

## Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kelapa Sawit Pada Tanah Lempung Paccinonggang Kabupaten Gowa

**Leonard Felix Widyo Sanderan<sup>\*1</sup>, Irwan Lie Keng Wong<sup>\*2</sup>, Monika Datu Mirring Palinggi<sup>\*3</sup>**

<sup>\*1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar  
Email [leonardfelix37@gmail.com](mailto:leonardfelix37@gmail.com)

<sup>\*2</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar  
Email [irwanliekengwong@gmail.com](mailto:irwanliekengwong@gmail.com)

<sup>\*3</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar  
Email [monikadatumirring@gmail.com](mailto:monikadatumirring@gmail.com)

### ABSTRAK

Tanah memiliki peran penting dalam suatu perencanaan konstruksi jalan raya yang berfungsi meneruskan beban dari lapisan atas, tetapi tidak selamanya lapisan tanah dasar mampu berfungsi dengan baik. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu cangkang kelapa sawit pada tanah lempung terhadap UCT (*Unconfined Compression Test*). Jenis tanah yang akan digunakan untuk penelitian ini adalah tanah lempung yang diambil pada daerah Paccinonggang, Kabupaten Gowa. Metodologi dalam penelitian ini dilakukan beberapa pengujian sifat fisik tanah kemudian pengujian Kompaksi untuk mendapatkan nilai kadar air optimum, dan pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*) untuk mendapatkan nilai kuat tekan (qu). Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa tanah memenuhi sifat fisik tanah lempung. Dari pengujian Kuat Tekan Bebas pada kadar abu cangkang kelapa sawit 0%, 3%, 6%, 9%, 12% dan 15% pada titik 1 nilai kuat tekan bebas menurun dari 0% sebesar 0,362% dan meningkat pada 9% sebesar 0,424%. Sedangkan pada titik 2 mengalami penurunan pada 0% yaitu sebesar 0,445% dan meningkat pada 12% sebesar 0,423%. Dari pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*) pada tanah lempung Paccinonggang, Kabupaten Gowa dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit dari kedua sampel terjadi peningkatan pada penambahan 9% dan 12% dari tanah lempung normal.

**Kata kunci:** Pengujian Kompaksi, Kuat Tekan Bebas, Paccinonggang

### ABSTRACT

Soil has an important role in a highway construction planning that serves to pass the load from the top layer, but not always the basic soil layer is able to function properly. Therefore, in this study was conducted to find out the effect of the addition of oil palm shell ash on clay soil to UCT (*Unconfined Compression Test*). The type of soil that will be used for penelitian is clay soil taken in Paccinonggang area, Gowa Regency. The methodology in this study conducted several soil physical properties testing then Kompaksi testing to obtain optimum moisture content value, and *Unconfined Compression Test* to get strong press value (qu). The results of the study showed that the soil meets the physical properties of clay soil. From The Free Press Strong test on the ash content of the palm shell 0%, 3%, 6%, 9%, 12% and 15% at point 1 the free press strength value decreased from 0% by 0.362% and increased at 9% by 0.424%. Meanwhile, at point 2, it decreased by 0% by 0.445% and increased at 12% by 0.423%. From the *Unconfined Compression Test* on Paccinonggang clay, Gowa Regency with the addition of oil palm shell ash from both samples, there was an increase in the addition of 9% and 12% of normal clay soil.

**Keywords:** Standar Proctor, Unconfined Compression Test, Paccinongan

### PENDAHULUAN

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain. [1] Tanah lempung adalah tanah yang berbutir halus, yang memiliki sifat kohesif dan plastis. [2] Stabilisasi tanah merupakan salah satu cara memperbaiki kondisi tanah. [3]

Bahan alternatif untuk stabilisasi tanah yaitu pemanfaatan abu cangkang sawit yang berasal dari limbah padat Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit yang jumlahnya terus meningkat dan belum termanfaatkan dengan baik. [4]

Pemadatan adalah peristiwa bertambahnya berat volume kering oleh beban dinamis. [5] Tujuan pemadatan adalah untuk memperbaiki sifat-sifat teknis massa tanah yaitu menaikkan kekuatannya,

memperkecil pemampatannya dan daya rembes airnya, serta memperkecil pengaruh air terhadap tanah. [6] Salah satu parameter yang dipakai untuk menentukan kekuatan geser tanah adalah pengujian kuat tekan bebas tanah (*Unconfined Compression Test*). [7]

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisik tanah asli dari Paccinongang Kabupaten Gowa dan mengetahui pengaruh penambahan abu cangkang kelapa sawit pada tanah lempung terhadap hasil uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*).

## METODE

Penelitian ini dilakukan mulai dari pengambilan sampel tanah di Paccinongang, Kabupaten Gowa dan pengambilan cangkang kelapa sawit di Pabrik Kelapa Sawit PT. Surya Raya Lestari II, Kecamatan Budong-budong, Kabupaten Mamuju Tengah pada bulan Juni 2020. Untuk proses pengujian sifat fisik tanah dan pencampuran serta pengujian pemandatan dilakukan pada bulan Juli-September 2020 di Laboratorium Mekanika Tanah, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar.

