

PENAMBAHAN ABU AMPAS TEBU TERHADAP TANAH LEMPUNG DENGAN BAHAN TAMBAH ROTEC TERHADAP PARAMETER KUAT GESER TANAH

Febriandita Ramadhan Nugraha Putra¹, Akhmad Marzuko²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: rianrnp5@gmail.com

² Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
Email: akhmadmarzuko@uii.ac.id

Abstract: Land is very important aspect in any construction work, but the condition of the soil is not always good. The types and conditions of the soil are very varied and the quality does not always meet the requirements specified for a building construction on it. The test at ground stage is soil mechanical testing that is direct shear test and triaxial UU test on original soil and original soil with stabilization material. The percentage variation used for soil stabilization is with the addition of Rotec 2% and the addition of bagasse ash 0%, 2%, 4%, 6% which is then carried out direct shear testing and triaxial UU with curing period of 1 day, 3 days, and 7 days. The results of direct shear testing of cohesion values and shear angles in the native soil were 0.713 kg/cm², and 39,346°. In direct shear testing the highest cohesion value obtained was 1.702 kg/cm² with an increase of 138.815% in variations of native soil samples with Rotec content of 2% and bagasse ash of 6% at 7 days ripening while the highest value of shear angle obtained was 48.181° with an increase of 122.456% in the variation of native soil samples with Rotec content of 2% and bagasse ash of 6% at 7 days ripening. The results of the triaxial test of the law on cohesion values and shear angles in native soil were 0.713 kg/cm², and 39.396°. Based on the triaxial test of Law the highest cohesion value obtained was 7,501 kg/cm² with an increase of 335,177% in variations in native soil samples with Rotec content of 2% and bagasse ash 6% at 7 days ripening while the shear angle values experienced the highest decrease and decrease is 27,334° with a decrease of 51,822% in variations of native soil samples with Rotec levels of 2% and bagasse ash of 6% at 7 days ripening.

Keywords : clay, stabilization, rotec, bagasse ash

1. PENDAHULUAN

Tanah dasar (*subgrade*) secara umum dapat didefinisikan sebagai lapisan tanah yang letaknya paling bawah atau permukaan tanah semula atau permukaan galian maupun timbunan yang kemudian dipadatkan dan diletakkan pada bagian bawah pada suatu konstruksi pekerjaan jalan (Verdy, 2015), bertujuan agar tanah timbunan tidak mengalami longsor. Tanah dasar dapat berupa, tanah asli yang dipadatkan dan memiliki katagori tanah asli yang tergolong baik, tanah urugan yang memiliki material

tanah lebih baik dibandingkan dengan tanah aslinya, atau tanah asli yang dapat distabilisasi dengan menggunakan bahan tambah (*additive*). Tanah dasar (*subgrade*) memiliki peran utama sebagai menerima tekanan akibat beban lalu lintas yang berada di atasnya sehingga harus mampu menerima tekanan akibat beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan dan kerusakan yang berarti dan juga tidak mengalami kelongsoran pada tanah timbunan. Proses pengolahan tebu menjadi gula menghasilkan limbah yang berupa limbah padat, limbah cair, dan limbah gas. Limbah

padat berupa abu, blotong dan ampas. Limbah cair terdiri dari limbah cair berat dan limbah cair ringan, limbah gas berasal dari ruang pembakaran dan dari genset listrik (Astarini, 2010). Abu ampas tebu merupakan abu dari hasil pembakaran ampas tebu dan mempunyai kandungan silika (SiO_2) yang sangat tinggi, maka dari itu penulis mencoba abu ampas tebu sebagai bahan stabilisasi tanah. Penelitian ini menggunakan ampas tebu yang berasal dari limbah Pabrik Gula Madukismo, Yogyakarta.

