



Alfa Sandy Imanuel
 Maukh¹
 Andi Patriadi²
 Laily Endah
 Fatmawati³

ANALISIS PARAMETER FISIS DAN MEKANIS TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DENGAN PENAMBAHAN BAHAN STABILISASI ABU SERBUK KAYU (STUDI KASUS : JALAN BABATAN, KECAMATAN WIYUNG, SURABAYA, JAWA TIMUR)

Abstrak

Abu serbuk kayu memiliki kandungan silika dan pozzolan sehingga berpotensi sebagai alternatif bahan semen.. Pengujian yang dilakukan yaitu untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis tanah sebelum dan setelah dilakukan pencampuran. Pengujian sifat fisis di antaranya atterberg limit (uji konsistensi) dan kadar air. Sedangkan pengujian mekanis yaitu proktor (kepadatan). Hasil pengujian sifat fisis Tanah asli diantaranya kadar air 35,688%, batas cair (LL) 63,50%, batas plastis(PL) 28,85% dan indeks plastisitas (PI) 34.65%. Untuk pengujian proktor diperoleh berat volume kering sebesar 1,448 g/cm³ dengan kadar air optimum 24,5 % .Hasil penelitian tanah campuran diperoleh nilai indeks plastisitas (PI) terendah 19,57 % pada campuran tanah dengan 15 persen abu serbuk kayu, Volumetri 1,91 gr/cm³ pada pencampuran tanah dengan 10%, Gravimetri 2.391 gr/cm³ campuran 20 %, pengujian proktor mendapatkan berat volume kering sebesar 1,571 gr/cm³ campuran 20%.

Kata Kunci: Stabilisasi Tanah;Lempung Ekspansif;Abu Serbuk Kayu

Abstract

Sawdust ash contains silica and pozzolan so it has the potential to be an alternative cement material. The tests carried out were to determine the physical and mechanical properties of the soil before and after mixing. Physical property tests include Atterberg limit (consistency test) and water content. Meanwhile, mechanical testing is proctor (density). The results of testing the physical properties of the original soil include water content 35.688%, liquid limit (LL) 63.50%, plastic limit (PL) 28.85% and plasticity index (PI) 34.65%. For the proctor test, the dry volume weight was 1.448 g/cm³ with an optimum water content of 24.9%. The results of the mixed soil research obtained the lowest plasticity index (PI) value of 19.57% in the soil mixture with 15 percent sawdust ash. Volumetric 1.91 gr/cm³ when mixing soil with 10%, Gravimetric 2,391 gr/cm³ mixed with 20%, proctor testing obtained a dry volume weight of 1.571 gr/cm³ mixed with 20%..

Key words: Soil Stabilization; Ekspansif Clay; Sawdust Ash

PENDAHULUAN

Menurut Zambika et al., 2019 Tanah adalah butiran-butiran halus yang yang tidak saling mengikat secara kimia, serta tanah terbentuk dari pelapukan organik antara zat-zat padat, cair yang mengisi ruang kosong antar partikel padat. Jenis tanah dengan plastisitas tinggi dan kandungan air yang beragam disebut tanah lempung. Tanah ini mengandung partikel mineral tertentu yang memungkinkannya menjadi plastis ketika dicampur dengan air.

Menurut (Gusti A A I L, 2014)Tanah lempung ekspansif adalah salah satu jenis tanah yang bermasalah karena sifat kembang susutnya yang tinggi dan sangat dipengaruhi oleh air. Tanah dengan fluktuasi kembang susut tinggi ini sering disebut lempung ekspansif yang pengaruhnya terhadap konstruksi menimbulkan kerusakan pada bangunan, seperti dinding retak,

^{1,2,3)} Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
 email: alfasimt2@gmail.com¹, andipatriadi@untag-sby.ac.id², lailyendah@untag-sby.ac.id³

