

STABILISASI TANAH EKSPANSIF DENGAN PENAMBAHAN KAPUR (*LIME*): APLIKASI PADA PEKERJAAN TIMBUNAN

Sutikno dan Budi Damianto,
Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta
Kampus Baru UI, Depok
e-mail : sutikno@sipil.pnj.ac.id

Abstract: Behavior of soil influence by water rate which was containing, one the soil type having many internal issues development of construction in general and construction specially is ekspansif soil. Soil this having the nature of very expaned, this research of ekspansif soil will be added some calcify as minerals the core important, that is montmorilonite. As hoard material, form test stability the used is CBR and direct shear test. Method the used is test-drive in laboratory according to some standards of ASTM. Conclusion the got is : Level of stability soil CBR of ekspansif which not yet been added lime stone but have process condensation of Standard of Compaction have value of CBR to 2,316 %. Level of value of CBR as stability form of ekspansif soil added by lime stone from 3%, 6%, 9%, and 12% as hoard mateial, getting maximum CBR to 12,5 % at the (time) of optimum chalk rate between 4% up to 6%. Difference of stability (CBR) between ekspansif soil of with addition of chalk to 10,184%. Influence of addition of lime soil of ekspansif compacted to stability (CBR) assign value very his influence, especially until addition of lime stone rate to 4% to 6%.

Keyword : Ekspansif soil, lime stone, procentace, CBR, Direct shear.

Abstrak: Perilaku tanah sangat dipengaruhi oleh kadar air yang dikandungnya, salah satu jenis tanah yang mempunyai banyak masalah dalam pembangunan konstruksi pada umumnya dan konstruksi jalan khususnya adalah tanah ekspansif. Tanah jenis ini mempunyai sifat kembang-susut sangat tinggi, pada penelitian ini tanah ekspansif akan ditambahkan beberapa prosen kapur sebagai pengikat mineral pembentuk utamanya, yaitu montmorilonite. Sebagai material timbunan, bentuk uji stabilitas yang digunakan adalah CBR dan uji geser langsung (Direct shear). Metode yang digunakan adalah uji coba di laboratorium menurut beberapa standar ASTM. Kesimpulan yang didapat adalah : Besarnya stabilitas (CBR) tanah ekspansif yang belum ditambahkan kapur padam namun telah melalui proses pemasatan Standard Compaction mempunyai nilai CBR sebesar 2,316 %. Besarnya nilai CBR sebagai bentuk stabilitas dari tanah ekspansif yang ditambahkan kapur padam dari 3%, 6%, 9%, dan 12% sebagai mateial timbunan, mendapatkan CBR maksimum sebesar 12,5 % pada saat kadar kapur optimum antara 4% sampai dengan 6%. Perbedaan stabilitas (CBR) antara tanah ekspansif dengan tanah ekspansif dengan penambahan kapur sebesar 10,184%. Pengaruh penambahan kapur pada tanah ekspansif yang dipadatkan terhadap stabilitas (CBR) memberikan nilai sangat signifikan pengaruhnya, terutama sampai penambahan kadar kapur padam sebesar 4% s/d 6%.

Kata kunci : Tanah ekspansif, kapur padam, prosentase, CBR, Geser langsung.

PENDAHULUAN

Salah satu jenis tanah yang mempunyai banyak masalah dalam pembangunan konstruksi pada umumnya dan konstruksi jalan khususnya adalah tanah ekspansif. Tanah jenis ini mempunyai sifat kembang-susut sangat tinggi dan tergantung pada mineral pembentuknya (Coduto, D.P, 1994). Tanah ekspansif akan mengembang dan memberikan tekanan yang dapat merusak konstruksi

diatasnya apabila terjadi perubahan kadar airnya. Pada umumnya komposisi tanah berisi lebih dari satu macam, misalnya terdiri dari clay, silt, sand dll. Tanah akan menjadi ekspansif jika lempung (clay) banyak mengandung mineral Montmorilonite.

Dalam stabilisasi tanah atau *soil improvement* pada tanah ekspansif umumnya *treatment* diberikan ke pengurangan atau reduksi sifat mengembang dari mineral

Montmorillonite, yaitu dengan batu gamping (*lime stone*). Bahan stabilisasi ini mudah ditemukan di berbagai daerah, karena merupakan produk usaha kecil di pedesaan.

