

# PENGARUH PENAMBAHAN ABU AMPAS TEBU DAN KAPUR TERHADAP KARAKTERISTIK TANAH LEMPUNG EKSPANSIF (STUDI KASUS : TANAH DI BOJONEGORO)

Yanwar Eko Prasetyo<sup>1\*</sup>, Yulvi Zaika<sup>2</sup>, Arief Rachmansyah<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa / Program Studi Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik / Universitas Brawijaya

<sup>2</sup> Dosen / Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik / Universitas Brawijaya

Korespondensi: m.engyeko@gmail.com

## ABSTRACT

*In each region having different types of soil, one type of soil is expansive clay. In Indonesia, more than 1/5 of the land area in Indonesia are an expansive clay. This type of soil will be affected by changes in water content and experience significant shrinkage. Therefore, to improve the soil and minimize shrinkage growth, an effort is needed, one of which is soil stabilization. Physical testing of soil with soil samples in the district Ngasem, Kab. Bojonegoro which is expansive clay soil shows that the CBR value is 3.953%, and the swelling value is 6.1858%. With such physical conditions with low carrying capacity it is necessary to stabilize the soil on clay in Bojonegoro. Stabilization efforts carried out are by chemical stabilization by mixing soil samples with additives in the form of bagasse and lime ash. The results of the physical soil test from the preliminary research conducted by the author by mixing bagasse ash in the soil with variations in levels of 8%, 10%, 12%, 14% showed a mixture of 8% bagasse ash was the optimum level for repairs to the soil. So it is used a mixture of 8% bagasse ash with the addition of variations in lime content of 4%, 6% and 8% of the total weight of the mixture. A mixture of 8% bagasse ash and 6% lime content produced a CBR value of 9.324%, this CBR value increased to 135.87%. While the swelling value is 0.1681%, with the same mixture level. This swelling value decreased to 97.28%. For the value of free development it decreased to 217.7% from the previous one which amounted to 70.59% to 22.22%.*

**Keywords:** Bojonegoro Expansion Clay Ground, Soil Stabilization, Sugar Cane Ash, Lime, CBR, Swelling

## 1. PENDAHULUAN

Komposisi dan karakteristik tanah bervariasi tergantung pada ketinggian, kontur tanah, letak suatu daerah serta kandungan unsur hara dan teksturnya sehingga daya dukung yang dimiliki tanah berbeda-beda pada satu lokasi dengan lokasi yang lain. Daya dukung tanah lempung ekspansif sangat rendah dan memiliki sensitivitas serta kembang susut yang tinggi jika terjadi perubahan kadar air. Hal ini akan mempengaruhi keadaan struktur dan menimbulkan kerusakan pada tanah tersebut.

Banyak penelitian telah dilakukan untuk mendapatkan kondisi tanah yang lebih stabil pada tanah ekspansif dengan cara stabilisasi kimia, yaitu dengan mencampur tanah ekspansif dengan zat aditif [1][2]. Penggunaan zat aditif untuk stabilisasi tanah ekspansif dapat berupa bahan industrial seperti kapur, semen, dan gypsum. Zat aditif lain yang dapat

digunakan yang merupakan limbah suatu proses produksi seperti abu sekam padi, abu ampas tebu, *fly ash* dan lain-lain.

Penelitian ini akan melakukan uji sifat fisik tanah, uji daya dukung tanah dan uji pengembangan tanah. Sampel tanah yang digunakan adalah tanah dari Kecamatan Ngasem Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur. Berdasarkan penelitian Febra Ndaru [3], tanah lempung ekspansif Bojonegoro dapat dikelompokkan tanah tersebut merupakan tanah lempung ekspansif dengan potensi mengembang tinggi, derajat mengembang yang kritis dan berplastisitas tinggi.

Zat aditif yang digunakan pada penelitian ini adalah abu ampas tebu dan kapur dengan kadar 8% abu ampas tebu dan penambahan variasi kadar kapur 4%, 6% dan 8% dari berat total campuran.

