

Pengaruh Penambahan Abu Arang Tempurung Kelapa Pada Tanah Lempung Terhadap Hasil Uji Kompaksi

Brigita Suzanna^{*1}, Irwan Lie Keng Wong^{*2}, Monika Datu Mirring Palinggi^{*3}

^{*1} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar
Email brigitasuzanna98@gmail.com

^{*2} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar
Email irwanliekengwong@gmail.com

^{*3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar
Email monikadatumirring@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisis tanah lempung dan menganalisa pengaruh penambahan abu arang tempurung kelapa pada tanah lempung. Adapun sampel tanah yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Kecamatan Tanralili Kabupaten Maros, diambil dua titik sampel dan variasi kadar penambahan abu arang tempurung kelapa yaitu 0%, 4%, 6%, 8%, 10%. Metode pengujian yang digunakan mengacu pada ASTM (*American Society for Testing Material*). Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian sifat fisis tanah berupa kadar air, berat jenis, batas-batas Atterberg, analisa saringan, dan analisa hidrometer, kemudian dilakukan pengujian kompaksi (*Compaction Test*) untuk mengetahui kepadatan tanah maksimum. Hasil dari pengujian didapatkan nilai kadar air 28,811%, berat jenis 2,58 gr/cm³ sehingga digolongkan dalam tanah lempung organik. Serta nilai indeks plastisitas 9,926% dengan sifat plastisitas tergolong sedang dari interval 7%-17%. Kemudian dari hasil pengujian pemandatan tanah dengan penambahan abu tempurung kelapa didapatkan nilai kepadatan kering (γ_{dry}) sebesar 0.862, 0.886, 0.914, 0.943, 0.962 hal ini berarti sampel tanah mengalami peningkatan kepadatan kering (γ_{dry}) sebesar 11,60%. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan abu arang tempurung kelapa dapat meningkatkan nilai kepadatan kering tanah sehingga dapat digunakan untuk meningkatkan nilai daya dukung tanah lempung.

Kata Kunci : Karakteristik Tanah, Compaction Standar Proctor

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the physical properties of clay soil and to analyze the effect of adding coconut shell charcoal ash to the clay soil. The soil samples used in this study came from Tanralili District, Maros Regency, two sample points were taken and the variations in the levels of addition of coconut shell charcoal ash is 0%, 4%, 6%, 8%, 10%. The test method used refers to ASTM (*American Society for Testing Materials*). The tests carried out were testing the physical properties of the soil in the form of moisture content, specific gravity, Atterberg boundaries, filter analysis, and hydrometer analysis, then a compaction test was carried out to determine the maximum soil density. The results of the test obtained a moisture content value of 28.811%, a specific gravity of 2.58 g / cm³ so that it is classified as organic clay. As well as the plasticity index value of 9.926% with moderate plasticity from the 7% -17% interval. Then from the test results of soil compaction testing with the addition of coconut shell ash, the dry density (γ_{dry}) equal to 0.862, 0.886, 0.914, 0.943, 0.962, this means that the soil sample experienced an increase in dry density (γ_{dry}) of 11.60%. From the research results it can be concluded that the addition of coconut shell charcoal ash can increase the value of soil dry density so that it can be used to increase the value of the carrying capacity of clay soil.

Key Words : Soil Characteristics, Compaction Standard Proctor

PENDAHULUAN

Tanah merupakan material yang tersusun dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel padat tersebut. [1]

Umumnya tanah dibedakan menjadi dua yaitu tanah kohesif dan tanah non kohesif atau sebagai tanah berbutir kasar dan halus. Jenis dan sifat tanah sangat bervariasi, yang ditentukan dari perbandingan banyaknya fraksi (kerikil, pasir, lanau, dan lempung) serta gradasi dan sifat plastisitas butir halus. [2]

Ada dua sistem klasifikasi yang biasa dipakai dalam bidang teknik sipil yaitu sistem klasifikasi USCS yang didasarkan pada persentase fraksi, bentuk kurva gradasi, plastisitas kompresibilitas, dan AASHTO yang dikembangkan berdasarkan hasil pengamatan tanah di bawah perkerasan serta merupakan sistem yang dikenal secara luas dan sering digunakan oleh insinyur jalan raya. [3]

Tanah lempung memiliki sifat yang elastis sehingga mengakibatkan tanah dapat mengembang dan menyusut, saat musim hujan permukaan air tanah meningkat tinggi dan tanah mereka pada saat musim kemarau, sehingga jika ada bangunan struktur atau infrastruktur di atas tanah maka dapat menyebabkan kerusakan pada struktur atau infrastruktur tersebut seperti terjadi retak pada dindingnya atau terjadi penurunan, serta yang paling sering terjadi yaitu terjadinya keretakan pada plat lantai dan penurunan badan jalan pada konstruksi jalan.

