukung rendah yaitu sering ditemui pada jenis tanah lempung. Tanah ini pada umumnya memiliki kekuatan daya dukung yang rendah. Untuk memperbaiki kondisi tanah lempung, ada beberapa alternatif perbaikan tanah yang sering dilakukan salah satunya dengan menambahkan abu tandan sawit. Abu tandan sawit mengandung zat kapur (CaO) dan senyawa silika (SiO<sub>2</sub>) yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah. Sehingga perlu adanya penelitian mengenai pengaruh penambahan abu tandan sawit terhadap kuat geser pada tanah lempung, yang diharapkan nantinya mampu meningkatkan nilai kuat geser tanah. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh dari penambahan abu tandan sawit dengan variasi 5%, 7,5%, dan 10% terhadap nilai kuat geser tanah lempung. Penelitian dilakukan di laboratorium, meliputi pengujian sifat fisis tanah lempung kondisi asli tanpa penambahan abu tandan sawit. Selanjutnya dilakukan pengujian sifat mekanis untuk tanah lempung kondisi asli tanpa penambahan abu tandan sawit dan dengan penambahan 5%, 7,5%, 10% abu tandan sawit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat geser mengalami peningkatan terbesar pada penambahan abu tandan sawit sebesar 10% pada tanah lempung, dan diikuti oleh peningkatan sudut gesernya. Nilai kuat geser terbesar diperoleh pada penambahan abu tandan sawit 10% yaitu 1,886 kg/cm<sup>2</sup> dan dengan peningkatan sudut geser sebesar 28,30°.

**Kata kunci:** abu tandan sawit; kuat geser; tanah lempung

### E – MAIL

puspa.ningrum@univrab.ac.id\*

### ABSTRACT

*Building construction might be affected by poor soil conditions. Clay soil types are a common example of soil conditions with low bearing capacity. This soil has a low bearing capacity in general. To improve the condition of clay soil that are frequently used one of which is adding palm bunch ash. Palm bunch ash contain lime (CaO) and silica compounds (SiO<sub>2</sub>), which could be used as soil stabilization agents. As a reason, research on the effect of adding palm bunch ash to the shear strength of clay soils is required, which is expected to increase the value of the soil shear strength. The aim of this research was to determine the effect of adding palm bunch ash with variations of 5%, 7.5%, and 10% on the value of clay soil's shear strength. The research was carried out in the laboratory, including testing the physical properties of clay in the natural condition without the addition of palm bunch ash. Furthermore, mechanical properties were tested for clay soil in the original condition without the addition of palm bunch ash and with the addition of 5%, 7.5%, 10% of palm bunch ash. The results showed that the value of shear strength with the greatest increase by the addition of 10% oil palm ash on clay soil, and was followed by an increase in the friction angle. The greatest shear strength was achieved with the addition of 10% palm bunch ash, which was 1.886 kg/cm<sup>2</sup> and with an increase in the friction angle, which was 28.30°.*

**Kata kunci:** Palm Oil Bunch Ash; shear strength; clay

## I. PENDAHULUAN

Tanah sebagai pokok kekuatan dari struktur bangunan harus mempunyai kapasitas dukung yang kuat. Sehingga kondisi tanah yang buruk dapat mengganggu konstruksi bangunan. Perlu adanya usaha untuk melakukan perbaikan tanah yang membuat tanah tersebut menjadi lebih baik sehingga secara teknis tanah memenuhi syarat untuk sebuah dasar kekuatan konstruksi.

Pada kenyataannya, sering ditemui tanah dasar atau material di sekitar lokasi proyek tidak memenuhi syarat bila digunakan untuk pembangunan. Salah satu contoh yaitu kondisi tanah dengan daya dukung rendah yang sering ditemui pada jenis tanah lunak. Beberapa tanah lempung termasuk jenis tanah lunak yang pada umumnya mempunyai kekuatan daya dukung yang rendah sehingga cenderung dapat menyebabkan terjadinya keruntuhan geser [1].

Perilaku tanah lempung yang sering menjadi masalah yaitu perilaku kembang susut tanah saat dipengaruhi oleh air. Karena dapat mempengaruhi daya dukung tanah dalam menerima beban dari bangunan di atasnya. Sifat – sifat tanah pada suatu daerah tentunya akan menjadi pertimbangan dalam pekerjaan teknik sipil [2].

