

PENGARUH ABU AMPAS TEBU TERHADAP NILAI KUAT GESER TANAH PADA UJI TRIAXIAL UNCONSOLIDATED UNDRAINED

Anggi Dean R.¹, Dandung Novianto², Aulia Rahman³

Mahasiswa Program Studi Diploma IV-Manajemen Rekayasa Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Program Studi Diploma IV-Manajemen Rekayasa Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang², Dosen Program Studi Diploma IV-Manajemen Rekayasa Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang³

Koresponden*, Email: anggideanrahmawati01@gmail.com¹, dandung.novianto@ac.id², aulia.rahman@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Kondisi tanah dengan nilai kuat geser yang rendah akan mudah mengalami keruntuhan ketika dikenai beban. Tanah tersebut tentu berbahaya apabila digunakan pada konstruksi bangunan. Untuk meningkatkan nilai parameter kuat geser tanah diperlukan perbaikan tanah yang dapat dilakukan dengan stabilisasi menggunakan bahan aditif. Abu ampas tebu mengandung Silika Dioksida (SiO₂) yang dapat digunakan sebagai pengikat dan *filler* yang mengisi rongga. Nilai parameter kuat geser tanah dapat diperoleh dari pengujian *triaxial unconsolidated undrained*. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh abu ampas tebu terhadap nilai kuat geser tanah pada pengujian *triaxial unconsolidated undrained*. Persentase abu yang digunakan adalah 15%, 20%, 25%, 25%, dan 30% dengan waktu pemeraman selama 1, 7, dan 14 hari. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa tanah asli diklasifikasikan menggunakan metode USCS tergolong dalam tanah pasir berlanau dan pasir berlempung (SM-SC) dengan nilai PI 10,34%. Pada pengujian *triaxial unconsolidated undrained* didapatkan nilai kohesi 0,08 kg/cm² dan nilai sudut geser dalam 2,31°. Setelah dilakukan stabilisasi dengan variasi penambahan abu ampas tebu dan waktu pemeraman disimpulkan bahwa penambahan abu ampas tebu memberikan pengaruh terhadap nilai PI dan parameter kuat geser tanah. Pada penambahan abu ampas tebu 20% diperoleh nilai kohesi maksimum, tetapi persentasae ini belum bisa dikatakan baik karena mengalami penurunan pada penambahan masa peram. Sehingga disimpulkan persentase maksimum terdapat pada persentase 25%. Pada persentase 25% diperoleh nilai kohesi 0,15 kg/cm² dengan nilai sudut geser dalam 37,82° pada pemeraman 1 hari, sedangkan nilai kohesi 0,70 kg/cm² dengan nilai sudut geser dalam 35,94° pada pemeraman 7 hari, dan nilai kohesi 0,88 kg/cm² dengan nilai sudut geser dalam 32,72° didapatkan pada pemeraman 14 hari.

Kata kunci: abu ampas tebu, stabilisasi, klasifikasi tanah, batas *atterberg*, *triaxial*

ABSTRACT

Soils with low shear strength will easily collapse when subjected to loads. Such soils are dangerous when used in building construction. To increase the value of soil shear strength parameter, soil improvement is required which can be done by stabilization using additives. Bagasse ash contains Silica Dioxide (SiO₂) which can be used as a binder and filler that fills the voids. The value of soil shear strength parameter can be obtained from unconsolidated undrained triaxial testing. Based on this background, this research aims to determine the effect of bagasse ash on soil shear strength values in unconsolidated undrained triaxial tests. The percentage of ashes used were 15%, 20%, 25%, 25%, and 30% with curing time of 1, 7, and 14 days. The results showed that the original soil was classified using the USCS method as silty sand and clayey sand (SM-SC) with a PI value of 10,34%. In the unconsolidated undrained triaxial test, the cohesion value was 0.08 kg/cm² and the inner shear angle value was 2.31°. After stabilization with variation of bagasse ash addition and curing time, it was concluded that bagasse ash addition influenced the PI and shear strength parameter value of the soil. At 20% bagasse ash addition, the maximum cohesion value is obtained, but this percentage cannot be said to be good because it decreases with the addition of curing period. So it is concluded that the maximum percentage is found at a percentage of 25%. At a percentage of 25%, a cohesion value of 0.15 kg/cm² was obtained with a deep shear angle value of 37.82° at 1 day of curing, while a cohesion value of 0.70 kg/cm² with a deep shear angle value of 35.94° at 7 days of curing, and a cohesion value of 0.88 kg/cm² with a deep shear angle value of 32.72° was obtained at 14 days of curing.

