

**PENGARUH WAKTU PEMERAMAN DENGAN PENAMBAHAN KAPUR
SEBAGAI BAHAN ADDITIVE PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF
TERHADAP NILAI CBR TANAH**

Trissiyana

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Antakusuma
Jl. Iskandar No. 63 Kode Pos 74112 Pangkalan Bun

ABSTRACT

Expansive clay land is a land that has high tide development; an easy land to expand if the land is wet in the rain season and will shrink if the land is dry in the dry season. Development and shrinkage happens because of water content alteration in the land caused the change of land volume, it is also influenced by mineral content; montmorillonite and illite clay mineral.

High tide development in the land effects problems such as soil erosion, damage of surface construction, crack and surging way, these conditions can be found in Palingkau village of Pangkalan Bun. Due to that, it needs reparation of land quality in order the expansive clay land can have good support capability and can defend permanent volume alteration.

One of the alternative expansive clay land reparation to stabilize the land is to add lime as the additive substance with 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, and 12.5% various percentage of adding lime. Lime is often used to stabilize the land. Whereas curing time gives the lime chance to bind up with solid calcium silicate land so it will be water barrier.

To know whether the compound land + lime and curing time influence water level then laboratory testing is carried out. It was found 48.71% plasticity index in the first testing of the pure land. It meant the land was expansive clay land, then the compound land + lime testing found the lowering of plasticity index about 79.59% with the IP value 9.94% in compound of the pure land + 12.5% lime. The optimum water level could be stated that tend to rise about 24% and weight of dry volume was tend to descend about 1.225 kg/cm³ in the compound + 12.5% lime. It was found 30% optimum value of CBR design in the compound land + 12.5% lime with 14 days of long hatch time in CBR testing in the compound land + lime.

In hypothesis testing, it was found that $F_{count} > F_{table}$ in every testing using EXCEL program, so that it could be concluded H_a was accepted and H_o was rejected. It meant that there was influence of adding lime towards IP value and solidity, and also found the influence of curing time with adding lime as additive substance towards value of CBR land.

Keywords: curing time, lime CBR land

PENDAHULUAN

Tanah merupakan salah satu elemen penting sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil, disamping itu tanah berfungsi juga untuk mendukung suatu konstruksi sipil seperti pondasi bangunan gedung.

Tanah diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok yaitu kerikil (gravel), pasir (sand), lanau (silt), dan lempung (clay) menurut ukuran butir-butirnya. Dari kelompok tersebut, jenis lempung mempunyai butiran lebih kecil dari 0,002 mm, yang terdiri dari kelompok-kelompok mineral seperti monmorillonit, Illite, kaolinite, dan polygorskite. Jenis mineral lempung Monmorillonite mengandung nH_2O dan termasuk dalam Smectite mineral. Lamanya ikatan Van Der Waal menyebabkan jarak antar unit mudah melebar jika dimasuki air, sehingga tanah yang mengandung Montmorillonite akan memiliki sifat ekspansif.

Penelitian ini menggunakan contoh tanah lempung ekspansif yang mengandung mineral Monmorillonite dan illite diambil dari Desa Pelingkau Pangkalan Bun Kalimantan Tengah, karena tanah tersebut mempunyai kembang susut yang tinggi, sehingga

merusak konstruksi di atasnya. Pada penelitian ini ditekankan pada pengaruh waktu pemeraman dengan penambahan kapur sebagai bahan additive yang sering digunakan untuk stabilisasi tanah karena adanya reaksi kimiawi antara kapur dan silica yang terdapat pada tanah, sebagai usaha untuk memberikan perbaikan pada tanah tersebut dilihat dari faktor daya dukung tanah lempung ekspansif terhadap nilai CBR tanah.

Tujuan dari penelitian ini adalah: (1) untuk mengetahui pengaruh waktu pemeraman pada campuran tanah lempung ekspansif dan kapur terhadap nilai CBR tanah; (2) Untuk mengetahui pengaruh penambahan kapur terhadap nilai CBR tanah; (3) untuk memperoleh alternative terbaik yang dapat digunakan untuk perbaikan tanah lempung ekspansif; (4) Memberikan informasi data hasil pengujian tanah lempung ekspansif di daerah Desa Pelingkau Pangkalan Bun Kalimantan Tengah.