Ada beberapa alternatif perbaikan tanah yang sering dilakukan salah satunya dengan menambahkan bahan kimia pada tanah lempung, diantaranya menggunakan limbah pembakaran abu tandan sawit. Abu sisa pembakaran ini biasanya dibuang begitu saja, sehingga kurang dapat dimanfaatkan dan cenderung mengganggu lingkungan. Namun setelah adanya penelitian para ahli terdahulu, ternyata abu tandan sawit mengandung zat kapur ( $\text{CaO}$ ) dan senyawa silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah [3].

Adapun beberapa penelitian yang sudah ada diantaranya yaitu [4] melakukan analisis nilai CBR pada tanah lempung yang diberi penambahan abu tandan sawit dan semen. Selanjutnya [5] melakukan analisis nilai CBR pada tanah lempung lunak yang diberi penambahan abu tandan sawit dan gipsum. Kemudian [6] melakukan analisis kuat geser tanah lempung yang dicampur abu cangkang kelapa sawit. Dan [7] melakukan penelitian mengenai pengaruh abu tandan sawit dan semen

terhadap nilai kuat geser tanah lempung. Apabila ditinjau secara kandungan senyawa utama, antara abu tandan sawit dan abu cangkang sawit sama-sama memiliki senyawa utama yang mempunyai peranan penting dalam pembentukan semen, namun tidak mengikat seperti semen apabila tidak bereaksi dengan kalium hidroksida ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) dan air [8].

Berdasarkan paparan yang telah diuraikan di atas, maka perlu adanya penelitian mengenai pengaruh penambahan abu tandan sawit terhadap kuat geser pada tanah lempung, yang diharapkan nantinya mampu meningkatkan nilai kuat geser tanah.

Selanjutnya yang menjadi rumusan masalah dari penelitian ini adalah seberapa besar perubahan nilai kuat geser yang terjadi pada tanah lempung setelah ditambahkan dengan abu tandan sawit. Sedangkan maksud dan tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh dari penambahan abu tandan sawit dengan variasi 5%, 7,5%, dan 10% terhadap nilai kuat geser tanah lempung.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Umum

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil Universitas Abdurrah. Bahan penelitian yang digunakan merupakan benda uji terganggu (*disturbed sample*) yaitu campuran tanah lempung dengan abu tandan sawit dengan persentase masing-masing campuran. Untuk benda uji yang telah sesuai dengan perencanaan dan terbagi dalam beberapa variasi campuran, selanjutnya dilakukan uji kuat geser. Namun sebelumnya, dilakukan pengujian indeks propertis tanah lempung kondisi asli tanpa penambahan abu tandan sawit.

### 2.2. Tinjauan Pustaka

#### 2.2.1. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah yang sering digunakan oleh para ahli teknik yaitu sistem klasifikasi *Unified Soil Classification System* (USCS) dan sistem klasifikasi *American Association of State Highway and Transportation Officials System* (AASHTO). Dimana kedua sistem tersebut sama-sama memperhitungkan

distribusi ukuran butir tanah dan batas-batas Atterberg (*Atterberg Limit*) [9].

Berdasarkan sistem USCS, kerikil memiliki ukuran butiran 4,75 mm – 75 mm, pasir memiliki ukuran butiran 0,075 mm – 4,75 mm, lanau dan lempung memiliki ukuran butiran < 0,075 mm. Sedangkan berdasarkan AASHTO, kerikil merupakan bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 75 mm dan yang tertahan ayakan No.10, sedangkan pasir merupakan bagian tanah yang lolos ayakan No.10 dan tertahan pada ayakan No.200, sementara itu lanau dan lempung merupakan bagian tanah yang lolos ayakan No.200. Apabila batuan (ukuran butiran > 75 mm) ditemukan di dalam contoh tanah yang akan ditentukan klasifikasinya, maka batuan-batuan tersebut harus dipisahkan dan dicatat persentasenya [9].

### 2.2.2. Tanah Lempung

Tanah lempung adalah material berupa partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi, dan bersifat plastis dalam selang kadar air tertentu. Biasanya permeabilitas lempung sangat rendah, apabila memiliki kadar air dengan rentang sedang. Sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak [10]. Menurut [10], sifat – sifat yang dimiliki tanah lempung adalah sebagai berikut :

1. Bila basah bersifat plastis dan mudah mampat (*compressible*).
2. Menyusut bila kering dan mengembang bila basah.
3. Merupakan material yang kedap air (*impermeable*).
4. Bersifat kohesif dan proses konsolidasinya lambat.
5. Berkurang kuat gesernya bila kadar air nya bertambah.