Keywords: bagasse ash, stabilization, soil classification, *atterberg* limits, *triaxial*

1. PENDAHULUAN

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butiran tanah terhadap desakan atau tarikan (Hardiyatmo, 2002). Keruntuhan geser dalam tanah tidak terjadi karena hancurnya butir tanah, melainkan akibat pergerakan relatif antara butirnya. Sehingga kekuatan tanah bergantung pada gaya yang berlaku antara butirnya. Apabila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh:

- a Kohesi tanah yang bergantung pada jenis tanah, namun tidak tergantung dari tegangan normal yang bekerja pada bidang geser.
- b Gesekan antar butiran tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang gesernya.

Nilai parameter kuat geser tanah dapat menentukan tanah tersebut stabil atau tidak. Semakin besar nilai kohesi dan sudut geser dalam berarti semakin meningkat stabilitas (Setyawan, 2007). Pengujian triaxial merupakan salah satu pengujian untuk mendapatkan nilai parameter kuat geser tanah, karena pada pengujian ini akan mendapatkan nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ).

Abu ampas tebu merupakan sisa pembakaran abu ampas tebu sebagai bahan bakar ketel pada pengolahan tebu. Menurut Haryono dan Sudjatmiko (2011) dalam (Puri, 2012) menjelaskan bahwa abu ampas tebu mengandung senyawa Silika Dioksida (SiO₂) yang susunan partikelnya tidak teratur dan tidak berbentuk, namun ada pula yang memiliki keteraturan sebagian tapi terbatas. Dari gambaran tersebut dapat disimpulkan bahwa abu ampas tebu dapat digunakan sebagai stabilisator dengan sifat pozzolan. Di antara butiran tanah, abu ampas tebu dalam kondisi kering berfungsi sebagai pengikat dan *filler* yang mengisi rongga.

Dalam upaya pemanfaatan limbah, peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian dengan tujuan mengetahui pengaruh abu ampas tebu pada parameter kuat geser tanah. Peneliti mengambil judul “Pengaruh Abu Ampas Tebu terhadap Parameter Kuat Geser Tanah pada Uji *Triaxial Unconsolidated Undrained*”. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai saran pada permasalahan tersebut.

2. METODE

Lokasi pengambilan sampel tanah berada di Dusun Brau, Gunungsari, Bumiaji, Kota Batu. Penelitian ini menggunakan variasi penambahan abu ampas tebu 15%, 20%, 25%, 30%, dan 35% dengan waktu pemeraman 1, 7, dan 14 hari. Pengujian tanah asli meliputi:

- a. Kadar air
- b. Berat Isi
- c. Berat jenis
- d. Analisa Ukuran Butiran
- e. Hidrometer
- f. Batas Atterberg
- g. Triaxial UU

Pengujian tanah dengan penambahan abu ampas tebu meliputi:

