

DAMPAK PENAMBAHAN KAPUR PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF TERHADAP NILAI CBR TANAH DASAR KONSTRUKSI JALAN

Syawal¹, Munirwansyah², Sofyan M. Saleh³

^{1,2)} Mahasiswa Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syeh Abdul Rauf No. 7, Darussalam Banda Aceh 23111,
email: awal_mrd@yahoo.co.com

³⁾ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syeh Abdul Rauf No. 7, Darussalam Banda Aceh 23111
nir_geotechnical@unsyiah.ac.id², sofyansaleh@unsyiah.ac.id³,

Abstract: Road construction used expansive clay soil as subgrade had experienced many damages. Expansive clay soil taken from Glee Geunteng, Peukan Bada Subdistrict, Aceh Besar District is one of the embankment material used as road subgrade around Banda Aceh and Aceh Besar. The purpose of this study was to determine the effect of a mixture of extinguished Ca(OH)₂ lime as a stabilizing agent of expansive clay soil toward physical and mechanical properties improvement to increase the CBR value. The method used was a laboratory test according to several ASTM standards. The results of the study from original soil, it was known unsoked CBR value of 4.93% and the soaked CBR value of 3.09% with a swelling value of 5.01%. The test results after stabilization with a mixture of lime 3%, 6%, 9% and 12%, unsoked CBR value increased respectively 9.59%, 14.85%, 17.48%, 18.45%, and for the value of soaked CBR value was also increased respectively 5.11%, 7.52%, 8.97% and 10.43%. While the swelling value was reduced respectively to 3.05%, 2.21%, 1.49% and 0.87%.

Keywords : Expansive Soil, Plasticity Index, Lime Stabilization, Compaction, CBR.

Abstrak: Konstruksi jalan yang memakai tanah lempung ekspansif sebagai tanah dasar ternyata mengalami banyak kerusakan. Tanah lempung ekspansif yang berasal dari Glee Geunteng Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar merupakan salah satu material timbunan yang digunakan sebagai *subgrade* jalan sekitar Kota Banda Aceh dan Kabupaten Aceh Besar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh campuran kapur pada Ca(OH)₂ sebagai bahan stabilisasi tanah lempung ekspansif terhadap perbaikan sifat-sifat fisis dan mekanis untuk meningkatkan nilai CBR. Metode yang digunakan adalah uji coba di laboratorium menurut beberapa standar ASTM. Hasil penelitian tanah asli diketahui nilai CBR tanpa rendaman sebesar 4,93% dan nilai CBR rendaman sebesar 3,09% dengan nilai pengembangan sebesar 5,01%. Hasil pengujian setelah dilakukan stabilisasi dengan campuran kapur 3%, 6%, 9% dan 12%, nilai CBR tanpa rendaman terjadi peningkatan masing-masing 9,59%, 14,85%, 17,48%, 18,45%, dan untuk nilai CBR terendam juga terjadi peningkatan masing-masing 5,11%, 7,52%, 8,97% dan 10,43%. Sedangkan nilai pengembangan tereduksi masing-masing menjadi 3,05%, 2,21%, 1,49% dan 0,87%.

Kata kunci : Tanah Ekspansif, Indeks Plastisitas, Stabilisasi Kapur, Pematatan, CBR.

Tanah dasar (*subgrade*) merupakan lapisan tanah yang menerima beban dari lapisan-lapisan perkerasan konstruksi jalan dan beban-beban lalu lintas yang ada di atasnya. Penggunaan tanah timbunan sebagai *subgrade* harus mempunyai kekuatan CBR (*California Bearing Ratio*) tanah yang ditentukan sesuai

dengan tingkat pelayanan terhadap beban lalu lintas.

Daya dukung dan kualitas dari subgrade merupakan hal yang sangat penting dalam merencanakan suatu konstruksi jalan karena dapat menentukan tebal tipisnya lapisan perkerasan konstruksi jalan. Departemen

Pekerjaan Umum telah memberi batasan nilai kekuatan CBR untuk tanah dasar (subgrade) minimal 6% (Sudarsono, 1985).

Tanah yang menjadi objek dalam penelitian ini adalah tanah Glee Geunteng yang berasal dari Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar, merupakan salah satu material timbunan yang digunakan sebagai subgrade jalan. Material ini umumnya digunakan pada pembangunan jalan-jalan kampung dan komplek perumahan sekitar Kota Banda Aceh dan Kabupaten Aceh Besar.

Saat ini, kendala keterbatasan ilmu pengetahuan sumber daya manusia dan terbatasnya hasil-hasil penelitian perkerasan jalan, material ini sudah mulai dipakai untuk timbunan pada jalan-jalan Kabupaten, Propinsi, maupun jalan Nasional. Setelah diteliti jenis tanah dari lokasi ini sangat peka terhadap pengaruh perubahan kadar air, menyebabkan daya dukungnya lemah yang dapat merusak konstruksi jalan di atasnya.

Dari karakteristik sifat-sifat fisis tanah ini digolongkan tanah lempung ekspansif berdasarkan kriteria ASTM. Tanah ekspansif mempunyai luas permukaan cukup besar dan sangat mudah menyerap dan menyimpan air dalam jumlah besar. Oleh karenanya, jenis tanah ini dianggap kurang baik digunakan sebagai subgrade jalan karena mempunyai indeks plastisitas yang tinggi dan mengembang (swelling).

