

PENGARUH PENAMBAHAN ABU AMPAS TEBU TERHADAP NILAI KUAT GESER TANAH (*DIRECT SHEAR TEST*)

Bherliana Herpri Saputri^{1*}, Dandung Novianto², Moch. Sholeh.³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email: herpribherliana@gmail.com¹, dandung.novianto@polinema.ac.id², moch.sholeh@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Stabilisasi tanah merupakan salah satu upaya dalam meningkatkan daya dukung tanah yang tidak stabil dengan menggunakan bahan tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah asli dan pengaruh penambahan abu ampas tebu terhadap parameter kuat geser tanah di Dusun Brau, Kota Batu. Penelitian ini meliputi uji kadar air, uji berat isi, uji berat jenis, uji ayakan dan hidrometer, uji batas-batas *Atterberg*, serta uji geser langsung. Pada penelitian ini digunakan campuran abu ampas tebu dengan persentase 15%, 20%, 25%, 30%, dan 35% dari berat tanah dengan waktu pemeraman masing-masing 1 hari, 7 hari, dan 14 hari. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Politeknik Negeri Malang. Berdasarkan sistem USCS, hasil penelitian menunjukkan tanah di Dusun Brau termasuk dalam klasifikasi pasir berlempung dan pasir berlanau (SC-SM). Hasil indeks plastisitas tanah asli sebesar 10.34% dan cenderung mengalami penurunan pada tanah yang distabilisasi hingga mencapai 2.27% dengan persentase campuran 25%. Pengujian sifat mekanis pada tanah asli menghasilkan nilai sudut geser (ϕ) = 55.02°, dan kohesi (c) = 0.017 kg/cm². Pada tanah yang telah distabilisasi abu ampas tebu, nilai sudut geser (ϕ) tertinggi dicapai pada persentase campuran 25% dengan pemeraman 1 hari yaitu sebesar 68°. Nilai kohesi tertinggi dicapai pada persentase campuran 15% dengan pemeraman 14 hari yaitu sebesar 0.54 kg/cm². Hasil uji hipotesis menggunakan metode ANOVA dua arah, menunjukkan bahwa penambahan limbah abu ampas tebu dengan waktu pemeraman tertentu berpengaruh signifikan terhadap parameter kuat geser tanah.

Kata kunci : abu ampas tebu, stabilisasi tanah, klasifikasi tanah, batas-batas *Atterberg*, uji geser langsung

ABSTRACT

Soil stabilization is an effort to increase the bearing capacity of unstable soil by using certain materials. This research aims to determine the characteristics of the native soil and determine the effect of the addition of bagasse ash on soil shear strength parameters in Brau Village, Batu City. This research includes moisture content test, content weight test, specific gravity test, sieve and hydrometer test, Atterberg limit test, and direct shear test. In this research, a mixture of bagasse ash with a percentage of 15%, 20%, 25%, 30%, and 35% of the soil weight was used with a curing time respectively of 1 day, 7 days, and 14 days. The test was conducted at the Soil Mechanics Laboratory State Polytechnic of Malang. Based on the USCS system, the results showed that the soil in Brau village is classified as clayey sand and silty sand (SC-SM). The plasticity index of the native soil is 10.34% and tends to decrease in the stabilized soil until it reaches 2.27% with a mixture percentage of 25%. Mechanical properties testing on the native soil resulted in shear angle (ϕ) = 55.02°, and cohesion (c) = 0.017 kg/cm². In bagasse ash stabilized soil, the highest shear angle value (ϕ) was achieved at a mixture percentage of 25% with 1 day curing time, which was 68°. The highest cohesion value was achieved at a mixture percentage of 15% with 14 days of curing time, which was 0.54 kg/cm². The results of hypothesis testing using the two-way ANOVA method, shows that the addition of bagasse ash waste with a certain curing time has a significant effect on soil shear strength parameters.