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang ada, sehingga didapatkan sifat-sifat tanah yang memenuhi syarat-syarat teknis untuk lokasi konstruksi bangunan. Tujuan utama stabilitas adalah untuk mengubah sifat-sifat fisis tanah itu sendiri, seperti sifat kompresibilitas, kapasitas daya dukung, kemudahan untuk dikerjakan, permeabilitas, sensitifitasnya terhadap kadar air yang berubah, serta potensi pengembangannya. [4]

Salah satu metode perbaikan tanah yaitu dengan menambahkan bahan *additive*. Dalam hal ini bahan

campuran yang digunakan adalah abu arang tempurung kelapa, karena abu arang tempurung kelapa memiliki kemampuan memperbaiki sirkulasi air dan udara, serta sebagai media pengikat. Selain itu, penggunaan campuran ini untuk mengoptimalkan pemanfaatan tempurung kelapa. [5]

Pemadatan merupakan peristiwa naiknya berat volume kering yang disebabkan oleh beban dinamis untuk menjadi kompak melalui pengurangan rongga udara. [6] Pengujian pemadatan yang dilakukan di laboratorium untuk memperoleh kadar air optimum dan berat isi kering maksimum. Komponen yang mempengaruhi pemadatan tanah adalah sifat dasar dari tanah yang tergantung pada jenis mineral dan komposisinya dalam tanah, kadar air tanah, serta energi pematatan yang diberikan. [7] Uji pemadatan ada dua jenis yakni proctor standar dan proctor modifikasi. [8]

Percobaan dilakukan beberapa kali dengan kadar air yang berbeda-beda. Setelah dipadatkan, benda uji ditimbang dan diukur kadar air dan berat berat volumenya. Hubungan grafis dari kadar air dan berat volumenya kemudian diplot untuk membentuk kurva pemadatan. Kepadatan kering maksimum diperoleh dari titik puncak kurva pemadatan dengan kadar air yang optimal. Rincian mengenai persamaan dan perbedaan dari proctor standar dan proctor modifikasi dapat dilihat pada tabel 1. berikut :

Tabel 1. Elemen pengujian pemadatan di laboratorium

	Proctor Standar (ASTM D-698)	Proctor Modifikasi (ASTM D-1557)
Berat Palu	24,5 N (5,5 1b/2,5 kg)	44,5 N (10 1b/4,5 kg)
Tinggi jatuh palu	350 mm (12 inc)	457 mm (18 inc)
Jumlah lapisan	3	5
Jumlah tumbukan / lapisan	25	56
Volume cetakan		1/30 ft ³
Tanah		Saringan (-) No. 4
Energi pemadatan	595 kj/m ³	2698 kj/m ³

Penelitian sebelumnya atau terkait antara lain : Karaseran (2015) "Pengaruh Bahan Campuran Arang Tempurung Terhadap Konsolidasi Sekunder Pada Lempung Ekspansif". Dari hasil pengujian pemadatan *proctor standard* dengan penambahan arang tempurung dengan variasi 4%, 6%, 8%, dan

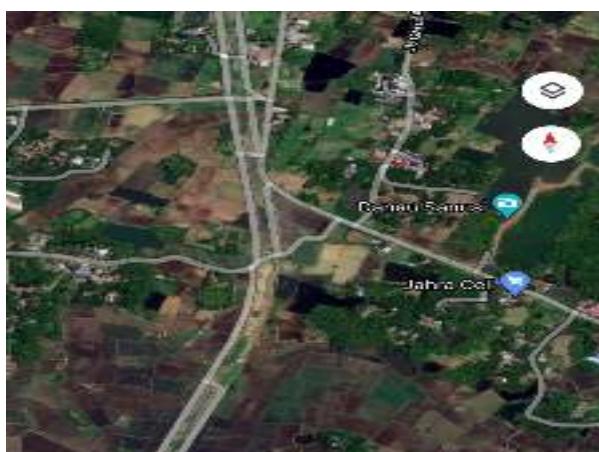
10% terjadi peningkatan γ_{dry} dan ω_{opt} , serta nilai parameter konsolidasi: Cc, Cr, Ca berkurang sedangkan nilai Cv bertambah. [9] Gerwin (2019) "Pengaruh Penambahan Abu Batubara Pada Tanah Lempung Terhadap hasil Uji Kompaksi (Studi Kasus tanah Lempung Kecamatan Sa'dan Toraja

Utara). Dari hasil pengujian pemandatan tanah menggunakan *proctor standard* dengan penambahan abu batubara pada variasi 0%, 10%, 15%, 20%, dan 25% menunjukkan terjadinya peningkatan kepadatan kering dari variasi 0% sebesar 1,307 terus bertambah hingga 25% sebesar 1,379. [10]

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui sifat fisis tanah asli dari Jalan Damai Kecamatan Tanralili Kabupaten Maros Provinsi Sulawesi Selatan. Mengetahui klasifikasi tanah dari Jalan Damai Kabupaten Maros menurut metode USCS dan metode AASTHO. Menganalisa bagaimana pengaruh penambahan abu arang tempurung kelapa pada tanah lempung terhadap hasil uji kompaksi (*Compaction Test*).