Dari permasalahan tersebut, maka penulis melakukan penelitian stabilisasi tanah lempung Glee Geunteng dengan penambahan campuran kapur Ca(OH)_2 . Adapun tujuan dari

penelitian ini adalah mengetahui karakteristik tanah dan pengaruh yang ditimbulkan oleh campuran kapur sebagai bahan stabilisasi terhadap perbaikan sifat-sifat fisis dan mekanis. Dengan campuran kapur dapat meningkatkan daya dukung tanah dan nilai CBR sehingga dapat digunakan sebagai bahan subgrade jalan.

TINJAUAN KEPUSTAKAAN

Stabilisasi Tanah

Bowles (1993), menyatakan bahwa suatu tanah harus distabilisasi apabila tanah tersebut di lapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, atau mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, dan permeabilitas yang terlalu tinggi, atau sifat lain yang tidak diinginkan. Stabilisasi dapat terdiri dari salah satu tindakan berikut.

- a. Meningkatkan kerapatan tanah.
- b. Menambah material tidak aktif sehingga meningkatkan kekuatan geser tanah.
- c. Menambah bahan untuk menyebabkan perubahan kimia dan fisis pada tanah.
- d. Menurunkan muka air tanah.
- e. Menggantikan tanah yang buruk.

Karakteristik tanah lempung

Bowles (1993), mengemukakan bahwa suatu tanah lempung dapat didefinisikan sebagai kumpulan partikel mineral yang mempunyai indek plastisitas sesuai dengan batas Atterberg yang pada waktu mengering membentuk suatu massa yang bersatu sedemikian rupa sehingga diperlukan gaya untuk memisahkan setiap butiran mikroskopisnya. Mikroskopis adalah partikel tanah yang hanya dapat dilihat dengan bantuan alat

mikroskop, sedangkan partikel yang dapat dilihat oleh mata secara langsung disebut makroskopis. Pada umumnya apabila tanah lebih dari 50% dari diposit mengandung partikel-partikel berukuran 0,002 mm dan lebih kecil tersebut disebut lempung (clay).

Bowles (1993), menyatakan bahwa pemuaihan lempung terjadi ketika kadar air bertambah dari referensinya. Penyusutan terjadi ketika kadar air berkurang dari nilai referensinya sampai pada batas susut. Biasanya suatu tanah lempung dapat diperkirakan akan mempunyai perubahan volume yang besar (exspansif) apabila indeks plastisitas IP 20.

Bowles (1993), menyimpulkan bahwa kandungan mineral lempung dalam tanah merupakan penyebab sifat plastisitas dan kembang susut yang besar dan mempunyai kekuatan yang lemah bila dipengaruhi air. Salah satu sifat kekuatan tanah yang berkaitan dengan jalan adalah nilai kekuatan CBR. Dalam perencanaan konstruksi jalan raya, CBR merupakan nilai patokan untuk perencanaan tebal subgrade jalan yang mensyaratkan nilai tertentu disamping syarat lain seperti gradasi.

Kapur Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah

Dalam pelaksanaan stabilisasi, kapur yang sering digunakan adalah kalsium hidroksida $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Penggunaan kapur sebagai bahan stabilisasi dapat menimbulkan pertukaran ion lemah sodium oleh ion kalsium yang berada pada permukaan tanah lempung, sehingga persentase partikel halus cenderung menjadi partikel yang lebih kasar. Reaksi

pertukaran ion yaitu butiran lempung dalam kandungan tanah berbentuk halus dan bermuatan negatif. Ion positif seperti ion hydrogen (H^+), ion sodium (Na^+), ion kalsium (K^+), serta air yang berpolarisasi, semuanya melekat pada permukaan butiran tanah.

Apabila kapur dengan mineral lempung bereaksi, maka akan membentuk gel yang kuat dan keras yaitu kalsium silikat yang mengikat butiran-butiran atau partikel-partikel tanah. Gel silika bereaksi dengan segera melapisi dan mengikat partikel lempung dan menutup pori-pori tanah sehingga dapat memperkecil indeks plastisitas tanah. Penurunan nilai indeks plastisitas disebabkan karena naiknya nilai batas plastis dan disertai dengan penurunan batas cair (Ingles dan Metcalf, 1992).

Pemadatan Tanah

Bowles (1993), mengemukakan bahwa pemadatan merupakan suatu usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk pemampatan partikel. Kepadatan tanah maksimum akan tercapai pada saat kadar air optimum dan berat volume kering maksimum.

Das (1995), menjelaskan bahwa energi yang dibutuhkan untuk pemadatan (E_c) pada benda uji Proctor standar suatu contoh tanah dapat dihitung dengan Persamaan 1.

$$E_c = \frac{W \times H \times N \times L}{V} \quad (1)$$

dimana :

E_c = energi pemadatan (gr cm/cm^3);

W = berat hammer (gr);

H = tinggi jatuh hammer (cm);

N = frekuensi penumbukan pada tiap lapisan;
 L = jumlah lapisan;
 V = volume mold (cm^3).

Pengujian CBR (California Bearing Ratio)

Percobaan CBR merupakan suatu metode empiris untuk menilai deformasi tanah terhadap pembebanan. CBR adalah alat ukur penetrasi suatu piston standar yang pada daerah ujungnya mempunyai luas 3 inci², dipenetrasi ke dalam tanah dengan kecepatan 0,05 inci/menit.

