

Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu dan Kapur Terhadap Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif Di Bojonegoro

Yanwar Eko Prasetyo, Yulvi Zaika, Suroso
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
E-mail: m.engyeko@gmail.com

ABSTRAK

Pada masing-masing suatu daerah memiliki jenis tanah yang berbeda-beda, salah satu jenis tanah tersebut adalah tanah lempung ekspansif. Di Indonesia sendiri, lebih dari 1/5 dari luasan daratan tanah di Indonesia merupakan tanah lempung ekspansif. Tanah ini jika dipengaruhi oleh perubahan kadar air akan mengalami kembang susut yang signifikan. Oleh sebab itu agar tanah tersebut menjadi lebih baik dan meminimalisir kembang susutnya diperlukan suatu upaya, salah satunya adalah stabilisasi tanah. Uji fisik tanah dengan sampel tanah di Kec. Ngasem, Kab. Bojonegoro yang merupakan tanah lempung ekspansif menunjukkan bahwa nilai CBRnya sebesar 3,953%, dan nilai swellingnya 6,1858%. Dengan kondisi fisik tanah seperti itu dengan daya dukung rendah diperlukan upaya stabilisasi tanah pada tanah lempung di Bojonegoro. Upaya stabilisasi yang dilakukan adalah dengan stabilisasi kimia yaitu dengan mencampur sampel tanah dengan zat aditif yang berupa abu ampas tebu dan kapur. Hasil uji fisik tanah dari penelitian pendahuluan yang dilakukan penulis dengan mencampurkan abu ampas tebu pada tanah dengan variasi kadar 8%, 10%, 12%, 14% menunjukkan campuran 8% abu ampas tebu merupakan kadar optimum untuk perbaikan pada tanah tersebut. Sehingga digunakan campuran 8% abu ampas tebu dengan penambahan variasi kadar kapur masing-masing 4%, 6% dan 8% dari berat total campuran. Campuran 8% abu ampas tebu dan 6% kadar kapur menghasilkan nilai CBR sebesar 9,324%, nilai CBR ini mengalami peningkatan hingga 135,87%. Sedangkan nilai swellingnya sebesar 0,1681%, dengan kadar campuran yang sama. Nilai swelling ini mengalami penurunan hingga 97,28%. Untuk nilai pengembangan bebasnya mengalami penurunan hingga 217,7% dari sebelumnya yang sebesar 70,59% menjadi 22,22%.

Kata kunci: Tanah Lempung Ekspansi Bojonegorof, Stabilisasi Tanah, Abu Ampas Tebu, Kapur, CBR, Swelling

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 sensitifitas 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. 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* dll.

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. 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, spesifik gravity, γ_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.

Tinjauan Pustaka

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	

Mineral dalam tanah lempung

Kelompok mineral tanah lempung diantaranya: *montmorillonite, illite, kaolinite, dan polygorskite*. 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. 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 pozzolanik yang ada pada abu ampas tebu yang dirasa masih kurang karena kandungan Ca yang sedikit. Kandungan abu ampas tebu adalah seperti yang ditampilkan tabel 5.

Tabel 5 Hasil Analisis Kandungan dalam Abu Ampas Tebu

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 ₃	AAS
4.	Ca	0,15 + 0,00	%	HNO ₃	AAS
5.	Mg	0,76 + 0,00	%	HNO ₃	AAS

(Sumber: Laboratorium UPT Layanan Analisa dan Pengukuran, Malang)

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 keadan tersebut adalah batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*) dan batas susut (*shrinkage limit*).

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

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

Tabel 6 Hubungan untuk Indeks Pemampatan *C_c*

Persamaan	Acuan	Daerah pemakaian
$C_c = 0,007 (LL-7)$	Skempton	Lempung yang terbentuk kembali (remolded)
$C_c = 0,01 WN$		Lempung Chicago
$C_c = 1,15 (e_0 - 0,27)$	Nishida	Semua lempung
$C_c = 0,30 (e_0 - 0,27)$	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
$C_c = 0,75 (e_0 - 0,5)$		Tanah dengan plastisitas rendah
$C_c = 0,208 e_0 + 0,0083$		Lempung Chicago
$C_c = 0,156 e_0 + 0,0107$		Semua lempung

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 (Wesley 1997, 171).