### 2.2.3. Abu Tandan Sawit

Abu tandan sawit sebagai limbah padat dapat dibakar dan menghasilkan abu. Abu tersebut mengandung 30 - 40% K<sub>2</sub>O, 7% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 9% CaO, dan 3% MgO. Selain itu juga mengandung unsur hara mikro yaitu 1.200 ppm Fe, 1.000 ppm Mn, 400 ppm Zn, dan 100 ppm Cu (Avit Santoso, 201) [3]. Abu hasil pembakaran

ini biasanya dibuang didekat pabrik sebagai limbah padat dan tidak dimanfaatkan. Kondisi limbah ini terus menerus meningkat seiring peningkatan industri kelapa sawit, sehingga semakin membutuhkan lahan yang besar untuk menampung limbahnya.

Abu tandan sawit ini lebih dikenal dengan abu limbah kelapa sawit yang disebut POFA (*Palm Oil Fuel Ash*). Biasanya limbah padat yang dihasilkan oleh industri kelapa sawit yaitu berupa tandan kosong, cangkang serat, dan sabut [11].

### 2.2.4. Kuat Geser Tanah

Kekuatan geser tanah menurut [12] merupakan gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir – butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Kekuatan tanah tergantung pada gaya – gaya yang bekerja diantara butir – butirnya. Kohesi tanah merupakan fungsi dari interaksi gaya tarik – menarik antara partikel. Bersama dengan sudut geser dalam, kohesi merupakan parameter kuat geser tanah yang menentukan ketahanan tanah terhadap deformasi akibat tegangan yang bekerja pada tanah.

Teori Mohr (1910) dalam [12] mengungkapkan bahwa keruntuhan suatu bahan dapat terjadi oleh akibat adanya kombinasi bahan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser. Akibat adanya beban vertikal dan horizontal yang bekerja pada alat akan menyebabkan terjadinya tegangan pada tanah. Tegangan tersebut berupa tegangan utama besar dan tegangan utama kecil yang dapat menyebabkan tanah mengalami tegangan geser yang membentuk sudut terhadap bidang gesernya. Sedangkan tegangan utama sedang tetap bekerja merata disemua sisi tetapi tidak diperhitungkan karena tidak menyebabkan deformasi. Hubungan fungsi antara tegangan normal ( $\sigma$ ) dan tegangan geser ( $\tau$ ) pada bidang runtuhnya, dinyatakan menurut persamaan :  $\tau = c + \sigma \tan \phi$ .

### 2.3. Alat dan Bahan

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari peralatan pengujian meliputi uji kadar air, uji berat jenis, uji berat volume, analisa saringan, uji batas atterberg (batas cair dan batas plastis) untuk mengetahui indeks propertis tanah asli tanpa penambahan abu tandan sawit, serta pengujian uji kuat geser di

Laboratorium mekanika tanah Universitas Abdurrah untuk variasi campurannya.

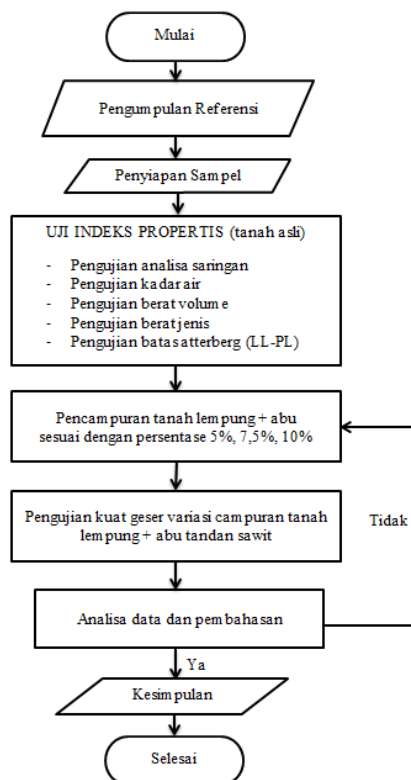
Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tanah lempung dan abu tandan sawit yang berasal dari desa Koto Ringin, kecamatan Mempura, kabupaten Siak, provinsi Riau.