Bahan stabilisasi tanah ekspansif salah satu yang dapat memberikan nilai efektif dan efisian adalah kapur padam dan merupakan batu kapur/ gamping (*Lime stone*) yang mengandung kalsium karbonat (CaCO_3). Batu yang dipanaskan pada suhu $\pm 980^\circ \text{C}$, karbon dioksidanya keluar dan tinggal kapurnya saja (CaO). Kapur hasil pembakaran ini bila dicampur dengan air akan mengembang dan retak-retak dan hasilnya adalah kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Apabila kalsium hidrat ini dicampur dengan air maka diperoleh mortel kapur, di udara terbuka mortel kapur menyerap karbon dioksida (CO_2), dengan proses kimia menghasilkan CaCO_3 yang bersifat keras dan tidak larut dalam air. Pada reaksi hidrasi semen, akan dihasilkan kapur bebas $\text{Ca}(\text{OH})_2$ atau kapur padam. Kapur padam ini bila direaksikan (ditambah) silikat atau aluminat akan membentuk suatu gel sebagai bahan pengikat (Faisal Fathani. T dan Agus Darmawan Adi, 1999).

Pemadatan adalah suatu upaya memaksa butir-butir tanah untuk lebih mendekat secara relatif satu sama lain dengan daya pemadatan tertentu. Pemadatan ini dimaksudkan untuk : memperoleh nilai kepadatan (*density*) yang lebih besar, meningkatkan kekuatan geser, menurunkan angka permeabilitas, mempercepat konsolidasi (Terzaghi, 1948 dalam Braja M. Das, 1991).

Agar diperoleh hasil yang sebaik-baiknya, dalam upaya melakukan pemadatan diperlukan sejumlah air sebagai pelumas agar butir-butir tanah dapat lebih mendekat satu

sama lain. Apabila air yang diperlukan kurang dari yang seharusnya maka nilai kepadatan akan kecil, dan sebaliknya apabila terlalu banyak air maka nilai kepadatan yang diperoleh akan turun lagi. Jadi air yang diperlukan harus optimal untuk mendapatkan kepadatan yang maksimal (Bowles, 1987).

Tujuan penelitian ini adalah :

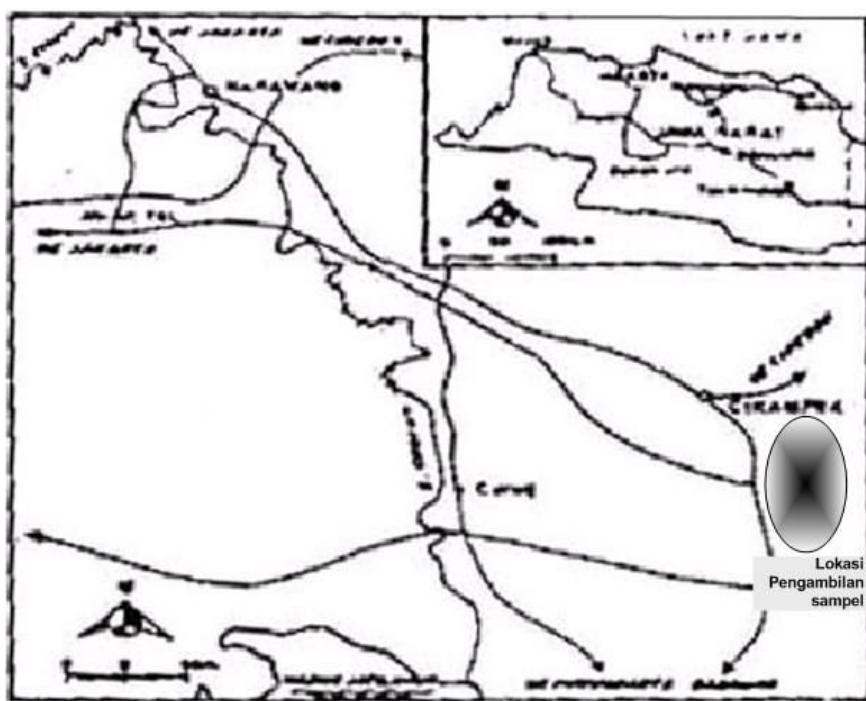
1. Untuk mengetahui besarnya stabilitas (CBR) dan pengembangan (*swelling*) tanah ekspansif yang dipadatkan menurut Standard Compaction tanpa penambahan kapur.
2. Untuk mengetahui besarnya stabilitas (CBR) dan pengembangan (*swelling*) tanah ekspansif yang diberi penambahan kapur sebesar 3%; 6%; 9%, dan 12%.
3. Mengetahui perbedaan stabilitas (CBR) dan pengembangan (*swelling*) antara tanah ekspansif, tanah ekspansif dengan penambahan kapur.
4. Mengetahui pengaruh penambahan kapur pada tanah ekspansif yang dipadatkan terhadap stabilitas (CBR) dan pengembangan (*swelling*).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian ini adalah metode eksperimen dengan jenis penelitian deskriptif-asosiatif dan deskriptif-komparatif. Metode ini bertujuan untuk menyelidiki ada-tidaknya hubungan sebab akibat serta berapa besar hubungan sebab-akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyediakan kontrol untuk perbandingan (Moh. Nazir, 1988). Eksperimental dilakukan dengan membuat percobaan pada beberapa sample,