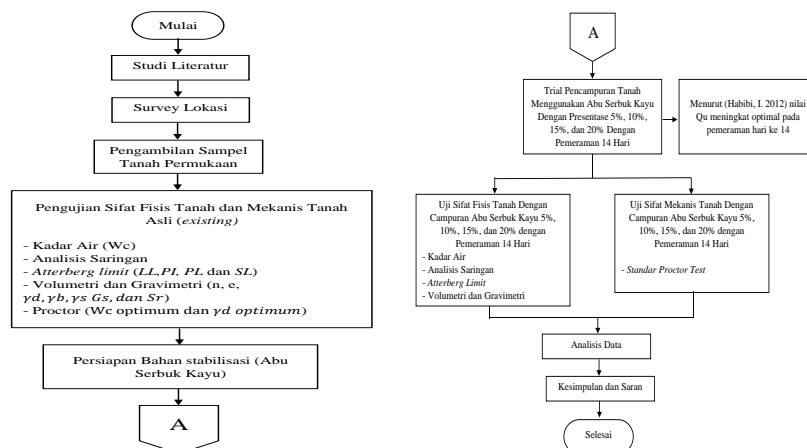
pondasi terangkat, dan jalan bergelombang. Jika terjadi peningkatan atau penurunan kadar air, semua tanah lempung yang mengandung mineral ekspansif akan mengembang dan menyusut dengan cepat.

Stabilisasi tanah merupakan usaha untuk meningkatkan daya dukung tanah dengan melakukan penambahan material pada tanah kemudian perbandingan perubahan karakteristik tanah asli dan tanah yang distabilisasi ditinjau berdasarkan pengujian (Kusumastuti & Sepriyanna, 2019)

Serbuk kayu adalah material yang diperoleh dari proses menggergaji kayu. Serbuk ini menghasilkan partikel-partikel kecil dan apabila pada kondisi kering menurut Faizal Alridho, dkk, yang mempunyai bobot yang sangat ringan dan juga mudah diterbangkan angin. Serbuk kayu juga banyak ditemui pada meubel kayu, dan biasanya tersisa serta tertimbun menjadi limbah atau dibuang ke aliran sungai. Serbuk kayu cocok digunakan sebagai bahan stabilisasi pada tanah. Alasannya karena abu serbuk kayu mengandung dua unsur penting yang bisa sebagai pengganti semen ketika dua unsur ini tercampur yakni $\pm 60\%$ silika, SiO_2 , dan $\pm 23,5\%$ kalsium, CaO . Reaksi ini akan membuat kedua unsur ini bercampur dan terhidrasi yang kemudian menghasilkan reaksi pozzolan yang berfungsi sebagai binder antar partikel tanah sehingga material ini akan meningkatkan kekuatan tanah. Singkatnya ketika partikel-partikel tanah itu terikat lalu menjadi butiran yang lebih besar maka kekuatan tanah tersebut akan cukup kuat. Karena itulah tanah ini perlu diuji untuk mengetahui apakah tanah ini stabil

Pengujian yang dilakukan berupa sifat fisis dan sifat mekanis tanah. Sifat fisis meliputi pengujian atterberg limit dan volumetri-gravimetri untuk mendapatkan nilai kadar air dalam tanah, batas plastis, batas cair, batas susut, indeks plastisitas, berat volume dan berat spesifik. Sedangkan sifat mekanis meliputi pengujian proktor untuk memperoleh nilai kepadatan dari berat volume kering dan kadar air optimum. Masing-masing pengujian dilakukan dengan variasi campuran berbeda yaitu 5%, 10%, 15%, dan 10% abu serbuk kayu. Lokasi sampel tanah yang diambil adalah di daerah Jl. Babatan, Kecamatan Wiyung, Surabaya, Jawa Timur. Alasan memilih lokasi tersebut adalah karena memiliki sejumlah besar tanah lempung yang dibuktikan dengan pengujian lab, tanah asli yang lolos ayakan no 200 di atas 50%. Dari hasil pengujian laboratorium diperoleh nilai diantaranya LL 63,50%, PL 28,85%, dan PI 34,65% artinya bahwa tanah tersebut memiliki jenis tanah lempung dengan elastisitas rendah. lokasi tersebut juga berpotensi untuk dibangun suatu konstruksi di atasnya karena merupakan komersial area, sehingga perlu adanya upaya stabilitas tanah pada lokasi tersebut.