#### 2.4. Pembuatan campuran tanah uji

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahapan, tahapan pertama dilakukan untuk pengujian tanah asli yaitu uji indeks propertis tanah lempung dan selanjutnya dilakukan uji geser langsung (*direct shear test*). Tahapan kedua dilakukan untuk pengujian campuran tanah dengan masing-

#### 2.5. Bagan Alir

Adapun tahapan dalam melakukan penelitian ini merujuk pada diagram alir berikut:



**Gambar 1.** Bagan Alir penelitian

masing variasi penambahan abu tandan sawit yaitu uji kuat geser tanah campuran.

Adapun variasi campuran tanah lempung dengan abu tandan sawit dapat dilihat pada Tabel 1. berikut:

**Tabel 1.** Variasi persentase campuran tanah uji

Deskripsi	Persentase Campuran (%)	
	Lempung	Abu tandan sawit
Tanah asli	100	0
Tanah + Abu	95	5
Tanah + Abu	92,5	7,5
Tanah + Abu	90	10

Untuk pengujian tanah di laboratorium dilaksanakan dengan mengikuti *Standar American Society Testing Materials* (ASTM) dengan parameter tanah yang akan diteliti meliputi analisis butiran (ASTM D2487), kadar air tanah (ASTM D2216), berat isi tanah (ASTM D2937), berat jenis tanah (ASTM D854), dan nilai plastisitas tanah (ASTM D4318).

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Klasifikasi tanah asli

Dari hasil pengujian karakteristik tanah (*index properties*) di laboratorium, berdasarkan klasifikasi USCS dan AASHTO dapat dilihat pada Tabel 2. berikut ini:

**Tabel 2.** Hasil pengujian karakteristik tanah asli

No.	Jenis Pengujian	Hasil Uji	Keterangan	
1	Analisa Saringan		Klasifikasi tanah menurut :  AASHTO <b>A-4</b>  Tanah berlanau	Klasifikasi tanah menurut :  USCS <b>OL</b>  Lanau organik dan lempung berlanau organik plastisitas rendah
	Lolos ayakan No.10	100 %		
	Lolos ayakan No.20	100 %		
	Lolos ayakan No.40	100 %		
	Lolos ayakan No.60	84,88 %		
	Lolos ayakan No.100	70,42 %		
	Lolos ayakan No.200	46,88 %		
2	Berat Jenis (Gs)	2,11	Lempung organik	
3	Kadar air rata-rata	45,97 %	Lempung	
4	Berat volume tanah basah	1,446 gr/cm <sup>3</sup>		
5	Berat volume tanah kering	0,933 gr/cm <sup>3</sup>		
6	Atterberg Limits		Maks.40 %	
	Batas cair (LL)	39,23 %		
	Batas plastis (PL)	31,82 %		
	Indeks Plastisitas (IP)	7,41 %		
		Maks.10%		

3.2 Pengujian kuat geser

3.3 tanah asli

Pada penelitian ini, sebelum menambahkan abu tandan sawit pada tanah asli, dilakukan pengujian kuat geser tanah. Berikut hasil dari pengujian kuat geser tanah asli tanpa campuran abu tandan sawit:

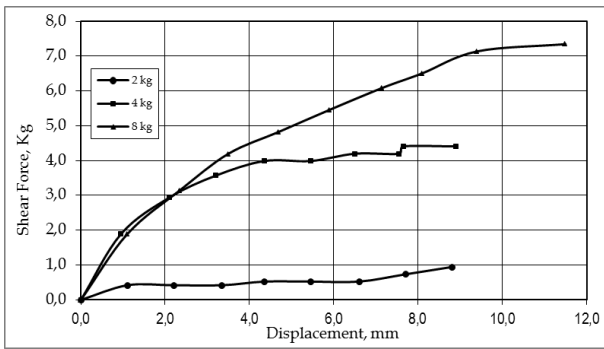
**Tabel 3.** Hasil pengujian kuat geser tanah asli