METODE

Sampel tanah penelitian diambil dari Jalan Damai Kecamatan Tanralili Kabupaten Maros, dapat dilihat pada gambar 1. Peneliti mengambil sampel sebanyak 2 titik dengan jarak antara titik 1 dan titik 2 sejauh 50 meter, pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat ukur meteran rol. Banyaknya sampel tanah yang diambil dari masing-masing titik kurang lebih 75 kg. Sedangkan limbah tempurung kelapa diperoleh dari beberapa pedagang kelapa di sekitar Pasar Daya, tempurung kelapa yang telah terkumpul dibersihkan dari serabut-serabutnya lalu dikeringkan dengan cara dijemur. Setelah kering, tempurung kelapa dibakar hingga menjadi arang, kemudian dihaluskan dengan cara ditumbuk dan disaring menggunakan saringan No. 40.



No	Pengujian	Jumlah Benda Uji	Total
----	-----------	------------------	-------

Setiap Titik			
1	Kadar air tanah asli	3	6
2	Berat jenis	2	4
3	Gradasi	1	2
4	Batas-batas atterberg		
	Batas Cair	4	8
	Batas Susut	2	4
	Batas Plastis	3	6
5	Kompaksi	25	50

b. Rancangan variasi campuran pembuatan benda uji kompaksi tiap titik

Tabel 3. Kebutuhan benda uji pematatan

Bahan	Percentase Campuran				
	0%	4%	6%	8%	10%
Abu Tempurung Kelapa (gr)	0	120	180	240	300
Tanah Asli (kg)	3	3	3	3	3

Kebutuhan bahan utama uji pematatan :

$$\begin{aligned}
\text{Jumlah tanah untuk variasi} &= 3 \text{ kg} \times 5 \text{ sampel} \\
&= 15 \text{ kg} \\
\text{Jumlah tanah untuk 5 variasi} &= 15 \text{ kg} \times 5 \text{ sampel} \\
&= 75 \text{ kg} \\
\text{Total tanah} &= 75 \text{ kg} \times 2 \\
&= 150 \text{ kg}
\end{aligned}$$

1. Hasil Pengujian Karakteristik Tanah

Dari pengujian sifat fisis tanah yang telah dilakukan diperoleh hasil dari masing-masing pengujian dapat dilihat pada tabel 4. sebagai berikut:

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 4. Rekapitulasi hasil pengujian sifat fisis tanah

No	Pemeriksaan	Nilai		
		Titik 1	Titik 2	Rata-rata
1	Kadar Air (ω)	%	27,994	29,627
2	Berat Jenis (Gs)	gr/cm ³	2,58	2,59
3	Batas Cair (LL)	%	30,479	33,713
	Batas Plastis (PL)	%	21,167	23,175
	Batas Susut (SL)	%	18,016	11,839
	Indeks Plastisitas (PI)	%	9,312	10,539
4	Persen Lolos Saringan No.200	%	85,865	83,865
	Gravel (G)	%	0	0
	Sand (S)	%	14,135	16,562
	Silt (M)	%	71,279	71,583
	Clay (C)	%	14,586	11,855

Hasil Analisis Pengujian Sifat Fisis Tanah :

a. Pemeriksaan Kadar Air

Pada pemeriksaan kadar air tanah asli diperoleh nilai kadar air pada titik 1 sebesar 27,994%, titik 2 sebesar 29,627%, dan nilai rata-rata sebesar 28,811%.

b. Pemeriksaan Berat Jenis Tanah

Pada pemeriksaan berat jenis tanah diperoleh nilai berat jenis pada titik 1 sebesar 2,58 dan titik 2 sebesar 2,59 sehingga didapatkan nilai rata-rata sebesar 2,58. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa tanah yang telah dilakukan pemeriksaan termasuk dalam kelompok tanah lempung organik.