METODE PENELITIAN

Lokasi, Waktu dan Kegiatan Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Dinas PU Kabupaten

Kotawaringin Barat dari bulan September sampai dengan Oktober 2009. Bahan penelitian yang digunakan adalah tanah lempung ekspansif yang diambil dari Desa Pelingkau Pangkalan Bun dan kapur padam ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).

Kegiatan yang dilaksanakan dalam penelitian, meliputi: Studi Pustaka, pengumpulan data (Pengujian dilaboratorium), pengolahan data dan analisis data serta pembuatan laporan.

Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan terdiri atas :

- (1) Data primer merupakan data utama yang diperoleh berdasarkan penelitian/pengujian di laboratorium;
- (2) Data Sekunder adalah data pelengkap bagi data primer yang ada, yang diperoleh peneliti dari berbagai buku-buku yang ada relevansinya.

Teknik pengumpulan data, yaitu: (1) studi pustaka, bertujuan untuk mengkaji hubungan variable yang akan diteliti dengan mempelajari teori-teori yang ada untuk dapat dirumuskan dalam hipotesis penelitian; (2) studi eksperimen, dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan yang akan dianalisa secara statistic untuk menguji hipotesis sehingga didapat kesimpulan akhir. Pengujian yang dilakukan, yaitu : (1) Pengujian

Batas-batas Atterberg untuk mengetahui batas cair dan batas plastis dari tanah asli maupun tanah campuran; (2) Pemadatan Standart (Compaction Test) untuk mengetahui hubungan antara kadar air optimum dan kepadatan tanah maksimum; (3) Pengujian CBR Laboratorium untuk menentukan CBR tanah dan campuran tanah agregat yang dipadatkan dilaboratorium pada kadar air tertentu.

Analisis Data

Pengolahan dan analisis data menggunakan teknik statistic. Pada uji regresi digunakan program EXCEL yang diharapkan dapat memberikan gambaran ada atau tidaknya pengaruh waktu pemeraman dengan penambahan kapur dan jumlah air yang ditambahkan dengan kadar yang berbeda terhadap nilai variable terikat yang diamati.

Uji Hipotesis

Penelitian ini menggunakan uji hipotesa jenis F (Fishear) dengan menggunakan program Anova, dimana uji hipotesa ini akan menghasilkan jawaban dari beberapa hipotesa penelitian yang telah ditetapkan pada hipotesa penelitian.

Nilai F_{hitung} digunakan untuk menguji hipotesa :

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima, artinya model regresi dapat diandalkan atau diterima.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Atterberg Limit Test

Dari Atterberg Limit Test yang dilakukan di laboratorium pada tanah asli + kapur diperoleh nilai-nilai Batas Cair dan Batas plastis. Indeks Plastisitas yang didapat dari selisih antara Batas Cair dan Batas Plastis. Hasil pengujian ditabelkan pada Tabel 1:

Tabel 1. Hasil pengujian Batas-batas Atterberg

No.	Campuran	Batas Cair (%)	Batas Plastis (%)	Indeks Plastisitas (%)
1	Tanah Asli	91.20	42.49	48.71
2	Tanah + kapur 2.5%	66.4	41.21	25.19
3	Tanah + kapur 5%	64.0	42.29	21.71
4	Tanah + kapur 7.5%	61.1	44.07	17.03
5	Tanah + kapur 10%	58.5	45.15	13.35
6	Tanah + kapur 12.5%	57.2	47.26	9.94

Hasil pengujian batas-batas konsistensi (Atterberg Test) pada tanah asli memperlihatkan bahwa nilai batas cair sebesar 91.20% dan batas plastis

sebesar 42.49% dengan nilai indeks plastisitas sebesar 48.71% adalah mempunyai masalah ekspansif (kembang susut tinggi) karena memiliki nilai $IP > 32$ adalah tanah yang memiliki masalah ekspansif.