Keywords : bagasse ash, soil stabilization, soil classification, *Atterberg* limit, direct shear test

1. PENDAHULUAN

Peningkatan produksi pada sektor industri menghasilkan limbah yang umumnya belum dapat dimanfaatkan secara optimal, bahkan berdampak negatif terhadap lingkungan. Seperti halnya pada industri pembuatan gula yang menghasilkan limbah berupa abu ampas tebu. Abu ampas tebu memiliki kandungan senyawa silika yang cukup tinggi sehingga berpotensi sebagai bahan stabilisasi tanah karena bersifat pozzolan (Pratama, dkk., 2021).

Stabilisasi tanah merupakan salah satu upaya dalam memperbaiki dan meningkatkan ketahanan tanah dengan menggunakan bahan tertentu. Alternatif stabilisasi tanah dengan bahan lain terutama material sisa (limbah) seperti abu ampas tebu perlu dicoba.

Pada Desember 2022 telah terjadi pergerakan tanah di Desa Gunungsari, Kota Batu. Dengan demikian, dalam penelitian ini dilakukan upaya stabilisasi dengan sampel tanah Dusun Brau, Gunungsari, Kota Batu dengan bahan stabilisasi limbah abu ampas tebu yang didapatkan dari Pabrik Gula Kreet terhadap nilai kuat geser langsung pada tanah, dimana hasil pengujian dapat digunakan untuk analisis kestabilan dalam bidang geoteknik serta daya dukung tanah pada daerah tersebut.

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis sifat fisis dan sifat mekanis tanah asli sebelum distabilisasi.
2. Menganalisis pengaruh penambahan abu ampas tebu terhadap terhadap parameter batas-batas *Atterberg* dan kuat geser.
3. Mengetahui persentase campuran abu ampas tebu yang memberikan hasil maksimum sebagai bahan stabilisasi.

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang berkaitan dengan angka dan perhitungan. Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer, dimana data yang digunakan berdasarkan penelitian atau pengujian di laboratorium. Berikut standarisasi yang digunakan dalam pengujian di Laboratorium:

- Pengujian Kadar Air = ASTM D 2216-80
- Pengujian Berat Isi Tanah = ASTM D 2937-83
- Pengujian Berat Jenis Tanah = ASTM D 854-83
- Pengujian Analisa Butiran = SNI 03-1968-1990
- Pengujian Batas-batas *Atterberg* = ASTM D 4318-84
- Pengujian *Direct Shear* = ASTM D-3080-82

Variasi campuran abu ampas tebu yang digunakan dalam penelitian sebesar 15%, 20%, 25%, 30% dan 35% dari berat benda uji dengan waktu pemeraman 1, 7, dan 14 hari.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Asli

Berdasarkan klasifikasi tanah metode USCS (*Unified Soil Classification System*) tanah asli Dusun Brau tergolong sebagai pasir berlempung dan pasir berlanau (SC-SM). Berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap tanah asli Dusun Brau diperoleh hasil parameter tanah sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Uji Sifat Fisik dan Mekanis Tanah

Parameter		Satuan	Hasil Uji
Kadar Air	w	%	59.21
Berat Isi Tanah	γ_{wet}	gr/cm ³	1.81
Berat Jenis Tanah	G _s	-	2.54
Analisis Gradasi	Kerikil	%	2
	Pasir	%	81
	Lanau	%	12
	Lempung	%	5
Batas Cair	LL	%	57.80
Batas Plastis	PL	%	47.46
Indeks Plastisitas	PI	%	10.34
Klasifikasi tanah berdasarkan USCS			SC-SM
Kohesi	c	kg/cm ²	0.017
Sudut Geser Dalam	ϕ	°	55.02

Sumber: Hasil Analisis

Parameter-parameter tanah tersebut dilakukan pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah Politeknik Negeri Malang, dapat dijabarkan sebagai berikut.