Nilai CBR dihitung pada harga penetrasi 0,1 inci dan 0,2 inci dengan cara membagi beban pada masing-masing penetrasi tersebut, dengan beban 3000 pound dan 4500 pound. Beban ini adalah beban standar yang diperoleh dari percobaan terhadap batu pecah California yang mempunyai CBR 100 % (Wesley, 1977).

Menurut Sukirman (1999), nilai CBR yang digunakan adalah nilai CBR yang terbesar pada penetrasi 0,1 atau 0,2 inci. Untuk menghitung nilai CBR digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{CBR}_{0,1} = \frac{\text{Nilai Beban pada } 0,1 \text{ inci}}{3000 \text{ lb}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{CBR}_{0,2} = \frac{\text{Nilai Beban pada } 0,2 \text{ inci}}{4500 \text{ lb}} \times 100\% \quad (3)$$

Menurut Ismail (1995), nilai pengembangan tanah dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Nilai pengembangan} = \frac{S_i - S_0}{H} \times 100\% \quad (4)$$

dimana :

S_i = Angka baca dial setelah direndam;
 S_0 = Angka baca dial sebelum direndam;

H = Tinggi contoh tanah.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Data primer merupakan dari hasil pemeriksaan atau pengujian langsung di laboratorium yaitu data sifat-sifat fisis seperti berat jenis, analisa butiran serta batas-batas Atterberg, dan data sifat-sifat mekanis yang berupa kepadatan optimum dan nilai CBR.

Data sekunder merupakan data pendukung data primer yang diperlukan dalam penelitian yaitu berupa angka koreksi benda uji, angka kalibrasi alat pengujian, serta peta lokasi pengambilan tanah dan lain sebagainya.

Material dan Peralatan

Material yang dipergunakan pada penelitian ini adalah tanah, air dan kapur. Sampel tanah untuk penelitian ini diambil dari Glee Geunteng, Kecamatan Peukan Bada, Kabupaten Aceh Besar, yang merupakan sampel tanah terganggu (disturbed). Air yang digunakan adalah air bersih tersedia di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. Kapur yang digunakan adalah kapur padam $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang dijual toko-toko bangunan di Kota Banda Aceh. Kapur yang memenuhi persyaratan standar sebagai bahan stabilisasi tanah tidak boleh kurang dari 60% dengan lolos saringan no. 200 berdasarkan ASTM.

Peralatan pengujian terdiri dari: peralatan ayakan (analisa saringan kering), hydrometer (analisa saringan basah), alat uji Atterberg, Alat uji pemadatan (standard Proctor), dan alat uji CBR (Soil Test).

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian mencakup tentang prosedur pengujian sifat-sifat fisis dan sifat-sifat mekanis. Prosedur pengujian yang dilakukan mengacu kepada standar ASTM seperti dikutip dalam "Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah" (Ismail, 1995).

Prosedur pengujian sifat-sifat fisis

Pengukuran sifat-sifat fisis tanah dalam penelitian ini dilakukan untuk menentukan klasifikasi tanah asli maupun campuran berdasarkan sistem AASHTO dan USCS. Penelitian ini meliputi pengujian berat jenis berdasarkan ASTM D 854-58, batas cair ASTM D 423-66, batas plastis ASTM D 424-74 dan analisa butiran ASTM D 422-72.

Prosedur pengujian sifat-sifat mekanis

Pengujian pemadatan adalah suatu cara untuk mendapatkan kadar air optimum dan berat volume kering maksimum. Pengujian pemadatan menggunakan standard Proctor berdasarkan ASTM D 698-70.

Pengujian CBR dilaksanakan mengikuti prosedur yang ditetapkan oleh ASTM D 1883-73. Pengujian CBR ini dilakukan dalam dua kondisi yaitu tanah pada keadaan tanpa rendaman (unsoked) dan rendaman (soaked) selama 4 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Tanah Asli

Hasil pengujian sifat-sifat fisis dan sifat-sifat mekanis tanah asli Glee Geunteng seperti yang diperlihatkan dalam Tabel 1.

Dari hasil pengamatan secara visual,

tanah lempung Glee Geunteng memiliki warna coklat tua kemerah-merahan, liat dan bila dipegang lengket di tangan. Selain itu, dalam keadaan kering tanah tersebut terasa sangat keras dan kuat sedangkan dalam keadaan basah tanah tersebut akan lemah dan mengembang, sehingga tanah tersebut dapat dikatakan lempung (clays).

Tabel 1, hasil pengujian sifat-sifat fisis menunjukkan bahwa hasil pengujian analisa saringan yaitu lolos saringan nomor 200 sebesar 84,27% > 50% dan 30,96% adalah merupakan kadar lempung (< 0,002 mm) dengan indeks plastisitas (PI) 56,90% > 35%. Dari hasil pengujian tersebut, menurut ASTM menunjukkan bahwa tanah lempung asli memiliki karakteristik tanah ekspansif.

Dari hasil sifat-sifat fisis dan klasifikasi terhadap tanah lempung asli Glee Geunteng, menurut AASHTO diklasifikasikan ke dalam kelompok A-7-6 (berlempung) dan menurut USCS termasuk lempung anorganik berplastisitas tinggi dan lempung gemuk (CH).