pengujian awal dilakukan terhadap sample tanah untuk mendapatkan soil propertiesnya dan pemedatan awal untuk mendapatkan kadar air optimum (w_{opt}) dan berat isi kering (γ_{dry} maks). Pengujian pemedatan selanjutnya dilakukan terhadap lempung ekspansif dan lempung ekspansif dengan berbagai formasi penambahan kapur, pengujian pemedatan dilakukan dalam menurut *standard compaction* (ASTM, 1980). Penambahan kapur dilakukan

dengan komposisi 3%; 6%; 9%; dan 12% dari lempung ekspansif, uji CBR laboratorium (soaked dan ansoaked) sebagai bentuk stabilisasi akan diujikan kesemuanya formasi tersebut. Sebagai material penelitian diambil dari daerah Cipularang, Karawang, lokasi pemgambilan sampel seperti pada gambar 1, sedangkan diagram alir penelitian diuraikan seperti pada gambar 2.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan sampel

Alat Penelitian.

Peralatan penelitian yang dipergunakan dalam kegiatan ini menyangkut peralatan pengujian di laboratorium dan pengambilan sample di lapangan. Untuk alat pegambilan sample dilapangan terdiri dari : Cangkul, Sekop dll.

Alat pengujian di laboratorium terdiri dari: Alat saringan (analisa ayakan); Compaction lengkap *standard compaction*; Alat uji Atterberg; Alat uji CBR

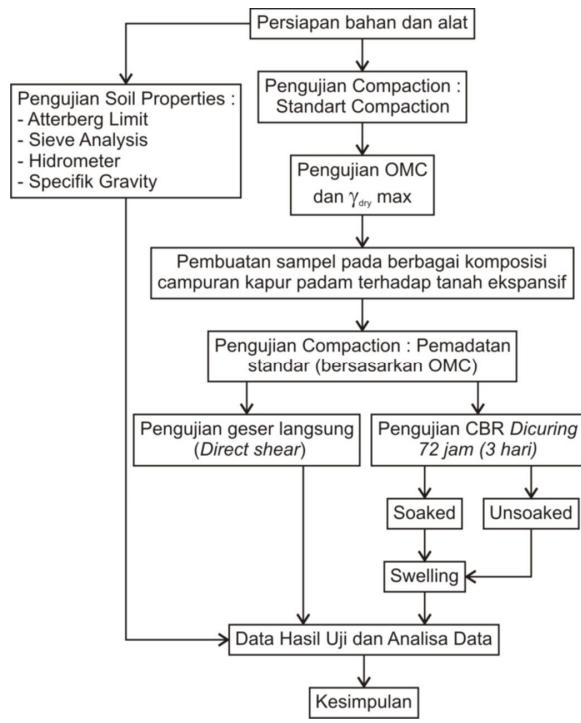
Teknik Pengumpulan Data

Data awal diperoleh dari pengujian *soil properties* untuk mengklasifikasi jenis tanah, pengujianya terdiri dari : Atterberg limit, analisa ayakan, Gs, uji geser langsung. Pengujian compaction awal dilakukan untuk mendapatkan γ_{dry} mak dan w_{opt} sebagai dasar pengujian berikutnya yang terdiri dari : compaction dan CBR (soaked dan unsoaked) terhadap formasi penambahan kapur (*lime stone*).