Penelitian tugas Akhir ini mempunyai tujuan untuk mengetahui jenis tanah dari sampel tanah di Desa Jogotamu, Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah dan mengetahui pengaruh penambahan bahan aditif alternatif lainnya yaitu campuran antara *Rotec* dan Abu Ampas Tebu yang diharapkan peneliti mampu menstabilisasi tanah lempung terhadap parameter kuat geser tanah. Penelitian ini menggunakan sampel *Rotec* berasal dari PT Cahaya Inti Solusindo.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk memperbaiki sifat-sifat tanah, apabila tanah yang terdapat di lapangan bersifat sangat lepas, mudah tertekan, atau mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, permeabilitas terlalu tinggi atau sifat lain yang tidak diinginkan sehingga tidak sesuai untuk suatu proyek pembangunan, maka tanah tersebut perlu distabilisasi.

Contoh-contoh penelitian terdahulu yang dapat dijadikan referensi untuk penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

Tugas Akhir “Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Abu Ampas Tebu” oleh Budiman (2013). Penelitian dilakukan untuk mencari pengaruh penambahan abu ampas tebu pada tanah lempung ekspansif terhadap kuat tekan bebas dan CBR rendaman.

Tugas Akhir “Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Semen” oleh Pirmadona (2015). Penelitian dilakukan untuk mencari pengaruh penambahan semen pada tanah

lempung terhadap CBR, kuat tekan bebas, dan indeks plastisitas.

Tugas Akhir “Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Kapur dan *Rotec*” oleh Shabirin (2017). Penelitian dilakukan untuk mencari pengaruh penambahan kapur dan bahan aditif *Rotec* pada tanah lempung terhadap nilai CBR.

Tugas Akhir “Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Abu Vulkanik” oleh Christopher (2016). Penelitian dilakukan untuk mencari pengaruh penambahan abu vulkanik Gunung Kelud pada tanah lempung terhadap nilai CBR.

Tugas Akhir “Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Menggunakan Kapur dan Sabut Kelapa Sawit” oleh Ariyanti (2005). Penelitian dilakukan untuk mencari pengaruh penambahan kapur dan abu sabut kelapa sawit pada tanah lempung ekspansif terhadap triaksial UU, CBR, dan swelling.

3. LANDASAN TEORI

3.1 Tanah Lempung

Tanah lempung adalah tanah lempung yang memiliki aktifitas yang tinggi dalam perubahan volume akibat adanya perubahan kadar air. Dalam permasalahan teknik sipil, partikel tanah lempung akan senantiasa bersentuhan dengan air. Interaksi antara partikel lempung, air, dan bermacam-macam bahan yang terlarut dalam air menjadi faktor penentu yang utama bagi sifat-sifat tanah yang tersusun dari partikel-partikel tersebut. Jenis tanah yang perlu diperhatikan sebagai dasar struktur bangunan adalah jenis tanah lempung ekspansif. Dikatakan demikian karena tanah lempung ini umumnya mengandung komponen mineral yang potensi pengembangannya cukup tinggi yang kemudian berpengaruh pada turunnya nilai stabilitas tanah tersebut sehingga dapat merusak bagian bangunan yang dibangun di atasnya.

3.2 Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu (*Baggase Ash*) adalah hasil pembakaran ampas tebu dari pembuangan limbah pabrik gula, dalam penelitian ini

limbah pabrik gula yang digunakan adalah limbah dari Pabrik Gula Madukismo Yogyakarta, yang dibakar menjadi abu. Abu ampas tebu memiliki kandungan senyawa silika yang cukup tinggi, sehingga perlu diolah agar bermanfaat sebagai bahan tambah stabilisasi tanah.

3.3 Rotec

Rotec merupakan salah satu jenis bahan stabilisasi tanah yang baru dikembangkan di Indonesia, yang terdiri dari kandungan mineral anorganik. *Rotec* adalah bahan aditif yang berfungsi untuk memadatkan (solidifikasi) dan menstabilkan (*stabilizer*) tanah secara fisik, dengan kandungan kimia ramah lingkungan untuk merekayasa tanah menjadi sekeras batu, menyingkirkan partikel air (*water repellant*) membungkus unsur tanah agar tidak tercampur air, tidak akan lembek terutama saat musim penghujan.

