

## PERUBAHAN DAYA DUKUNG TANAH AKIBAT PENAMBAHAN AIR GARAM TERHADAP STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN KAPUR

Adolf Situmorang  
Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Bangka Belitung  
Desa Balunujuk -Pangkalpinang  
[situmorangadolf@yahoo.com](mailto:situmorangadolf@yahoo.com)

### ABSTRAK

Stabilisasi perlu dilakukan pada tanah lempung ekspansif sebelum didirikan suatu bangunan atau konstruksi diatas tanah tersebut. Salah satu cara menstabilisasi tanah lempung yang banyak dilakukan adalah dengan menggunakan kapur, semen dan lain-lain, tetapi dalam penelitian ini penulis mencoba menggunakan kapur padam ( $\text{CaOH}_2$ ) dan garam dapur ( $\text{NaCl}$ ) secara bersamaan.

Metode pengujian yang dilakukan mengacu pada ASTM diantaranya meliputi pengujian sifat-sifat mekanis dan sifat fisik tanah. Dalam penelitian ini kapur yang digunakan sebesar 5% dan garam sebesar 0%, 2% dan 3%, dengan waktu pemeraman 0, dan 7 hari. Hasil positip yang diperoleh dari penelitian ini adalah dengan penambahan garam terhadap lempung dapat menurunkan batas cair, indeks plastisitas dan berat jenis. Namun penurunan kuat tekan bebas dan CBR yang diperoleh kemungkinan karena reaksi pozzolan antara kapur dan lempung belum terjadi sampai pengamatan 7 hari, yang mengakibatkan butiran lolos saringan No 200 semakin meningkat.

Kata kunci : Lempung, kapur, garam, kuat tekan bebas dan CBR

### PENDAHULUAN

#### Latar belakang

Tanah Lempung Ekspansif meliputi hampir 20% luasan tanah di pulau jawa, dan lebih kurang 25% luasan tanah di Indonesia, (Silvia F. Herina, 2005). Sifat tanah lempung yang plastis membuat tanah ini mudah mengembang dan menyusut, permukaan air tanah meningkat tinggi pada waktu musim hujan dan tanah merekah pada waktu musim kemarau, sehingga apabila ada struktur atau infrastruktur bangunan diatas tanah tersebut, dapat dipastikan bangunan tersebut akan mengalami retak pada dindingnya atau mengalami penurunan, dan yang paling sering terjadi adalah keretakan pelat lantai dan amblesnya jalan.

Penelitian tentang tanah sangat dibutuhkan untuk menjamin stabilisasi suatu konstruksi baik jalan, gedung maupun konstruksi lainnya karena kekuatan struktur

secara langsung akan dipengaruhi oleh kemampuan tanah dasar atau pondasi setempat dalam menerima dan meneruskan beban yang bekerja. Das (1994) menyatakan lempung merupakan salah satu jenis tanah yang sangat dipengaruhi kadar air dan mempunyai sifat yang cukup kompleks, dimana kadar air mempengaruhi kembang susut dan mempengaruhi kohesinya.

Stabilisasi tanah lempung dengan kapur menurut Morgan (1985), dapat meningkatkan kekuatannya dengan cara mempercepat reaksi kimia antara tanah lempung dengan kapur. Untuk mempercepat reaksi tersebut perlu ditambah dengan garam natrium antara lain Na-silikat, Na-karbonat, Na-sulfat. Namun untuk lebih praktis perlu dicoba garam natrium Clorida ( $\text{NaCl}$ ) yang untuk selanjutnya dalam penelitian ini disebut dengan garam dapur.

Dengan dasar itu maka penulis berencana melakukan penelitian pada tanah tersebut dengan cara mencampur lempung ekspansif tersebut dengan garam dan kapur pada prosentase tertentu.

#### Tujuan penelitian

1. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan garam terhadap tanah lempung ekspansif dengan kapur, ditinjau dari perubahan sifat-sifat fisik dan mekanis.
2. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh waktu pemeraman terhadap perubahan kekuatan tanah, ditinjau dari perubahan sifat-sifat mekanis.

#### Batasan Penelitian

1. Metode pengujian yang digunakan mengacu pada *American Society for Testing Material (ASTM)*.
2. Lama pemeraman setelah tanah dicampur dengan kapur dan garam adalah 0 dan 7 hari.
3. Pengujian laboratorium dibatasi hanya pada uji mineralogi dan kimia, uji sifat fisik tanah dan uji sifat mekanik tanah.
4. Kapur yang digunakan adalah kapur padam ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) yang bahannya didapatkan di beberapa toko di kota Semarang, dengan prosentase kapur sebesar 5% terhadap berat kering tanah pada setiap campuran benda uji.
5. Garam yang digunakan adalah garam dapur ( $\text{NaCl}$ ) dengan Prosentase garam sebesar 0%, 2% dan 3% terhadap berat kering tanah.