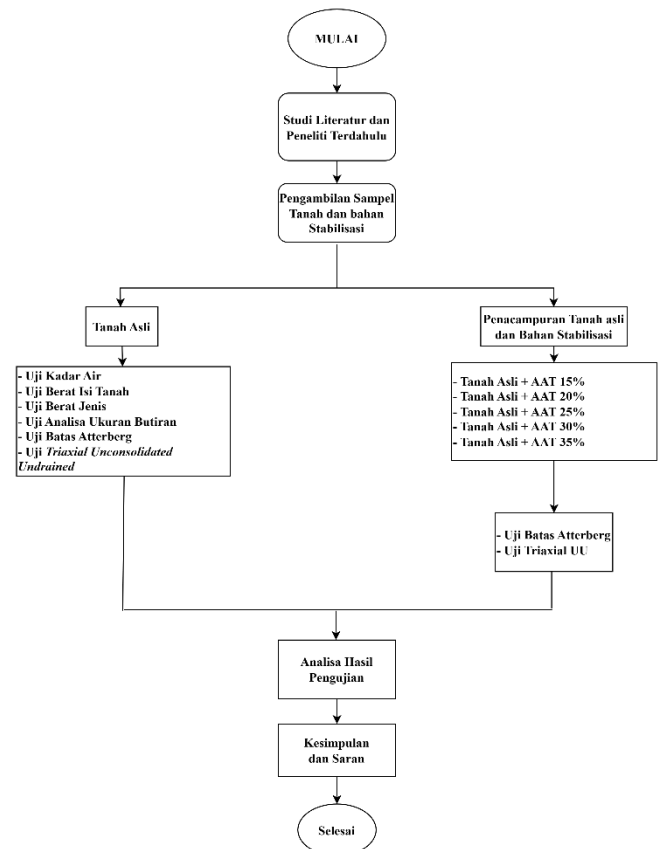
- a. Batas Cair dan Plastis
- b. Triaxial UU

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian seperti pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Metode Penelitian

No	Uraian	Peraturan
1	Kadar Air	ASTM D 2216-80
2	Berat Isi Tanah	ASTM D 2937-83
3	Berat Jenis	ASTM D 854-83
4	Analisis Butiran	ASTM D 422-72
5	Pengujian Batas Atterberg	ASTM D 4318-84
6	Pengujian Triaxial	ASTM D 2850-87

Sehingga dapat disusun diagram alir dari penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini tanah asli diklasifikasikan menggunakan sistem klasifikasi USCS. Sistem klasifikasi tanah adalah sistem yang mempermudah untuk menjelaskan sifat-sifat umum dari tanah. Metode klasifikasi tanah *Unified Soil Classification System* (USCS) diperkenalkan oleh Casagrande pada tahun 1942 untuk dipergunakan pada pekerjaan pembuatan lapangan terbang yang dilaksanakan oleh *The Army Corps of Engineers* selama Perang Dunia II. Sistem ini disempurnakan dalam rangka kerja sama dengan *United States Bureau of Reclamation* tahun 1952 (Das, 1995).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian tanah asli diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 2 Hasil Pengujian Tanah Asli (TA)

Pengujian	Simbol	Satuan	Hasil Pengujian
Kadar Air	w	%	58,63
Berat Isi	γ_{wet}	gr/cm ³	1,81
Berat Jenis	Gs	-	2,54
Batas cair	LL	%	57,80
Batas Plastis	PL	%	47,46
Indeks Plastisitas	PI	%	10,34
Analisa Ukuran Butiran			
Kerikil	-	%	2
Pasir	-	%	81
Lanau	-	%	12
Lempung	-	%	5

Sumber: Hasil Analisis

a) Kadar Air (w)

Berdasarkan hasil pengujian 3 benda uji diperoleh data kadar air tanah asli:

Tabel 3 Hasil Uji Kadar Air Tanah Asli

PENENTUAN KADAR AIR (ASTM D 2216-80)				
Kedalaman	m	0,00 - 1,00		
No cawan		1	2	3
Berat cawan	gram	9,24	9,70	9,28
Berat cawan + tanah basah	gram	34,17	35,29	47,43
Berat cawan + tanah kering	gram	24,90	25,89	33,07
Berat air (Ww)	gram	9,27	9,40	14,36
Berat tanah kering (Ws)	gram	15,66	16,19	23,79
Kadar air (w)	%	59,20	58,06	60,36
Kadar air rata-rata	%	58,63		