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh dari penambahan campuran abu ampas tebu dan kapur terhadap karakteristik tanah lempung ekspansif di Bojonegoro ( *liquid limit*, *plastic limit*, *plastic index*, *spesific grafity*,  $\gamma_d$ , dan kadar air optimum ).
2. Untuk mengetahui pengaruh dari penambahan campuran abu ampas tebu dan kapur terhadap nilai CBR (*California Bearing Ratio*) tanah lempung ekspansif, dan untuk mengetahui prosentase campuran optimum yang menghasilkan CBR maksimum.
3. Untuk mengetahui pengaruh dari penambahan campuran abu ampas tebu terhadap nilai pengembangan (*swelling*) tanah lempung ekspansif, dan untuk mengetahui prosentase campuran optimum yang menghasilkan (*swelling*) minimum.
4. Untuk mengetahui pengaruh dari penambahan campuran abu ampas tebu terhadap nilai pengembangan bebas (*free swell*) tanah lempung ekspansif, dan untuk mengetahui prosentase campuran optimum yang menghasilkan pengembangan bebas minimum.
5. Untuk mengetahui pengaruh nilai batas cair terhadap sifat kemampuan tanah.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanah lempung

Tanah lempung adalah partikel mineral berkerangka dasar silikat yang berdiameter kurang dari 4 micrometer. Lempung mengandung leburan silika dan/atau aluminium yang halus. Unsur-unsur ini, silikon, oksigen, dan aluminium adalah unsur yang paling banyak menyusun kerak bumi. Lempung terbentuk dari proses pelapukan batuan silika oleh asam karbonat dan sebagian dihasilkan dari aktivitas panas bumi.

Lempung membentuk gumpalan keras saat kering dan lengket apabila basah terkena air. Sifat ini ditentukan oleh jenis mineral lempung yang mendominasi.

Klasifikasi tanah tidak berdasarkan hanya dengan ukurannya saja, namun juga dengan kandungan mineral-mineral yang ada pada tanah tersebut. Jadi walaupun ukuran partikel seperti tanah lempung tanah tersebut belum tentu termasuk jenis tanah lempung jika belum diketahui mineral-mineral didalamnya.

**Tabel 1.** Penggolongan Tanah Oleh Beberapa Lembaga Berdasarkan Ukuran Butir

Nama Golongan	Ukuran Butiran (mm)			
	Kerikil	Pasir	Lanau	Lempung
<i>Massachusetts Institute of Technology (MIT)</i>	>2	2-0,06	0,06-0,002	<0,002
<i>U.S. Department of Agriculture (USDA)</i>	>2	2-0,05	0,05-0,002	<0,002
<i>American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO)</i>	76,2-2	2-0,075	0,075-0,002	<0,002
<i>Unified Soil Classification System (USCS)</i>	76,2-4,75	4,75-0,075	<0,0075	

### 2.2 Mineral dalam tanah lempung

Kelompok mineral tanah lempung diantaranya: *montmorillonite*, *illite*, *kaolinite*, dan *polygorskite* [4]. Mineral-mineral tersebut memiliki struktur lapisan serta ion penghubung yang berbeda sehingga tingkat plastisitas dan potensi pengembangan yang dihasilkan juga berbeda. Susunan mineral pada tanah lempung ekspansif mempunyai karakter kembang dan susut yang drastis apabila terjadi perubahan kadar air seperti pada kelompok *montmorillonite*. Sehingga kestabilan tanah pada kelompok ini sangat dipengaruhi oleh kadar air.

Pada penelitian yang dilakukan, usaha stabilisasi tanah yang digunakan adalah stabilisasi mekanik dan kimia dengan menggunakan penambahan zat aditif. Zat aditif yang digunakan yaitu berupa abu ampas tebu dan kapur [5]. Abu ampas tebu dapat berfungsi sebagai *filler* yang bertujuan untuk mengisi pori antar butiran tanah agar tanah lebih stabil. Sedangkan kapur berfungsi sebagai peningkat sifat pozzolanic yang ada pada abu ampas tebu yang dirasa masih kurang karena kandungan Ca yang sedikit. Kandungan abu ampas tebu adalah seperti yang ditampilkan **Tabel 2**.

### 2.3 Atterberg Limit

*Atterberg Limit* adalah kondisi transisi tanah berbutir halus pada kadar air tertentu. Berdasarkan pada jumlah air pada tanah, tanah dapat dipisahkan dalam 4 keadaan dasar : solid, semi-solid, plastis, dan cair. Dan batas-batas antara keadaan tersebut adalah batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*) dan batas susut (*shrinkage limit*).