#### TINJAUAN PUSTAKA

##### Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah merupakan salah satu cara untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dasar sehingga dapat meningkatkan daya dukung tanah dasar terhadap konstruksi di atasnya.

##### Klasifikasi Tanah

a. *Sistem Klasifikasi Unified (Unified Soil Classification System/USCS)*.

Sistem ini berdasarkan atas ukuran partikel, pembagian ukuran butir dan sifat

sifat dari bagian tanah yang berbutir halus. Untuk butiran halus diklasifikasikan berdasarkan Plasticity Chart dengan persamaan garis A (*A Line*) yang merupakan hubungan antara Liquid Limit dengan Plasticity Index :

$$\text{Garis A. PI} = 0,73 \times (\text{LL}-20)$$

Dimana :

PI : Plasticity Index

LL : Liquid Limit

b. *AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Official)*.

Sistem ini digunakan untuk menentukan kualitas tanah dalam perancangan timbunan jalan, *subbase* dan *subgrade*. Tanah diklasifikasi ke dalam tujuh kelompok besar, pada kelompok A-1, A-2 dan A-3 adalah tanah berbutir dimana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos saringan No. 200. Tanah lebih dari 35% butirannya lolos saringan No 200 diklasifikasi ke dalam kelompok A-4, A-5, A-6 dan A-7. Butiran dalam kelompok A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung.

##### Identifikasi tanah lempung ekspansif

Ada dua cara yang dilakukan untuk mengidentifikasi tanah lempung ekspansif, yaitu: pertama, *cara langsung* dengan mengukur susut dari contoh tanah yang ada. Kedua, *cara tidak langsung* dengan melakukan analisis dilaboratorium, seperti: uji batas-batas atterberg, uji berat jenis dan aktivitas.

Beberapa metode yang pernah diteliti oleh beberapa ahli untuk mengidentifikasi tanah lempung ekspansif dengan cara tidak langsung antara lain sebagai berikut:

1. *Metode Seed dkk (1962)*

Cara ini mempergunakan aktifitas Skempton yang dimodifikasi, yaitu:

$$A = \text{PI} / (\text{CE} 10)$$

Dimana: A = Aktifitas

PI = Indeks Plastisitas (%)

CE = Prosentase fraksi lempung (%) Angka 10 adalah faktor reduksi.

Dengan dasar itu maka penulis berencana melakukan penelitian pada tanah tersebut dengan cara mencampur lempung ekspansif tersebut dengan garam dan kapur pada prosentase tertentu.

#### Tujuan penelitian

1. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan garam terhadap tanah lempung ekspansif dengan kapur, ditinjau dari perubahan sifat-sifat fisik dan mekanis.
2. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh waktu pemeraman terhadap perubahan kekuatan tanah, ditinjau dari perubahan sifat-sifat mekanis.

#### Batasan Penelitian

1. Metode pengujian yang digunakan mengacu pada *American Society for Testing Material (ASTM)*.
2. Lama pemeraman setelah tanah dicampur dengan kapur dan garam adalah 0 dan 7 hari.
3. Pengujian laboratorium dibatasi hanya pada uji mineralogi dan kimia, uji sifat fisik tanah dan uji sifat mekanik tanah.
4. Kapur yang digunakan adalah kapur padam ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) yang bahannya didapatkan di beberapa toko di kota Semarang, dengan prosentase kapur sebesar 5% terhadap berat kering tanah pada setiap campuran benda uji.
5. Garam yang digunakan adalah garam dapur ( $\text{NaCl}$ ) dengan Prosentase garam sebesar 0%, 2% dan 3% terhadap berat kering tanah.

#### TINJAUAN PUSTAKA

##### Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah merupakan salah satu cara untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dasar sehingga dapat meningkatkan daya dukung tanah dasar terhadap konstruksi diatasnya.

##### Klasifikasi Tanah

- a. *Sistem Klasifikasi Unified (Unified Soil Classification System/USCS)*.

Sistem ini berdasarkan atas ukuran partikel, pembagian ukuran butir dan sifat

sifat dari bagian tanah yang berbutir halus. Untuk butiran halus diklasifikasikan berdasarkan Plasticity Chart dengan persamaan garis A (*A Line*) yang merupakan hubungan antara Liquid Limit dengan Plasticity Index :

$$\text{Garis A. PI} = 0,73 \times (\text{LL}-20)$$

Dimana :

PI : Plasticity Index

LL : Liquid Limit

- b. *AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Official)*.