Tabel 1. Hasil pengujian sifat-sifat fisis dan mekanis tanah asli

No.	Parameter Pengujian	Hasil Pengujian
1.	Berat jenis	2,692 gr/cm ³
2.	Batas-batas <i>Atterberg</i>	
	- Batas Cair (LL)	84,24%
	- Batas Plastis (PL)	27,34%
	- Indeks Plastisitas (PI)	56,90%.
3.	Analisa saringan	
	- Pasir	15,73%
	- Lanau/Lempung (lolos # 200)	84,27%
	- Lempung (fraksi < 0,002 mm)	30,96%
4.	Uji Pemadatan	
	- Kadar Air Optimum (OMC)	31,13%
	- Berat Kering Maksimum (MDD)	1,295 gr/cm ³
5.	Pengelompokan Tanah Asli	
	- CBR tanpa rendaman (4,93%)	A-7-6
	- CBR rendaman (3,09%)	(CH)
	- Pengembangan (5,01%)	

Pengaruh penambahan kapur terhadap sifat-sifat fisis tanah

Hasil pengujian sifat-sifat fisis tanah lempung Glee Geunteng campuran kapur dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian sifat-sifat fisis tanah campuran kapur

Parameter Pengujian	Variasi Campuran Tanah + Kapur				
	Tanah Asli	3%	6%	9%	12%
Berat Jenis	2,692	2,667	2,640	2,608	2,572
Batas-batas Atterberg					
- LL	84,24	81,19	78,60	75,54	72,18
- PL	27,34	27,85	29,08	29,70	30,00
- PI	56,90	53,34	49,52	45,84	42,19
Analisa Saringan (% lolos)					
#4	100	100	100	100	100
#10	99,13	99,57	99,20	99,12	98,87
#20	98,20	99,17	98,97	97,83	96,43
#40	97,28	98,63	98,52	95,67	93,03
#60	96,08	95,92	95,72	91,52	89,32
#80	95,13	93,90	92,77	87,97	85,53
#100	92,32	91,30	88,78	83,80	82,13
#140	88,95	87,60	84,85	80,10	77,22
#200	84,27	83,63	80,08	76,50	72,48

1. Pengujian Berat Jenis (*Spesific Gravity*)

Hasil pengujian berat jenis tanah dari setiap variasi campuran menunjukkan penurunan seiring bertambah besar persentase campuran kapur yaitu 2,692 gr/cm³ menjadi 2,572 gr/cm³, seperti dalam Tabel 2. Kezdi (1979), menyatakan bahwa percampuran antara tanah dengan kapur akan menghasilkan penggumpalan yang merekatkan antara partikel, rongga-rongga pori yang telah ada sebagian akan dikelilingi bahan sementasi yang lebih keras dan lebih sulit tembus air.

Rongga pori yang terisolasi oleh lapisan sementasi kedap air akan terukur sebagai volume butiran sehingga memperbesar volume butiran dan selanjutnya menurunkan

berat jenis tanah campuran. Penurunan berat jenis tanah campuran seperti terlihat dalam Gambar 1.

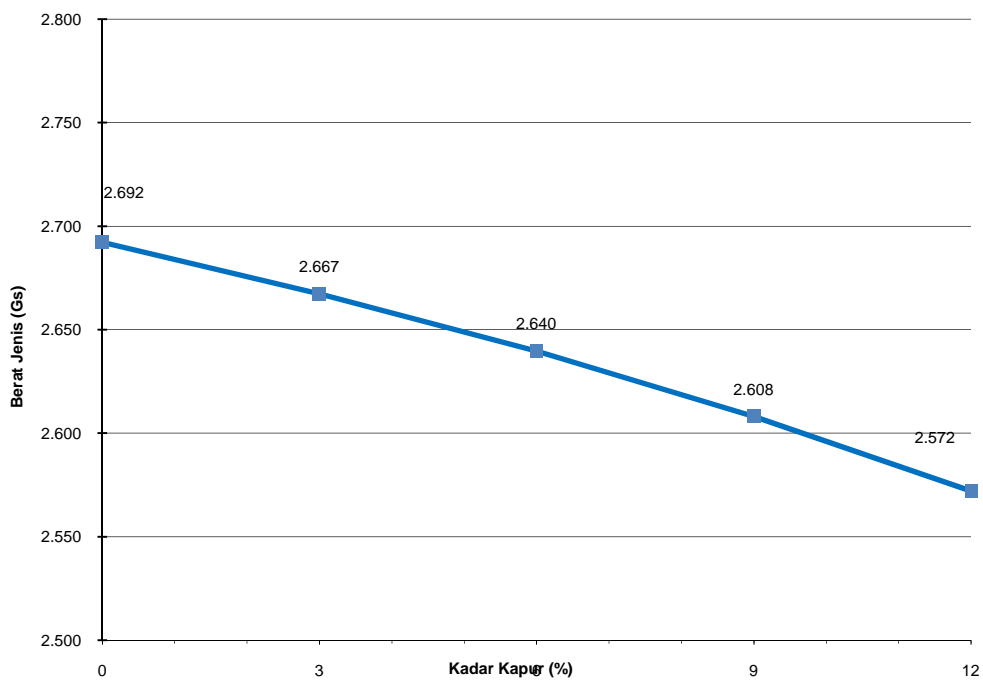
2. Pengujian Batas-batas *Atterberg*

Berdasarkan hasil pengujian batas-batas Atterberg dalam Tabel 2, menunjukkan bahwa batas cair cenderung menurun dengan semakin bertambahnya persentase kapur dari 84,27% menjadi 72,18%, sedangkan untuk batas plastis cenderung meningkat dengan bertambahnya persentase kapur dari 27,34% menjadi 30,00%. Dari perubahan batas cair dan batas plastis, sehingga indeks plastisitas tereduksi dari 56,90 % menjadi 42,19%, hubungannya dapat dilihat dalam Gambar 2.