1. Kadar Air

Didapatkan hasil pengujian kadar air pada tanah asli Dusun Brau dengan standarisasi ASTM D 2216-80 sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Uji Kadar Air

PENENTUAN KADAR AIR (ASTM D 2216-80)				
Titik				
Kedalaman		(m)	0.00 – 1.00	
No cawan			1	2
Berat cawan	[W ₃]	(gram)	9.24	9.70
Berat cawan + tanah basah	[W ₁]	(gram)	34.17	35.29
Berat cawan + tanah kering	[W ₂]	(gram)	24.90	25.89
Berat air	[W _w]	(gram)	9.27	9.40
Berat tanah kering	[W _s]	(gram)	15.66	16.19
Kadar air (w)	[w]	(%)	59.20	58.06
Kadar air rata-rata (w_{avg})		(%)	59.21	

Sumber: Hasil Analisis

Pengujian dilakukan dengan 3 benda uji, dengan contoh perhitungan benda uji 1 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar air (w)} &= \frac{W_w}{W_s} = \frac{(W_1 - W_2)}{(W_2 - W_3)} \times 100 \\
 &= \frac{(34.17 - 24.90)}{(24.90 - 9.24)} \times 100 \\
 &= 59.20\%
 \end{aligned}$$

Dari ketiga benda uji didapatkan nilai rata-rata kadar air pada tanah asli Dusun Brau pada kedalaman 1 meter sebesar 59.21%.

2. Berat Isi Tanah

Didapatkan hasil pengujian berat isi pada tanah asli Dusun Brau dengan standarisasi ASTM D 2937-83 sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Uji Berat Isi Tanah

BERAT ISI TANAH (ASTM D 2937-83)					
Titik					
Kedalaman		(m)	0.00 – 1.00		
No cetakan			1	2	3
Berat cetakan + tanah basah	[W ₂]	(gram)	79.53	81.91	73.18
Berat cetakan	[W ₁]	(gram)	36.99	37.61	33.12
Berat tanah basah	[W _t]	(gram)	42.54	44.30	40.06
Diameter cetakan	[D]	(cm)	3.65	3.65	3.65
Tinggi cetakan	[t]	(cm)	2.31	2.36	2.04
Volume cetakan	[V]	(cm ³)	24.18	24.70	21.35
Berat isi tanah basah	[γ _t]	(gr/cm ³)	1.76	1.79	1.88
Berat isi tanah basah rata-rata		(gr/cm³)	1.81		

Sumber: Hasil Analisis

Pengujian dilakukan dengan 3 benda uji, dengan contoh perhitungan benda uji 1 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \gamma_{wet} &= \frac{W}{V} = \frac{(W_2 - W_1)}{V} \\ &= \frac{(79.53 - 36.99)}{24.18} \\ &= 1.76 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

Dari ketiga benda uji didapatkan nilai rata-rata berat isi pada tanah asli Dusun Brau pada kedalaman 1 meter sebesar 1.81 gr/cm³.

3. Berat Jenis

Didapatkan hasil pengujian berat jenis pada tanah asli Dusun Brau dengan standarisasi ASTM D 854-83 sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Uji Berat Jenis Tanah

BERAT JENIS TANAH (ASTM D 854-83)					
Titik					
Kedalaman		(m)	0.00 – 1.00		
No. Piknometer			1	2	3
Berat Piknometer	(W1)	(gram)	34.77	33.15	32.84
Berat Piknometer + Tanah kering	(W2)	(gram)	44.77	43.15	42.84
Berat Tanah Kering	(Wt)	(gram)	10.00	10.00	10.00
Berat Piknometer+Tanah Kering+Air	(W3)	(gram)	89.21	94.55	93.12
Berat Piknometer + Air	(W4)	(gram)	83.16	88.51	87.16
Temperatur		(C°)	27	27	27
Faktor Koreksi Temperatur	(K)		0.9995	0.9995	0.9995
Berat Piknometer + Air terkoreksi	(W5)		83.12	88.47	87.12
Berat Jenis Tanah	(Gs)		2.56	2.55	2.50
Berat Jenis Tanah rata-rata			2.54		