Sistem ini digunakan untuk menentukan kualitas tanah dalam perancangan timbunan jalan, *subbase* dan *subgrade*. Tanah diklasifikasi ke dalam tujuh kelompok besar, pada kelompok A-1, A-2 dan A-3 adalah tanah berbutir dimana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos saringan No. 200. Tanah lebih dari 35% butirannya lolos saringan No 200 diklasifikasi ke dalam kelompok A-4, A-5, A-6 dan A-7. Butiran dalam kelompok A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung.

##### Identifikasi tanah lempung ekspansif

Ada dua cara yang dilakukan untuk mengidentifikasi tanah lempung ekspansif, yaitu: pertama, *cara langsung* dengan mengukur susut dari contoh tanah yang ada. Kedua, *cara tidak langsung* dengan melakukan analisis dilaboratorium, seperti: uji batas-batas atterberg, uji berat jenis dan aktivitas.

Beberapa metode yang pernah diteliti oleh beberapa ahli untuk mengidentifikasi tanah lempung ekspansif dengan cara tidak langsung antara lain sebagai berikut:

1. *Metode Seed dkk (1962)*

Cara ini mempergunakan aktifitas Skempton yang dimodifikasi, yaitu:

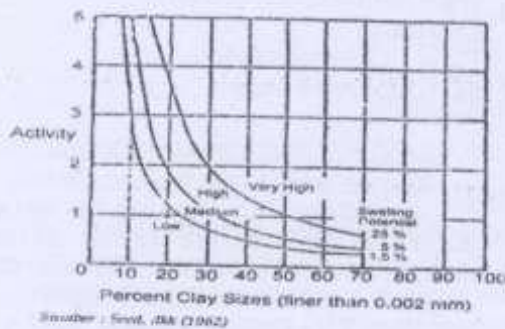
$$A = \text{PI} / (\text{CE} 10)$$

Dimana: A = Aktifitas

PI = Indeks Plastisitas (%)

CE = Prosentase fraksi lempung(%) Angka 10 adalah faktor reduksi.

Seed dkk. (1962) dalam Hardiyatmo (2002), memberikan grafik klasifikasi potensi pengembangan berdasarkan hubungan activity (A) dan prosentase jumlah fraksi lempung (C), seperti pada gambar berikut ini.



Tabel 1. Klasifikasi tanah ekspansif berdasarkan lolos saringan No. 200 dan batas cair

Data lapangan dan laboratorium			Kemungkinan ekspansi, % (persen total perubahan volume)	Derajat ekspansi
Lolos # 200 %	Batas Cair %	No. Standar penetrasi (Blows/ft)		
< 30	< 30	< 10	< 1	Kecil
30 - 60	30 - 40	10 - 20	1 - 5	Sedang
60 - 95	40 - 60	20 - 30	3 - 10	Tinggi
> 95	> 60	> 30	> 10	Sangat tinggi

Sumber : Chen (1965) dalam Snethen (1975)

### Tanah lempung Ekspansif

Lempung merupakan partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi di dalam tanah yang kohesif (Bowles, 1991). Demikian juga menurut Chen (1975), partikel dalam klasifikasi umum adalah merupakan partikel tanah yang berukuran kurang dari 2  $\mu$ m. Bila tanah mengandung 50 % atau lebih partikel dengan ukuran 0,002 mm atau kurang, maka tanah tersebut disebut dengan lempung (Das, 1985). Lebih lanjut menurut Hardiyatmo (1992), menyebutkan bahwa lempung

Gambar 1. Hubungan antara Prosentase Lempung dengan Aktiviti

### 2. Metode Chen (1965)

Metode Chen merupakan usaha penyederhanaan dari metode USBR (yaitu menghilangkan analisis *hydrometer*) dengan cara menggunakan beberapa ukuran relatif kepadatan tanah, persen fraksi lolos saringan 200, batas cair (LL), standar penetrasi test dan hubungan antara pengembangan oedometer.

merupakan pelapukan tanah akibat reaksi kimia yang menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter kurang dari 0,002 mm yang disebut dengan mineral lempung.

Mineral lempung adalah merupakan senyawa aluminium silikat yang kompleks, terdiri dari satu atau dua unit dasar yaitu silika tetrahedra, dan aluminium oktahedra. Untuk tanah lempung, kandungan mineralnya mempunyai luas permukaan yang lebih besar dan sangat mudah menyerap air dalam jumlah yang banyak yang dapat menyebabkan tanah lempung mempunyai sifat kembang susut yang besar (Chen, 1975).

### Mineral lempung ekspansif

Mineral lempung ekspansif mempunyai struktur yang berlapis-lapis yang mempunyai permukaan khusus. Lempung mempunyai sifat yang beragam tergantung pada mineral penyusunnya (Mitchell, 1976).