METODE



Gambar. 1. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

Lokasi

Pengujian stabilisasi campuran pada tanah pada tanah lempung ekspansif dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas 17 Agustus Surabaya. Dalam pengujian laboratorium terdapat pengujian sifat fisis tanah dan mekanis tanah lokasi pengambilan sampel tanah di Jalan Babatan, Kecamatan Wiyung, Surabaya, Jawa Timur

Tabel 1. Notasi Sampel

No	Jenis Bahan	Komposisi Campuran	Kode Sampel	Jumlah Sampel (Buah)	Total Sampel
1.	Abu Serbuk Kayu (A)	Tanah tanpa bahan campuran (eksisting)	AS0	3	15
2.		Tanah + 5% A	AS1	3	
3.		Tanah + 10 % A	AS2	3	
4.		Tanah + 15 % A	AS3	3	
5.		Tanah + 20 % A	AS4	3	

Sumber : (olahan Penulis, 2024)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisis Dan Mekanis Tanah Lempung Ekspansif Dalam Kondisi Eksisting

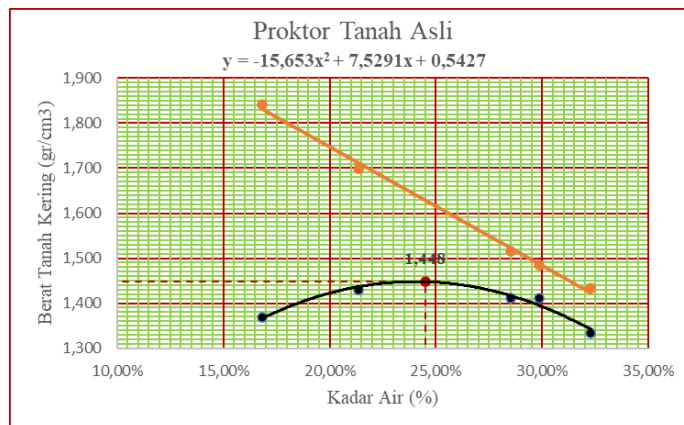
Pada pengujian pengujian yang dilakukan di laboratorium mekanika tanah Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya diperoleh data sifat fisis dan mekanis sebelum pencampuran maupun setelah pencampuran bahan stabilisasi

Pada tanah asli dilakukan dua pengujian yaitu pengujian parameter sifat fisis dan sifat mekanis tanah. Pengujian sifat fisis di antaranya pengujian atterberg limit, pengujian volumetri dan pengujian gravimetri. Sedangkan untuk parameter sifat mekanis dilakukan pengujian proktor (kepadatan)

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian Tanah Asli

AS0		
Atterberg Limit	LL	63,50 %
	PL	28,85 %
	SL	8,54 %
	PI	34,65
Volumetri		1,67
Gravimetri		2,669
Proktor	Yd	1,448,
	OMC	24,5

Sumber : (Hasil Pengujian, 2024)



Gambar 3. Proktor tanah asli

Grafik diatas menunjukan nilai kadar air optimum (OMC) Pada 24, 5% air dengan nilai kepadatannya sebesar 1,448

Sifat Fisis Tanah Lempung Ekspansif Kondisi Setelah Sitabilisasi

Pengujian Atterberg Limit

Pengujian atterberg limit atau batas konsistensi dilakukan dengan 4 variasi campuran tanah. Berikut adalah hasil pengujian batas cair (LL), batas plastis (PL), (SL)

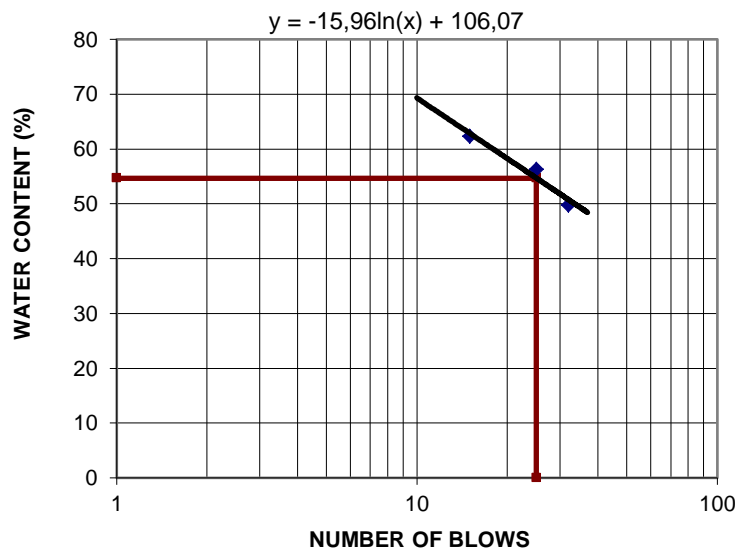
Pengujian Batas Cair (LL)