Sumber: Hasil Analisis

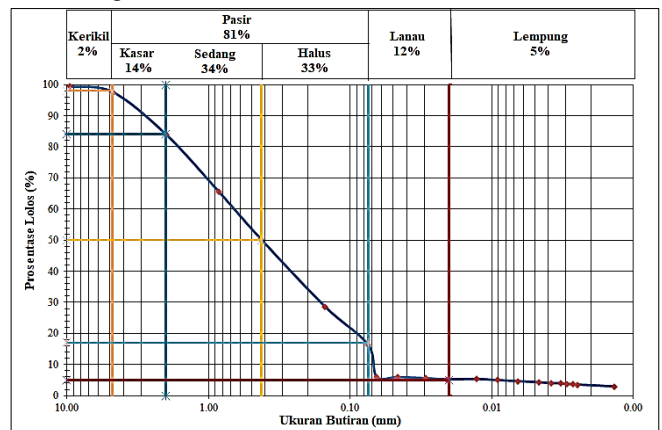
Pengujian dilakukan dengan 3 benda uji, dengan contoh perhitungan benda uji 1 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} G_s &= \frac{(W_2 - W_1)}{(W_5 - W_1) - (W_3 - W_2)} \\ &= \frac{GL (44.77 - 34.77)}{(83.12 - 34.77) - (89.21 - 44.77)} \\ &= 2.56 \end{aligned}$$

Dari ketiga benda uji didapatkan nilai rata-rata berat jenis pada tanah asli Dusun Brau pada kedalaman 1 meter sebesar 2.54.

4. Analisis Butiran

Didapatkan hasil pengujian analisis butiran pada tanah asli Dusun Brau dengan standarisasi SNI 03-1968-1990 sebagai berikut.



Gambar 1. Grafik Analisis Butiran
Sumber: Hasil Analisis

Dari grafik tersebut didapatkan persentase fraksi butiran berupa kerikil, pasir, lanau, dan lempung.

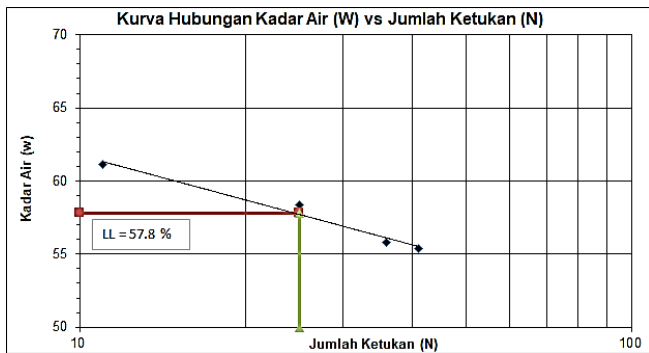
5. Batas-batas Atterberg

Didapatkan hasil pengujian analisis butiran pada tanah asli Dusun Brau dengan standarisasi ASTM D 4318-84 sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Uji Batas Cair

BATAS CAIR DAN BATAS PLASTIS (ASTM D 4318-84)										
No. Cawan			1	2	3	4	5	6	7	8
Berat cawan + tanah basah	[W ₁]	(gr)	21.81	26.82	26.94	23.93	22.76	22.62	21.93	21.45
Berat cawan + tanah Kering	[W ₂]	(gr)	17.25	20.59	20.82	18.78	17.96	17.99	17.95	17.39
Berat cawan	[W ₁]	(gr)	9.85	10.31	10.30	9.99	9.34	9.71	10.80	10.02
Berat air	[W _w]	(gr)	4.56	6.23	6.12	5.15	4.80	4.63	3.98	4.06
Berat tanah kering	[W _s]	(gr)	7.40	10.28	10.52	8.79	8.62	8.28	7.15	7.37
Kadar air (w)	[w]	(%)	61.62	60.60	58.17	58.59	55.68	55.92	55.7	55.09
Kadar air rata-rata (W _{avg})		(%)	61.11		58.38		55.80		55.38	
Jumlah ketukan	(n)		11		25		36		41	

Sumber: Hasil Analisis



Gambar 2. Grafik Batas Cair

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 6. Hasil Uji Batas Plastis

No. Cawan			9	10
Berat cawan + tanah basah	[W ₁]	(gram)	10.42	11.68
Berat cawan + tanah Kering	[W ₂]	(gram)	10.13	11.15
Berat cawan	[W ₃]	(gram)	9.55	9.97
Berat air	[W _w]	(gram)	0.29	0.53
Berat tanah kering	[W _s]	(gram)	0.58	1.18
Kadar air (w)	[w]	(%)	50.00	44.92
Kadar air rata-rata (w _{avg})		(%)	47.46	