*Kaolinite*, struktur kaolinite terdiri dari unit lapisan silika dan aluminium yang diikat oleh ion hydrogen. Kaolinite membentuk tanah yang stabil karena strukturnya yang terikat teguh dan mampu menahan molekul-molekul air sehingga tidak masuk kedalamnya. Setiap lapisan dasar itu mempunyai ketebalan kira-kira  $7 \text{ \AA}$ . (1 Angstrom =  $10^{-10}$  m). Tumpukan lapisan-lapisan tersebut diikat oleh ikatan hidrogen (hydrogen bonding). Mineral kaolinite berujud seperti lempengan-lempengan tipis, masing-masing dengan diameter kira-kira  $1000 \text{ \AA}$  sampai  $20.000 \text{ \AA}$  dan ketebalan dari  $100 \text{ \AA}$  sampai  $1000 \text{ \AA}$ . Luas permukaan per unit massa ini didefinisikan sebagai *luas spesifik (specific surface)*.

Rumus kimia mineral kaolinite adalah  $(\text{OH})_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$ .

*Illite*, adalah istilah umum untuk kelompok lempung yang pertama kali ditemukan di Illinois, rumus kimianya  $(\text{OH})_2(\text{K}_y(\text{Si}_{x-y}\text{Al}_y)\text{Al}_z\text{Mg}_w\text{Fe}_t\text{Fe}_v)\text{O}_{20}$  dengan y bernilai 1 sampai 1,5. struktur umum dari *Illite* diturunkan dari *muscovite* (mika) dan *biotite*, atau disebut dengan lempung mika.

*Montmorillonite*, adalah mineral yang tersusun atas dua lembaran silika dan satu lembaran aluminium. Mineral ini disebut juga smectite, dan pertama kali ditemukan di montmorillon Perancis pada tahun 1847, dengan rumus kimia  $(\text{H}_2\text{O})_n(\text{Si})_x(\text{Al})_z\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ .

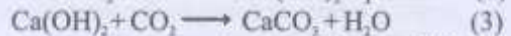
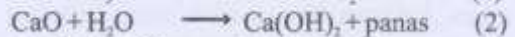
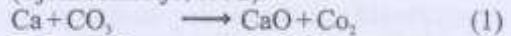
### Kapur

Susunan batu kapur terdiri dari beberapa jenis seperti terdapat dibawah ini prosentase zat penyusun kapur :

- Karbonat ( $\text{CO}_2$ ) : 97 %
- Kapur tohor ( $\text{C}_2\text{O}$ ) : 29,77-55,5%
- Magnesium ( $\text{MgO}$ ) : 21-31 %
- Silika ( $\text{SiO}_2$ ) : 0,14-2,41 %

- Aluminium ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dan Oxid besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) : 0,5 %

Proses kimia dari pembentukan kapur dapat ditulis sebagai berikut (Tjokrodinuljo, 1992):



Kapur sebagai bahan stabilisasi, biasanya digunakan kapur mati (*slake lame*) atau kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), dan kapur hidup (*quick lame*) atau kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ). Kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ) lebih efektif pada kasus kasus tertentu, sebab kapur jenis ini mempunyai kelemahan-kelemahan pada pelaksanaannya, yaitu menyebabkan alat-alat mudah berkarat dan sangat berbahaya terhadap keselamatan pekerja. Dalam pelaksanaan stabilisasi kapur yang sering digunakan adalah kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) dan juga kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ).

### Garam

Morgan (1985) menyimpulkan bahwa penambahan garam natrium pada campuran tanah lempung dan kapur dapat meningkatkan kekuatan dari tanah tersebut, karena larutan garam merupakan suatu elektrolit yang mempunyai gerakan brown dipermukaan yang lebih besar dari gerakan brown air murni, sehingga bisa menurunkan air, dan larutan ini bisa menambah kohesi antara larutan partikel kapur dengan larutan partikel tanah lempung ekspansif, sehingga ikatan partikel menjadi lebih rapat (Bowles, 1984). Disamping itu, larutan garam bisa lebih memudahkan didalam pemadatan.

Adapun yang termasuk dalam garam natrium adalah Na-silikat, Na-karbonat dan Na-sulfat. Untuk lebih praktis dalam pelaksanaan dilapangan perlu di coba dengan garam Natrium yang lain seperti garam dapur ( $\text{NaCl}$ ).

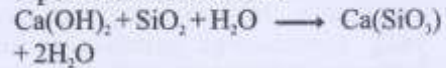
### Reaksi Kapur dan Garam Terhadap Tanah Lempung Ekspansif.