Sumber: Hasil Analisis

Dengan perhitungan kadar air sebagai berikut:

$$w = \frac{Ww}{Ws} \times 100\%$$

$$w = \frac{9,27}{15,66} \times 100\% = 59,20\%$$

Dari perhitungan tersebut didapatkan rata-rata kadar air tanah asli 58,63%.

b) Berat Isi (γ)

Berdasarkan hasil pengujian 3 benda uji diperoleh data berat isi tanah asli:

Tabel 4 Hasil Uji Berat Isi Tanah Asli

BERAT ISI TANAH (ASTM D 2937 - 83)				
Kedalaman	m	0,00 - 1,00		
No cetakan		1	2	3
Berat cetakan + tanah basah	gram	79,53	81,91	73,18
Berat cetakan	gram	36,99	37,61	33,12
Berat tanah basah	gram	42,54	44,30	40,06
Diameter cetakan	cm	3,65	3,65	3,65
Tinggi cetakan	cm	2,31	2,36	2,04
Volume cetakan	cm ³	24,18	24,70	21,35
Berat isi tanah basah	gr/cm ³	1,76	1,79	1,88
Kadar air	%	58,63		
Berat isi tanah basah rata-rata	gr/cm ³	1,81		

Sumber: Hasil Analisis

Dengan perhitungan berat isi sebagai berikut:

$$\gamma_{wet} = \frac{W}{v}$$

$$\gamma_{wet} = \frac{42,54}{24,18} = 1,76 \text{ gr/cm}^3$$

Dari perhitungan tersebut didapatkan rata-rata berat isi tanah asli 1,81 gr/cm³.

c) Berat Jenis (Gs)

Berdasarkan hasil pengujian 3 benda uji diperoleh berat jenis tanah asli:

Tabel 5 Data Hasil Uji Berat Jenis Tanah Asli

BERAT JENIS TANAH (ASTM D 854-83)					
Kedalaman		m	0,00 - 1,00		
No. Piknometer			A	B	C
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	27,00	27,00	27,00
Faktor koreksi temperatur	K		1,00	1,00	1,00
Berat Piknometer + Air terkoreksi	W5		83,12	88,47	87,12
Berat jenis tanah			2,56	2,55	2,50
Berat Jenis Tanah rata-rata			2,54		

Sumber: Hasil Analisis

Dengan perhitungan berat jenis sebagai berikut:

$$Gs = \frac{(W2-W1)}{(W5-W1)-(W3-W2)}$$

$$Gs = \frac{(44,77-34,77)}{(83,12-34,77)-(89,21-44,77)} = 2,56$$

Dari perhitungan tersebut didapatkan rata-rata berat jenis tanah asli 2,54.

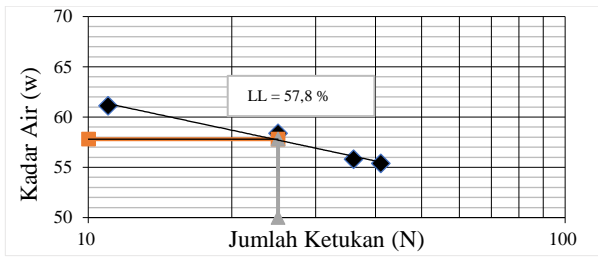
d) Batas Atterberg

Pengujian batas cair menggunakan 4 benda uji dan batas plastis menggunakan 2 benda uji, dari hasil pengujian diperoleh data LL ditunjukkan pada **Tabel 6** dan **Gambar 2**, sedangkan pengujian nilai PL pada **Tabel 7**.