### A. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah dan Persiapan Bahan

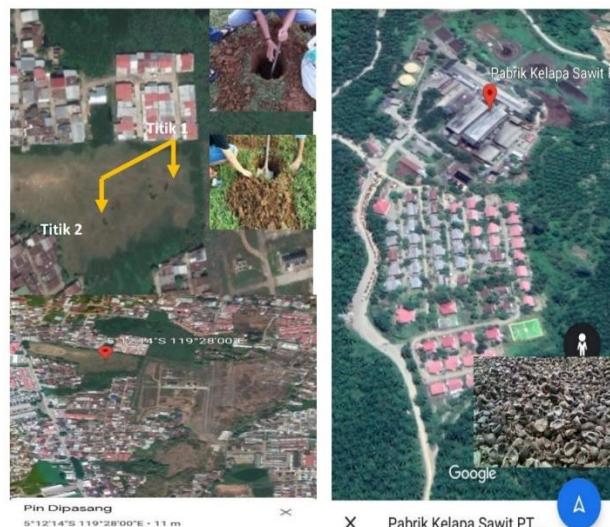
Lokasi pengambilan bahan sampel tanah terdapat di Paccinongang, Kabupaten Gowa dan cangkang kelapa sait terletak di Pabrik Kelapa Sawit PT Surya Lestari II, Kecamatan Budong-Budong, Kabupaten Mamuju Tengah.

Tabel 1. Rancangan benda uji

No	Benda Uji	Tambahkan kadar abu cangkang kelapa sawit (%)		Sampel		Jumlah Benda Uji
		gr	I	II		
1	Kadar air	-	-	3	3	6
2	Berat Jenis	-	-	2	2	4
3	Gradasi	-	-	1	1	2
4	Batas-batas Atterberg	-	-			
	Batas Cair	-	-	4	4	8
	Batas Susut	-	-	2	2	4
	Batas Plastis	-	-	3	3	6
5	Kompaksi	0	0	5	5	10
		3	90	5	5	10
		6	180	5	5	10
		9	270	5	5	10
		12	360	5	5	10

### B. Pemeriksaan Karakteristik Tanah

Pengujian karakteristik tanah dilakukan sesuai dengan metode ASTM (*American Standar Testing And Material*). Pengujian tersebut antara lain :Uji kadar air (ASTM D-2216), Uji berat jenis (ASTM 854-58), Uji Batas-Batas Atterberg (ASTM D 4318-95), dan Uji Analisa Butiran (ASTM D 422-72) dan (ASTM D 1140-54).



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel tanah dan pengambilan cangkang kelapa sawit

### C. Rancangan Benda Uji

Rancangan benda uji pada tanah adalah untuk mengetahui jumlah sampel benda uji yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel. 1

6	Kuat Tekan Bebas (UCT)	15 0 3 6 9 12 15	450 0 90 180 270 360 450	5 1 1 1 1 1 1	5 1 1 1 1 1 1	10 2 2 2 2 2 2
---	------------------------	------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------------------	----------------------------------

#### D. Pengujian Sampel

Pengujian pada tanah adalah untuk mengetahui sifat fisik pada tanah, menentukan kadar air

optimum dan mengetahui kuat tekan pada tanah dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Pengujian sampel

No	Pengujian	Jumlah Benda Uji
1	Pengujian kadar air tanah asli	6
2	Pengujian berat jenis	4
3	Pengujian gradasi	2
4	Pengujian batas-batas atterberg	
	Pengujian Batas Cair (Liquid Limit)	8
	Pengujian Batas Susut (Plastic Limit)	4
	Pengujian Batas Plastis ( Shrinkage Limit)	6
5	Pengujian Kompaksi ( Standard Proctor)	60
6	Pengujian UCT ( Unconfined Compression Test)	12

Dari hasil pengujian sifat fisik tanah yang dilakukan didapatkan hasil masing-masing percobaan sebagai berikut:

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 1. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

Tabel 3. Rekapitulasi hasil pengujian sifat fisik tanah

No	Sampel 1		Nilai
	Pemeriksaan		
1	Kadar Air (w)	%	35,32
2	Berat Jenis (Gs)	gr/cm <sup>3</sup>	2,59
3	Batas Atterberg		
	Batas Cair (Liquid Limit)	%	48,3
	Batas Plastis (Plastic Limit)	%	34,26
	Batas Susut (Shrinkage Limit)	%	6,11
	Indeks Plastisitas (Plasticity Index)	%	14,04
	Persen Lulus Saringan No.200	%	92,76
4	Gradiasi		
	Gravel (G)	%	0
	Sand (S)	%	7,238
	Silt (M)	%	64,556
	Clay (C)	%	28,206