Reaksi yang terjadi antara kapur dan garam terhadap tanah lempung merupakan reaksi kimia. Proses reaksi kimia yang

terjadi pada bahan stabilisasi kapur terhadap tanah lempung ekspansif dapat dibedakan menjadi 2 kelompok (Ingeis dan Metcalf, 1972):

1. *Proses cepat*, yang terjadi karena proses pertukaran ion langsung. Ion kalsium diserap oleh tanah lempung, yang berpengaruh terhadap penurunan indeks plastis.
2. *Proses lambat*, ini merupakan proses kimia yang relatif lambat, dimana terjadi proses pengerasan yang diikuti

dengan terbentuknya kristal  $\text{Ca}(\text{SiO}_3)_2$ , seperti reaksi berikut ini:

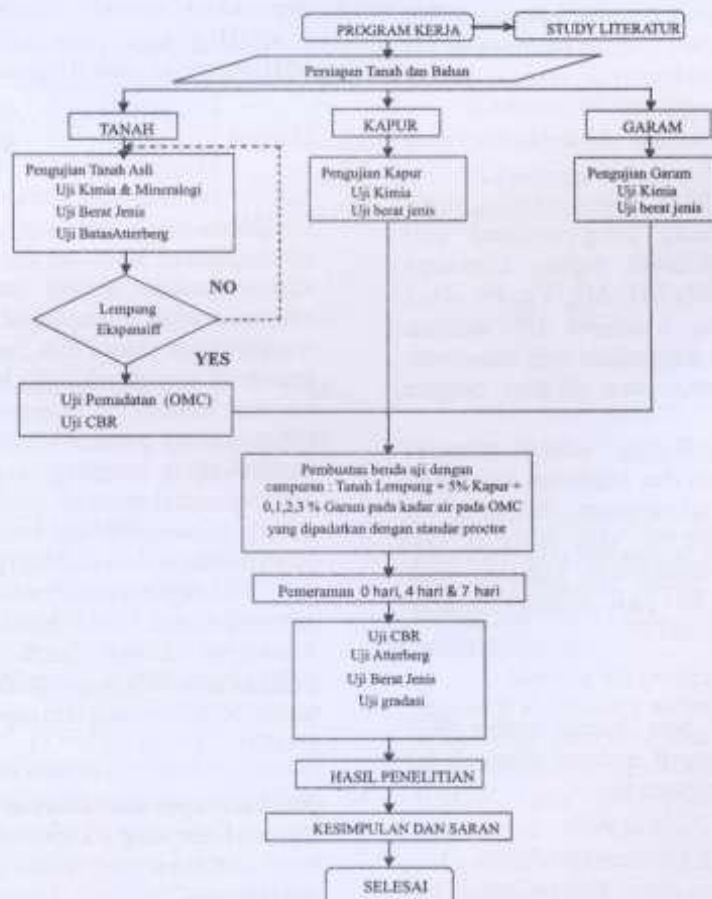


$\text{Ca}(\text{SiO}_3)_2$  merupakan proses terakhir dari stabilisasi lempung dengan menggunakan kapur. Proses ini sama dengan proses mengerasnya semen secara terus menerus sampai beberapa bulan. Proses ini dinamakan proses pozzolanisasi, yang dipercepat pada suhu tinggi.

## METODOLOGI

### Persiapan Penelitian

Pengambilan sampel tanah lempung dilakukan pada kedalaman 0,5 sampai 1 meter. Contoh tanah diambil dalam keadaan *disturbed* (terganggu) dalam bentuk bongkahan-bongkahan tanah.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Sifat Fisik Tanah Asli

Tabel 2. Hasil uji sifat-sifat fisik tanah lempung asli

No	DATA PENGUJIAN	HASIL
1	Kadar air	48%
2	Berat Jenis ( <i>specific gravity</i> )	
3	Batas Cair (LL)	
4	Batas Plastis (PL)	
5	Batas Susut (SL)	12,96
6	Indeks Plastisitas (PI)	34,01 %
7	Butiran lolos saringan no 200	
8	Berat Volume Kering Maksimum (MDD)	
9	Kadar Air Optimum (OMC)	

### Klasifikasi tanah

#### a. Klasifikasi tanah menurut USCS

Dari hasil uji atterberg kemudian dimasukkan kedalam grafik Casagrande (grafik Bab II) dan diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Garis A. PI} &= 0,73 \times (\text{LL}-20) \\ &= 0,73 \times (59,50 - 20) \\ &= 28,84 \% \end{aligned}$$

Sehingga nilai PI dari tanah sebesar 34,01 % lebih besar dari nilai PI garis A = 28,84 %, maka PI terletak diatas garis A. Nilai batas cair (LL) = 59,50 % lebih besar batas cair (LL) garis B = 50%. Dengan demikian maka tanah tersebut menurut klasifikasi Unifed termasuk jenis tanah CH atau tanah lempung dengan plastis tinggi (*high plasticity clay*).