Pada pengujian ini bertujuan untuk menentukan batas cair tanah yang diuji. Batas cair tanah dapat diartikan sebagai kadar air tanah dalam keadaan batas antara air dan plastis. Hasil Pengujian batas cair tanah asli/ existing dapat dilihat pada table 2 dibawah ini.

Tabel 3. Pengujian Batas Cair Tanah AS1

No. Cawan	Satuan	10	38	30
Berat Cawan	gram	46,60	34,60	47,30
Berat Cawan + Tanah Basah	gram	71,60	59,60	72,30
Berat Cawan + Tanah Kering	gram	62,00	50,60	64,00
Berat Tanah Basah	gram	25,00	25,00	25,00
Berat Tanah Kering	gram	15,40	16,00	16,70
Berat Air	gram	9,60	9,00	8,30
Kadar Air (wc)	%	62,34	56,25	49,70
Jumlah Pukulan		15	25	32

Sumber : (Hasil Pengujian, 2024)



Gambar. 3. Grafik Pengujian Batas Cair AS1

Dari grafik di atas di peroleh nilai $y = - 15, 96 \ln (X) + 106,07$. Maka nilai x yang di pakai adalah 25 sehingga di peroleh nilai sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 y &= - 15, 96 \ln (25) + 106,07 \\
 &= - 51,37 + 106 \\
 &= 54,69
 \end{aligned}$$

Keterangan:

Ln : Logaritma Natural

Diperoleh nilai batas cair tanah AS1 atau tanah + 5% abu serbuk kayu sebesar 54,69 %

Pengujian Batas Plastis (PL)

Tabel 3. Pengujian Batas Cair Tanah AS1

No. Cawan	unit	31	19	18
Berat Cawan	gr	39,10	49,50	38,90
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	43,10	53,90	43,70
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	42,30	53,00	42,60
Berat Tanah Basah	gr	4,000	4,400	4,800
Berat Tanah Kering	gr	3,200	3,500	3,700
Berat Air	gr	0,800	0,900	1,100
Kadar Air (Wc)	%	25,00	25,71	29,73

Sumber: (Hasil Pengujian, 2024)

Dari Tabel di atas dapat dilihat pengujian batas plastis tanah AS1 di peroleh nilai masing-masing 25%, 25,71% dan 29,73% sehingga di peroleh nilai rata-rata sebesar 26,81%

Untuk perhitungan kadar air diperoleh dari berat air dibagi berat tanah kering dikali 100%

$$WC = \frac{Ww}{Wsd} \times 100\%$$

$$WC = \frac{0,8}{3,2} \times 100\% = 25 \%$$

Keterangan:

WC : Kadar Air (%)

WW: Berat air (g)

Wsd : Berat Tanah Kering (g)

Pengujian Batas Susut (SL)

Tabel 4. Pengujian Batas Susut AS1

No Cawan Logam	Satuan	AS1
Berat Cawan	gram	14,60
Diameter cawan logam	cm	4,40
Tinggi Cawan Logam	cm	1,22
Volume Awal	cm3	18,56
Berat Cawan Logam + Tanah Basah	gram	44,90
Berat Cawan Logam + Tanah Kering	gram	33,60
Berat Air	Gram	11,30
Berat Tanah Basah	Gram	30,30
Berat Tanah Kering	Gram	19,00
Berat mangkok tempat HG	gram	354,60
Berat mangkok + HG yang dipindahkan	gram	521,70
Berat HG	gram	167,10
Volume Akhir	cm3	12,29
Kadar Air	%	59,47
Batas Susut	%	11,39

Sumber: (Hasil Pengujian, 2024)