**Tabel 2.** Hasil Analisis Kandungan dalam Abu Ampas Tebu  
(Sumber: Laboratorium UPT Layanan Analisa dan Pengukuran, Malang)

No	Parameter	Hasil Analisis	Metode Analisis		
		Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
1.	Si	25,07 +0,02	%	Aquaregia	Gravimetri
2.	Al	0,11 + 0,00	%	Aquaregia-Aluminon	Spektrofotometri
3.	Fe	0,13 + 0,00	%	HNO <sub>3</sub>	AAS
4.	Ca	0,15 + 0,00	%	HNO <sub>3</sub>	AAS
5.	Mg	0,76 + 0,00	%	HNO <sub>3</sub>	AAS

Indeks plastisitas adalah selisih batas cair dan batas plastis (masih bersifat plastis), karena itu menunjukkan sifat keplastisan tanah.

*Compression index* (*C<sub>c</sub>*) ialah angka yang menentukan kemampuan contoh tanah untuk mengalami pemampatan yang dipakai untuk menghitung penurunan. Nilai *Compression index* (*C<sub>c</sub>*) ini ditinjau dari besarnya kadar air pada *liquid limit*.

**Tabel 3.** Hubungan untuk Indeks Pemampatan *C<sub>c</sub>*

Persamaan	Acuan	Daerah pemakaian
$C_c = 0,007 (LL-7)$	Skempton	Lempung yang terbentuk kembali (remolded)
$C_c = 0,01 WN$		Lempung Chicago
$C_c = 1,15 (e_s - 0,27)$	Nishida	Semua lempung
$C_c = 0,30 (e_s - 0,27)$	Hough	Tanah kohesif anorganik, lanau, lempung berlanau, lempung
$C_c = 0,0115 WN$		Tanah organik gambut, lanau organik, dan lempung
$C_c = 0,0046 (LL-9)$		Lempung Brazilia
$C_c = 0,75 (e_s - 0,5)$		Tanah dengan plastisitas rendah
$C_c = 0,208 e_s + 0,0083$		Lempung Chicago
$C_c = 0,156 e_s + 0,0107$		Semua lempung

## 2.4 California Bearing Ratio (CBR)

*California Bearing Ratio* (CBR) didefinisikan sebagai suatu perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standard dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama dan dinyatakan dalam persen.

Harga CBR dihitung pada harga penetrasi 0,1 dan 0,2 inchi, dengan cara membagi beban pada penetrasi ini masing-masing dengan beban sebesar 3000 dan 4500 pound.

## 2.5 Pengembangan (Swelling)

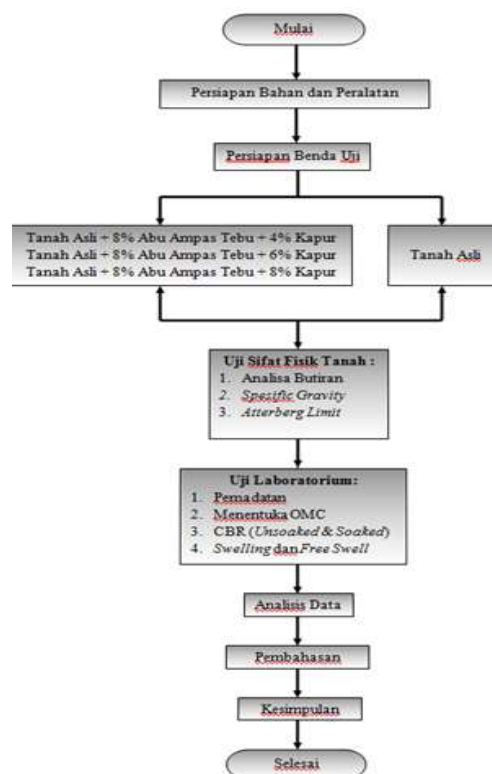
*Swelling* adalah bertambahnya volume tanah secara perlahan-lahan akibat tekanan air pori berlebih negatif. Tanah yang banyak mengandung lempung khususnya tanah lempung ekspansif mengalami perubahan volume yang ekstrim ketika kadar air berubah.