#### b. Klasifikasi tanah menurut AASHTO

Jika lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No 200, maka tanah tersebut termasuk tanah lempung. Dari penelitian ini diperoleh jumlah lolos saringan No 200 sebesar 81,2 % > 35 %. Dari hasil atterberg diperoleh bahwa, Batas cair (LL) = 59,50 % > 41%, Batas plastis (PL) = 25,49 % > 11%. Dengan demikian maka tanah tersebut menurut AASHTO termasuk kedalam klasifikasi kelompok A-7 (lihat Bab II), dimana sebagaian besar lolos saringan No 200.

### Identifikasi sifat lempung

a. Kriteria Seed (1962), menyatakan bahwa lempung Karangawen Demak dengan persen fraksi lempung C = 35,76% dan

Aktifitas A = 1,32, maka lempung ini digolongkan sebagai lempung dengan sifat mengembang tinggi.

b. Kriteria Chen (1988). Berdasarkan kriteria Chen (1988) jika dari hasil penelitian didapatkan nilai *Potensial Indeks (PI)* diantara 20% - 35%, maka dapat disimpulkan bahwa tanah ini merupakan lempung dengan sifat *swelling potensial* yang sangat tinggi. Nilai *Potensial Indeks (PI)* dari penelitian ini diperoleh 34,01%, sehingga lempung dalam penelitian ini merupakan lempung dengan sifat *swelling potensial* yang sangat tinggi.

### Penelitian Pokok

Pada penelitian pokok dilakukan pada sampel yang sudah dicampur dengan garam 0,2 dan 3% dan kapur sebanyak 5% pada kadar air OMC dengan pemadatan Standard Proctor, waktu pemeraman 0 dan 7 hari, masing-masing dilakukan pengujian sebagai berikut:

#### Berat jenis (*specific gravity*)

Dari hasil pengujian berat jenis yang dilakukan diperoleh peningkatan nilai berat jenis untuk setiap penambahan garam dan waktu pemeraman. Berikut adalah tabel rekapitulasi hasil uji berat jenis yang diperoleh dari beberapa benda uji untuk campuran garam 0%, 2%, 3% dan 5% kapur dengan pemeraman 0 dan 7 hari.

Tabel 3. hasil uji berat jenis (*specific gravity*)

No	Klasifikasi Campuran (%)	Pemeraman (hari)	Berat Jenis ( <i>Specific gravity</i> )
1	Tanah Asli		2,029
2	TA+5% Kpr +0% Garam	0 hari	2,5171
4	TA+5% Kpr +2% Garam		2,6810
5	TA+5% Kpr +3% Garam		2,6993
10	TA+5% Kpr +0% Garam	7 hari	2,6508
12	TA+5% Kpr +2% Garam		2,7105
13	TA+5% Kpr +3% Garam		2,7028

### Batas-batas Atterberg dan Indeks plastisitas

Dari pengujian batas-batas

atterberg dan plastis indeks diperoleh hasil seperti tertera dalam tabel rekapitulasi berikut ini.

Tabel 4. hasil uji batas atterberg

NO	VARIASI CAMPURAN %	PEMERAMAN ( HARI )	LIQUID LIMIT	PLASTIC LIMIT	PLASTICITY INDEX	SHRINKAGE LIMIT
1	Tanah Asli		59,5	25,49	34,01	12,96
2	TA + 5% K + 0 G	0 HARI	54,2	31,3	22,9	18,23
3	TA + 5% K + 2 G		52,3	41,26	11,04	17,25
4	TA + 5% K + 3 G		52,1	45,36	6,74	22,48
5	TA + 5% K + 0 G	7 HARI	59,45	39,05	20,4	19,69
6	TA + 5% K + 2 G		55,2	45,54	9,66	23,90
7	TA + 5% K + 3 G		54,6	50,82	3,78	24,72

#### Uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*)

Dari pengujian Kuat tekan bebas diperoleh hasil seperti tertera dalam tabel rekapitulasi berikut ini.