No	Sampel 2		Nilai
	Pemeriksaan		
1	Kadar Air (w)	%	35,89
2	Berat Jenis (Gs)	gr/cm <sup>3</sup>	2,59
3	Batas Atterberg		
	Batas Cair (Liquid Limit)	%	54,03
	Batas Plastis (Plastic Limit)	%	40,63
	Batas Susut (Shrinkage Limit)	%	8,60
	Indeks Plastisitas (Plasticity Index)	%	13,40

4	Gradasii	Persen Lelos Saringan No.200	%	92,62
		Gravel (G)	%	0,00
		Sand (S)	%	7,382
		Silt (M)	%	70,053
		Clay (C)	%	22,565

Tabel 4. Rekapitulasi rata-rata hasil pengujian sifat fisik tanah

No		Rata - rata Pemeriksaan	Nilai
1	Kadar Air (w)	%	35,60
2	Berat Jenis (Gs)	gr/cm <sup>3</sup>	2,59
3	Batas- Atterberg	Batas Cair ( <i>Liquid Limit</i> )	%
		Batas Plastis ( <i>Plastic Limit</i> )	%
		Batas Susut ( <i>Shrinkage Limit</i> )	%
		Indeks Plastisitas ( <i>Plasticity Index</i> )	%
		Persen Lelos Saringan No.200	%
4	Gradasii	Gravel (G)	%
		Sand (S)	%
		Silt (M)	%
		Clay (C)	%
			25,39

Hasil analisis karakteristik tanah :

a. Pengujian Kadar air (ASTM D-216)

Pengujian kadar air tanah asli didapatkan nilai kadar air yang terkandung pada titik 1 sebesar 35,32%, titik 2 sebesar 35,89% dan rata-ratanya 35,60%.

b. Pengujian Berat Jenis Tanah (ASTM D 854-58)

Dari pengujian berat jenis tersebut didapatkan nilai berat jenis pada titik 1 yaitu 2,59 gr/cm<sup>3</sup>, titik 2 yaitu 2,59 gr/cm<sup>3</sup> dan rata-ratanya 2,59 gr/cm<sup>3</sup>. Angka ini menunjukkan tanah yang telah diteliti termasuk dalam golongan tanah lempung organik.

c. Pengujian Batas-Batas Atterberg (ASTM 4318-95)

Hasil pengujian batas-batas Atterberg pada sampel tanah asli yang telah diteliti di laboratorium mekanika tanah pada pengujian batas acair, batas plastis dan batas susut dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini :

Tabel 5. Hasil pengujian batas-batas Atterberg tanah asli

	LL	PL	IP
Titik 1	48,30	34,26	14,04
Titik 2	54,03	40,63	13,40
Rata-rata	51,165	37,445	13,72

d. Pengujian Analisa Saringan (ASTM 422-72) dan Hidrometer (ASTM D 1140-54)

Hasil pengujian yang diperoleh dari perhitungan analisa saringan yaitu nilai persen lelos tiap-tiap saringan yang kemudian dihubungkan dengan diameter saringan sehingga terbentuk sebuah garis yang menandakan bahwa sekian persen tanah berpasir yang diperoleh. Setelah itu pada analisa hidrometer, diperoleh diameter butir dari pada tanah dan persentase kehalusannya. Kedua hal tersebut lalu dihubungkan pada titik koordinat tiap diameter saringan kemudian menghasilkan bahwa sekian persen tanah yang tergolong lanau dan empung. Perolehan tanah berpasir, berlanau dan berlempung bila kita lihat dari Grafik yaitu :

Titik 1

- a) Pasir : 100% - 92,762% = 7,238%
- b) Lanau : 92,762 % - 28,206% = 64,556%
- c) Lempung : 100% - (92,762% + 7,238%) = 28,206%

Titik 2

- a) Pasir : 100% - 92,618% = 7,382%
- b) Lanau : 92,612% - 22,565% = 70,053%
- c) Lempung : 100% - (92,762% + 7,382%) = 22,565%

## 2. Hasil Pengujian Kompaksi (Standard Proctor)

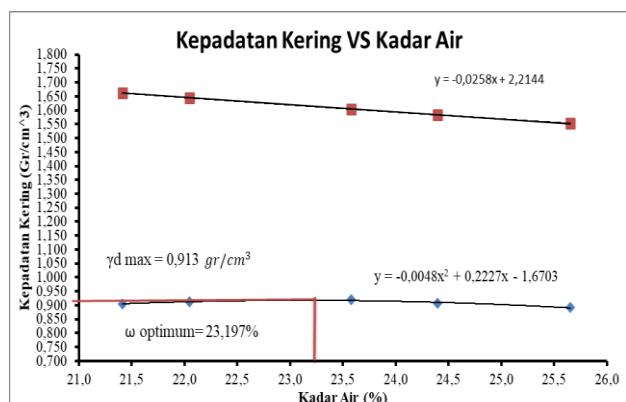
Dari hasil pengujian kompaksi yang telah dilakukan didapatkan hasil pada Tabel 6 sebagai berikut :