Tabel 6 Hasil Uji Batas Cair (LL) Tanah Asli

No. Cawan	1	2	3	4	5	6	7	8
Berat cawan + tanah basah	21,81	26,82	26,94	23,93	22,76	22,62	21,93	21,45
Berat cawan + tanah Kering	17,25	20,59	20,82	18,78	17,96	17,99	17,95	17,39
Berat cawan	9,85	10,31	10,30	9,99	9,34	9,71	10,80	10,02
Berat air	4,56	6,23	6,12	5,15	4,80	4,63	3,98	4,06
Berat tanah kering	7,40	10,28	10,52	8,79	8,62	8,28	7,15	7,37
Kadar air (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	11		25		36		41	

Sumber: Hasil Analisis



Gambar 2 Grafik Batas Cair Tanah Asli (LL)
 Sumber: Hasil Analisis

Tabel 7 Hasil Uji Batas Plastis (PL) Tanah Asli

No. Cawan		9	10
Berat cawan + tanah basah	(grm)	10,42	11,68
Berat cawan + tanah Kering	(grm)	10,13	11,15
Berat cawan	(grm)	9,55	9,97
Berat air	(grm)	0,29	0,53
Berat tanah kering	(grm)	0,58	1,18
Kadar air (w)	(%)	50,00	44,92
Kadar air rata-rata (w_{avg})	(%)	47,46	

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan data tersebut, diperoleh:

$LL = 57,8\%$

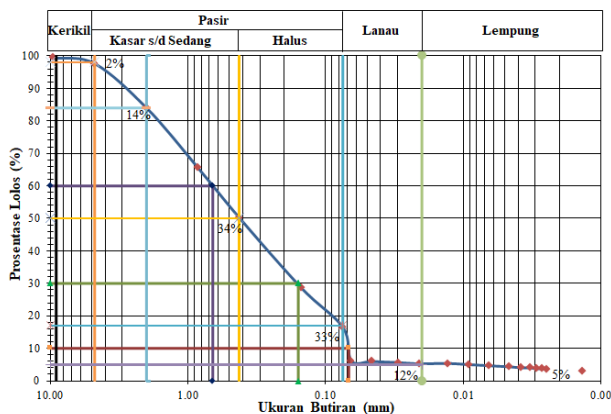
$PL = 47,46$

maka,

$PI = 57,8 - 47,46 = 10,34\%$

e) Analisa Ukuran Butiran

Berdasarkan hasil pengujian dengan metode ayakan dan hidrometer diperoleh grafik ukuran butiran tanah sesuai USCS yang ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3 Hasil Analisa Ukuran Butiran Tanah Asli
 Sumber: Hasil Analisis

Pada **Gambar 3** menunjukkan bahwa:

- Fraksi Kerikil = 2%
- Fraksi Pasir = 81%
- Fraksi Lanau = 12%
- Fraksi Lempung = 5%

Klasifikasi Tanah

Tanah asli diklasifikasikan menggunakan metode USCS. Berdasarkan **Gambar 3** persentase kerikil 2%, pasir 81%, dan lanau-lempung 17% dengan nilai PI tanah asli

didapatkan 10,34% maka tanah tersebut dapat diklasifikasikan tanah pasir berlempung (SC). Namun dengan persentase lanau 12% dan lempung 5%, tanah juga dikelompokkan sebagai pasir berlanau (SM). Sehingga tanah asli tergolong pasir berlanau dan pasir berlempung yang memiliki simbol ganda, yaitu SM-SC.

Kuat Geser Tanah Asli

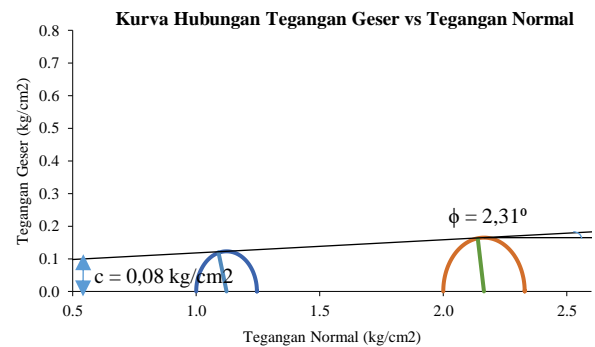
Pada pengujian triaxial (UU) tanah asli diperoleh nilai kohesi 0,08 kg/cm² dan sudut geser dalam 2,31° yang ditunjukkan pada **Tabel 8**.