Sumber: Hasil Analisis

Dari tabel dan grafik tersebut didapatkan nilai batas cair 57.8% dan batas plastis 47.46% sehingga didapatkan nilai indeks plastisitas 10.34%.

$$PI = LL - PL$$

$$= 57.8 - 47.46$$

$$= 10.34\%$$

6. Klasifikasi Tanah

Tanah Dusun Brau dilakukan klasifikasi dengan sistem klasifikasi USCS. Dengan tanah lolos ayakan no. 4 sebesar 81%, lolos ayakan no. 200 sebesar 17%, dan nilai PI sebesar 10.34%, maka tanah tersebut dapat diklasifikasikan sebagai pasir berlempung dan pasir berlanau (SC-SM).

7. Direct Shear

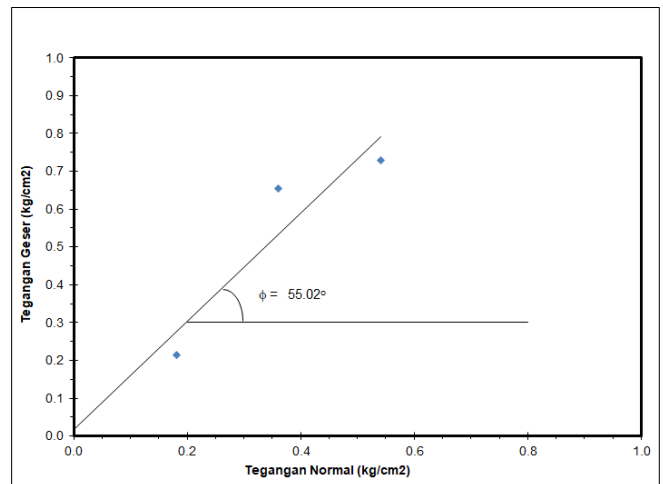
Pengujian kuat geser dilakukan menggunakan 3 benda uji dengan 3 tingkatan tegangan normal. Didapatkan hasil pengujian *direct shear* pada tanah asli Dusun Brau dengan standarisasi ASTM D 3080-82 sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil Uji Direct Shear

Pemeraman	Benda Uji	1 Hari		
		1	2	3
Teg. normal (σ_n)	Kg/cm ²	0.181	0.361	0.542
Defor. Lateral	Mm	5.60	5.00	7.40
Teg. Geser (τ_i)	Kg/cm ²	0.214	0.654	0.730

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan data pada **Tabel 7**, maka digambarkan pada grafik geser langsung sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik Hubungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser

Sumber: Hasil Analisis

Dari grafik geser langsung dapat diperoleh nilai kohesi dan sudut geser pada tanah asli Dusun Brau pada kedalaman 1 meter sebesar 0.0172 gr/cm² dan 55.02°.

Sifat Fisis dan Mekanis Tanah yang Distabilisasi

Untuk mengetahui pengaruh penambahan abu ampas tebu terhadap sifat fisis dan sifat mekanis tanah Dusun Brau, maka dilakukan pengujian batas-batas Atterberg dan direct shear.

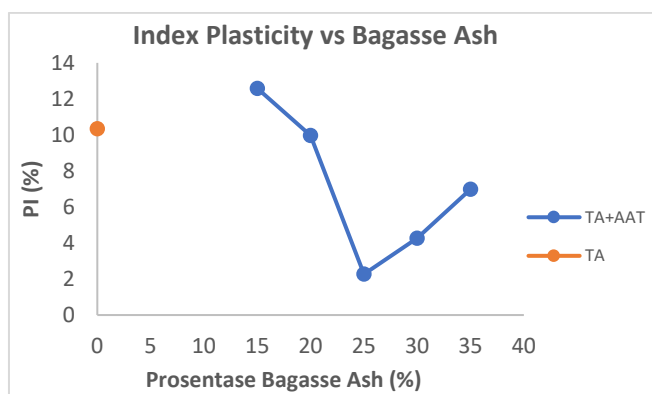
1. Batas-batas Atterberg

Nilai batas cair (LL) dan indeks palstististas (PI) mengalami penurunan pada persentase 25% dan mengalami kenaikan pada persentase 30% dan 35%.