Tabel 6 : Hasil perhitungan pemadatan titik 1 variasi 0%

		3 kg + 680 ml	3 kg + 730 ml	3 kg + 780 ml	3 kg + 830 ml	3 kg + 880 ml
Berat Mold + Tanah						
Basah	Gr	6370	6390	6420	6410	6398
Berat Mold	Gr	4900	4900	4900	4900	4900
Berat Tanah						
Basah	Gr	1470	1490	1520	1510	1498
Volume Mold ( $r=5.05$ , $t=16,7$ )		1337,978	1337,978	1337,978	1337,978	1337,978
Kepadatan		1,099	1,114	1,136	1,129	1,120
Kepadatan Kering		0,905	0,912	0,919	0,907	0,891
Berat cawan +						
Tanah Basah	Gr	8,643	7,739	7,823	8,608	9,823
Berat cawan +						
Tanah Kering	Gr	7,290	6,507	6,511	7,123	8,010
Berat cawan	Gr	0,92	0,94	0,92	0,94	0,92
Berat Tanah Basah	Gr	7,723	13,617	16,728	15,084	13,656
Berat Tanah Kering	Gr	6,370	11,217	13,679	12,281	11,051
Berat Air	Gr	1,353	2,400	3,049	2,803	2,605
Kadar air	%	21,412	22,044	23,577	24,393	25,654
ZAV = $G_s/(1+W/100 \cdot G_s)$		1,662	1,645	1,604	1,583	1,552

Tabel 7. Data untuk konversi ke grafik kompaksi titik variasi 0%

Kadar air optimum (%)	Kepadatan Kering maksimum (Gr/cm³)	ZAV
21,412	0,905	1,662
22,044	0,912	1,645
22,577	0,919	1,604
24,393	0,907	1,583
25,654	0,891	1,552



Gambar 2. Grafik kompaksi (standard proctor) titik 1 variasi 0%

Secara grafik, nilai kadar air optimum serta kepadatan kering, diperoleh dengan melihat dimana puncak dari parabola yang dihasilkan dari grafik hubungan kadar air dan kepadatan kering, lalu dapat ditarik garis lurus secara vertical serta horizontal dari top parabola tersebut, sehingga menghasilkan nilai untuk kadar air optimum sebesar 23,262 % dan kepadatan kering 0,931 gr/cm³.

Sedangkan secara analisis, nilai untuk kadar air optimum dan kepadatan kering diperoleh dari persamaan linear yang dihasilkan dari grafik diatas, yaitu:

a. Untuk hubungan antara Kadar Air ( $\omega$ ) dengan ZAV (Zero Air Void), diperoleh persamaan :

$$ZAV = -0,0258\omega + 2,2441$$

$$ZAV = -0,00258\omega + 2,2441 ;$$

Saat ZAV = 0, maka :

$$0 = -0,00258\omega + 2,2441$$

$$0,0258 = 2,2441$$

$$\omega = 2,2441 / 0,0258$$

$$\omega = 85,829 \%$$

Sedangkan maksud dari ZAV 100% menunjukkan bahwa kondisi pori-pori tanah sudah tidak mengandung udara lagi. Diperoleh hasil dari persamaan di atas adalah 85,829% sedangkan maksud dari ZAV 100% menunjukkan bahwa kondisi pori-pori tanah sudah tidak mengandung udara lagi. Diperoleh hasil dari persamaan di atas adalah 85,829 % sehingga dapat diketahui bahwa masih terdapat udara dalam pori-pori pada tanah.

b. Untuk hubungan antara Kadar Air ( $\omega$ ) dengan Kepadatan Kering ( $\gamma_{dry}$ ), diperoleh persamaan :

$$\gamma_{dry} = -0,0042\omega^2 + 0,1954\omega - 1,3411$$

Turunan pertama dari pers.  $\gamma_{dry}$  merupakan garis singgung

$$\frac{\partial \gamma_{dry}}{\partial \omega} = -0,008\omega + 0,1957$$

$$\omega_{opt} \text{ diperoleh saat } \frac{\partial \gamma_{dry}}{\partial \omega} = 0$$

$$\frac{\partial \gamma_{dry}}{\partial \omega} = 0, \text{ maka } 0,0084 \omega_{opt} = 0,1954$$

$$\omega_{opt} = 0,1954/0,0084$$

$$\omega_{opt} = 23,262\%$$

Dari grafik diperoleh :