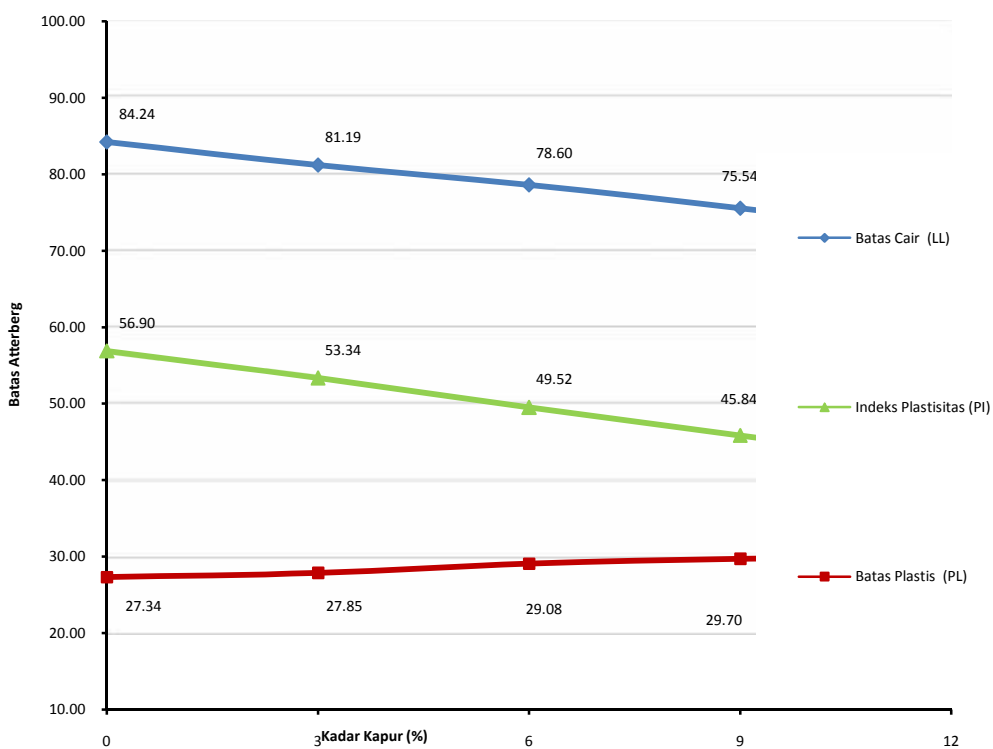
Chen (1975), mengungkapkan penurunan batas cair dan batas plastis diakibatkan karena ion Ca⁺ yang kuat dari kapur bertukar tempat dengan ion positif sodium yang lemah pada permukaan partikel. Perubahan ini membuat keseimbangan ion partikel menjadi lebih baik sehingga menurun tingkat penyerapan air. Penambahan ion Ca⁺ tersebut juga meningkatkan kepadatan ion yang membuat kapasitas partikel untuk berubah menjadi kecil.

3. Pengujian Analisa Saringan (*Sieve Analysis*)

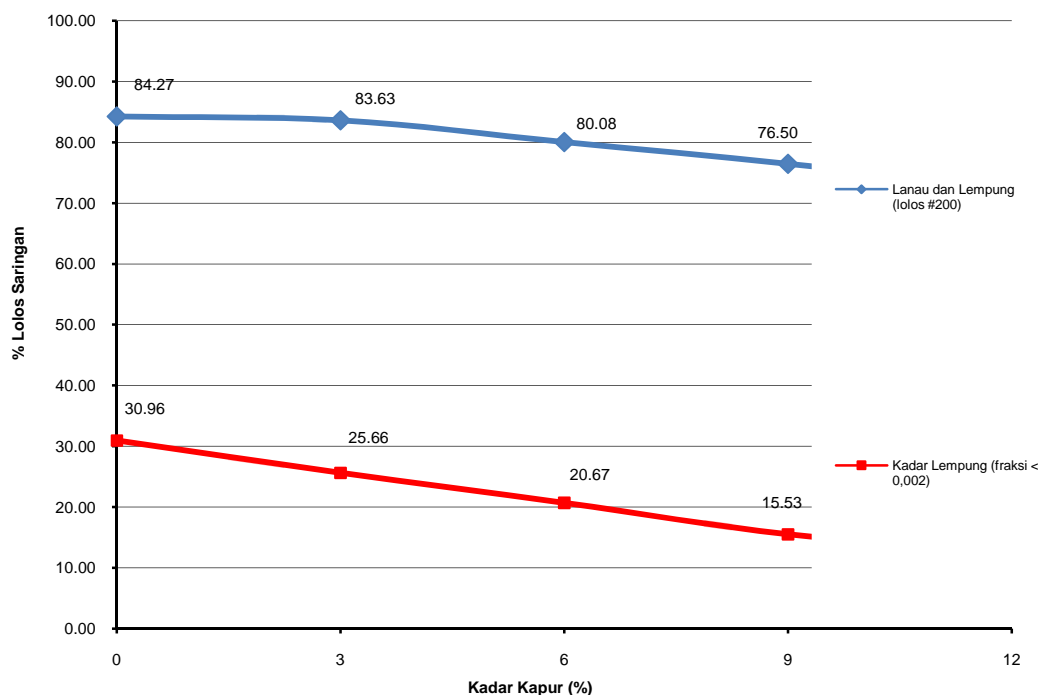
Hasil pengujian analisa saringan tanah setiap variasi campuran terlihat bahwa distribusi butiran yang tertahan di saringan no.10 sampai no. 200 mengalami peningkatan, sedangkan distribusi butiran tanah yang lolos saringan no. 10 sampai no. 200 mengalami penurunan dari tanah aslinya dapat dilihat dalam Tabel 2.