Evaluasi Data

Evaluasi data dilakukan terhadap masing-masing sampel, dimana 1 sampel dibuat sebanyak 3 buah, yaitu :

- Merata-ratakan dari ke 3 buah sampel dari 1 jenis pengujian (formasi penambahan kapur/*lime stone*)



Gambar 2. Diagram alir penelitian

- Nilai rata-rata ini yang mewakili nilai dari 1 jenis pengujian (formasi penambahan kapur/*lime stone*)

Analisa Data

Sesuai penelitian deskriptif-asosiatif dan deskriptif-komparatif, analisis data dilakukan dengan membandingkan besarnya stabilitas (*CBR*) dan *swelling* tanah ekspansif yang dipadatkan menurut *Standard Compaction* terhadap formasi pemasukan (Pengumpulan data diatas) yang terdiri dari :

- Besarnya *CBR* dan *swelling* tanah ekspansif yang tidak diberi tambahan kapur (*lime stone*).

- Besarnya *CBR* dan *swelling* tanah ekspansif yang diberi penambahan kapur (*lime stone*) sebanyak 3%; 6%; 9%; dan 12% dari berat sample tanah ekspansif.
- Perbedaan *CBR* dan *swelling* antara tanah ekspansif, tanah ekspansif dengan penambahan kapur (*lime stone*) sebanyak 3%; 6%; 9%; dan 12%.
- Pengaruh penambahan kapur (*lime stone*) pada tanah ekspansif yang dipadatkan terhadap stabilitas *CBR* dan *swelling*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Engineering Properties

Melalui pengujian sesuai standard ASTM yang berlaku dengan urut-urutan sesuai diagram alir pada metode pengujian dihasilkan parameter teknik tanah, uji ini hanya dilakukan dengan uji pemasukan (*standard compaction test*) dan uji geser langsung (*direct shear test*). Hasil pengujian indek properties tanah asli diberikan dalam tabel 1, sedangkan hasil uji campuran tanah ekspansif dengan *lime stone* (kapur padam) seperti pada tabel 2.

Tabel 1. Hasil Pengujian Indek Properties Tanah Asli

Parameter Fisik	Kedalaman
	(0 – 1,0 m)
A. Indek Properties	
1. Batas cair (LL)	40,00
2. Batas plastis (PL)	30,00
3. Indek plastisitas (IP)	10,00
4. Spesific gravity (Gs)	2,66
B. Komposisi ukuran partikel	
Analisa Saringan :	
▪ Tertahan saringan No. 200 (%)	64,67
▪ Lolos saringan No. 200 (%)	35,33
Hidrometer :	
Kadar lempung (%)	6,00
Klasifikasi tanah (USCS)	Tanah pasir halus
C. Soil engineering Test	
Pemasukan standar :	
▪ Kadar air optimum (%)	29,25
▪ Berat isi kering maksimum (γ_{dry}) t/m ³	1,391
CBR Design (95 % MDD)	
Soaked / rendaman (%)	12,50
Kuat geser tanah	
▪ c	0,0147
▪ $\phi(^{\circ})$	20,460

Pembahasan Pengujian Tanah Ekspansif dengan Kapur Padam

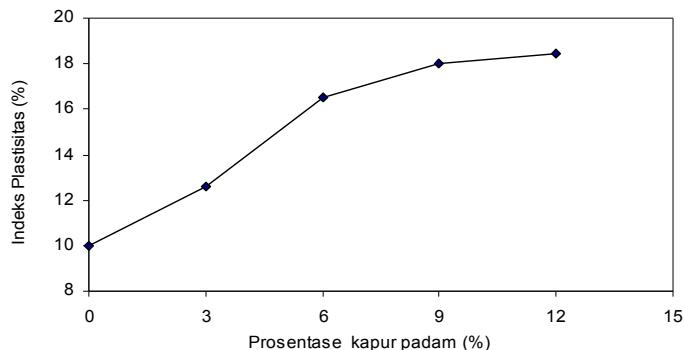
Atterberg Limit, Campuran Tanah Ekspansif dan Kapur Padam