$$\omega_{opt} = 23,262 \%$$

$$\gamma_{dry} = -0,0042\omega^2 + 0,1954\omega - 1,3411$$

$$\gamma_{dry} = (-0,0042(23,262)^2)(0,1954(23,262)) - 1,3411$$

$$\gamma_{dry} = -2,2727 + 4,54539 - 1,3411$$

$$\gamma_{dry} = 0,931 \text{ gr/cm}^3$$

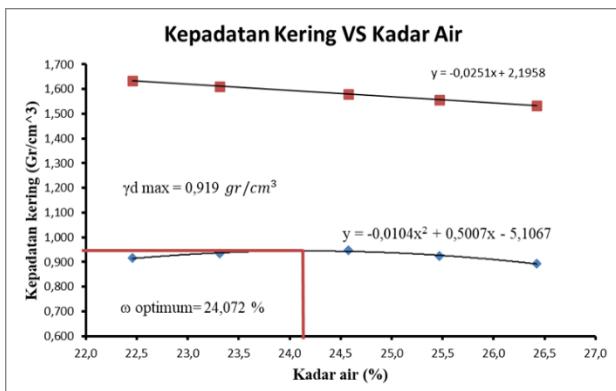
Hasil pengujian kompaksi pada titik 2

Tabel 7 : Hasil perhitungan pemandatan titik 2 variasi 0 %

		3 kg + 680 ml	3 kg + 730 ml	3 kg + 780 ml	3 kg + 830 ml	3 kg + 880 ml
Berat Mold + Tanah Basah	Gr	6400	6440	6480	6450	6410
Berat Mold	Gr	4900	4900	4900	4900	4900
Berat Tanah Basah	Gr	1500	1540	1580	1550	1510
Volume Mold (r= 5,05 , t= 16,7)		1337,978	1337,978	1337,978	1337,978	1337,978
Kepadatan Kering	Gr/Cm <sup>3</sup>	1,121	1,151	1,181	1,158	1,129
	Gr/Cm <sup>3</sup>	0,915	0,933	0,948	0,923	0,893
Berat cawan + Tanah Basah	Gr	13,707	10,594	10,967	20,741	13,141
Berat cawan + Tanah Kering	Gr	11,462	8,752	9,010	16,951	10,589
Berat cawan	Gr	0,94	0,93	0,92	0,92	0,91
Berat Tanah Basah	Gr	12,767	9,664	10,047	19,821	12,231
Berat Tanah Kering	Gr	10,522	7,822	8,090	16,031	9,679
Berat Air	Gr	2,244	1,842	1,957	3,790	2,552
Kadar air	%	22,459	23,311	24,575	25,469	26,425
		1,633	1,611	1,579	1,557	1,534
ZAV = Gs/(1+W/100*Gs)						

Tabel 9. Data untuk konversi ke grafik kompaksi titik 2 variasi 0%

Kadar air optimum (%)	Kepadatan Kering maksimum (gr/cm <sup>3</sup> )	ZAV
22,459	0,915	1,633
23,311	0,933	1,611
24,575	0,948	1,579
25,469	0,923	1,557
26,425	0,893	1,534



Gambar 3. Grafik kompaksi (*Standard Proctor*) titik 2 variasi 0%

Secara grafik, nilai kadar air optimum serta kepadatan kering, diperoleh dengan melihat dimana titik puncak dari parabola yang dihasilkan dari grafik hubungan kadar air dan kepadatan kering, lalu dapat ditarik garis lurus secara vertical serta horizontal dari titik puncak dari parabola tersebut, sehingga menghasilkan nilai untuk kadar air optimum sebesar 24,072 % dan kepadatan kering 0,919 gr/cm<sup>3</sup>.

Sedangkan secara analisis, nilai untuk kadar air optimum dan kepadatan kering diperoleh dari persamaan linear yang dihasilkan dari grafik diatas, yaitu:

a. Untuk hubungan antara kadar air ( $\omega$ ) dengan ZAV (Zero Air Void), diperoleh persamaan :

$$\text{ZAV} = -0,0251\omega + 2,1958.$$

$$\text{ZAV} = -0,0251\omega + 2,1958$$

Saat ZAV = 0, maka :

$$0 = -0,0251\omega + 2,1958$$

$$0,0251\omega = 2,1958$$

$$\omega = 2,1958/0,0251$$

$$\omega = 87,482 \%$$

Sedangkan maksud dari ZAV 100% menunjukkan bahwa kondisi pori-pori tanah sudah tidak mengandung udara lagi. Diperoleh hasil dari persamaan di atas adalah 87,482 sedangkan maksud dari ZAV 100% menunjukkan bahwa kondisi pori-pori tanah sudah tidak mengandung udara lagi. Diperoleh hasil dari persamaan di atas adalah 87,482 % sehingga dapat diketahui bahwa udara dalam pori-pori pada tanah masih ada.

b. Untuk hubungan antara Kadar Air ( $\omega$ ) dengan Kepadatan Kering ( $\gamma_{\text{dry}}$ ), diperoleh persamaan :

$$\gamma_{\text{dry}} = -0,0104\omega^2 + 0,5007\omega - 5,1067$$

Turunan pertama dari pers.  $\gamma_{\text{dry}}$  merupakan garis singgung

$$\frac{\partial \gamma_{\text{dry}}}{\partial \omega} = -0,0208\omega + 0,5007$$