Gambar 1. Grafik Hubungan Berat Jenis Tanah dengan Kadar Kapur



Gambar 2. Grafik Hubungan Batas Cair dan Batas Plastis dengan Penambahan Kapur



Gambar 3. Grafik Hubungan Distribusi Butiran dengan Kadar Kapur

Pada Gambar 3, menunjukkan hubungan distribusi butiran dengan kapur. Pengujian distribusi ukuran butiran terutama pada kecenderungan perubahan nilai fraksi $<0,002$ mm, dapat untuk mengetahui perubahan sifat pada tanah campuran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan persentase kapur akan menurunkan persentase fraksi $<0,002$ mm, ini menunjukkan bahwa adanya pengikatan oleh kapur terhadap partikel-partikel halus menjadi lebih besar.

Menurut Kezdi (1979), stabilisasi tanah dengan menggunakan kapur merupakan proses kimia yang dapat merubah struktur tanah dengan jalan membentuk butiran agregat yang lebih besar sehingga memberikan pengaruh yang menguntungkan.

Pengaruh penambahan kapur terhadap sifat-sifat mekanis tanah

Hasil pengujian sifat-sifat mekanis tanah

lempung Glee Geunteng campuran kapur dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian sifat-sifat mekanis tanah campuran kapur

Parameter Pengujian	Variasi Campuran Tanah + Kapur				
	Tanah Asli	3%	6%	9%	12%
Pemadatan					
- MDD	31,13	29,88	27,38	26,29	25,63
- OMC	1,295	1,342	1,436	1,517	1,606
Nilai CBR					
- Unsoaked	4,93	9,59	14,85	17,06	18,48
- Soaked	3,09	5,11	7,52	8,97	10,43
Nilai Swelling					
	5,01	3,05	2,21	1,49	0,87

1. Pengujian Pemadatan

Hasil pengujian pemadatan tanah seperti diperlihatkan pada Tabel 3, berat kering maksimum (MDD) menunjukkan peningkatan dari $31,13 \text{ gr/cm}^3$ menjadi $25,63 \text{ gr/m}^3$. Sedangkan untuk kadar air optimum (OMC) menunjukkan penurunan dari 1,295% menjadi 1,606%. Hal ini dikarenakan kapur yang dicampur dalam tanah Glee Geunteng dapat

meningkatkan daya ikat antar butiran atau meningkatnya kemampuan mengunci antar butiran. Selain itu rongga-rongga pori yang telah ada sebagian akan dikelilingi sementasi yang lebih keras sehingga mengurangi pertikel-pertikel lempung yang mengikat air, sehingga kadar air dalam tanah akan semakin menurun.

Dari hal tersebut dapat diambil suatu gambaran bahwa semakin banyak penambahan kapur terhadap tanah lempung Glee Geunteng maka menyebabkan semakin kecil persen butiran yang lolos saringan no. 200, dan partikel-partikel lempung yang bereaksi dengan air semakin kecil.

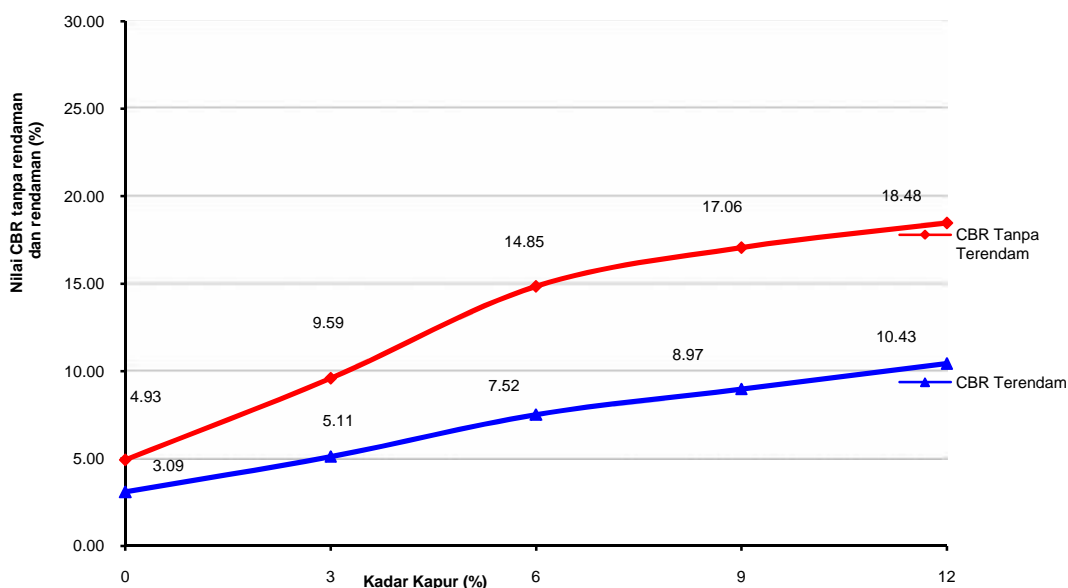
Dengan demikian, kadar air yang dibutuhkan untuk memadatkan tanah semakin berkurang seiring dengan bertambahnya persen kapur ke arah yang lebih besar. Pada kadar air optimum, air dapat berfungsi sebagai pelumas sehingga susunan butiran menjadi lebih baik, butiran saling isi mengisi, mudah

dipadatkan yang akan meningkatkan kerapatan tanah.