Tabel di atas diperoleh nilai Batas susut sebesar 11, 38 % dimana diperoleh dari perhitungan di bawah ini

$$SL = \frac{m1 - m2}{m2} - \frac{(v1 - v2) \gamma_w}{m2} \times 100\%$$

$$SL = \frac{30 - 19}{19} - \frac{(18,56 - 12,29) 1}{19} \times 100\% = 11,39 \%$$

z

Tabel 5. Rekapitulasi Tanah AS1

Tanah + Abu Serbuk Kayu	
Batas Cair (Liquid Limits), LL	54,69 %
Batas Plastis (Plastic Limit), PL	26, 81 %
Batas Susut (Shrinkage limit), SL	11,39 %
Indeks Plastisitas (Plasticity Index), PL= LL- PL	27, 88 %

Sumber: (Hasil Pengujian, 2024)

Tabel 6. Rekapitulasi Tanah AS2

Tanah + 10 % Abu Serbuk Kayu	
Batas Cair (Liquid Limits), LL	51,18 %
Batas Plastis (Plastic Limit), PL	24, 78 %
Batas Susut (Shrinkage limit), SL	13,14 %
Indeks Plastisitas (Plasticity Index), PL= LL- PL	26, 40 %

Sumber: (Hasil Pengujian, 2024)

Tabel 7. Rekapitulasi Tanah AS3

Tanah + 15 % Abu Serbuk Kayu	
Batas Cair (Liquid Limits), LL	48,54 %
Batas Plastis (Plastic Limit), PL	24,97 %
Batas Susut (Shrinkage limit), SL	14,74 %
Indeks Plastisitas (Plasticity Index), PL= LL- PL	19,57 %

Tabel 8. Rekapitulasi Tanah AS4

Tanah + 20 % Abu serbuk Kayu	
Batas Cair (Liquid Limits), LL	43,09 %
Batas Plastis (Plastic Limit), PL	22,94 %
Batas Susut (Shrinkage limit), SL	15,33 %
Indeks Plastisitas (Plasticity Index), PL= LL- PL	20,15 %

Pada gambar di atas merupakan grafik yang menunjukkan hubungan antar indeks plastisitas dan batas cair. Berdasarkan garis potongan tersebut maka tanah AS4 tergolong kedalam tanah jenis CL yaitu tanah lempung tidak organik dengan plastisitas Rendah sampai sedang, lempung kurus ("Lean clays")

Pengujian Volumetri

Tabel 9. Pengujian Volumetri AS1

No cawan	Simbol	Satuan	1	39	42
Berat Cawan	w1	gram	50,6	48,6	31,5
Berat Cawan + Tanah Basah	w2	gram	66,5	64,6	47,4
Berat Tanah Basah	w3 = w2 - w1	gram	15,9	16	15,9
Berat Mangkok Tempat HG	w4	gram	354,6	354,6	354,6
Berat Mangkok + HG yang dipindahkan	w5	gram	468	469	472

Berat HG	w ₆	gram	113,4	114,4	117,4
Volume Tanah Basah	V	Cc	8,34	8,41	8,63
Berat Volume Basah	γ	g/cc	1,91	1,90	1,84
Berat Volume Basah rata rata	γ _{rata-rata}	g/cc	1,88		

Pada tabel 10 dapat dilihat nilai berat volume tanah naik menjadi 1,88 % pada penambahan 5 % Abu serbuk kayu. Berat volume basah diperoleh dari berat tanah basah dibagi berat volume tanah basah.

Table 10. Rekapitulasi Pengujian Volumetri

Notasi Sampel	Berat Volume Basa Rata- Rata (gr/cm ³)
AS0 (Tanah Asli)	1,67
AS1 (Tanah + 5% Abu Serbuk Kayu)	1,88
AS2 (Tanah + 10% Abu Serbuk Kayu)	1,91
AS1 (Tanah + 15% Abu Serbuk Kayu)	1,85
AS1 (Tanah + 20% Abu Serbuk Kayu)	1,82

Tabel di atas dapat dilihat rekapitulasi pengujian berat volume dengan penambahan bahan campuran abu serbuk kayu