Hasil pengujian batas-batas konsistensi (Atterberg Test) pada campuran tanah dengan variasi prosentase kadar kapur nilai batas cair cenderung menurun, batas plastis cenderung konstan, dengan nilai indeks plastisitas menunjukkan penurunan hingga 79.59% dari nilai IP tanah asli sebesar 48.71% sampai 9.94 pada campuran tanah asli + 12.5% kapur.

b. Compaction Test

Dari pengujian kepadatan standar didapat nilai-nilai kadar air optimum dan berat isi kering tiap campuran yang ditabelkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kepadatan Standart

No.	Campuran	Kadar Air Optimum	Berat Isi Kering
1	Tanah + kapur 2.5%	18	1.305
2	Tanah + kapur 5%	18	1.295
3	Tanah + kapur 7.5%	22	1.275
4	Tanah + kapur 10%	22.5	1.255
5	Tanah + kapur 12.5%	24	1.225

Dari hasil pengujian kepadatan standar, kadar air optimum dapat

dikatakan cenderung naik, karena semakin banyak prosentase penambahan kapur semakin banyak pula kadar air yang diperlukan campuran tanah + kapur untuk mencapai kadar air optimum. Hal ini disebabkan oleh terjadinya peristiwa absorbs atau penyerapan air yang lebih banyak karena bertambahnya kapur pada massa tanah. Berat isi cenderung menurun seiring dengan kenaikan prosentase penambahan kapur hingga

6.13% pada campuran tanah + 12.5% kapur yaitu 1.225 kg/cm^3 . Penurunan berat isi kering kering lempung yang cukup terpencair akibat penambahan kapur dan kadar air optimum yang tinggi sehingga menghasilkan kepadatan kering yang rendah.

c. Pengujian CBR Laboratorium

Hasil pengujian CBR laboratorium pada tiap tumbukan pada masing-masing pemeraman dan campuran dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian CBR pada setiap campuran

No.	Campuran	Waktu Pemeraman	CBR (%)			CBR Desain
			10 pk	25 pk	56 pk	
1	Tanah + kapur 2.5%	0	12.0	21.77	32.44	6
		3	12.67	32.0	50.22	8
		7	19.33	34.0	52.0	11
		10	22.67	49.33	58.67	13
		14	27.33	57.33	62.0	15
2	Tanah + kapur 5%	0	12.89	29.67	37.33	7
		3	16.89	36.89	48.44	10
		7	22.33	43.56	55.56	12
		10	27.33	52.89	67.56	16
		14	29.33	65.56	74.67	19
3	Tanah + kapur 7.5%	0	10.0	25.78	38.0	10
		3	10.22	45.33	52.67	13
		7	14.22	55.78	61.33	18
		10	16.89	62.67	67.11	19
		14	22.0	63.33	68.67	21
4	Tanah + kapur 10%	0	12.44	31.11	40.22	13
		3	16.0	51.78	56.0	18
		7	18.67	54.44	59.33	22
		10	23.0	59.11	69.56	27
		14	27.56	72.0	76.89	28
5	Tanah + kapur 12.5%	0	7.33	22.67	43.56	16
		3	10.44	36.22	57.56	19
		7	13.33	51.56	67.11	25
		10	16.67	64.0	70.44	28
		14	18.44	67.78	74.44	30

Kecenderungan yang terjadi pada CBR desain adalah semakin besar prosentase penambahan kapur semakin meningkatkan nilai CBR. Peningkatan nilai CBR desain ini dikarenakan penambahan kapur pada tanah lempung ekspansif memperkecil nilai IP akan mempermudah proses pemadatan tanah, yang berarti meningkatkan daya dukung tanah. Demikian pula dengan waktu pemeraman, semakin lama pemeraman maka akan semakin besar pula nilai CBR desain yang terjadi, karena lama

pemeraman akan memberikan kesempatan kepada kapur untuk mengadakan reaksi pengikatan dengan tanah yang menghasilkan Calcium Silicate yang keras dan padat dan akan membentuk Water Barrier (kedap air), sehingga nilai CBR desain maksimum sebesar 30% didapat dari campuran tanah asli + 12.5% kapur dengan waktu pemeraman selama 14 hari dengan prosentase kenaikan sebesar 87% dari nilai CBR desain pada 0 hari sebesar 16%.