3.4 Nilai Kuat Geser Tanah

Keruntuhan geser (*shear failure*) dalam tanah diakibatkan gerak relatif antara butirnya, bukan karena butirnya sendiri hancur sehingga kekuatan tanah tergantung kepada gaya-gaya yang bekerja antara butirnya sehingga kekuatan geser tanah dapat dianggap dari dua komponen yaitu nilai kohesi dan sudut geser dalam.

Kekuatan geser tanah dapat dinyatakan dalam rumus berikut.

$$\tau_f = c + \sigma \tan \phi \quad (2)$$

Dengan τ_f = Kuat geser (kg/cm^2), c = Kohesi (kg/cm^2), ϕ = Sudut geser dalam ($^\circ$), σ = Tegangan Normal (kg/cm^2).

3.5 Pengujian Geser Langsung

Uji geser langsung merupakan pengujian tertua dalam betuk yang paling sederhana untuk suatu susunan uji geser. Alat uji terdiri dari sebuah kotak logam berisi sampel tanah berbentuk bujur sangkar ataupun lingkaran. kotak uji tersebut terbagi menjadi dua sisi dalam arah horizontal. Gaya geser akan diberikan dengan mendorong sisi kotak sebelah atas dilakukan sampai terjadi keruntuhan geser pada tanah (Das,1995).

3.6 Pengujian Triaksial UU (*Unconsolidated Undrained*)

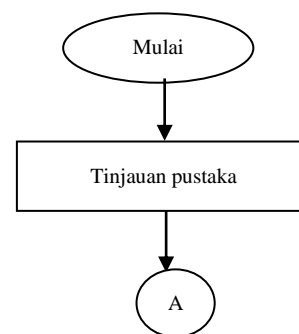
Uji triaksial UU merupakan salah satu cara untuk mendapatkan nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Terdapat dua cara untuk mendapatkan nilai kohesi dan sudut geser dalam tersebut yaitu dengan menggunakan lingkaran Mohr dan regresi linier. Pengujian ini dilakukan dengan cara membebani sampel dengan tekanan sel yang kemudian dibebani dengan beban normal melalui penerapan tegangan deviator hingga mencapai keruntuhan. Pada pengujian triaksial UU, air tidak diizinkan keluar dan masuk ke benda uji selama pengujian (Das,1995).

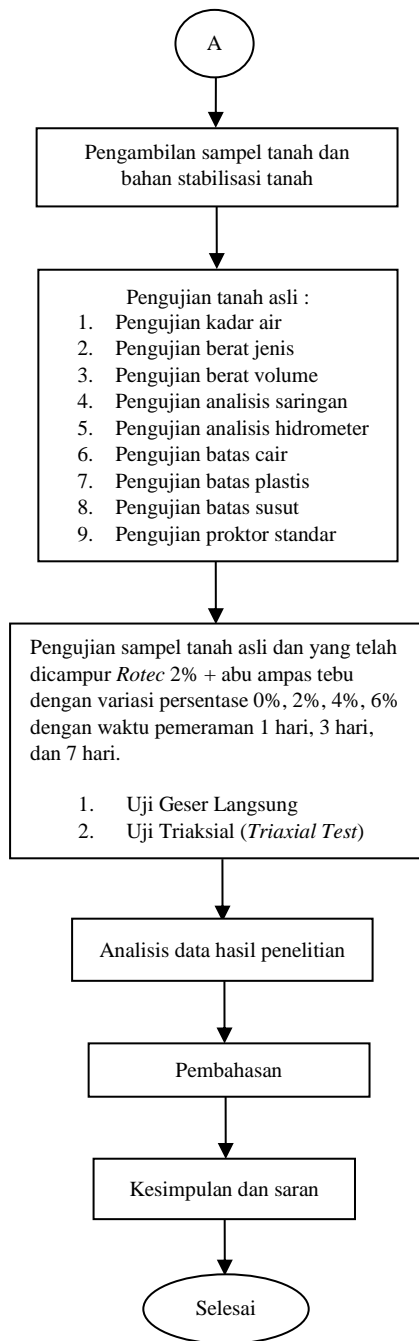
4. METODOLOGI PENELITIAN

Variasi sampel tanah yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Tanah Asli (*disturbed*)
2. Tanah Asli + 0% *Rotec* + 2% abu ampas tebu
3. Tanah Asli + 2% *Rotec* + 0% abu ampas tebu
4. Tanah Asli + 2% *Rotec* + 2% abu ampas tebu
5. Tanah Asli + 2% *Rotec* + 4% abu ampas tebu
6. Tanah Asli + 2% *Rotec* + 6% abu ampas tebu