Berdasarkan indeks plastisitas (IP) terhadap penambahan kadar kapur padam (lime), tanah ekspansif mengalami peningkatan indeks plastisitas (IP) bersamaan dengan penambahan kadar kapur padam. Penambahan

kadar kapur yang dapat mempengaruhi IP pada kondisi cukup signifikan hanya sampai penambahan 6% (Gambar 3). Pada penambahan kadar kapur lebih dari 6%, perubahan IP sangat kecil, yaitu 9,34% (dari penambahan kapur 6% ke 9%), sedangkan penambahan kadar kapur 6% mampu menambah IP sebesar 30,87% sehingga pada kondisi ini merupakan IP tanah optimum.

Tabel 2. Hasil pengujian Soil properties tanah dan Engineering properties

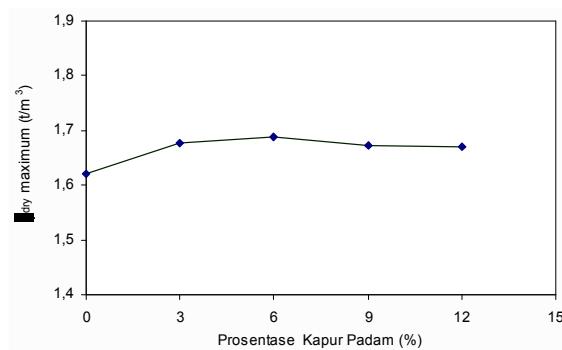
% kadar kapur padam	Berat jenis	Atterberg Limit			Pemadatan		CBR rendam		Kuat geser tanah	
		LL (%)	PL (%)	IP (%)	ω_{opt} (%)	γ_{dry} (t/m^3)	Atas (%)	Bawah (%)	c	ϕ (°)
3	2,817	44,5	31,892	12,608	23,735	1,676	21,62	39,08	0,042	25,2
6	2,924	49,0	32,500	16,500	25,238	1,688	54,80	46,50	0,099	13,8
9	2,984	47,0	28,959	18,041	23,615	1,673	63,40	75,56	0,084	18,5
12	2,987	47,0	28,571	18,429	19,459	1,671	66,90	89,30	0,039	32,7



Gambar 3. Hubungan kadar kapur padam terhadap indeks plastisitas

Campuran Tanah Ekspansif dan Kapur Padam

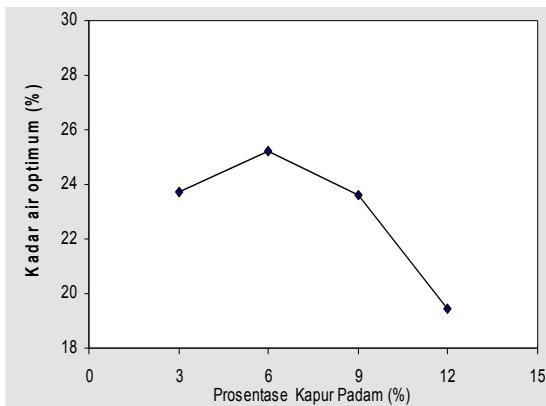
Nilai berat isi kering ($\gamma_{dry,max}$) campuran tanah ekspansif dengan kapur padam semakin meningkat, penambahan kadar kapur padam sampai dengan 6 % (Gambar 4) merupakan kondisi optimum yang dapat memberikan penambahan berat isi kering terbesar, yaitu sebesar $1,688 \text{ t/m}^3$. Pada penambahan kadar kapur padam 9%, berat isi kering tanah ekspansif mengalami penurunan dan penambahan kadar kapur 12% berat isi kering tanah tidak mengalami perubahan atau penambahan kadar kapur pada tidak mempengaruhi besarnya berat isi kering tanah ekspansif (γ_{dry}).