3.1.3 Pengujian Gravimetri

Tabel 11. Pengujian Gravimetri AS1

No piknometer	Simbol	Satuan	7	9	10
Berat piknometer	W1	gram	100,6	131,1	95,2
berat piknometer + Tanah kering	W2	gram	120,6	151,1	115,2
berat piknometer + Tanah + air	W3	gram	358,7	389,3	366,87
Berat piknometer + air	W4	gram	346,4	376,9	354,6
Temperatur pada saat W3	t	°C	33	33	33
Temperatur pada saat W4	t	°C	32	32	32
Berat Jenis Air Pada Suhu 31° C, T1		gr/cc	1,00485	1,00485	1,00485
Berat Jenis Air Pada Suhu 30° C, T1		gr/cc	1,00515	1,00515	1,00515
Berat Jenis Butir		Gs	2,61	2,64	2,60
Berat Jenis Butir Rata Rata			2,618		

Pada Tabel di atas dapat dilihat hasil pengujian gravimetri tanah dengan penambahan 5 % abu serbuk kayu. Untuk perhitungan berat jenis butirnya sebagai berikut

$$G_s = \frac{M_s}{\left(M_{pw} (M_{\rho ws} - (M_{ps} - M_{\rho})) \right)}$$

$$G_s = \frac{120,6 - 100,6}{\left(346,4 - (358,7 - (120,6 - 100,6)) \right)}$$

$$= 2,61$$

Tabel 12. Rekapitulasi Pengujian Gravimetri

Notasi Sampel	Berat Jenis Butir Rata- Rata (gr/cm ³)
AS0 (Tanah Asli)	2,669
AS1 (Tanah + 5% Abu Serbuk Kayu)	2,618

AS2 (Tanah + 10% Abu Serbuk Kayu)	2,542
AS1 (Tanah + 15% Abu Serbuk Kayu)	2,431
AS1 (Tanah + 20% Abu Serbuk Kayu)	2,391

Pengujian Proktor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui parameter fisis tanah yang sudah di campur dengan bahan campuran masing-masing 5%, 10%, 15%, 10%. Untuk hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 13. Pengujian Proktor AS1

No Percobaan	satuan	1	2	3
Berat Cetakan + Tanah Basah	(gm)	3264	3289	3290
Berat Tanah Basah Dalam Cetakan	(gm)	1637	1649	1650
Berat Tanah Kering setelah dioven	(gm)	1283	1277	1278
Berat Volume Basah	(gr/cm3)	1,769	1,782	1,783
Berat Volume Kering	(gr/cm3)	1,454	1,455	1,455
ZAV		1,671	1,646	1,646
No Cawan	Satuan	1	10	22
Berat Cawan	(gm)	31,8	43,4	53,7
Berat Cawan + Tanah Basah	(gm)	81,8	93,4	103,7
Berat Cawan + Tanah Kering	(gm)	72,9	84,2	94,6
Berat Air	(gm)	8,9	9,2	9,1
Berat Tanah Kering	(gm)	41,1	40,8	40,9
Kadar Air	(%)	21,65%	22,55%	22,55%

Sumber: (Hasil Pengujian, 2024)

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai berat kering tertinggi dalam pengujian tanah AS1 adalah 1,455 gr/cm³ Untuk Perhitungannya dapat dilihat di bawah ini

$$\gamma_d = \frac{\gamma_{mi}}{1 + \frac{22,65\%}{100}}$$

$$\gamma_d = \frac{1,783}{1 + \frac{22,25\%}{100}}$$

$$= 1,455 \text{ gr/cm}^3$$

$$\gamma_{ZAV} = \frac{\gamma_w}{1 + \frac{wc\%}{100} + \left(\frac{1}{Gs}\right)}$$

$$\gamma_{ZAV} = \frac{1}{1 + \frac{22,55\%}{100} + \left(\frac{1}{2,618}\right)}$$

$$= 1,646$$

Dimana:

γ_d = Berat Tanah Kering, gr/cm³

γ_{mi} = Berat Tanah Basah, gr/cm³

γ_w = Berat Jenis Air, gr/cm³

γ_{ZAV} = Berat Kering Tanah Maksimal absolut gr/cm^3

Tabel 14. Rekapitulasi Pengujian Proktor

Notasi Sampel	Berat Volume Kering (gr/cm^3)	OMC Kadar Air Optimum
AS0 (Tanah Asli)	1,448	24,50 %
AS1 (Tanah + 5% Abu Serbuk Kayu)	1,455	22,55 %
AS2 (Tanah + 10% Abu Serbuk Kayu)	1,468	19,90 %
AS1 (Tanah + 15% Abu Serbuk Kayu)	1,518	18,48 %
AS1 (Tanah + 20% Abu Serbuk Kayu)	1,571	17,10 %