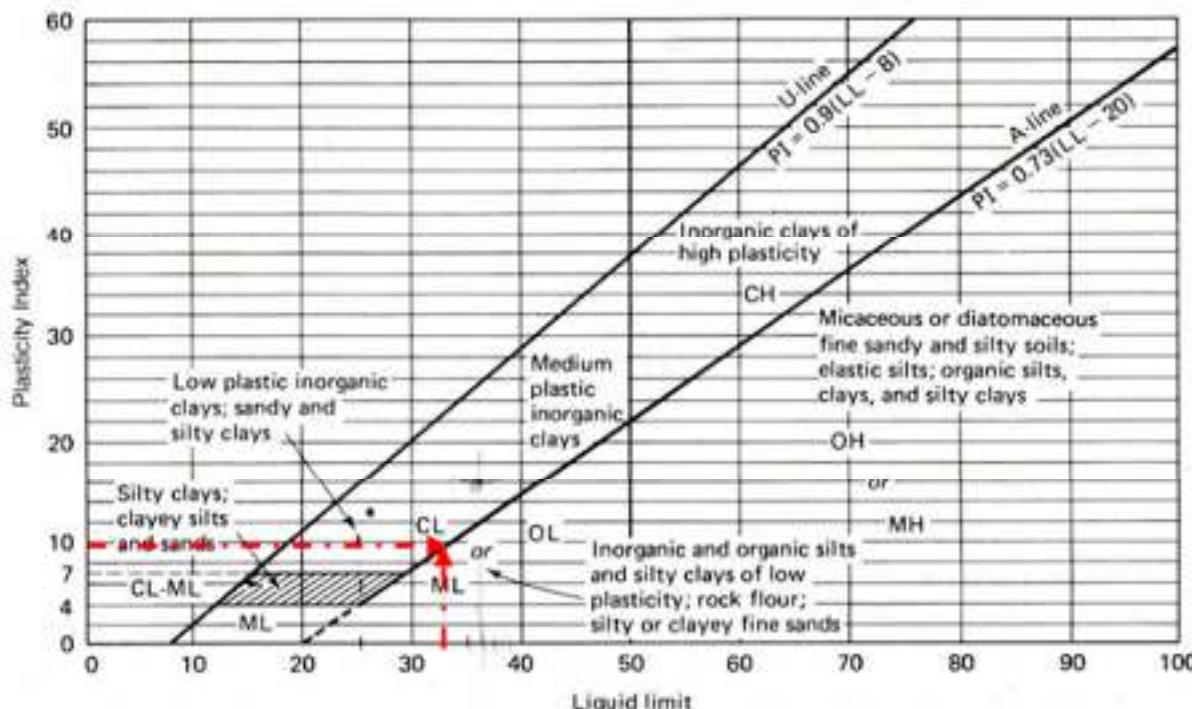
c. Pemeriksaan Batas-Batas Atterberg

Pada pemeriksaan batas-batas Atterberg yang telah dilakukan didapatkan batas cair, batas plastis

dan batas susut pada tabel 5. dan gambar 2. sebagai berikut :

Tabel 5. Pengujian batas-batas Atterberg

	LL	PL	IP
Titik 1	30,479	21,167	9,312
Titik 2	33,713	23,175	10,539
Rata-rata	32,096	22,171	9,926



Gambar 2. Grafik plasticity chart

d. Pemeriksaan Analisa Saringan dan Hidrometer

Hasil yang diperoleh dari pemeriksaan analisa saringan adalah nilai persen lolos dari setiap saringan akan dihubungkan dengan diameter saringan sehingga akan terbentuk sebuah garis yang menandakan banyaknya persen tanah berpasir yang didapatkan. Kemudian pada Analisa hidrometer didapatkan diameter butir tanah serta persentase kehalusannya. Hasil dari keduanya kemudian dihubungkan dalam titik koordinat dari setiap diameter saringan akan menghasilkan banyaknya persentase tanah yang termasuk lanau dan lempung. Hasil pemeriksaan persentase tanah yang berpasir, lanau, dan lempung dapat dilihat pada grafik berikut:

Sampel 1

$$\begin{aligned} \text{Pasir} &: 100 \% - 85,865 \% = 14,135 \% \\ \text{Lanau} &: 85,865 \% - 14,135 \% = 71,279 \% \\ \text{Lempung} &: 100 \% - (14,135 \% + 71,279 \%) \end{aligned}$$

$$= 14,586 \%$$

Sampel 2

$$\begin{aligned} \text{Pasir} &: 100 \% - 83,438 \% = 16,562 \% \\ \text{Lanau} &: 83,438 \% - 11,855 \% = 71,583 \% \\ \text{Lempung} &: 100 \% - (16,562 \% + 71,583 \%) \\ &= 11,855 \% \end{aligned}$$

Dari hasil analisis saringan dan uji hidrometer dapat disimpulkan bahwa tanah berbutir halus memiliki kandungan tanah lanau yang lebih dominan.

Menurut USCS tanah Titik 1 dan 2 termasuk berbutir halus karena persen lolos saringan 200 lebih dari 50%. Nilai Indeks Plastisitas rata-rata diperoleh 9,926% yang berarti mempunyai sifat plastisitas sedang. 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 *CL atau OL* (Lempung plastisitas rendah atau Lanau organik plastisitas rendah).