Gambar 4. Hubungan kadar kapur padam dengan berat isi kering (γ_{dry})

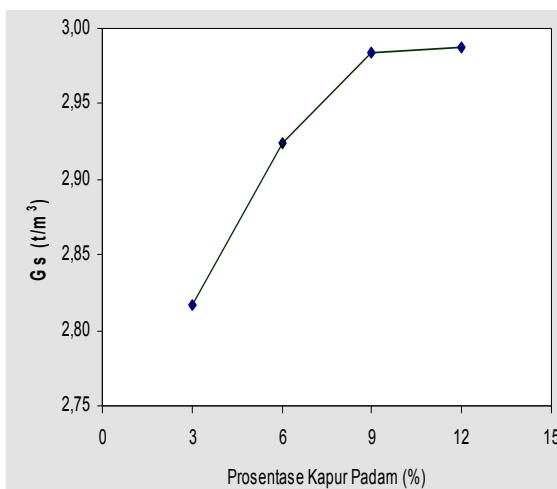
Prosentase kadar air optimum untuk campuran tanah ekspansif dengan kapur padam tercapai antara 19,459 % s/d 25,238 % (Gambar 5). Nilai berat isi kering maksimum ($\gamma_{dry,max}$) campuran tanah ekspansif dengan

kapur padam dicapai pada penambahan kapur padam antara 4 % s/d 6%.



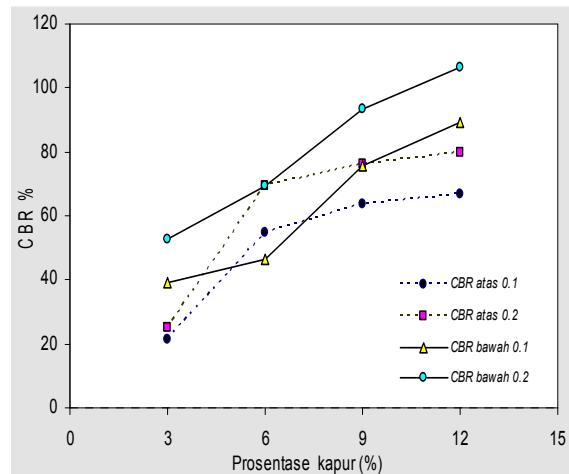
Gambar 5. Hubungan kadar kapur padam dengan kadar air optimum

Berdasarkan grafik berat jenis tanah (G_s) terhadap penambahan kadar kapur padam (lime), tanah ekspansif mengalami peningkatan berat jenis tanah bersamaan dengan penambahan kadar kapur padam. Penambahan kadar kapur yang dapat mempengaruhi G_s pada kondisi cukup signifikan hanya sampai penambahan kadar kapur 9% (Gambar 6). Pada penambahan kadar kapur lebih dari 9%, perubahan G_s sangat kecil. Nilai berat jenis optimum tercapai pada penambahan kadar kapur padam sebesar 9 % yaitu sebesar 2,98.



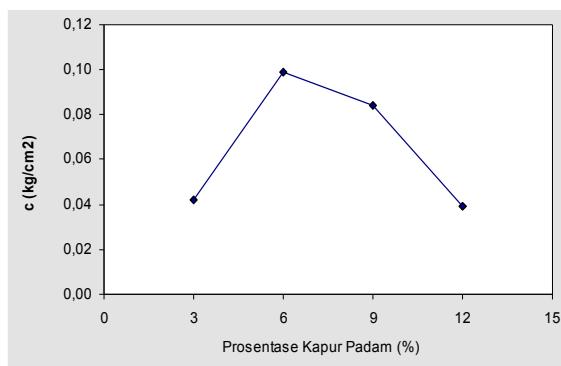
Gambar 6. Hubungan kadar kapur padam dengan berat jenis tanah

Berdasarkan grafik CBR terhadap penambahan kadar kapur padam (lime), tanah ekspansif mengalami peningkatan CBR tanah bersamaan dengan penambahan kadar kapur padam. Peningkatan nilai CBR campuran kapur padam dengan tanah ekspansif tidak melonjak tinggi setelah kadar kapur diatas 6% pada uji CBR atas dan 9% pada uji CBR bawah (Gambar 7). Penambahan kadar kapur padam lebih besar dari pada 9 % hanya memberikan perubahan CBR ralatif kecil. Dengan demikian nilai stabilitas tanah ekspansif sebagai material timbunan dicapai pada nilai CBR optimum pada penambahan kadar kapur padam antara 6% s/d 9%.