Sumber: (Hasil Pengujian, 2024)

SIMPULAN

Berdasarkan Hasil pengujian dan analisis data, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Sifat fisis dan mekanis untuk sampel tanah asli didapat batas cair: 63,50%; batas plastis: 28,85 %; batas susut: 8,54% indeks plastisitas: 34,65 %; Berat volume : $1,67 \text{ g/cm}^3$; Berat butiran: 2,669 dan berat volume kering: 1,448 dengan Kadar air optimum 24,5 %

Sifat fisis tanah campuran diperoleh nilai indeks plastisitas (PI) terendah 19,57 % pada campuran tanah dengan 15 persen abu serbuk kayu, Volumetri $1,91 \text{ gr/cm}^3$ pada pencampuran tanah dengan 10%, Gravimetri 2.391 gr/cm^3 campuran 20 %

Sifat mekanis yang diperoleh dari pengujian proktor mendapatkan berat volume kering sebesar $1,571 \text{ gr/cm}^3$ dengan OMC (Kadar Air Optimum) 17,10% pada campuran 20%.

DAFTAR PUSTAKA

- Idris, R., & Lestari, E. (2017). Pengaruh Pengorganisasian Terhadap Peningkatan Mutu Pendidikan Di Sd Inpres Bangkala Desiani, A., Tallar, R. Y., & Putri, C. A. (2016). STUDI AWAL PERILAKU TANAH RESIDUAL TROPIS YANG DIPADATKAN. *Jurnal teknik sipil*, 12 (2), 146–159
- Faizal Alridho, M., Agus Nugroho, S., & Fatnanta, F. (2019). EFEK PENAMBAHAN ABU SERBUK KAYU PADA LEMPUNG PLASTISITAS TINGGI YANG DISTABILISASI DENGAN KAPUR DAN SEMEN. *Jom FTEKNIK*, 6(1).
- Falatih, M. A. (2023). ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR TERHADAP STABILITAS TANAH GAMBUT DENGAN PENGUJIAN KONSOLIDASI.
- Gunarso, A. & N. & P. W. & P. B. (2017). STABILISASI TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DENGAN CAMPURAN LARUTAN NaOH 7,5 %. *KARYA TEKNIK SIPIL*, 6(2), 238–245. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>
- Indera Kusuma, R., Mina, E., & Ikhsan, I. (2016). TINJAUAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS TANAH (Studi Kasus Jalan Carenang KabupatenSerang). *Jurnal Fondasi*, 5(2), 30–39.
- Muntaha, M., Caraka, L., & Saputra, A. A. I. (2016). Karakteristik Fisik Dan Mekanik Tanah Residual Balikpapan Utara Akibat Pengaruh Variasi Kadar Air. *CINIA*, 101–108.
- Sari, A. P., Yani, M. I. & Gandi, S. (2021). PENGARUH KADAR AIR TERHADAP BESARNYA PENURUNAN PADA UJI KONSOLIDASI. *INFO TEKNIK*, 20(1), 41-50
- SNI 03-1966-1990. Cara uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah
- SNI 03-1967-1990. Cara uji penentuan batas cair tanah
- SNI 03-1968-1990. Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar
- SNI 3422-2008. Standar Nasional Indonesia SNI 3422:2008. Cara Uji Penentuan Batas Susut Tanah
- SNI 3423:2008. Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah
- Supardin. (2021). ANALISIS PARAMETER GESER TANAH LEMPUNG HASIL STABILISASI DENGAN ABU SERBUK KAYU. *Jurnal Teknologi*, 21(2), 59–64.
- Zambika, R., Fatnanta, F., & Muhardi. (2019). STABILISASI TANAH MENGGUNAKAN ABU KAYU TERHADAP TANAH LUNAK BENGKALIS. 4(1), 5–17.