Berikut adalah began alir penelitian dapat dilihat pada Gambar berikut ini.





Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

5. Analisis dan Pembahasan

5.1 Sifat Fisik Tanah

Pengujian fisik tanah pada setiap pengujian dilakukan dengan 2 sampel, yaitu 2 sampel pengujian kadar air, berat volume, berat jenis, analisa granuler, dan batas-batas Atterberg,

dan pemadatan tanah untuk mendapatkan nilai kepadatan maksimum (*Maximum Dry Density/MDD*) dan kadar air optimum (*Optimum Moisture Content/OMC*) yang kemudian digunakan untuk pengujian CBR. Rekapitulasi pengujian sifat fisik tanah dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Rekapitulasi Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli

Pengujian	Hasil	Satuan
Kadar Air	32,028	%
Berat Volume Basah	1,548	gr/cm ³
Berat Jenis (Gs)	2,515	
Batas-Batas Kosistensi		
Batas Cair (LL)	77	%
Batas Plastis (PL)	55,787	%
Indeks Plastisitas	21,213	%
Batas Susut	22,671	%
Analisis Granuler		
#200	92,827	%
Kerikil	0,007	%
Pasir	7,167	%
Lanau	28,138	%
Lempung	64,688	%
Uji Proktor Standar		
Kadar Air Optimum	41,35	%
Berat Volume Maksimum	1,2255	gr/cm ³

5.2 Klasifikasi Tanah

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik tanah asli, maka dapat ditentukan klasifikasi tanah asli yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Klasifikasi Tanah Asli

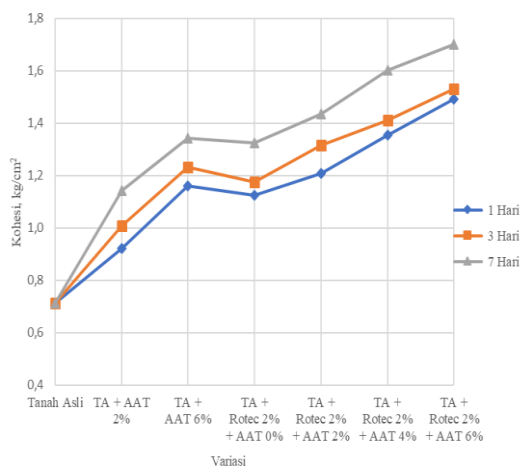
Metode	Jenis Tanah	Kriteria
USCS	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi
AASHTO	A-7-5	Tanah berlempung

5.3 Kohesi (c)

Hasil dari pengujian geser langsung dengan penambahan bahan stabilisasi berupa abu ampas tebu dan *Rotec* terhadap nilai kohesi dapat dilihat pada Tabel 3, Gambar 2 dan Gambar 3.

Tabel 3 Pengaruh Bahan Tambah Terhadap Nilai Kohesi Pada Pengujian Geser Langsung

Variasi	Pemeraman		
	1 Hari	3 Hari	7 Hari
Tanah Asli	0,713	0,713	0,713
TA + Abu Ampas Tebu 2%	0,921	1,008	1,144
TA + Abu Ampas Tebu 6%	1,161	1,231	1,342
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 0%	1,123	1,175	1,326
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 2%	1,208	1,315	1,435
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 4%	1,354	1,411	1,604
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 6%	1,493	1,531	1,702



Gambar 2 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi Pada Variasi *Rotec* 2% + Abu Ampas Tebu Pengujian Geser Langsung