Tabel 5. Hasil uji kuat tekan bebas ( $q_u$ )

KOMP SAMPEL		PERAM 0 HARI				PERAM 7 HARI			
		uji 1	uji 2	uji 3	rata2	uji 1	uji 2	uji 3	rata2
Tanah Asli (proctor)	$q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	1,09	1,02	1,12	1,08				
	WC (%)	29,67	30,02	28,23	29,31				
	$\gamma_d$ (kg/cm <sup>3</sup> )	1,46	1,39	1,46	1,4367				
T+5%k+0%g	$q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	2,53	2,66	2,53	2,57	2,85	2,82	2,97	2,88
	WC (%)	22,56	28,89	24,89	25,45	21,22	22,12	20,45	21,26
	$\gamma_d$ (kg/cm <sup>3</sup> )	1,51	1,41	1,48	1,4667	1,56	1,52	1,52	1,5333
T+5%k+2%g	$q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	2,42	2,40	2,42	2,41	2,40	2,81	2,10	2,44
	WC (%)	25,93	25,76	26,12	25,94	24,33	25,23	24,65	24,74
	$\gamma_d$ (kg/cm <sup>3</sup> )	1,51	1,49	1,47	1,4900	1,45	1,40	1,42	1,4233
T+5%k+3%g	$q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	2,12	1,40	2,17	1,90	2,44	2,35	2,57	2,45
	WC (%)	27,47	27,42	26,98	27,29	24,87	26,12	24,88	25,29
	$\gamma_d$ (kg/cm <sup>3</sup> )	1,44	1,44	1,44	1,4400	1,45	1,43	1,47	1,4500

Hasil kuat tekan dengan garam 0% menunjukkan nilai kuat tekan bebas ( $q_u$ ) yang maksimum yaitu 2,57 kg/cm<sup>2</sup> untuk pemeraman 0 hari, penambahan garam 2% dan 3% menunjukkan kecenderungan penurunan nilai kuat tekan bebas ( $q_u$ ) untuk waktu pemeraman yang sama.



## Uji CBR (*California Bearing Ratio*)

Tabel 6. Hasil uji CBR dan Pengembangannya

Kombiasi Campuran	Pemeraman	Hasil Pemeriksaan						
		Keapatan Standard			CBR Unsoaked		CBR Soaked	
		W Opt (%)	95 % g D maka (kg/cm <sup>2</sup> )	100 % g D maka (kg/cm <sup>2</sup> )	95 % g D maka (%)	100 % g D maka (%)	95 % g D maka (%)	100 % g D maka (%)
Tanah Asli		31,5	1,298	1,364	1,620	2,510	1,6	2,4
TA + %5 Kapur + 0% Garam	0 Hari	32,8	1,377	1,45	9,6	12,8	7,8	10
TA + %5 Kapur + 2% Garam		30,5	1,368	1,44	7,9	11,5	6,5	7,8
TA + %5 Kapur + 3% Garam		30,2	1,33	1,41	7,1	11	6,1	7,9
TA + %5 Kapur + 0% Garam	7 Hari	31,2	1,396	1,47	15,2	17,2	14,1	15,2
TA + %5 Kapur + 2% Garam		31,8	1,396	1,47	14,7	17,4	12,3	14,7
TA + %5 Kapur + 3% Garam		32	1,42	1,49	13	15,4	12,1	14,1

Peningkatan CBR untuk campuran tanah asli dengan kapur disebabkan terjadinya sementasi akibat penambahan kapur. Sementasi ini menyebabkan pengumpulan yang menyebabkan meningkatnya daya ikat antar butiran, sehingga rongga-rongga pori yang ada akan dikelilingi bahan sementasi yang lebih keras, sehingga butiran tidak mudah hancur. Penurunan nilai CBR setiap penambahan garam, karena kemungkinan garam dapat mengganggu proses tarik menarik antara partikel ion-ion, seperti  $Mg^{2+}$  dan  $Ca^{2+}$  yang ada didalam kapur dan  $Na^+$  dan  $K^+$  yang ada didalam tanah.

## PENUTUP

### Kesimpulan

1. Penambahan kadar garam pada campuran tanah lempung dengan 5% kapur dapat meningkatkan batas plastis, prosentase tanah lolos sarigan nomor 200, berkecenderungan meningkatkan batas susut, berat jenis (*specific gravity*), serta berkecenderungan menurunkan batas cair dan indeks plastis.
2. Hasil uji kuat tekan bebas ( $q$ ) cenderung mengalami penurunan, dimana untuk campuran garam 0% tanpa pemeraman sebesar  $2,57 \text{ kg/cm}^2$  dan campuran garam 3% adalah  $1,9 \text{ kg/cm}^2$ . Pemeraman 7 hari untuk 0% garam kuat tekan sebesar  $2,88 \text{ kg/cm}^2$ , dan untuk 3% garam sebesar  $2,45 \text{ kg/cm}^2$  atau turun sebesar  $0,29 \text{ kg/cm}^2$  (10,58%).
3. Hasil uji CBR pada campuran tanah lempung dengan 5% kapur dan garam diperoleh hasil yang sama pada pengujian kuat tekan bebas, dimana pada setiap penambahan garam hingga 3% dapat menurunkan nilai CBR. Salah satu contoh untuk pemeraman 0 hari pada campuran tanah lempung dengan 5% kapur dan 0% garam diperoleh hasil

sebesar 9,6%, tetapi menurun pada penambahan garam sebesar 3% yaitu sebesar 7,1% atau turun sebesar 2,5% (26,04%).