Tabel 8 Data Tengan Pengujian Triaxial (UU) Tanah Asli

Jenis Pengujian	UU - Test		
No. Contoh	A	B	
Tekanan lateral	kg/cm ²	1	2
Tegangan deviator	kg/cm ²	0,25	0,33
Regangan runtuh	%	2,6	3,0
Berat isi	gr/cm ³	1,56	1,56
Kadar air	%	54,46	52,51
Berat jenis	-	2,54	2,54
Kohesi	kg/cm ²	0,08	
Sudut geser dalam	deg	2,31	

Sumber: Hasil Analisis

Lingkaran mohr pengujian triaxial tanah asli ditunjukkan pada **Gambar 4**.



Gambar 4 Lingkaran Mohr Tanah Asli
 Sumber: Hasil Analisis

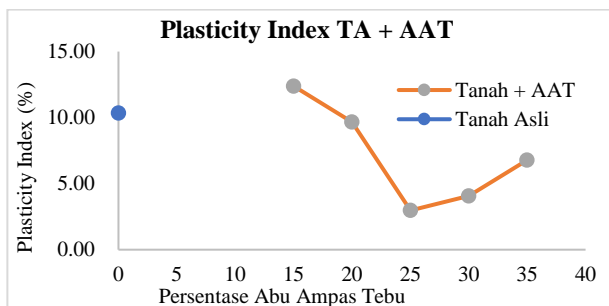
Tanah Asli (TA) dengan Abu Ampas Tebu (AAT)

Setelah dilakukan stabilisasi menggunakan abu ampas tebu (AAT) dengan variasi persentase abu ampas tebu (AAT) dan masa peram dapat menurunkan nilai PI dari tanah asli. Berikut data pengujian batas cair dan plastis yang diperoleh dari hasil penambahan abu ampas tebu.

Tabel 9 Data Hasil Pengujian Batas Cair dan Plastis TA+ AAT

Persentase AAT (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)
TA	57,80	47,46	10,34
15	66,00	53,61	12,39
20	65,20	55,52	9,68
25	62,50	59,53	2,97
30	64,00	59,93	4,07
35	68,60	61,81	6,79

Dari **Tabel 9** menunjukkan bahwa abu ampas tebu berpengaruh terhadap nilai batas cair dan plastis nilai PI yang telah distabilisasi dengan abu ampas tebu mengalami penurunan dari tanah asli.



Gambar 5 Grafik Hubungan PI vs Persentase AAT
 Sumber: Hasil Analisis

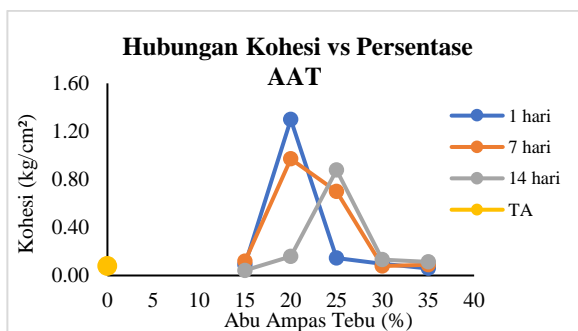
Kuat Geser Tanah Asli dengan Penambahan Abu Ampas Tebu

Penambahan abu ampas tebu memberikan Pengaruh terhadap nilai kohesi dan sudut geser dalam yang ditunjukkan pada **Tabel 10**.

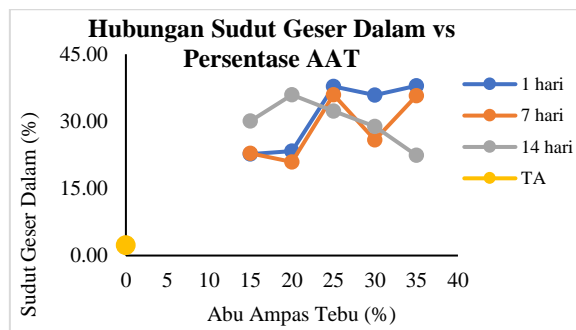
Tabel 10 Data Hasil Uji Triaxial UU TA + AAT