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Uji Batas-batas Atterberg Setelah Stabilisasi

Persentase Campuran Abu Ampas Tebu	Batas-batas Atterberg (%)			Derajat Pengembangan
	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Seed et al. (1962)
TA	57.80	47.46	10.34	Sedang
TA+AAT 15%	66.20	53.61	12.59	Sedang
TA+AAT 20%	65.50	55.52	9.98	Rendah
TA+AAT 25%	61.80	59.53	2.27	Rendah
TA+AAT 30%	64.20	59.93	4.27	Rendah
TA+AAT 35%	68.80	61.81	6.99	Rendah

Sumber: Hasil Analisis



Gambar 4. Grafik Hubungan Indeks Plastisitas terhadap Persentase AAT

Sumber: Hasil Analisis

Nilai PI tanah yang telah distabilisasi dengan abu ampas tebu cenderung lebih baik dibandingkan dengan tanah asli dimana nilai PI tanah asli sebesar 10.34% mengalami penurunan hingga mencapai 2.27% pada persentase campuran 25% seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4**. Derajat pengembangannya juga mengalami perbaikan dari yang tergolong sedang menjadi rendah.

2. *Direct Shear*

Setelah distabilisasi dengan abu ampas tebu (*bagasse ash*), parameter kuat geser tanah cenderung mengalami perbaikan dibandingkan dengan tanah asli. Pengaruh persentase campuran abu ampas tebu terhadap sudut geser dan kohesi tanah dapat dilihat pada tabel berikut.

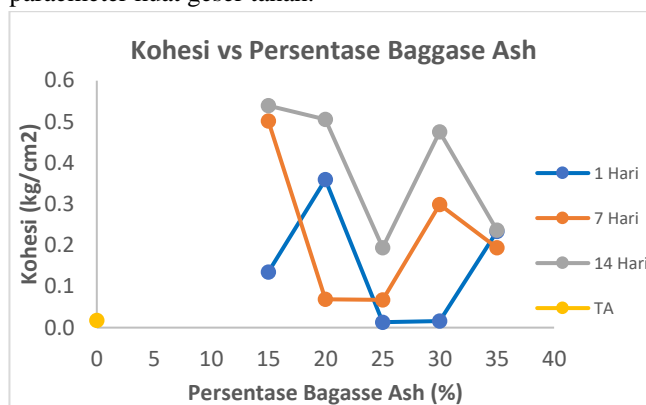
Tabel 9. Rekapitulasi Parameter Kuat Geser Tanah Setelah Stabilisasi

Persentase Campuran Abu Ampas Tebu	Waktu Peram (hari)	Parameter Kuat Geser	
		Sudut Geser (ϕ) ($^{\circ}$)	Kohesi (c) (kg/cm^2)
TA		55.02	0.02
TA+ AAT 15%	1	62.41	0.13
	7	51.16	0.50
	14	50.91	0.54
TA+ AAT 20%	1	58.94	0.36
	7	61.50	0.07
	14	49.89	0.51
TA+ AAT 25%	1	68.00	0.01
	7	65.98	0.07
	14	62.27	0.19
TA+ AAT 30%	1	63.58	0.02
	7	59.10	0.30
	14	55.02	0.48
TA+ AAT 35%	1	61.14	0.23
	7	60.54	0.19
	14	60.84	0.24