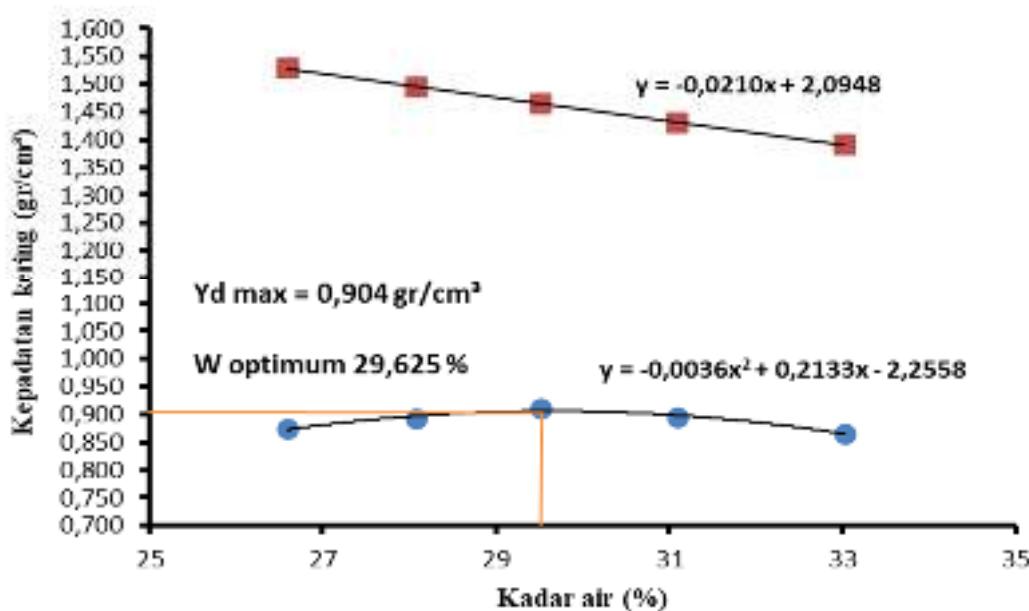
2. Hasil Pengujian Pemadatan (*Compaction Proctor*)

Hasil dari pemeriksaan kompaksi atau pemadatan yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 6. berikut :

Tabel 6. Hasil Perhitungan *Standard Proctor* Titik 1

		3kg+730ml	3kg+780ml	3kg+830ml	3kg+880ml	3kg+930ml
Berat Mold + Tanah Basah	Gr	6380	6430	6480	6470	6440
Berat Mold	Gr	4900	4900	4900	4900	4900
Berat Tanah Basah	Gr	1480	1530	1580	1570	1540
Volume Mold	Cm ³	1337,978	1337,978	1337,978	1337,978	1337,978
Kepadatan	Gr/Cm ³	1,106	1,144	1,181	1,173	1,151
Kepadatan Kering	Gr/Cm ³	0,874	0,893	0,912	0,895	0,865
Berat cawan + Tanah Basah	Gr	5,942	8,354	8,334	8,179	8,672
Berat cawan + Tanah Kering	Gr	4,893	6,726	6,647	6,461	6,752
Berat cawan	Gr	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94
Berat Tanah Basah	Gr	5,012	7,428	8,311	7,239	7,731
Berat Tanah Kering	Gr	3,963	5,799	6,738	5,521	5,811
Berat Air	Gr	1,050	1,629	1,573	1,718	1,920
Kadar air	%	26,597	28,081	29,510	31,097	33,030
ZAV = Gs/(1+W/100*Gs)		1,530	1,496	1,465	1,431	1,393

Kepadatan Kering Vs Kadar Air



Gambar 3. Kepadatan Kering (γ_{dry}) vs Kadar Air (w) Titik 2

Dari Gambar 3, pada grafik di peroleh persamaan $ZAV = -0,0210\omega + 2,0948$ dan $\gamma_{dry} = -0,0036\omega^2 + 0,2133\omega - 2,2558$, nilai kadar air optimum serta kepadatan kering diperoleh dari persamaan parabola γ_{dry} .

Secara grafis dapat diplot garis lurus secara vertikal dan horizontal yang menyentuh titik puncak dari parabola tersebut, sehingga menghasilkan nilai untuk kadar air optimum sebesar 29,625 % dan kepadatan kering 0,904 gr/cm³. Sedangkan secara analisis, nilai untuk kadar air optimum dan kepadatan kering diperoleh dari persamaan linear yang dihasilkan grafik di atas, yaitu:

Untuk hubungan antara kadar air (ω) dengan ZAV (Zero Air Void), diperoleh persamaan:

$$ZAV = -0,0210\omega + 2,0948.$$

$$ZAV = -0,0210\omega + 2,0948;$$

Saat ZAV = 0, maka:

$$0 = -0,0210\omega + 2,0948$$

$$0,0210\omega = 2,0948$$

$$\omega = 2,0948/0,0210$$

$$\omega = 99,752 \%$$

Sedangkan maksud dari ZAV 100% menunjukkan bahwa kondisi pori-pori tanah sudah tidak

mengandung udara lagi. Didapatkan hasil dari persamaan di atas yaitu $\omega = 99,752\%$ atau dapat dianggap 100% udara di dalam pori sudah tidak ada lagi.