$\omega_{\text{opt}} \text{ diperoleh saat } \frac{\partial \gamma_{\text{dry}}}{\partial \omega} = 0$

$$\frac{\partial \gamma_{\text{dry}}}{\partial \omega} = 0, \text{ maka } 0,0208 \omega_{\text{opt}} = 0,5007$$

$$\omega_{\text{opt}} = 0,5007/0,0208$$

$$\omega_{\text{opt}} = 24,072\%$$

Dari grafik diperoleh :

$$\omega_{\text{opt}} = 24,072 \%$$

$$\gamma_{\text{dry}} = -0,0104\omega^2 + 0,5007\omega - 5,1067$$

$$\gamma_{\text{dry}} = (-0,0104(24,072)^2) + (0,5007(24,072)) - 5,1067$$

$$\gamma_{\text{dry}} = -6,0263 + 12,0528 - 5,1067$$

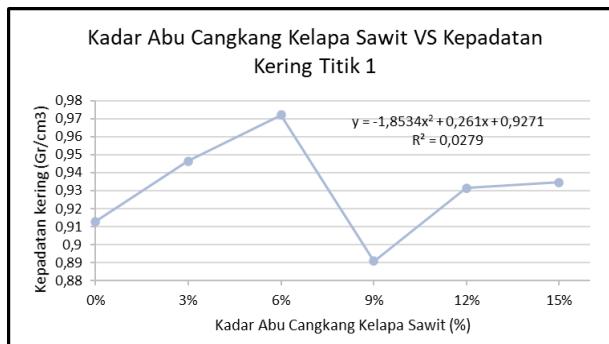
$$\gamma_{\text{dry}} = 0,919 \text{ gr/cm}^3$$

### 3. Hasil Pengujian Kompaksi dengan penambahan Abu Cangkang Kelapa Sawit

Dari hasil pengujian kompaksi dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit yang telah dilakukan diperoleh hasil pengujian kadar air optimum ( $w_{\text{opt}}$ ),  $\gamma_d$  dan ZAV dengan perhitungan dapat dilihat pada tabel 10 :

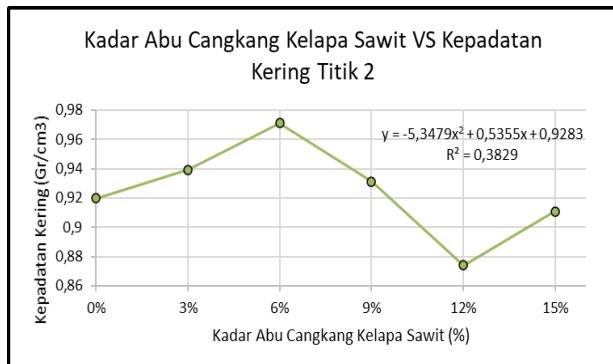
Tabel 10. Rekapitulasi hasil pengujian pemasukan tanah (*Standard Proctor*)

Abu Cangkang Kelapa Sawit	Kepadatan Kering	
	Sampel 1	Sampel 2
0%	0,913	0,920
3%	0,947	0,939
6%	0,972	0,971
9%	0,891	0,931
12%	0,931	0,874
15%	0,935	0,911



Gambar 4. Grafik hubungan abu cangkang kelapa sawit dan kepadatan kering Pada titik 1

Pada titik 1 Penambahan abu cangkang kelapa sawit dengan tanah menunjukkan nilai kepadatan kering berbanding lurus pada 0% hingga 6% kadar abu cangkang kelapa sawit dan mengalami penurunan pada 9%, 12%, dan 15% sehingga 3% dan 6% yang dapat digunakan karena 6% merupakan kepadatan kering yang maksimum.



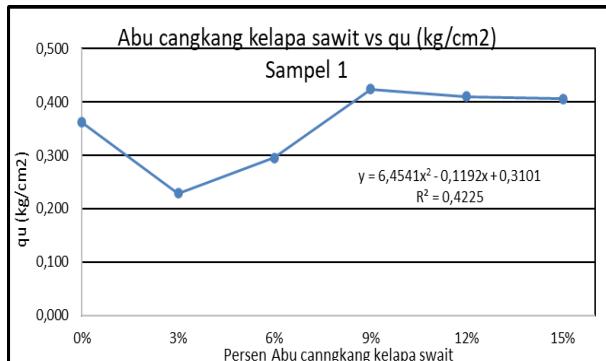
Gambar 5. Grafik abu cangkang kelapa sawit terhadap kepadatan kering titik 2

Pada titik 2 penambahan abu cangkang kelapa sawit dengan tanah menunjukkan nilai kepadatan kering berbanding lurus pada 0% - 6% abu cangkang kelapa sawit dan turun pada 9% - 15%. Hal ini menandakan bahwa tanah pada titik 2 juga mengalami peningkatan saat ditambahkan dengan abu cangkang kelapa sawit dengan persentase 3 % dan 6%, karena 6% merupakan kepadatan kering yang maksimum.