## 3. METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pemeriksaan Berat Jenis Sampel (ASTM 1989 D 854-83)
2. Pemeriksaan Batas Konsistensi Sampel (ASTM 1989 D 4318)
3. Pengujian Proktor Standart (ASTM D-698 (Metode B))
4. Pengujian CBR (ASTM D-1883)
5. Pengujian Swelling (ASTM D-4546-90)

Benda uji yang digunakan adalah tanah asli dari daerah Kecamatan Ngasem, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur, serta campuran tanah asli dengan abu ampas tebu dan kapur. Persentase abu ampas tebu yang digunakan adalah 8% dengan variasi kadar kapur 4%, 6% dan 8% dari berat total campuran. Berikut adalah bagan alir dari penelitian ini (**Gambar 1**).

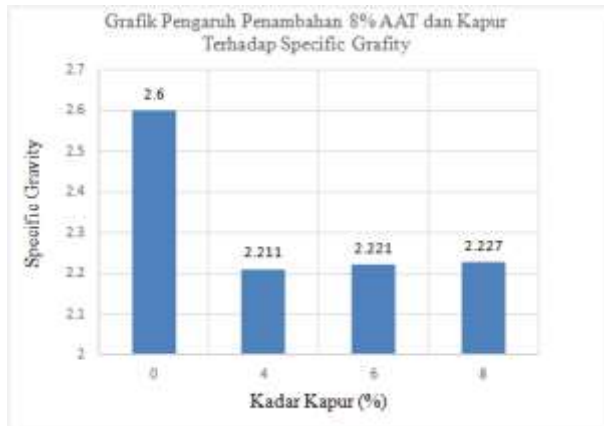


**Gambar 1.** Diagram alur penelitian

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pemeriksaan Specific Gravity

Nilai specific gravity abu ampas tebu adalah 2,071 dan untuk kapur sebesar 2,39. Penambahan campuran kedua bahan tersebut dapat menurunkan nilai *specific gravity* tanah asli. Hasil dari pemeriksaan *specific gravity* ditampilkan dalam **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Grafik Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu dan Kapur Terhadap *Specific Gravity*

### 4.1 Klasifikasi Tanah

#### 4.1.1 Analisis saringan dan hidrometer

Analisis saringan dan hidrometer ini bertujuan untuk menentukan jenis tanah berdasarkan butiran.



**Gambar 3.** Grafik Hasil Analisis Saringan dan Hidrometer

(Sumber : Benny Tobing, dkk, 2014)

Hasil analisis menunjukkan bahwa tanah dari Kecamatan Ngasem, Kabupaten Bojonegoro ini memiliki persentase distribusi lolos saringan no. 200 sebesar 95,30%, dan menurut sistem klasifikasi tanah USCS

(*Unified Soil Classification System*) tanah tersebut termasuk jenis tanah berbutir halus.

#### 4.1.2 Pemeriksaan Batas-batas Atterberg

Hasil dari pengujian batas-batas Atterberg ditampilkan pada **Tabel 4**.

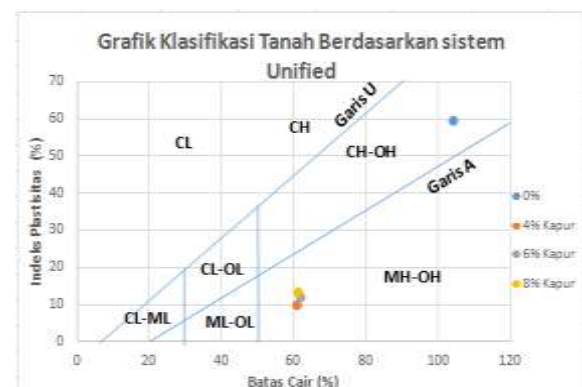
**Tabel 4.** Hasil Pengujian Batas Atterberg

KOMPOSISI TANAH	LL (%)	PL (%)	SL (%)	PI (%)
Tanah Asli	104	44.41	2.8	59.59
Tanah Asli + 8%aat+4%kapur	60.71	50.72	38.68	9.99
Tanah Asli + 8%aat+6%kapur	61.87	50.00	41.87	11.87
Tanah Asli + 8%aat+8%kapur	61.20	47.91	47.74	13.29

Dari **Tabel 4** dapat dilihat bahwa nilai indeks plastisitas menurun jika dibandingkan dengan tanah asli. Hal tersebut dapat terjadi karena ion  $Ca^{+}$  dari kapur tertarik oleh tanah lempung ekspansif yang bermuatan negative sehingga menyebabkan sifat ekspansifitas berkurang dan menurunnya indeks plastisitas. Sebab lain, disebabkan oleh sifat abu ampas tebu yang dapat mengisi pori-pori dari butiran tanah.