Untuk hubungan antara Kepadatan Kering (γ_{dry}) dan Kadar Air (ω), diperoleh persamaan :

$$\gamma_{dry} = -0,0036\omega^2 + 0,2133\omega - 2,2558.$$

Bila diselesaikan :

$$\gamma_{dry} = -0,0036\omega^2 + 0,2133\omega - 2,2558$$

Turunan pertama dari pers. γ_{dry} merupakan garis singgung $\frac{\partial \gamma_{dry}}{\partial \omega} = -0,0072 \omega + 0,2133$

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

$$\frac{\partial \gamma_{dry}}{\partial \omega} = 0, \text{ maka } 0,0072 \omega_{opt} = 0,2133$$

$$\omega_{opt} = 0,2133/0,0072$$

$$\omega_{opt} = 29,625\%$$

γ_{dry} pada kondisi ω_{opt} sebagai berikut:

$$\gamma_{dry} = -0,0036\omega^2 + 0,2133\omega - 2,2558$$

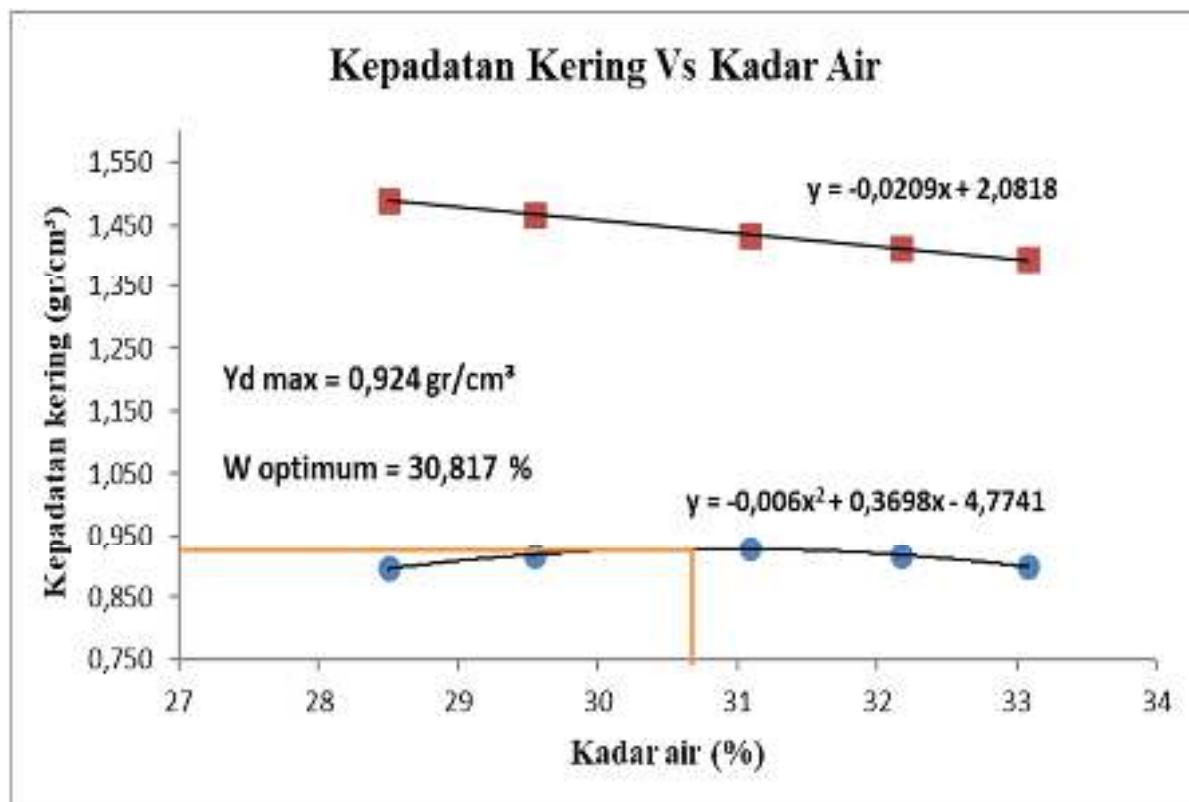
$$\gamma_{dry} = (-0,0036(29,625^2)) + (0,2133(29,625)) - 2,2558$$