#### 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas *(Unconfined Compression Test)*

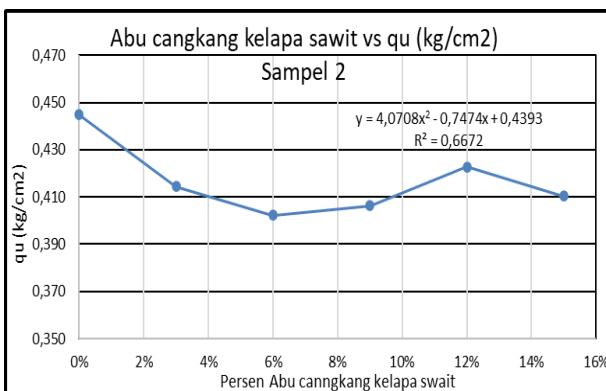
Tabel 11. Rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan bebas

Campuran Abu cangkang kelapa sawit	Sampel 1	Sampel 2	Rata-Rata
0%	0,362	0,445	0,584
3%	0,229	0,428	0,443
6%	0,295	0,365	0,478
9%	0,397	0,388	0,591
12%	0,408	0,406	0,611
15%	0,399	0,384	0,591



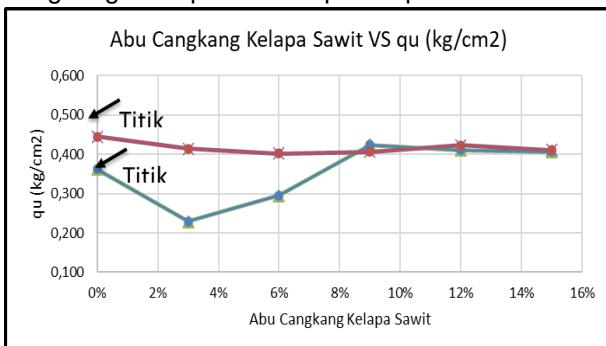
Gambar 6. Grafik abu cangkang kelapa sawit terhadap qu (kg/cm²) titik 1

Pada Sampel 1 pencampuran tanah dan abu cangkang kelapa sawit menunjukkan nilai kuat tekan (qu) menurun dari 0% dan meningkat saat penambahan abu cangkang kelapa sawit dengan penambahan 9%, kemudian mengalami menurun saat penambahan abu cangkang kelapa sawit 12% dan 15%.



Gambar 7. Grafik abu cangkang kelapa sawit terhadap qu (kg/cm²) titik 2

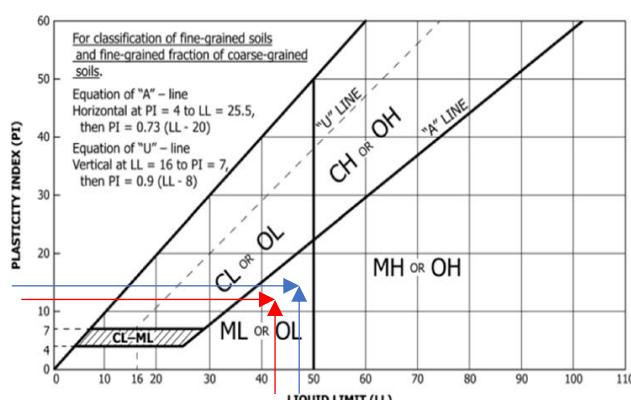
Sedangkan pada sampel 2 pencampuran tanah pada abu cangkang kelapa sawit menunjukkan nilai kuat tekan (qu) menurun dari 0% hingga 9%. Namun meningkat saat pencampuran abu cangkang kelapa sawit pada presentase 12%.



Gambar 8. Grafik abu cangkang kelapa sawit terhadap qu (kg/cm<sup>2</sup>)

Sehingga jika di rata-ratakan semua titik sampel menunjukkan nilai kuat tekan (qu) pada pencampuran tanah dan abu cangkang kelapa sawit menurun dari persentase 0% namun ada juga kecenderungan peningkatan nilai tegangan kuat tekan bebas (qu) pada persentase campuran abu cangkang kelapa sawit 9% dan 12%. Hal ini disebabkan oleh reaksi abu cangkang kelapa sawit yang terkandung dalam tanah dengan kandungan mineral aktif, sehingga dapat bereaksi yang menyebabkan tanah menjadi lebih keras, lebih padat dan stabil. Dimana kandungan air di dalam tanah semakin berkurang dan menjadi keras saat ditambah kadar pencampuran abu cangkang kelapa sawit.