2. Pengujian CBR

Dari Tabel 3, hasil pengujian CBR tanpa rendaman mengalami peningkatan dari 4,93% menjadi 18,48%, dan hasil pengujian CBR rendaman juga mengalami peningkatan dari 3,09% menjadi 10,43%. Peningkatan nilai CBR rendaman tidak sebesar peningkatan nilai CBR tanpa rendaman hal ini dikarenakan tanah yang telah direndam pada kondisi jenuh selama 4 hari. Sedangkan nilai pengembangan terjadi penurunan dari 3,01% tereduksi menjadi 0,87%.

Pada Gambar 4, menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan nilai CBR seiring dengan penambahan kapur. Peningkatan nilai CBR tanpa rendaman maupun CBR rendaman disebabkan terjadinya sementasi akibat penambahan kapur.



Gambar 4. Grafik Hubungan Nilai CBR Tanpa Rendaman dan CBR Rendaman dengan Penambahan Kapur

Sementasi menyebabkan pengumpulan yang dapat meningkatnya daya ikat antara butiran. Meningkatnya ikatan antar butiran, maka akan meningkatnya kemampuan saling mengunci antar butiran. Selain itu, rongga pori yang telah ada sebagian akan dikelilingi bahan sementasi yang lebih keras, sehingga butiran tidak mudah hancur atau berubah bentuk karena pengaruh air.

Hal ini dikarenakan kapur yang dicampur dalam tanah Glee Geunteng dapat meningkatkan daya ikat antar butiran dan dapat memperkecil ruang pori dan kadar air pun semakin berkurang. Peningkatan nilai CBR tersebut dipengaruhi oleh tingkat kepadatan tanah, dapat dikatakan dengan semakin meningkatnya kepadatan maka nilai CBR juga akan meningkat.

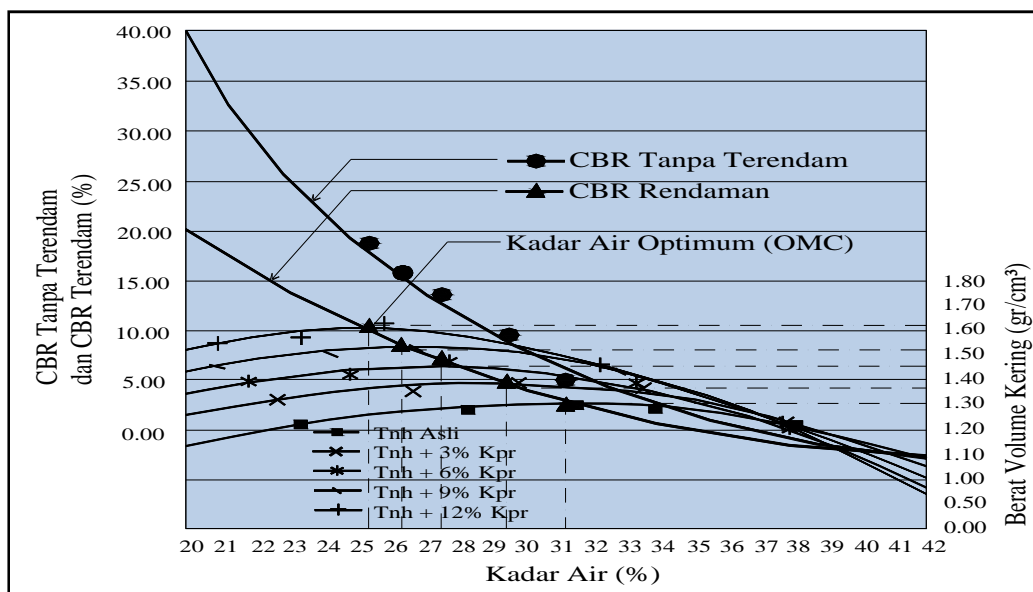
Krebs dan Walker (1971), menjelaskan reaksi yang menyebabkan meningkatnya pengaruh kekuatan tanah ini diperkirakan karena terciptanya lingkungan partikel tanah yang beralkaline tinggi sehingga mendesak ion

kalsium sehingga terjadi flokulasi yang hebat.

Hubungan nilai CBR dengan Pematatan

Hasil pengujian pematatan diperoleh dari hubungan berat volume kering maksimum dengan kadar air sehingga didapatkan kadar air optimum. Dari hasil pengujian menunjukkan semakin meningkatnya volume kering maksimum maka terjadinya penurunan kadar air optimum. Dari hasil kadar air optimum masing-masing yang didapat dijadikan patokan kadar air untuk pengujian CBR.

Hubungan kadar air optimum dengan pengujian nilai CBR dalam Gambar 5, terlihat jelas semakin turunnya kadar air optimum nilai kekuatan CBR semakin meningkat. Hal ini dikarenakan kadar air mempengaruhi kekuatan tanah sehingga daya dukung tanah menjadi lemah. Partikel-partikel lempung tersebut yang menyebabkan menarik air sehingga mempengaruhi ikatan antar butiran tanah menjadi lemah.