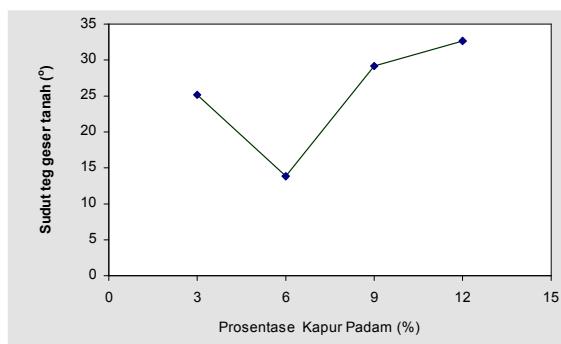
Gambar 7. Hubungan nilai CBR terhadap kadar kapur padam

Nilai kohesi tanah pada uji geser langsung terhadap prosentase kadar kapur padam meningkat sampai dengan penambahan kadar kapur sebesar 6%, pada penambahan kadar kapur diatas 6% akan memberikan nilai kohesi tanah cenderung menurun terus (Gambar 8). Dengan demikian nilai kohesi maksimum dicapai pada kondisi penambahan kadar kapur optimum, yaitu pada kadar kapur padam sebesar 6% dan nilai kohesi sebesar $0,098 \text{ t/m}^2$.



Gambar 8. Hubungan kohesi tanah terhadap kadar kapur padam

Nilai sudut geser tanah (ϕ) pada uji geser langsung terhadap prosentase kadar kapur padam menurun sampai dengan penambahan kadar kapur sebesar 6%, pada penambahan kadar kapur diatas 6% akan memberikan sudut geser tanah (ϕ) pada uji geser langsung cenderung positif (Gambar 9). Dengan demikian nilai sudut geser tanah (ϕ) pada uji geser langsung maksimum dicapai pada kondisi penambahan kadar kapur optimum, yaitu pada kadar kapur padam sebesar 6% dan nilai sudut geser tanah (ϕ) sebesar 13,8.



Gambar 9. Hubungan antara sudut geser tanah terhadap kapur padam

KESIMPULAN

1. Besarnya stabilitas (CBR) tanah ekspansif yang belum ditambahkan kapur padam namun telah melalui proses pemanatan

Standard Compaction mempunyai nilai CBR sebesar 2,316 %.

2. Besarnya nilai CBR sebagai bentuk stabilitas dari tanah ekspansif yang ditambahkan kapur padam dari 3%, 6%, 9%, dan 12% sebagai material timbunan, mendapatkan CBR maksimum sebesar
3. 12,5 % pada saat kadar kapur optimum antara 4% sampai dengan 6%.
4. Perbedaan stabilitas (CBR) antara tanah ekspansif dengan tanah ekspansif dengan penambahan kapur sebesar 10,184%.
5. Pengaruh penambahan kapur pada tanah ekspansif yang dipadatkan terhadap stabilitas (CBR) memberikan nilai sangat signifikan pengaruhnya, terutama sampai penambahan kadar kapur padam sebesar 4% s/d 6%.

SARAN

Penelitian ini dilanjutkan dengan interval penambahan kadar kapur padam lebih halus lagi, yaitu sebesar 2%, termasuk nilai swellingnya.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM, 1980., *Annual Book of ASTM Standards*, Philadelphia, American Society for Testing and Material, Part 19.
- Braja M. Das, 1991., *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik)* Jakarta, Erlangga.
- Coduto, D.P, 1994., *Foundation Design: Principles and Practices*, New Jersey, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs.
- Faisal Fathani. T dan Agus Darmawan Adi, 1999., *Perbaikan Sifat Lempung Ekspansif dengan Penambahan Kapur*, Seminar Nasional Geoteknik '99, Yogyakarta.

Joseph E Bowles, 1987., ***Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)***, Jakarta, Erlangga.

Nasir. Moh, 1988., ***Metode Penelitian***, Jakarta, Ghalia Indonesia.

Wesley L.D, 1988., ***Mekanika Tanah***, Jakarta, Badan Penerbit Pekerjaan Umum.