$$\gamma_{dry} = (-3,160) + 6,319 - 2,2558$$

$$\gamma_{dry} = 0,904 \text{ gr/cm}^3$$

Tabel 7. Hasil perhitungan Standard Proctor titik 2

		3kg+750ml	3kg+800ml	3kg+850ml	3kg+900ml	3kg+950ml
Berat Mold + Tanah Basah	Gr	6440	6490	6530	6520	6500
Berat Mold	Gr	4900	4900	4900	4900	4900
Berat Tanah Basah	Gr	1540	1590	1630	1620	1600
Kepadatan	Gr/Cm ³	1,151	1,188	1,218	1,211	1,196
Kepadatan Kering	Gr/Cm ³	0,896	0,917	0,929	0,916	0,899
Berat cawan + Tanah Basah	Gr	8,956	9,524	8,823	8,872	9,007
Berat cawan + Tanah Kering	Gr	7,175	7,567	6,952	6,941	6,999
Berat cawan	Gr	0,93	0,94	0,93	0,94	0,92
Berat Tanah Basah	Gr	8,029	8,587	7,893	7,937	8,084
Berat Tanah Kering	Gr	6,248	6,629	6,022	6,006	6,077
Berat Air	Gr	1,781	1,958	1,871	1,931	2,008
Kadar air	%	28,505	29,551	31,085	32,175	33,083
ZAV = Gs/(1+W/100*Gs)		1,490	1,467	1,435	1,413	1,395



Gambar 4. Kepadatan Kering (γ_{dry}) vs Kadar Air (ω) Titik 2

Dari Gambar 4, pada grafik di peroleh persamaan ZAV = $-0,0209\omega + 2,0818$ dan $\gamma_{dry} = -0,0006\omega^2 + 0,3698\omega - 4,7741$, nilai kadar air optimum serta kepadatan kering diperoleh dari persamaan parabola γ_{dry} .

Secara grafis dapat diplot garis lurus secara vertikal dan horizontal yang menyentuh titik puncak dari parabola tersebut, sehingga menghasilkan nilai untuk kadar air optimum sebesar 30,817 % dan kepadatan kering 0,924 gr/cm³. Sedangkan secara analisis, nilai untuk kadar air optimum dan kepadatan kering diperoleh dari persamaan linear yang dihasilkan grafik di atas, yaitu:

Untuk hubungan antara kadar air (ω) dengan ZAV (Zero Air Void), diperoleh persamaan :

$$ZAV = -0,0209\omega + 2,0818$$

$$ZAV = -0,0209\omega + 2,0818$$

Saat ZAV = 0, maka :

$$0 = -0,0209\omega + 2,0818$$

$$0,0209\omega = 2,0818$$

$$\omega = 2,0818/0,0209$$

$$\omega = 99,608\%$$

Sedangkan maksud dari ZAV 100% menunjukkan

bahwa kondisi pori-pori tanah sudah tidak mengandung udara lagi. Diperoleh hasil dari persamaan di atas adalah $\omega = 99,608\%$ atau dapat dianggap 100% udara dalam pori sudah tidak ada lagi

Untuk hubungan antara Kepadatan Kering (γ_{dry}) dan Kadar Air (ω), diperoleh persamaan:

$$\gamma_{dry} = -0,0006\omega^2 + 0,3698\omega - 4,7741$$

Bila diselesaikan :

$$\gamma_{dry} = -0,0006\omega^2 + 0,3698\omega - 4,7741$$

Turunan pertama dari pers. γ_{dry} merupakan garis singgung

$$\frac{\partial \gamma_{dry}}{\partial \omega} = -0,0012 \omega + 0,3698$$

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

$$\frac{\partial \gamma_{dry}}{\partial \omega} = 0, \text{ maka } 0,0012 \omega_{opt} = 0,3698$$

$$\omega_{opt} = 0,3698/0,0012$$

$$\omega_{opt} = 30,81$$

γ_{dry} pada kondisi ω_{opt} sebagai berikut:

$$\gamma_{dry} = -0,0006\omega^2 + 0,3698\omega - 4,7741$$

$$\gamma_{dry} = (-0,006(30,817^2)) + (0,3698(30,817)) - 4,7741$$

$$\gamma_{dry} = (-5,698) + 11,396 - 4,7741$$

$$\gamma_{dry} = 0,924 \text{ gr/cm}^3$$

3. Pengujian Kompaksi dengan Penambahan Abu Arang Tempurung Kelapa

Tabel 8. Hasil Pengujian Kompaksi Proctor

Abu Arang Tempurung Kelapa	Kepadatan Kering (γ_{dry}) (gr/cm ³)		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
0%	0,842	0,881	0,862
4%	0,867	0,905	0,886
6%	0,904	0,924	0,914
8%	0,934	0,951	0,943
10%	0,959	0,965	0,962



Gambar 5. Kadar Abu Arang Tempurung Kelapa vs Kepadatan Kering (γ_{dry}) Titik 1

Pencampuran tanah dengan abu arang tempurung kelapa pada Titik 1 menunjukkan nilai kepadatan kering terjadi peningkatan dengan penambahan persen abu arang tempurung kelapa dari 0% sebesar 0,842 gr/cm³ sampai 10% sebesar 0,959 gr/cm³, Hal ini berarti sampel tanah pada Titik 1 mengalami peningkatan sebesar 13,895%.