Pengembangan (Swelling)

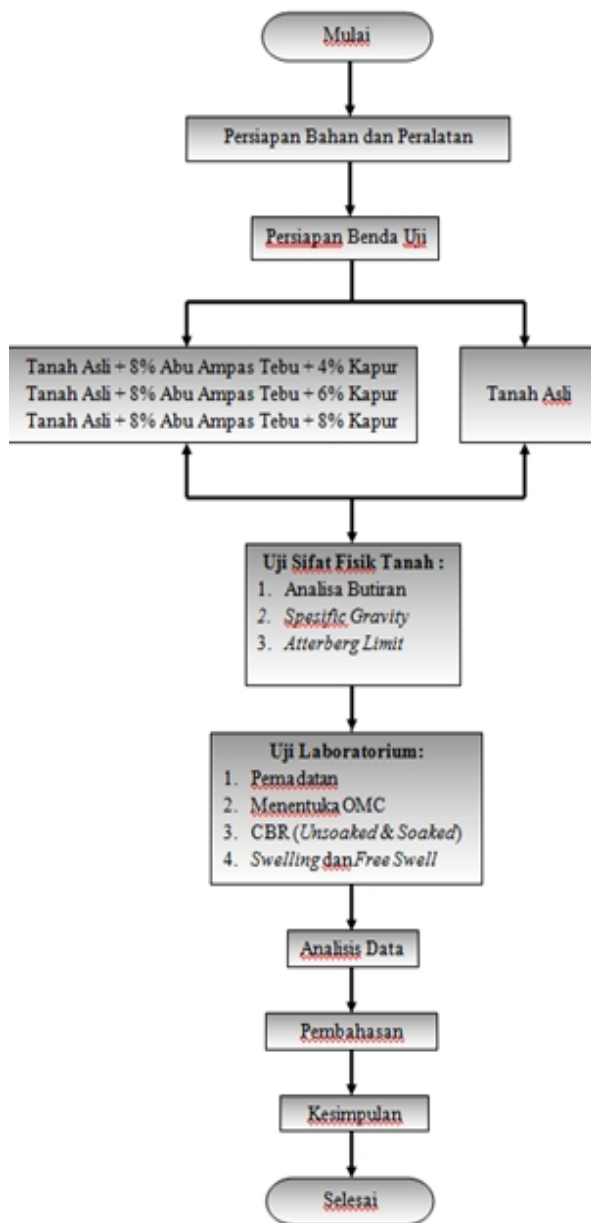
Swelling adalah bertambahnya volume tanah secara perlahan-lahan akibat tekanan air pori berlebih negatif. Tanah yang banyak mengandung lempung khususnya tanah lempung ekspansif mengalami perubahan volume yang ekstrim ketika kadar air berubah.

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.

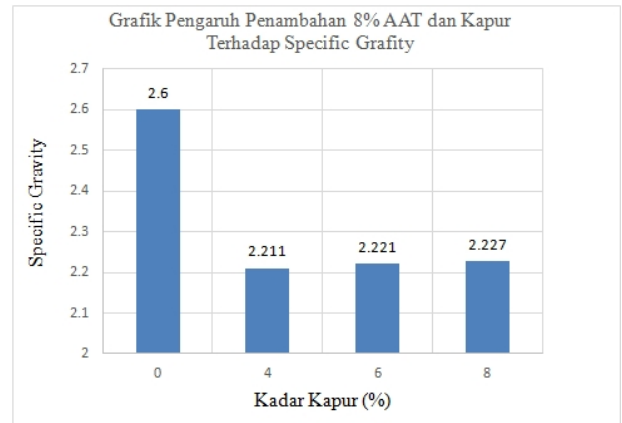


Gambar 2. Diagram alur penelitian

Hasil dan Pembahasan

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 3.

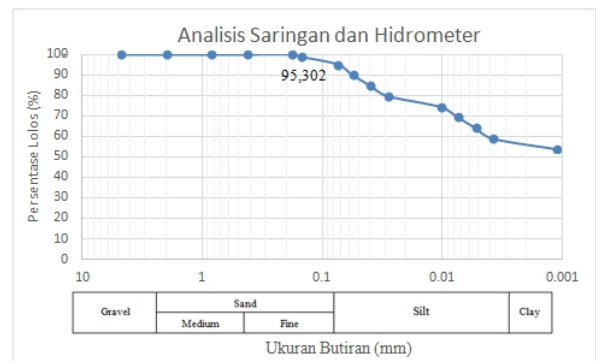


Gambar 3 Grafik Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu dan Kapur Terhadap *Specific Gravity*

Klasifikasi Tanah

Analisis saringan dan hidrometer

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



(Sumber : Benny Tobing, dkk, 2014)

Gambar 4 Grafik Hasil Analisis Saringan dan Hidrometer

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.

Pemeriksaan Batas-batas Atterberg

Hasil dari pengujian batas-batas Atterberg ditampilkan pada Tabel 7.