#### 4.1.3 Sistem Klasifikasi Tanah Sistem Unified

Nilai analisis butiran tanah lolos saingan no. 200 sebesar 95,3024%, dengan Indeks Plastisitas sebesar 59,59%. Maka klasifikasi tanah berdasarkan sistem unified, tanah tersebut diklasifikasikan sebagai tanah CH (lempung anorganik dengan plastisitas tinggi) dapat dilihat pada **Gambar 4**.



**Gambar 4.** Grafik Sistem Klasifikasi Tanah berdasarkan Sistem *Unified*

### 4.1.3 Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO

Dari hasil analisa saringan dan hydrometer serta uji batas-batas *Atterberg*, berdasarkan sistem klasifikasi tanah AASHTO maka tanah lempung tersebut tergolong tanah kelompok A-7-5 yaitu  $PI \leq LL - 30$ .



**Gambar 5.** Grafik Sistem Klasifikasi Tanah berdasarkan Sistem AASHTO

### 4.1.4 Pendekatan Empiris untuk Indeks Pemampatan (Cc)

Persamaan empiris indeks pemampatan (Cc) digunakan untuk memperkirakan penurunan pondasi secara kasar sebelum pengujian laboratorium dilakukan. Hasil dari persamaan tersebut dapat dilihat pada **Tabel 5**.

**Tabel 5.** Indeks Pemampatan

KOMPOSISI TANAH	LL	Cc
Tanah Asli	104	0.6580
Tanah Asli + 8% AAT + 4% Kapur	60.71	0.3550
Tanah Asli + 8% AAT + 6% Kapur	61.87	0.3631
Tanah Asli + 8% AAT + 8% Kapur	61.20	0.3584

Dari hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa campuran tersebut dapat dapat memperkecil kemampuan tanah lempung ekspansif untuk memampat, sehingga penurunan dari tanah lempung ekspansif juga akan semakin kecil.

### 4.2 Sifat Ekspansifitas

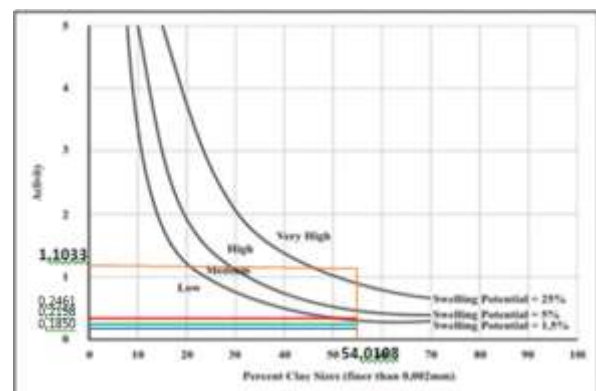
Nilai aktivitas tanah dapat digunakan untuk mengetahui potensi pengembangan. Tanah lempung ekspansif di Bojonegoro potensi mengembangnya termasuk dalam kategori *very high* karena memiliki IP sebesar

59,59%. Untuk tanah campuran dengan zat aditif dapat dilihat pada **Tabel 6**.

**Tabel 6.** Nilai Aktivitas Tanah Lempung Ekspansif dan Tanah Campuran

KOMPOSISI TANAH	PI	Activity
Tanah Asli	59.59	1.1033
Tanah Asli + 8% AAT + 4% Kapur	9.99	0.1850
Tanah Asli + 8% AAT + 6% Kapur	11.87	0.2198
Tanah Asli + 8% AAT + 8% Kapur	13.29	0.2461

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan, didapatkan plot data sehingga mendapatkan hasil *low-medium* pada *swelling potential* sampel tanah campuran sesuai pada **Gambar 6**.