Gambar 5. Grafik Hubungan Nilai CBR dengan Pematatan

Dari Gambar 5, memperlihatkan seiring penambahan kadar campuran kapur yang menyebabkan kadar air menurun dan meningkatnya volume kering tanah. Dari kadar air optimum yang diperoleh masing-masing campuran, diperoleh hasil pemadatan yang optimal sehingga dapat meningkatnya daya dukung tanah atau nilai CBR.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penambahan kapur dalam tanah lempung ekspansif dapat meningkatkan daya dukung tanah, menurunkan indeks plastisitas dan pengembangan (*swelling*). Dengan demikian kapur sebagai bahan stabilisasi dapat merubah karakteristik sifat-sifat fisis dan sifat-sifat mekanis tanah sehingga memenuhi syarat sebagai *subgrade* jalan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil dan pembahasan adalah sebagai berikut ini.

1. Dari hasil sifat-sifat fisis dan klasifikasi terhadap tanah lempung asli Glee Geunteng, menurut AASHTO diklasifikasikan ke dalam kelompok A-7-6 dan menurut USCS termasuk lempung anorganik berplastisitas tinggi dan lempung gemuk (CH). Sedangkan tanah campuran tidak terjadinya perubahan kelompok dikarenakan bahan kapur berupa butiran yang halus sehingga tidak terlalu mencolok pada distribusi butiran.
2. Hasil pengujian batas-batas *Atterberg* tanah campuran kapur menunjukkan penurunan batas cair dari 84,24% menjadi 77,18%

pada persentase kapur 12%, sedangkan batas plastis meningkat dari 27,34% menjadi 30,00% pada persentase kapur 12%. Dengan demikian indeks plastisitas tereduksi dari 56,90% menjadi 42,19% pada persentase kapur 12%.

3. Hasil penelitian tanah asli diketahui nilai CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) sebesar 4,93% dan nilai CBR rendaman (*soaked*) sebesar 3,09% dengan nilai pengembangan sebesar 5,01%. Hasil pengujian setelah dilakukan stabilisasi dengan campuran kapur 3%, 6%, 9% dan 12%, nilai CBR tanpa rendaman terjadi peningkatan masing-masing 9,59%, 14,85%, 17,48%, 18,45%, dan untuk nilai CBR terendam juga terjadi peningkatan masing-masing 5,11%, 7,52%, 8,97% dan 10,43%. Sedangkan nilai pengembangan tereduksi masing-masing menjadi 3,05%, 2,21%, 1,49% dan 0,87%. Penambahan campuran kapur yang terbaik pada tanah ini adalah 12%. Hasil stabilisasi tanah lempung ekspansif Glee Geunteng dengan campuran kapur dapat memenuhi persyaratan CBR tanah dasar (*subgrade*) minimal 6% .
4. Hasil pengujian tanah asli diketahui nilai CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) sebesar 4,93% menunjukkan peningkatan sebesar 18,48% pada campuran kapur 12% dan nilai CBR rendaman (*soaked*) dari 3,09% meningkat menjadi 10,43% pada campuran 12%. Sedangkan nilai pengembangan menunjukkan penurunan dari 5,01% tereduksi menjadi 0,87% pada penambahan 12% kapur.

5. Dari hasil penelitian didapat bahwa dengan penambahan kapur dalam tanah lempung ekspansif menyebabkan terjadi reaksi kimia antara kapur dengan alumunium dan *silica* dalam tanah yang disebut rekasi *pozzolanik*. Reaksi ini akan menimbulkan penyatuan dan pengerasan, sehingga akan meningkatkan karakteristik kekuatan tanah dan nilai CBR. Terbentuknya sementasi dalam struktur tanah lempung akan menghalangi penyerapan air sehingga menurunnya indeks plastisitas (PI) tanah, dan memperkecil nilai pengembangan (*swelling*).

Saran

Dari hasil penelitian tanah lempung Glee Geunteng dengan campuran kapur menunjukkan peningkatan nilai CBR dan menurunkan nilai pengembangan, akan tetapi untuk penggunaan pada jalan kelas tinggi (kelas I, II dan III) tanpa dilakukan stabilisasi tidak direkomendasi, dikarenakan kondisi tanah asli, indeks plastisitasnya masih di atas batas yang diizinkan yaitu dibawah 7% menurut persyaratan standar Bina Marga.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Bowles, J.E., 1993, *Sifat-sifat fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, terjemahan Hainim, J.K., Erlangga, Jakarta.

Chen, F.H., 1975, *Foundation on Expansive Soil*, Elsevier Scientific Publishing Company, New York.

Das, B.M., 1995, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik)*, Erlangga, Jakarta.

Ismail, M.A., 1995, *Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah*, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

Ingles, O.G. and Metcalf, J.B., 1992, *Soil Stabilization Principles and Practice*, Australia: Butterworths Pty. Melbourne.

Kezdi, K., 1979, *Stabilized Earth Road*, Elsevier Scientific Publishing Company, New York.

Krebs, R.D and Walker, R.D., 1971, *Highway Material*, McGraw-Hill Book Company, New York.

Soedarsono, D.U., 1985, *Konstruksi Jalan Raya*, Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Sukirman, S., 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.

Wesley, L.D., 1977, *Mekanika Tanah*, Cetakan Keenam, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.