Dengan demikian penambahan garam pada setiap campuran tanah lempung dengan 5% kapur dengan lama waktu pemeraman hingga 7 hari berkecenderungan menurunkan nilai CBR.

Dari hasil pengujian UCS dan CBR dapat dipastikan bahwa pembentukan kristal  $Ca(SiO_3)$  dalam lempung ekspansif, belum terjadi, sehingga daya dukung tanah belum mengalami peningkatan

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini setiap penambahan garam dapat menurunkan kuat tekan bebas yang dapat menurunkan kuat dukung tanah lempung yang distabilisasi dengan 5% kapur, oleh karena itu, perlu kiranya untuk tidak menstabilisasi tanah lempung dengan kapur sebesar 5% pada suatu daerah yang banyak mengandung garam atau daerah yang diperkirakan akan mengalami induksi air laut.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Almeyer, W.T, 1995, *Discussion of Engineering Properties of Expansive Clays*, Proc. Am. Soc. Civil Eng. 81 (Separate No. 658): pp 17-19
2. Anonim, 1976, *Manual Pemeriksaan Jalan*, Departemen Pekerjaan Umum dan tenaga Listrik
3. ASTM, 1997, *Annual Book Of ASTM Standard Volume, Soil and Rock*, First Edition.
4. ASTM, 1992, *ASTM Stabilization With Admixture*, American Society for Testing and Materials, Second Edition.
5. Bowles, J.E., 1984, *Sifat-Sifat Fisik dan Geoteknik Tanah*, Penerbit Erlangga.
6. Chen, F.H., 1975, *Foundation on Expansive Soil*, Elsevier Scientific Publishing Company, New York.
7. Das, B.M., Noor, E. dan Mochtar, I.B., 1995, *Mekanika Tanah jilid 1*, Penerbit Erlangga.
8. Das, B.M., Noor, E. dan Mochtar, I.B., 1995, *Mekanika Tanah jilid 2*, Penerbit Erlangga.
9. Fathani, T.F., 1998, *Penggunaan Kapur dan Abu Sekam Fadi untuk Mengurangi Tekanan Pengembangan Lempung Ekspansif*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil UGM, Yogyakarta.
10. Hardiyatmo, H.C., 1992, *Mekanika Tanah 1*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
11. Herzog, A., 1963, *A Strenght of Clay Cement*, Proc. A.N.Z. SMFE.
12. Holtz, R.D. dan Kovacs, W.D. 1959, *An Introduction To Geotechnical Engineering*, Prentice Hall Civil Engineering And Engineering Mechanic Series.
13. Holtz R.D. and Gibbs H.J., 1956, *Engineering Properties of Expansive Clay Transactions*, ASCE, Vol. 121.
14. Ingels, O.G. dan Metcalf, J.B., 1972, *Soil Stabilization Principles And Practise*, Butterwords.
15. Michell, J.K., 1992, *Fundamental of Soil Behavior*, Second edition, Jhon Wiley & Sons, Inc., New York
16. Seed, H.B., et al, 1962, *Prediction of Swelling Potential of Compacted Clays*, Highway res. Board Bull : pp 12-39
17. Sihrlay, L.H., 1994, *Geoteknik dan Mekanika Tanah*, Nova, Bandung.
18. Skempton, A.W., 1953, *The Colloidal Activity of Clays*, Proceedings, 3rd International Confrence of Soil Mechanic and Foundation Engineering London Vol. 1: pp 57-61
19. Sujono, A.T., 2003, *Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Garam*, Tesis UGM Yogyakarta.
20. Supriyono, 1993, *Studi Tekanan Pengembangan Tanah Lempung dengan Alat Geonor*, Tesis ITB Bandung.
21. Suriadi, S., 2000, *Stabilisasi tanah lempung dengan kapur dan garam*, Teisis UGM, Yogyakarta.
22. Tan, K.H., Goenadi, D.H., 1982, *Dasar-dasar Kimia Tanah*, Penerbit Universitas Gajah Mada.
23. Tjokrodimulyo, 1992, *"Teknologi Eeton"*, Bukur ajar Teknik Sipil UGM, Jogjakarta.
24. Wesley, L.D., 1977, *Mekanika Tanah*, Penerbit Pekerjaan Umum.
25. Wiqoyah, Q., 2002, *Pengaruh kadar kapur, waktu peredaman terhadap kuat dukung tanah lempung*, Tesis UGM, Yogyakarta