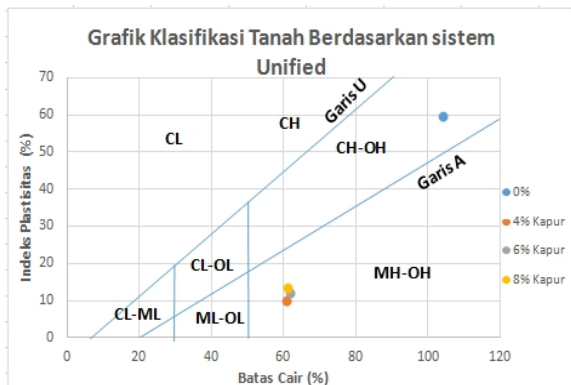
Tabel 7 Hasil Pengujian Batas Atterberg

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 7 diatas 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.

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 3 berikut:



Gambar 3 Grafik Sistem Klasifikasi Tanah berdasarkan Sistem *Unified*

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 yaitu tanah berlempung biasa sampai jelek. Gambar grafiknya dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 4 Grafik Sistem Klasifikasi Tanah berdasarkan Sistem AASHTO

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 8 dibawah ini.

Tabel 8 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.

Sifat Ekspansifitas

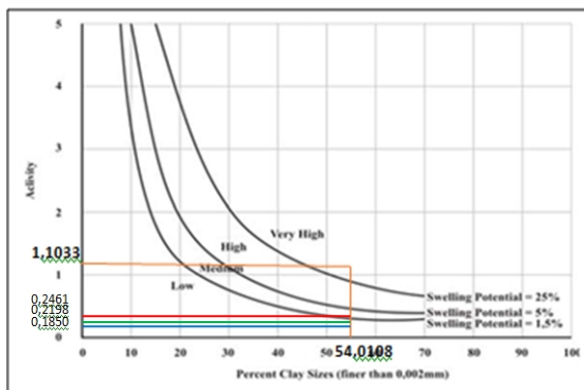
Nilai aktivitas tanah dapat digunakan untuk mengetahui potensi pengembangan. Tanah lempung ekspansif di Bojonegoro potensi mengembangnya termasuk dalam kategori *very high* karena memiliki IP

sebesar 59,59%. Untuk tanah campuran dengan zat aditif dapat dilihat pada Tabel 9 berikut:

Tabel 9 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

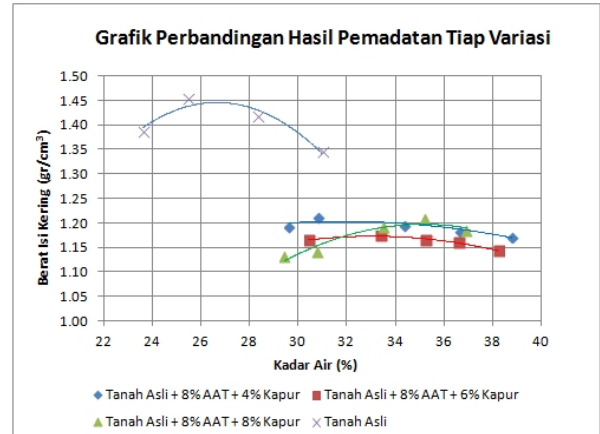
Dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan, didapatkan plot data sehingga mendapatkan hasil *low-medium* pada *swelling potential* sampel tanah campuran sesuai pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5 Klasifikasi *swelling potensial*

Pemeriksaan Pematatan Standar

Tujuan dari uji pematatan adalah untuk mengetahui nilai kadar air optimum dan berat isi kering maksimum. Hasil pengujian pematatan standar pada tanah asli dan tanah yang sudah dicampur dengan bahan stabilisasi berupa abu ampas tebu dan variasi kadar kapur dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Grafik Perbandingan Berat Isi Kering terhadap Kadar Air tiap Penambahan Abu Ampas Tebu dan Variasi Kadar Kapur

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa campuran tersebut dapat mempengaruhi OMC dari tanah asli serta berat isi keringnya. Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada Tabel 10 berikut:

Tabel 10 Hasil Uji Pematatan Standart

KOMPOSISI TANAH	KADAR AIR OPTIMUM	BERAT ISI KERING MAKSIMUM
	(%)	(gr/cm ³)
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

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.

Pemeriksaan CBR Laboratorium

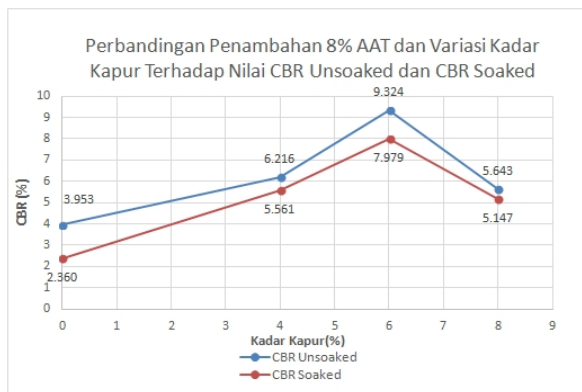
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dukung dari sampel tanah tersebut. Pada pengujian CBR ini dilakukan

dalam dua keadaan yaitu CBR tak terendam (*unsoaked*) dan CBR terendam (*soaked*). Hasil dari pengujian CBR dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 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

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.