Tabel 4. Hasil Uji Hipotesa dengan program EXCEL

No.	Pengujian	F_{hitung}	F_{tabel}	Keterangan
1	Plastisitas	1373.745	10.13	$F_{hitung} > F_{tabel}$, H_a diterima dan H_o ditolak
2	Kepadatan	100	10.13	$F_{hitung} > F_{tabel}$, H_a diterima dan H_o ditolak
3	CBR desain terhadap penambahan kapur	76.061	3.01	$F_{hitung} > F_{tabel}$, H_a diterima dan H_o ditolak
4	CBR desain terhadap waktu pemeraman	94.476	3.01	$F_{hitung} > F_{tabel}$, H_a diterima dan H_o ditolak

Tabel 5. Hasil Analisa Regresi untuk CBR desain

No.	Prosentase Campuran	Persamaan Regresi	R^2	r
1	Tanah + kapur 2.5%	$Y = -0,0103x^2 + 0,7989x + 5,8936$	0,9986	0,9992
2	Tanah + kapur 5%	$Y = 0,00067x^2 + 0,7601x + 7,156$	0,9861	0,993
3	Tanah + kapur 7.5%	$Y = -0,0401x^2 + 1,357x + 9,8114$	0,9894	0,9947
4	Tanah + kapur 10%	$Y = -0,0488x^2 + 1,7828x + 12,933$	0,9845	0,9922
5	Tanah + kapur 12.5%	$Y = -0,0377x^2 + 1,58x + 15,528$	0,99	0,995

Berdasarkan hasil penelitian dilaboratorium, didapatkan data-data yang selanjutnya dianalisa untuk membuktikan hipotesis. Dari Hasil perhitungan uji F pada Indeks Plastisitas

diperoleh nilai $F_{hitung} = 1373.745 > F_{tabel} = 10.13$, H_a diterima dan H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh penambahan kapur pada tanah lempung ekspansif terhadap nilai indeks

plastisitas. Dari hasil analisa regresi yang didapat nilai regresi (r^2) = 0.9978 terbukti bahwa hubungan antara penambahan kapur dengan nilai Indeks Plastisitas adalah sangat erat.

Dari pengujian kepadatan standar diperoleh hasil uji hipotesis didapat nilai $F_{hitung} = 100 > F_{tabel} = 10.13$, H_a diterima dan H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh penambahan kadar kapur pada tanah lempung ekspansif terhadap nilai berat isi kering. Dari hasil analisa regresi diperoleh nilai regresi (r^2) = 0.9986 terbukti bahwa hubungan antara penambahan kapur dengan nilai berat isi kering adalah sangat erat.

Dari perhitungan uji F dua faktor pada CBR desain, dengan faktor prosentase penambahan kapur sebagai bahan additive dan faktor waktu pemeraman diperoleh nilai $F_{hitung} = 76.06 > F_{tabel} = 3.01$, H_a diterima dan H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh waktu pemeraman dengan penambahan kadar kapur pada tanah lempung ekspansif terhadap nilai CBR desain. Dari hasil analisa regresi diperoleh nilai regresi rata-rata 0.9897 yang membuktikan bahwa dengan penambahan kapur, hubungan antara

waktu pemeraman dengan nilai CBR desain adalah sangat erat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisa penelitian tanah asli maupun campuran tanah lempung ekspansif + kapur dapat diuraikan beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Tanah Asli

Tanah asli yang diuji dengan Atterberg Limit Test mempunyai nilai Liquid Limit Test mempunyai Liquid Limit Test 91,20%, Plastic Limit 42.49%, Plastic Limit 42.49%, Plasticity Index 48.71% merupakan tanah lempung ekspansif karena $PI > 32$.