Sumber: Hasil Analisis

Persentase yang Memberikan Hasil Maksimum

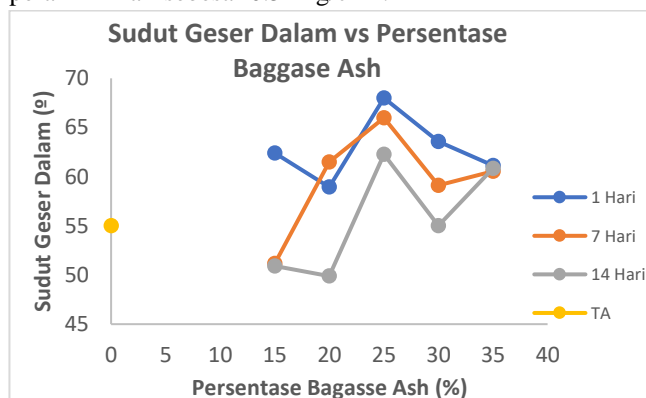
Dari hasil analisis tanah asli dan tanah setelah distabilisasi abu ampas tebu (*bagasse ash*) didapatkan persentase campuran yang memberikan hasil yang maksimum terhadap parameter kuat geser tanah.



Gambar 5. Grafik Hubungan Persentase AAT Terhadap Nilai Kohesi Tanah

Sumber: Hasil Analisis

Pada **Gambar 5** menunjukkan hasil nilai kohesi berdasarkan waktu pemeraman terlihat bahwa nilai kohesi maksimum terjadi pada penambahan abu ampas tebu 15% dengan waktu peram 14 hari sebesar 0.54 kg/cm^2 .



Gambar 6. Grafik Hubungan Persentase AAT Terhadap Nilai Sudut Geser Tanah

Sumber: Hasil Analisis

Berbanding terbalik dengan kohesi, pada **Gambar 6** menunjukkan bahwa maksimum sudut geser terjadi pada persentase 25% dengan waktu peram 1 hari sebesar 68°.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil uji sampel tanah Dusun Brau, Kota Batu sebelum distabilisasi didapatkan parameter sifat fisis tanah dengan nilai kadar air (w) = 59.21%, batas cair (LL) 57.80%, dan indeks plastisitas (PL) 10.34%. Untuk sifat mekanisnya didapatkan parameter sudut geser (ϕ) = 55.02° dan kohesi (c) =

- 0.017 kg/cm². Parameter sifat fisis tanah menunjukkan tanah asli tergolong dalam klasifikasi tanah pasir berlempung dan pasir berlanau yang disimbolkan dengan SC-SM menurut sistem USCS.
2. Dari hasil pengujian tanah yang telah distabilisasi dengan abu ampas tebu dengan persentase 15%, 20%, 25%, 30%, dan 35% cenderung mengalami perubahan yang lebih baik. Pada nilai indeks plastisitas, tanah yang distabilisasi cenderung mengalami penurunan dan cenderung mengalami kenaikan pada parameter sudut geser dalam tanah.
 3. Pada tanah yang telah distabilisasi didapatkan derajat pengembangan dari tanah asli yang

tergolong sedang menjadi rendah berdasarkan nilai indeks plastisitas (PI). Pada tanah asli nilai PI sebesar 10.34% dan cenderung mengalami penurunan pada tanah yang distabilisasi hingga mencapai 2.27% pada persentase campuran 25%. Sudut geser (ϕ) tertinggi dicapai pada penambahan abu ampas tebu 25% pemeraman 1 hari sebesar 68°. Sedangkan kohesi tertinggi diperoleh pada persentase campuran 15% pemeraman 14 hari sebesar 0.54 kg/cm². Uji hipotesis metode ANOVA dua arah, menunjukkan penambahan limbah abu ampas tebu dengan waktu pemeraman berpengaruh signifikan terhadap parameter kuat geser tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Al-Rawas, A. A., & Goosen, M. F. A. (2006). Expansive Soils: Recent advances in characterization and treatment. *Taylor & Francis E-Library*, 53(9), 1689–1699.
- [2] Pratama, B. B., Hendri, O., & Sarie, F. (2021). ANALISIS PENINGKATAN NILAI KUAT GESER TANAH GAMBUT DENGAN BAHAN STABILISASI ABU AMPAS TEBU DAN KAPUR. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 4(2). <https://doi.org/10.31602/jk.v4i2.6439>