Menurut USCS tanah termasuk berbutir halus pada titik 1 dan 2 karena titik 1 dan 2 persen lolos saringan 200 lebih dari 50%, dan batas cair pada titik 1 kurang dari 50% dan titik 2 lebih dari 50%. Nilai Indeks Plastisitas pada titik 1 dan 2 di peroleh 7 – 17% yang berarti mempunyai sifat plastis sedang.



Gambar 9. Grafik Plasticity Chart

Keterangan :      Titik 1  
 Titik 2

Hubungan potensi pengembangan tanah lempung pada tiap titik dengan indeks plastisitasnya juga dapat diidentifikasi yaitu tanah mempunyai potensi pengembangan rendah karena nilai indeks plastisitas masuk pada interval 0 – 15 % sehingga dapat diketahui potensi pengembangannya. Dari grafik *plasticity chart* diatas tanah yang diuji ini tergolong MH atau OH dengan kategori tanah lenau atau lempung organic dengan tingkat kompresibilitas tinggi.

Klasifikasi tanah menurut AASTHO, Pengujian batas-batas Atterberg yang terdiri dari PL = 37,445%, LL = 51,165%, dan IP = 13,72%. Pengujian gradasi Analisa saringan dan Hidrometer, dimana persen lolos saringan No.200 sebesar 92,690%. Maka dari klasifikasi tanah menurut AASTHO menunjukkan sampel tanah tergolong A-7-5 dengan tipe material yang pokok umumnya tanah berlempung.

Hasil pengujian dari kuat tekan bebas dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit didapatkan hasil berdasarkan Tabel 17 dan Gambar 11. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas dan Grafik Abu Cangkang Kelapa Sawit TERHADAP qu (kg/cm<sup>2</sup>) pada titik 1 mengalami penurunan dari 0% sebesar 0,362 dan mengalami peningkatan pada penambahan abu cangkang kelapa sawit dari 6% sebesar 0,295 hingga 9% sebesar 0,397, namun menurun pada 12% sebesar 0,408 dan 15% sebesar 0,399.

Sedangkan pada titik 2 juga mengalami penurunan pada persentase 0% sebesar 0,445 hingga 9% sebesar 0,406 dan mengalami peningkatan pada 12% sebesar 0,423, namun mengalami penurunan pada 15% sebesar 0,410.

Dari pengujian ini menunjukkan bahwa dari masing-masing sampel tanah dengan campuran abu cangkang kelapa sawit dapat meningkatkan kuat tekan (qu) dari setiap sampel karena abu cangkang kelapa sawit memiliki kemampuan untuk mengikat dan menyerap air sehingga tanah yang tercampur abu cangkang kelapa sawit menjadi padat.

## KESIMPULAN

Sampel tanah dari Paccinongang, Kabupaten Gowa menurut USCS merupakan tanah dan menurut AASTHO termasuk dalam kelompok A-7-5.

Dari pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*) pada tanah lempung Paccinongang, Kabupaten Guwa dengan penambahan abu cangkang kelapa sawit dari kedua sampel terjadi peningkatan pada penambahan 9% dan 12% dari tanah lempung normal.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Braja M Das, 1993, "Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)", Erlangga, Jakarta
- [2] Sarifah J., dan Pasaribu B, 2017, "Pengaruh Penggunaan Abu Cangkang Kelapa Sawit Guna Meningkatkan Stabilitas Tanah Lempung", *Buletin Utama Teknik*, Volume. 13, Nomor. 1, Hlm. 55-60
- [3] Gaudensius N Pait, 2013, "Stabilisasi Tanah", Malang : Universitas Merdeka Malang.
- [4] Endriani D, 2012, "Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Sawit Terhadap Daya Dukung dan Kuat Tekan pada Tanah lempung ditinjau dari UCT Dan CBR Laboratorium". Skripsi Teknik Sipil. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- [5] Hardiyatmo, H. C, 1992. "Mekanika Tanah Jilid I". Gramedia Pustaka Umum.
- [6] Sudarmo, G.D., Purnomo, S.J.E, 1997. "Mekanikan Tanah I". Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- [7] Bowles, Joseph.E, 1993. "Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)". Erlangga, Jakarta
- [8] Sinaga, Hasoloan H.P, 2014, "Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*) Pada Stabilitas Tanah Lempung Dengan Campuran Semen dan Abu Cangkang Kelapa Sawit", *J. Tek. Sipil USU.*, Volume 13. Nomor 2.
- [9] D. M. Pangandongan, R. Rachman and I. L. K. Wong, 2020, "Pengaruh Penambahan Bubuk Gypsum Pada Tanah Lempung Terhadap Uji California Bearing Ratio (CBR)," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 2, no. 4, pp. 263-272.
- [10] Shirley LH, 1987. "Geoteknik dan Mekanika Tanah", Penerbit Nova. Bandung.
- [11] Grim, Ralph E. 1953. "Clay Mineralogy". New York. McGraw-Hill