**Gambar 6.** Klasifikasi *swelling potential*

### 4.3 Pemeriksaan Pemadatan Standar

Tujuan dari uji pemadatan adalah untuk mengetahui nilai kadar air optimum dan berat isi kering maksimum. Hasil pengujian pemadatan standar pada tanah asli dan tanah yang sudah dicampur dengan bahan stabilisasi berupa abu ampas tebu dan variasi kadar kapur dapat dilihat pada **Gambar 7**.

**Gambar 7** menunjukkan bahwa campuran tersebut dapat mempengaruhi OMC dari tanah asli serta berat isi keringnya. Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada **Tabel 10**.

Setelah dicampur dengan abu ampas tebu dan dipadatkan, ruang pori tanah yang sebelumnya berupa rongga udara akan terisi oleh butiran abu ampas tebu sehingga tanah menjadi lebih padat. Berat isi kering menurun akibat berat campuran yang lebih ringan



daripada berat butiran tanah dalam volume yang sama. Sehingga kebutuhan akan air meningkat dan mengakibatkan kadar air optimum juga meningkat seiring bertambahnya kadar kapur.



**Gambar 7.** Grafik Perbandingan Berat Isi Kering terhadap Kadar Air tiap Penambahan Abu Ampas Tebu dan Variasi Kadar Kapur

**Tabel 7.** Hasil Uji Pemadatan Standart

KOMPOSISI TANAH	KADAR AIR OPTIMUM	BERAT ISI KERING MAKSIMUM
	(%)	(gr/cm <sup>3</sup> )
Tanah Asli	26,89	1,401
Tanah Asli + 8%AAT + 4%Kapur	31.21	1.190
Tanah Asli + 8%AAT + 6%Kapur	33.45	1.186
Tanah Asli + 8%AAT + 8%Kapur	34.98	1.182

#### 4.4 Pemeriksaan CBR Laboratorium

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dukung dari sampel tanah tersebut. Pada pengujian CBR ini dilakukan dalam dua keadaan yaitu CBR tak terendam (*unsoaked*) dan CBR terendam (*soaked*). Hasil dari pengujian CBR dapat dilihat pada **Tabel 8**. Nilai CBR meningkat disebabkan pengaruh pencampuran abu ampas tebu dan kapur akan menimbulkan reaksi *pozzolanic*, reaksi ini akan berakibat pada peningkatan daya ikat antar butiran tanah sehingga akan membentuk tanah yang lebih keras dan kaku.

**Tabel 8.** Hasil Pengujian CBR tak terendam (*unsoaked*)

KOMPOSISI TANAH	CBR	
	UNSOAKED (%)	SOAKED (%)
Tanah Asli	3.953	2.385
Tanah Asli + 8% Abu Ampas Tebu + 4% Kapur	6.216	5.561
Tanah Asli + 8% Abu Ampas Tebu + 6% Kapur	9.324	7.979
Tanah Asli + 8% Abu Ampas Tebu + 8% Kapur	5.643	5.147



**Gambar 8.** Grafik Perbandingan Nilai CBR Tak Terendam (*Unsoaked*) dan Terendam (*Soaked*)

Nilai CBR terendam lebih rendah dari CBR tak terendam karena pada CBR terendam keadaan tanah dikondisikan seperti halnya di lapangan dan dalam keadaan jenuh sehingga kadar airnya meningkat dan melebihi kadar air optimum pada masing-masing campuran yang berakibat pada menurunnya daya dukung dari sampel tersebut.

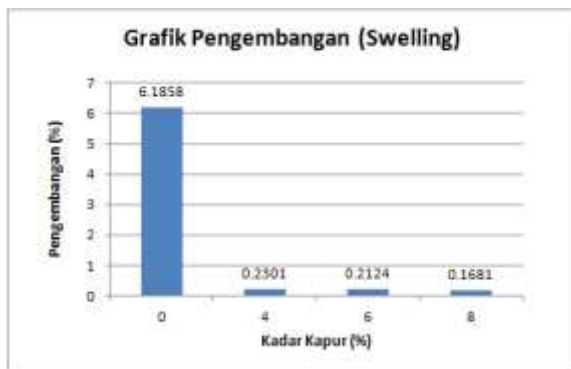
#### 4.5 Pemeriksaan Pengembangan (Swelling)

Tujuan dari uji pengembangan adalah untuk mengetahui tingkat pengembangan dari suatu tanah. Caranya adalah dengan membandingkan antara perubahan tinggi selama perendaman terhadap tinggi benda uji semula dan dinyatakan dalam persen (%). Pengujian pengembangan (*swelling*) dilakukan pada sampel tanah dalam keadaan terendam air selama 52 jam. Hasil dari pengujian pengembangan ini dapat dilihat pada **Tabel 9**.