Hasil dari pengujian pemandatan atau kompaksi Proctor dengan penambahan abu arang tempurung kelapa dapat dilihat pada tabel 8. berikut :

Gambar 6. Kadar Abu Arang Tempurung Kelapa vs Kepadatan Kering (γ_{dry}) Titik 2

Pencampuran tanah dengan abu arang tempurung kelapa pada Titik 2 menunjukkan nilai kepadatan kering terjadi peningkatan dengan penambahan persen abu arang tempurung kelapa dari 0% sebesar 0,881 gr/cm³ sampai 10% sebesar 0,965 gr/cm³, hal ini berarti sampel tanah pada Titik 2 mengalami peningkatan sebesar 9,534%.

Dengan mengambil nilai rata-rata pada pencampuran tanah dengan abu arang tempurung kelapa menunjukkan nilai kepadatan kering (γ_{dry}) terjadi peningkatan dengan penambahan % abu arang tempurung kelapa dari 0% sebesar 0,862 gr/cm³ sampai 10% sebesar 0,962 gr/cm³, Hal ini berarti sampel tanah mengalami peningkatan sebesar 11,60%.

Berdasarkan hal tersebut di atas menunjukkan bahwa dengan kadar air yang optimum dan penambahan abu arang tempurung kelapa hingga 10% masih menunjukkan terjadi peningkatan terhadap kepadatan kering.

KESIMPULAN

Sampel tanah dari Jalan Damai Kecamatan Tanralili Kabupaten Maros merupakan tanah lempung organik karena mendapatkan hasil nilai berat jenis 2,58 gr/cm³ dengan kadar air tanah asli sebesar 28,811%, serta nilai Indeks Plastisitas 9,926% dengan sifat plastisitas tergolong sedang dari interval 7%-17%. Sedangkan menurut metode USCS, tanah tersebut tergolong OL (Lana organik plastisitas rendah) dan dengan metode AASTHO,

sampel tanah tergolong A-4 dengan jenis material pokok tanah lanau dan tingkat kegunaan sebagai *subgrade* cukup baik hingga buruk

Dari hasil pengujian Pemadatan Tanah (*Standard Proctor*) dengan penambahan abu arang tempurung kelapa memberikan pengaruh peningkatan terhadap kepadatan kering (γ_{dry}). Nilai kepadatan kering meningkat dari penambahan 4% sampai penambahan 10%, hal ini juga tidak menutupi kemungkinan akan terus meningkat pada kadar abu arang tempurung elapa yang lebih besar lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. M. Das, 1995. Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis), Jakarta: Erlangga.
- [2] D. Soedarmo and E. Purnomo, 1993. Mekanika Tanah 1, Malang: Kanisius.
- [3] Departemen Pekerjaan Umum, 2006. Pekerjaan Tanah, Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- [4] D. Panguriseng, 2001. Stabilisasi Tanah, Makassar: Universitas 45 Makassar.
- [5] R. K. Rustam, 2019. "Pengaruh Penambahan Abu Arang Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung Di Daerah Makart Jaya," *Jurnal Deformasi*, Volume. 4, Nomor. 2. Hlm. 82-91.
- [6] Departemen Pekerjaan Umum, 2006. Pedoman Pekerjaan Tanah Dasar Untuk Pekerjaan Jalan, Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- [7] B. Santoso, H. Suprapto dan S. H. S., 1998. Dasar Mekanika Tanah, Depok: Gunadarma.
- [8] G. S. Budi, 2011. Pengujian Tanah di Laboratorium, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [9] A. J. Karaseran, 2015. "Pengaruh Bahan Campuran Arang Tempurung Terhadap Konsolidasi Sekunder Pada Lempung Ekspansif," *Jurnal Sipil Statik*, Volume. 3, Nomor. 8. Hlm. 543-553.
- [10] G. K. Bumbungan, 2019. Pengaruh Penambahan Abu Batubara terhadap Hasil Uji Kompaksi, Makassar: Skripsi. Universitas Kristen Indonesia Paulus.
- [11] D. M. Pangadongan, R. Rachman, dan 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, hlm. 263–272.