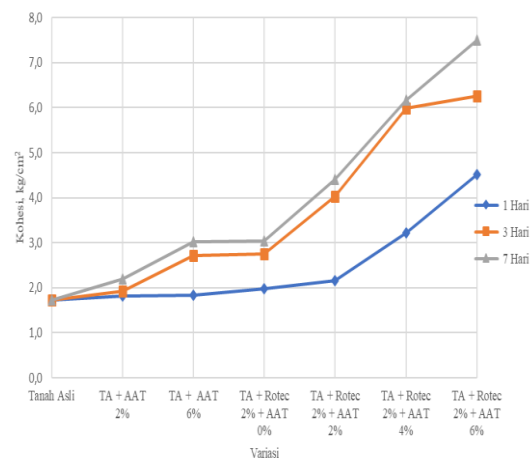
Berdasarkan grafik diatas, penambahan tanah asli dengan *Rotec* dan abu ampas tebu mengalami peningkatan nilai kohesi beriringan dengan lamanya waktu pemeraman. *Rotec* dan abu ampas tebu semakin bereaksi dengan tanah berdasarkan dengan lamanya masa pemeraman, sehingga nilai kohesi tanah semakin meningkat.

Peningkatan kohesi tertinggi terjadi pada variasi sampel dengan kadar *Rotec* 2% dan abu ampas tebu 6% dengan pemeraman 7 hari sebesar 138,815%.

Hasil dari pengujian triaksial UU dengan penambahan bahan stabilisasi berupa abu ampas tebu dan *Rotec* terhadap nilai kohesi dapat dilihat pada Tabel 4, Gambar 4 dan Gambar 5.

Tabel 4 Pengaruh Bahan Tambah Terhadap Nilai Kohesi Pada Pengujian Triaksial UU

Variasi	Pemeraman		
	1 Hari	3 Hari	7 Hari
Tanah Asli	1,724	1,724	1,724
TA + Abu Ampas Tebu 2%	1,818	1,930	2,194
TA + Abu Ampas Tebu 6%	1,838	2,724	3,027
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 0%	1,987	2,759	3,047
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 2%	2,154	4,022	4,403
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 4%	3,219	5,991	6,172
TA + <i>Rotec</i> 2% + Abu Ampas Tebu 6%	4,512	6,249	7,501



Gambar 4 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi Pada Variasi *Rotec* 2% + Abu Ampas Tebu Pengujian Triaksial UU

Berdasarkan grafik diatas, penambahan tanah asli dengan *Rotec* dan abu ampas tebu mengalami peningkatan nilai kohesi beriringan dengan lamanya waktu pemeraman. *Rotec* dan abu ampas tebu semakin bereaksi dengan tanah berdasarkan

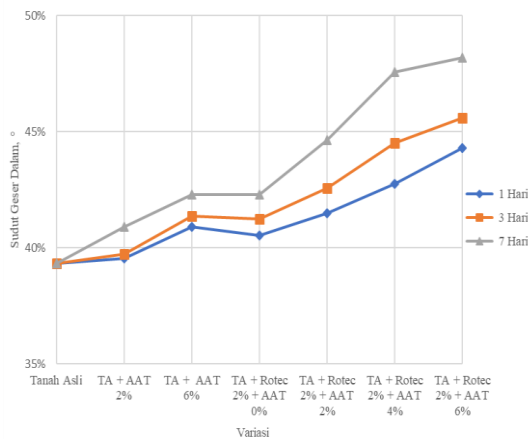
dengan lamanya masa pemeraman, sehingga nilai kohesi tanah semakin meningkat. Peningkatan kohesi tertinggi terjadi pada variasi sampel dengan kadar Rotec 2% dan abu ampas tebu 6% dengan pemeraman 7 hari sebesar 335,177%.

5.4 Sudut Geser Dalam (ϕ)

Hasil dari pengujian geser langsung dengan penambahan bahan stabilisasi berupa abu ampas tebu dan Rotec terhadap nilai sudut geser dalam dapat dilihat pada Tabel 5, Gambar 6 dan Gambar 7.