**Tabel 9.** Hasil Pengujian *Swelling*

Komposisi Bahan	<i>Swell</i> (%)
Tanah asli	6.1858
Tanah asli + 8% AAT + 4% Kapur	0.2301
Tanah asli + 8% AAT + 6% Kapur	0.2124
Tanah asli + 8% AAT + 8% Kapur	0.1681

Nilai *swelling* dari setiap campuran mengalami penurunan dengan semakin bertambahnya kadar kapur. Hal ini disebabkan penambahan abu ampas tebu mengakibatkan rongga yang ada pada butiran tanah akan tertutup oleh bahan-bahan tersebut (lebih padat). Sedangkan pada kapur dengan unsur Ca dalam kapur yang bermuatan positif akan ditarik oleh tanah lempung ekspansif yang bermuatan negative sehingga membuat tanah tersebut bermuatan netral dan membuat kemampuan tanah lempung ekspansif dalam menyerap air berkurang.



**Gambar 9.** Grafik Pengaruh Penambahan Kadar Abu Ampas Tebu 8% dan Variasi Kadar Kapur terhadap Nilai Pengembangan

#### 4.6 Pengujian pengembangan bebas (*Free Swell*)

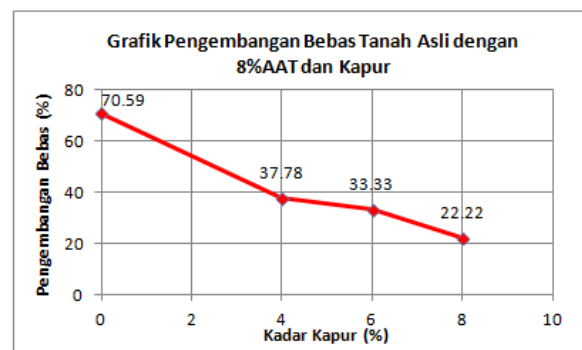
Pengujian pengembangan bebas didefinisikan sebagai peningkatan volume tanah dari bentuk bubuk kering longgar ketika dituangkan ke dalam air, dan dinyatakan dalam persentase dari volume aslinya. Pada uji pengembangan bebas ini didapatkan hasil seperti tertera pada **Tabel 10** dan **Gambar 11**.

Nilai pengembangan bebas lebih rendah dibandingkan tanah asli. Hal tersebut terjadi karena pori-pori tanah terisi oleh campuran sehingga butiran tanah menjadi lebih padat.

Selain itu pada sampel tanah tersebut terdapat  $Ca^{+}$  yang ada pada kapur dan akan ditarik oleh tanah lempung ekspansif yang bermuatan negative sehingga membuat kemampuan tanah lempung ekspansif dalam menyerap air berkurang. Pengembangan bebas (*free swell*) lebih tinggi dari pengembangan biasa (*swelling*) karena pada pengembangan bebas (*free swell*) tidak terdapat beban yang melawan pengembangan dari tanah lempung ekspansif.

**Tabel 10.** Hasil Pengujian Pengembangan Bebas (*free swell*)

Komposisi Tanah	Volum e Awal (ml)	Volum e Akhir (ml)	<i>Free Swell</i> (%)
Tanah asli	42.5	72.5	70.59
Tanah asli + 8% AAT + 4% Kapur	45	62	37.78
Tanah asli + 8% AAT + 6% Kapur	45	60	33.33
Tanah asli + 8% AAT + 8% Kapur	45	55	22.22



**Gambar 10.** Grafik Pengaruh Penambahan Kadar Abu Ampas Tebu 8% dan Variasi Kadar Kapur terhadap Nilai Pengembangan Bebas (*Free Sell*)