Gambar 7 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.

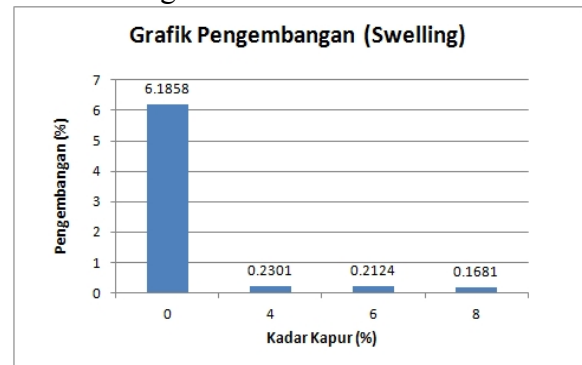
Pemeriksaan Pengembangan (*Swelling*)

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 12.

Tabel 12 Hasil Pengujian *Swelling* (Pengembangan)

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 8 Grafik Pengaruh Penambahan Kadar Abu Ampas Tebu 8%

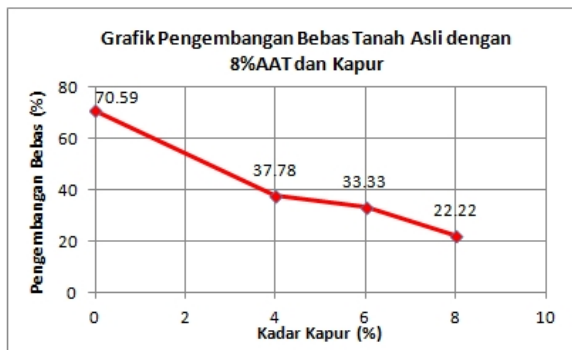
dan Variasi Kadar Kapur terhadap Nilai Pengembangan

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 13 dan Gambar 9.

Tabel 13 Hasil Pengujian Pengembangan Bebas (*free swell*)

Komposisi Tanah	Volume Awal (ml)	Volume Akhir (ml)	Free Swell (%)
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 4.12 Grafik Pengaruh Penambahan Kadar Abu Ampas Tebu 8% dan Variasi Kadar Kapur terhadap Nilai Pengembangan Bebas (*Free Sell*)

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.

Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan analisa dan pemabahasan 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 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.

Dari beberapa percobaan yang telah dilakukan, penulis dapat menyimpulkan bahwa stabilisasi tanah dengan penambahan campuran 8% abu ampas tebu dan 6% kapur merupakan stabilisasi yang paling baik dari kadar campuran lainnya. Hal tersebut ditinjau dari nilai CBR maksimum yang diperoleh dan nilai pengembangan (*swelling*) yang cukup rendah dari kadar campuran tersebut.

Saran-saran yang dapat disampaikan adalah:

1. Perlu diadakan penelitian lanjutan dengan bahan limbah yang lebih bervariasi untuk mengurangi pencemaran dan masalah lingkungan.
2. Perlu diadakan pengulangan pada setiap penelitian agar didapatkan hasil merata yang lebih maksimal.
3. Perlu adanya peralatan praktikum yang lebih memadai, agar hasil dari penelitian lebih baik dan akurat.

Daftar Pustaka

- Budiman, N. Ari. 2013. 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.*
- Das, Braja M. 1995. *Mekanika Tanah 1 (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B. Mochtar. Erlangga: Jakarta
- Das, Braja M., Noor Endah, dan Indrasurya B. Mochtar. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2013. *Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Hardiyatmo, Hary Christady. 2010.
Mekanika Tanah 1. Yogyakarta:
Gadjah Mada University Press.

Hermawan, Restu. 2014. Pengaruh Lama
Waktu Curing terhadap Nilai CBR
dan Swelling pada Tanah Lempung
Ekspansif di Bojonegoro dengan
Campuran 6% Abu Sekam Padi dan
4% Kapur. Malang: *Skripsi Program
Sarjana Teknik Universitas Brawijaya*

Rahayu, S. Suparni(2009). *Kapur Putih* .
From : http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/kimia-industri/utilitas-pabrik/kapur-putih/,
17 Desember 2014

Sutikno dan Budi Damianto, 2009.
Stabilisasi Tanah Ekspansif dengan
Penambahan Kapur (Lime): Aplikasi
pada Pekerjaan Timbunan. Jakarta:
*Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Politeknik
Negeri Jakarta*