Tabel 5 Pengaruh Bahan Tambah Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam Pada Pengujian Geser Langsung

Variasi	Pemeraman		
	1 Hari	3 Hari	7 Hari
Tanah Asli	39,346	39,346	39,346
TA + Abu Ampas Tebu 2%	39,538	39,735	40,919
TA + Abu Ampas Tebu 6%	40,917	41,361	42,284
TA + Rotec 2% + Abu Ampas Tebu 0%	40,525	41,250	42,290
TA + Rotec 2% + Abu Ampas Tebu 2%	41,486	42,575	44,642
TA + Rotec 2% + Abu Ampas Tebu 4%	42,764	44,529	47,569
TA + Rotec 2% + Abu Ampas Tebu 6%	44,306	45,596	48,181



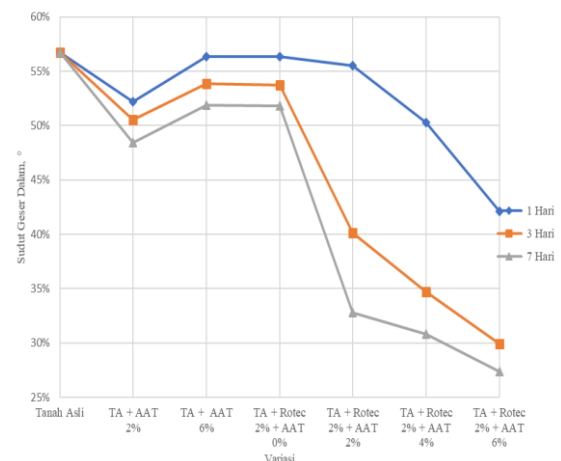
Gambar 6 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam Pada Variasi Rotec 2% + Abu Ampas Tebu Pengujian Geser Langsung

Berdasarkan grafik diatas, penambahan tanah asli dengan Rotec dan abu ampas tebu

mengalami peningkatan nilai sudut geser dalam beriringan dengan lamanya waktu pemeraman. Rotec dan abu ampas tebu semakin bereaksi dengan tanah berdasarkan dengan lamanya masa pemeraman, sehingga nilai sudut geser dalam tanah semakin meningkat. Peningkatan sudut geser dalam tertinggi terjadi pada variasi sampel dengan kadar Rotec 2% dan abu ampas tebu 6% dengan pemeraman 7 hari sebesar 122,456%. Hasil dari pengujian triaksial UU dengan penambahan bahan stabilisasi berupa abu ampas tebu dan Rotec terhadap nilai sudut geser dalam dapat dilihat pada Tabel 6, Gambar 9 dan Gambar 10.

Tabel 6 Pengaruh Bahan Tambah Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam Pada Pengujian Triaksial UU

Variasi	Pemeraman		
	1 Hari	3 Hari	7 Hari
Tanah Asli	56,736	56,736	56,736
TA + Abu Ampas Tebu 2%	52,174	50,541	48,420
TA + Abu Ampas Tebu 6%	56,349	53,856	51,875
TA + Rotec 2% + Abu Ampas Tebu 0%	56,376	53,762	51,829
TA + Rotec 2% + Abu Ampas Tebu 2%	55,532	40,151	32,782
TA + Rotec 2% + Abu Ampas Tebu 4%	50,308	34,688	30,837
TA + Rotec 2% + Abu Ampas Tebu 6%	42,119	29,893	27,334



Gambar 9 Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Dalam Pada Variasi Rotec 2% + Abu Ampas Tebu Pengujian Triaksial UU

Berdasarkan grafik diatas, penambahan tanah asli dengan Rotec dan abu ampas tebu mengalami penurunan nilai sudut geser dalam beriringan dengan lamanya waktu pemeraman. Penurunan sudut geser dalam yang paling besar terjadi pada variasi sampel dengan kadar Rotec 2% dan abu ampas tebu 6% dengan pemeraman 7 hari sebesar 51,822%