## 5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisa dan pembahasan hasil penelitian, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan penambahan bahan campuran berupa abu ampas tebu dan kapur berpengaruh terhadap karakteristik tanah

lempung ekspansif di Kec,Ngasem Bojonegoro, antara lain:

- Nilai *specific gravity* mengalami penurunan dibandingkan dengan tanah asli, yaitu sebesar 2,211 pada penambahan 8% abu ampas tebu dan kadar kapur 4%.
  - Nilai batas cair mengalami penurunan dibandingkan dengan tanah asli dari 104% menjadi 60,71% dengan tambahan kadar abu ampas tebu 8% dan kadar kapur 4%. Untuk nilai batas plastis dan batas susut tanah mengalami peningkatan dibandingkan tanah asli, yaitu sebesar 50,72% pada campuran dengan kadar kapur 4% untuk batas plastis dan 47,74% pada campuran dengan kadar kapur 8% untuk batas susutnya. Sedangkan untuk nilai indeks plastisitasnya mengalami penurunan dibandingkan tanah asli, yaitu sebesar 9,99% pada campuran dengan kadar kapur 4%.
  - Nilai kadar air optimum mengalami peningkatan dibandingkan tanah asli dan nilai berat isi kering maksimum mengalami penurunan pada pemadatan.
2. Nilai CBR *Unsoaked* dan CBR *Soaked* yang didapatkan untuk tanah asli dengan penambahan bahan campuran abu ampas tebu 8% dan variasi kadar kapur mengalami peningkatan. Peningkatan nilai CBR maksimum didapatkan pada kondisi penambahan bahan campuran abu ampas tebu 8% dengan kadar kapur 6% kedalam tanah asli dengan nilai CBR *Unsoaked* sebesar 9,324% dan nilai CBR *Soaked* sebesar 7,797%. Nilai CBR ini mengalami peningkatan hingga 135,87% pada CBR *Unsoaked* dan 230,38% pada CBR *Soaked* jika dibandingkan dengan nilai CBR tanah asli.
  3. Seiring dengan banyaknya penambahan kadar kapur pada tanah lempung ekspansif nilai pengembangan dari tanah tersebut semakin kecil. Nilai pengembangan minimum didapatkan dari

penambahan bahan campuran 8% abu ampas tebu dan 8% kadar kapur yaitu sebesar 0,1681%. Nilai pengembangan tersebut mengalami penurunan hingga 97,28% dari tanah asli.

4. Semakin banyaknya kadar kapur yang ditambahkan pada campuran, nilai pengembangan bebas semakin semakin menurun. Nilai pengembangan bebas (*free swell*) minimum diperoleh pada penambahan bahan campuran 8% abu ampas tebu dan 8% kadar kapur yaitu sebesar 22,22%. Nilai pengembangan tersebut mengalami penurunan hingga 217,7% dari tanah asli.
5. Pada prosentase bahan campuran 8% abu ampas tebu dan 4% kadar kapur, nilai Cc mengalami penurunan hingga 85,35% dari yang sebelumnya sebesar 0,658 menjadi 0,355. Artinya bahan-bahan campuran tersebut dapat memperkecil kemampuan tanah lempung ekspansif untuk memampat, sehingga penurunan (*settlement*) dari tanah tersebut juga semakin kecil.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sutikno dan Budi Damianto. Stabilisasi Tanah Ekspansif dengan Penambahan Kapur (Lime): Aplikasi pada Pekerjaan Timbunan. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.2009.
- [2] Rahayu, S. Suparni(2009). *Kapur Putih*. From : <http://www.chem-is-try.org/materi/kimia/kimia-industri/utilitas-pabrik/kapur-putih/>, 17 Desember 2014.
- [3] Febra Ndaru W., Eko Andi S., Yulvi Zaika, As'ad Munawir, Arief Rachmansyah. Perbaikan Tanah Ekspansif Dengan Penambahan Serbuk Gypsum dan Abu Sekam Padi Untuk Mengurangi Kerusakan Struktur Perkerasan. *Rekayasa Sipil* Vol. 9 No. 3.2015.
- [4] Das, Braja M. *Mekanika Tanah 1 (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B. Mochtar. Erlangga: Jakarta.1995.
- [5] Budiman, N. Ari. Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Tanah Lempung Ekspansif. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* Vol.17, No.1, Universitas Udayana, Bali.2013.