Komposisi	Pemeraman (hari)	Kohesi (kg/cm ²)	Sudut Geser Dalam (°)
TA		0,08	2,31
TA + 15% AAT	1	0,09	22,67
	7	0,12	22,83
	14	0,04	30,05
TA + 20% AAT	1	1,30	23,38
	7	0,97	20,93
	14	0,16	35,93
TA + 25% AAT	1	0,15	37,82
	7	0,70	35,94
	14	0,88	32,27
TA + 30% AAT	1	0,10	35,88
	7	0,08	25,88
	14	0,13	28,82
TA + 35% AAT	1	0,06	37,95
	7	0,09	35,73
	14	0,11	22,40

Sumber: Hasil Analisis



Gambar 6 Grafik Hubungan Kohesi vs Persentase AAT
 Sumber: Hasil Analisis



Gambar 7 Hubungan Sudut Geser Dalam vs Persentase AAT

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan **Tabel 10**, **Gambar 6** dan **7**, nilai maksimum kohesi terdapat pada persentase 20% dengan pemeraman 1 hari, namun pada pemeraman 7 dan 14 hari nilai kohesi kembali mengalami penurunan. Hal tersebut menunjukkan bahwa persentase 20% belum memberikan hasil yang baik terhadap nilai parameter kuat geser tanah. Sedangkan pada persentase 25% hingga 35%, semakin lama masa pemeraman nilai kohesi semakin mengalami peningkatan. Namun dari ketiga persentase yang mengalami peningkatan, nilai maksimum terdapat pada persentase 25%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di laboratorium yang telah dilakukan, diperoleh hasil analisa data dan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Dapat diketahui bahwa klasifikasi tanah asli dengan metode USCS termasuk dalam kelompok tanah SM-SC dengan ketentuan nilai indeks plastisitas (PI) 10,34, persentase pasir sebanyak 81%, persentase lanau 12% dan lempung sebanyak 5%. Pada pengujian Triaxial Unconsolidated Undrained diperoleh nilai kohesi tanah asli 0,08 kg/cm² dan sudut geser dalam 2,31°.
2. Penambahan abu ampas tebu dengan persentase 15%, 20%, 25%, 30%, dan 35% dengan waktu pemeraman 1, 7, dan 14 hari menunjukkan bahwa terjadi penurunan pada nilai indeks plastisitas (PI) dan peningkatan pada parameter kuat geser tanah. Nilai maksimum kohesi terdapat pada persentase 20% dengan pemeraman 1 hari, tetapi pada pemeraman 7 dan 14 hari nilai kohesi kembali mengalami penurunan. Sedangkan pada persentase 25% hingga 35%, semakin lama masa pemeraman nilai kohesi semakin mengalami peningkatan. Dari ketiga persentase yang mengalami peningkatan, nilai maksimum terdapat pada persentase 25%.
3. Persentase penambahan abu ampas tebu maksimum terdapat pada persentase 25% dengan nilai kohesi 0,15 kg/cm² dengan nilai sudut geser dalam 37,82° pada pemeraman 1 hari, nilai kohesi 0,70 kg/cm² dengan nilai sudut geser dalam 35,94° pada pemeraman 7 hari, dan nilai kohesi 0,88 kg/cm² dengan nilai sudut geser dalam 32,72° pada pemeraman 14 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid 1*. Erlangga.
- [2] Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah I* (Edisi ketiga). Gadjah Mada University Press.
- [3] Puri, D. T. R. (2012). Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan Kapur. *Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- [4] Setyawan, R. (2007). ANALISIS PENGARUH STABILISASI TANAH BUTIR HALUS DENGAN CAMPURAN SERBUK LIMBAH KERAMIK TERHADAP APLIKASI KUAT DUKUNG UJI TRIAKSIAL UU DENGAN METODE OHSAKI PADA FONDASI DANGKAL. *Universitas Islam Indonesia*, 1.