Load = 2,000 kg				
Normal Stress = 0,06 kg/cm <sup>2</sup>				
dial horizontal	Displacement horizontal DH (mm)	dial proving ring	Shear Force (kg)	Shear Strength (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0	0,000	0,000
110	1,10	2,00	0,420	0,014
220	2,20	2,00	0,420	0,014
335	3,35	2,00	0,420	0,014
435	4,35	2,50	0,525	0,017
545	5,45	2,50	0,525	0,017
660	6,60	2,50	0,525	0,017
770	7,70	3,50	0,735	0,024
880	8,80	4,50	0,945	0,030

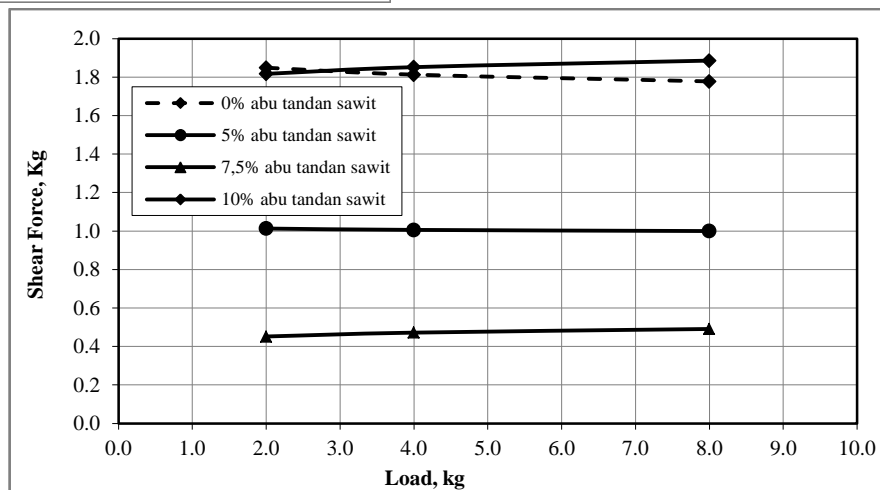
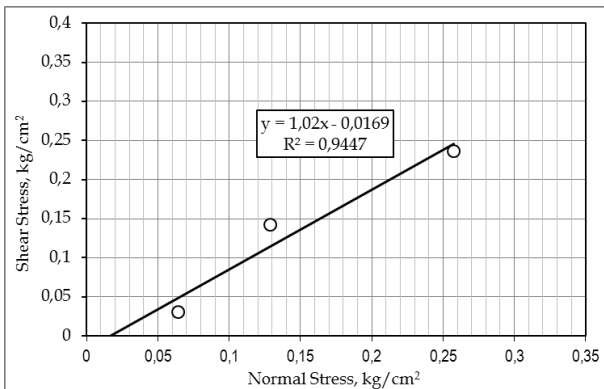
Load = 4,000 kg				
Normal Stress = 0,13 kg/cm <sup>2</sup>				
dial horizontal	Displacement horizontal DH (mm)	dial proving ring	Shear Force (kg)	Shear Strength (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0	0,000	0,000
95	0,95	9,00	1,890	0,061
210	2,10	14,00	2,940	0,095
320	3,20	17,00	3,570	0,115
435	4,35	19,00	3,990	0,128
545	5,45	19,00	3,990	0,128
650	6,50	20,00	4,200	0,135
755	7,55	20,00	4,200	0,135
765	7,65	21,00	4,410	0,142

Load = 8,000 kg				
Normal Stress = 0,26 kg/cm <sup>2</sup>				
dial horizontal	Displacement horizontal DH (mm)	dial proving ring	Shear Force (kg)	Shear Strength (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0,00	0	0,000	0,000
110	1,10	9,00	1,890	0,061
235	2,35	15,00	3,150	0,101
350	3,50	20,00	4,200	0,135
470	4,70	23,00	4,830	0,155
590	5,90	26,00	5,460	0,176
715	7,15	29,00	6,090	0,196
810	8,10	31,00	6,510	0,209
940	9,40	34,00	7,140	0,230

Dari hasil pengujian kuat geser tanah yang telah dilakukan di laboratorium, diperoleh nilai sudut geser ( $\phi$ ) sebesar 14,43° dan nilai kohesi tanah (c) sebesar 0,017 kg/cm<sup>2</sup>. Berikut ini disajikan grafik hasil pengujian tegangan geser tanah asli yang menghasilkan persamaan garis.