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Simpulan yang dapat disampaikan dari hasil penelitian dan analisis adalah sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil analisis saringan dengan menggunakan sistem klasifikasi tanah metode USCS, tanah yang berasal dari Desa Jogotamu, Kecamatan Loano, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah ini termasuk dalam golongan tanah dengan simbol OH dengan nama jenis tanah adalah tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi. Berdasarkan sistem klasifikasi tanah metode AASHTO, tanah tersebut termasuk dalam kelompok A-7-5 yang berarti tanah tersebut berjenis tanah berlempung dengan sifat cukup baik sampai buruk.
2. Penambahan abu ampas tebu semakin besar dapat meningkatkan nilai kuat geser tanah yang cukup signifikan. Penambahan Rotec dengan persentase tetap dapat mengoptimalkan pengaruh abu ampas tebu terhadap kuat geser tanah. Berdasarkan pengujian geser langsung nilai kohesi tertinggi terjadi pada variasi sampel dengan kadar Rotec 2% dan abu ampas tebu 6% dengan pemeraman 7 hari sebesar 138,815%, sedangkan nilai sudut geser dalam tertinggi terjadi pada variasi sampel dengan kadar Rotec 2% dan abu ampas tebu 6% dengan pemeraman 7 hari sebesar 122,456%. Berdasarkan triaksial UU nilai kohesi tertinggi terjadi pada variasi sampel dengan kadar Rotec 2% dan abu ampas tebu 6% dengan pemeraman 7 hari sebesar 335,177%, sedangkan pada nilai sudut geser dalam mengalami penurunan dan penurunan

yang paling rendah terjadi pada variasi sampel dengan kadar Rotec 2% dan abu ampas tebu 0% dengan pemeraman 1 hari sebesar 0,634%

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penyempurnaan penelitian Tugas Akhir selanjutnya sebagai berikut.

1. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan uji penelitian lanjutan dengan melakukan pengujian mekanik tanah lainnya seperti uji CBR dan uji konsolidasi.
2. Bagi peneliti selanjutnya dapat mencoba meneliti dengan jenis tanah yang sama dengan variasi persentase Rotec dan abu ampas tebu yang lebih besar.
3. Peneliti lanjutan dapat mencoba melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan bahan tambah Rotec dan abu ampas tebu dengan menggunakan tanah lain seperti gambut.

DAFTAR PUSTAKA

- Astarini. 2010. Evaluasi Pengolahan Limbah Cair. ITS. Surabaya
- Ariyanti. 2005. Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Campuran Kapur Dan Abu Sabut Kelapa Sawit. Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Bowles, J.E. 1986. *Sifat-Sifat Fisis tanah dan Geoteknis Tanah*. (J.K, Haimin, Trans) Erlangga. Jakarta.
- Budiman. 2013. Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Sifat Fisik Dan Sifat Mekanik Tanah Lempung Ekspansif. *Jurnal Sipil* Vol.17 No.1 Januari 2013. Udayana . Denpasar.
- Christopher. 2016. Pemanfaatan Abu Vulkanik Gunung Kelud untuk Stabilisasi Kuat Dukung Tanah Lempung sebagai Subgrade. *Tugas Akhir* (Tidak Diterbitkan). Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Das, B.M. 1995. *Mekanika Tanah 1*. Edisi kedua, Penerbit Erlangga. Jakarta.

- Hardiyatmo, H.C. 2010. *Mekanika Tanah 1*. Edisi kelima, Penerbit Gajah Mada University press. Yogyakarta.
- Pirmadona, 2015. Stabilisasi Tanah Plastisitas Rendah Dengan Semen. *Jurnal Sipil* Vol.2 No.2 Oktober 2015. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Shabirin. 2017. Pengaruh Penambahan Kapur Pada Stabilitas Tanah Lempung Menggunakan Bahan Tambah Rotec Terhadap Nilai CBR. *Tugas Akhir* (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Verdy, Ananda. 2015. Pengaruh Tahapan Pra-Stabilisasi Terhadap Kekuatan Dan Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Dengan Kandungan Bahan Organik 5%. *Tugas Akhir* (Tidak Diterbitkan). Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.