2. Tanah Campuran

Dari prosentase campuran tanah + kapur 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, yang diuji dengan Atterberg Limit Test dan Compaction Test, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a) Nilai Indeks Plastisitas menunjukkan penurunan hingga 79.59% dari nilai IP tanah asli sebesar 48.71 sampai 9.94 pada campuran tanah asli + 12.5% kapur. Dari hasil uji hipotesis untuk Indeks Plastisitas dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan kapur dapat menurunkan nilai IP yang berarti tanah semakin baik karena hipotesis dapat dibuktikan.

b) Berdasarkan percobaan kepadatan standart diperoleh kadar air optimum sebesar 24% dengan kepadatan kering 1.225 kg/cm^3 pada campuran tanah + 12.5% kapur. Dari hasil uji hipotesis untuk kepadatan dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat pengaruh penambahan kapur terhadap nilai kepadatan karena hipotesis dapat dibuktikan.

Dari pengujian CBR campuran tanah + kapur dengan waktu pemeraman 0,3,7,10,14 hari diperoleh nilai maksimum pada prosentase campuran tanah + 12.5% kapur dengan waktu pemeraman 14 hari, yang dapat diuraikan sebagai berikut:

- a) Nilai CBR Desain pada campuran tanah + kapur tanpa pemeraman meningkat hingga 166.67 dari 6% sampai 16% seiring dengan meningkatnya prosentase penambahan kapur, jadi dapat disimpulkan bahwa penambahan kapur pada tanah lempung ekspansif akan meningkatkan nilai CBr tanah.
- b) Nilai CBR Desain pada tanah campuran tanah + kapur dengan waktu pemeraman semakin meningkat seiring dengan semakin lama waktu pemeraman. Sehingga

diperoleh nilai CBR Desain Optimum pada campuran tanah + 12.5% kapur dengan lama pemeraman 14 hari sebesar 30%. Jadi dapat disimpulkan bahwa waktu pemeraman pada campuran tanah lempung ekspansif dan kapur akan meningkatkan nilai CBR tanah.

- c) Dari hasil uji hipotesis untuk CBR Desain, dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan kapur dan waktu pemeraman dapat digunakan sebagai alternative untuk meningkatkan daya dukung tanah karena hipotesis dapat dibuktikan.

SARAN-SARAN

- a) Untuk penelitian selanjutnya prosentase campuran perlu ditambah dengan prosentase kapur lebih dari 12.5% dan waktu pemeraman juga ditambah dengan lama pemeraman lebih dari 14 hari, atau dapat juga dengan mengganti bahan additive yang digunakan untuk mendapatkan nilai CBR yang optimum.
- b) Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih akurat, pembuatan benda uji perlu diperbanyak.
- c) Untuk aplikasi dilapangan, proses pencampuran dan pemadatan diharapkan dapat diawasi dengan baik agar hasil dilapangan dapat

d) mendekati sama dengan hasil dilaboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E. (1984). **Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah**. McGraw Hill. Jakarta: Penerbit Airlangga.
- Christiady, Hary (1992). **Mekanika Tanah 1**. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Craig, R.F. dan Budi, Susilo S.(1989). **Mekanika Tanah**. Edisi Keempat. Jakarta: Erlangga.
- Das, B.M.(1993). **Mekanika Tanah. (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1 dan 2**. Jakarta: Erlangga
- Soedarmo, G. Djatmiko dan Purnomo, S.J. Edy(1997). **Mekanika Tanah 1**. Yogyakarta: Kanisius.
- Sudjana, (1995). **Desain dan Analisis Eksperimen**. Bandung: Penerbit PT. Tarsito.
- Wahyudi, Herman (1996). **Perilaku dan Permasalahan Tanah Ekspansif. Seminar Geoteknik**. Surabaya: Testana Engineering, Inc.
- Wesley, L.D. (1973) **Mekanika Tanah**. Jakarta: Badan Penerbitan Pekerjaan Umum.