**Gambar 2.** Grafik hasil pengujian kuat geser tanah asli



**Gambar 4.** Grafik hubungan antara nilai kuat geser dengan penambahan beban

**Tabel 4.** Resume hasil uji nilai kuat geser tanah campuran

Kadar Abu Tandan Sawit (%)	Tegangan geser (kg/cm <sup>2</sup> )	Kohesi (c) (kg/cm <sup>2</sup> )	Sudut geser (°)
0	1,849	0,017	14,43
5	1,013	1,019	15,33
7,5	0,491	0,433	25,01
10	1,886	1,783	28,30

Berdasarkan hasil pengujian yang telah disajikan pada tabel 4, menunjukkan bahwa nilai tegangan geser mengalami peningkatan terbesar pada penambahan abu tandan sawit sebesar 10% pada tanah lempung. Selain itu juga nilai sudut

**Gambar 3.** Grafik hubungan tegangan geser dan tegangan normal tanah asli

### 3.4 Pengujian kuat geser tanah campuran

Pengujian kuat geser tanah lempung dengan penambahan variasi abu tandan sawit 5%, 7,5%, dan 10% diperoleh hasilnya pada Gambar 4.

Dari grafik pada Gambar 4 menunjukkan bahwa trend grafik nilai kuat geser cenderung mengalami peningkatan saat abu tandan sawit ditambahkan sebesar 10%. Hal ini ditunjukkan dengan semakin besar nilai beban yang diberikan maka semakin tinggi pula nilai kuat geser pada variasi campuran tanah tersebut.

geser mengalami kenaikan pada penambahan abu tandan sawit sebesar 10%.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin bertambah persentase (%) abu tandan sawit pada tanah lempung, maka nilai sudut geser tanah dan nilai kuat geser tanah semakin meningkat. Nilai kuat geser terbesar diperoleh pada penambahan abu tandan sawit 10%.
2. Untuk nilai kohesi tanah campuran abu tandan sawit variasi 5% dan 7,5% mengalami penurunan dibandingkan dengan nilai kohesi tanah lempung asli tanpa penambahan abu tandan sawit. Namun pada penambahan abu tandan sawit 10%, nilai kohesi mengalami peningkatan yang signifikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Ningrum, S.A. Nugroho, “Pengaruh Penambahan Air di Atas Kadar Air Optimum terhadap Nilai CBR dengan dan tanpa Rendaman pada Tanah Lempung yang Dicampur Abu Terbang”, (n.d.).
- [2] N.H. Panjaitan, “Pengaruh Kapur Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung”, *J. Educ. Build.* 3 (2017) 1–7.
- [3] H. Yudhistira, Analisis pengaruh substitusi abu tandan sawit dan gipsum terhadap nilai cbr pada tanah lempung lunak”, (2014).
- [4] M. Anggraini, A. Saleh, “Penambahan Abu Tandan Kelapa Sawit dan Semen Terhadap Nilai CBR (California Bearing Ratio) Pada Tanah Lempung”, *Siklus J. Tek. Sipil.* 6 (2020) 49–55.
- [5] Y. Sutejo, et al, “Pengaruh penambahan abu tandan sawit dan gipsum terhadap tanah lempung lunak berdasarkan pengujian cbr”, (2015).
- [6] Z. Amin, A. Ariyanto, “Pengaruh Pencampuran Abu Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Lempung”, *J. Taxiw.* 1 (2019) 1–8.
- [7] M. Anggraini, “Pengaruh Abu Tandan Sawit dan semen terhadap nilai kuat geser tanah lempung”, in: 2021.
- [8] J. Sarifah, B. Pasaribu, “Pengaruh Penggunaan Abu Cangkang Kelapa Sawit Guna Meningkatkan Stabilitas Tanah Lempung”, *Bul. Utama Tek.* 13 (2017) 55–60.
- [9] B.M. Das, “Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1”, Alih Bahasa oleh Ir. Noor E. Mochtar. M. Sc, (1995).
- [10] H. Christady, “Mekanika Tanah II”, *Gajah Mada University Press*, 2002.
- [11] R. Yuliana, F. Ferry, “Karakteristik Fisis dan Mekanis Abu Sawit (palm oil fuel ash) dalam Geoteknik”, (2009).
- [12] B.M. Das, N. Endah, I.B. Mochtar, “Mekanika Tanah (prinsip-prinsip rekayasa geoteknis) jilid 2”, *Erlangga*, Jakarta. (1993).