

MENINGKATKAN NILAI CBR TANAH SUB-GRADE DENGAN STABILISASI TANAH KAPUR

Moch. Sholeh¹, Yunaefi²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang

¹moch.sholeh@gmail.com, ²yyunaefi@yahoo.com

Abstrak

Sifat-sifat tanah yang buruk dan kurang menguntungkan bila digunakan sebagai dasar suatu bangunan atau konstruksi jalan, antara lain plastisitas yang tinggi, kekuatan geser yang rendah, kemampatan atau perubahan volume yang besar dan potensi kembang susut yang besar. Berbagai cara digunakan untuk memperbaiki kekuatan dari tanah lempung ekspansif, diantaranya dengan penambahan bahan kimia (stabilisasi secara kimiawi). Perbaikan tanah yang pernah dilakukan ialah mencampur tanah dengan kapur namun hanya meninjau kerapatan kering (γ_d) saja. Tujuan penelitian adalah menjelaskan pengaruh penambahan kapur ke dalam tanah terhadap peningkatan nilai CBR, swelling, dan mengetahui prosentase kapur optimum sehingga diperoleh nilai CBR maksimum dan swelling minimum. Hasil pengujian swelling tanah asli menunjukkan nilai 9,14%, dengan ditambahkannya prosentase kapur maka nilai swelling menunjukkan penurunan. Dari hasil penambahan prosentase kapur menunjukkan penurunan terbesar terjadi pada penambahan kapur sebesar 12% yaitu sebesar 70,35%. Jadi dapat disimpulkan dengan penambahan kapur akan memperbaiki tanah asli karena memperkecil nilai swelling.

Kata-kata Kunci: plastic PET, kuat tekan, kuat tarik dan absorpsi beton

Pendahuluan

Pada umumnya semua bangunan teknik sipil dibuat atau didirikan di atas tanah dasar. Struktur dibuat sedemikian rupa agar mampu memikul beban dan stabil terhadap pengaruh gerakan tanah dasar sekelilingnya. Besarnya daya dukung dan perubahan bentuk tanah dasar akibat pembebanan yang dapat dianalisis dari data-data karakteristik tanah pada tempat fondasi akan diletakkan.

Faktor yang sangat penting dalam penentuan tebal perkerasan yang dibutuhkan pada suatu jalan adalah kekuatan lapisan tanah dasar (*sub-base soil*). Stabilitas tanah dasar sangat diperlukan untuk mendukung lapisan perkerasan jalan. Apabila tanah dasar untuk lapisan perkerasan jalan memiliki kuat dukung yang buruk seperti halnya pada tanah ekspansif, akan mengakibatkan konstruksi perkerasan jalan mudah rusak.

Pembangunan jalan diatas tanah lunak umumnya menghadapi masalah apabila tanpa perbaikan tanah, penurunan tanah berlangsung sangat lambat sehingga lambat laun akan terjadi *differential settlement* (beda penurunan) yang nyata. Karena penurunan ini perkerasan jalan lebih cepat rusak dari pada umur rencananya.

Yang dapat dilakukan adalah dengan memperbaiki kualitas tanah asli (stabilisasi). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Andrews dan Oflahery (Satrio, 1998), menunjukkan bahwa kapur lebih efektif sebagai bahan stabilisasi tanah dari pada semen, dan dapat dipakai untuk berbagai jenis tanah. Dalam Suryolelono (1999) menyatakan menambahkan abu sekam padi dan kapur juga meningkatkan sudut geser dalam tanah. Stabilisasi dengan kapur dan posolan cocok untuk tanah kohesif (Soedarmo dan Purnomo, 1997 dalam Wiqoyah, 2002). Penelitian yang pernah dilakukan adalah stabilisasi tanah Padangan dengan kapur Druju namun hanya meninjau kerapatan kering (γ_d) saja. Dari hasil penelitian yang pernah dilakukan adalah tanah jenis lempung dan mempunyai nilai kepadatan kering (γ) maksimum 2,49 (t/m^3), pada prosentase kapur optimum 10,80 (%) dan dengan kadar air 19 (%) (Warsiti, 1998)

Dari permasalahan tersebut mendorong peneliti melakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh stabilisasi tanah dengan kapur terhadap besarnya nilai California Bearing Rasio (CBR) dan Swelling (sifat muai dan susut). Tanah mengembang pada umumnya mempunyai ciri-ciri kembang susut yang besar, dimana tanah

akan mengembang bilamana tanah menjadi basah (pada musim penghujan) dan menyusut apabila kering (pada musim kering). Besarnya pengembangan dan penyusutan tanah tersebut biasanya tidak merata dari satu titik ke titik yang lain. Sehingga apabila digunakan untuk tanah dasar (*subgrade*) jalan akan menghasilkan suatu konstruksi yang tidak optimal hasilnya (cepat rusak). Untuk itu jika akan dipergunakan sebagai konstruksi jalan sebaiknya nilai Bearing Rasio dinaikkan agar mampu menahan beban di atasnya, dan kembang susut diturunkan (*swelling*) diturunkan agar volume tanah stabil bila kena hujan tidak mengembang dan sebaliknya bila musim kemarau tidak terjadi susut yang terlalu besar sehingga retak-retak pada jalan bisa dikurangi atau dihindarkan.

Kriteria yang digunakan adalah untuk menilai baik atau tidaknya stabilisasi berdasarkan faktor kekuatan tanah dengan menggunakan parameter kepadatan kering maksimum (γ_{dmak}) dan CBR, swelling. CBR merukan ukuran daya dukung tanah yang dipadatkan dengan daya pemadatan tertentu dan kadar air tertentu dibandingkan dengan beban standard pada batu pecah. Dengan demikian besarnya CBR adalah persentase atau perbandingan daya dukung tanah yang diteliti dan daya dukung batu pecah standard pada nilai penetrasi yang sama (0,1 inch dan 0,2 inch). CBR laboratorium diukur dalam dua kondisi yaitu kondisi tidak terendam (CBR unsoaked) dan dalam kondisi terendam (CBR soaked). Pada umumnya nilai CBR soaked akan lebih rendah dibandingkan nilai CBR unsoaked, namun yang dihadspi di lapangan sering terjadi dalam kondisi soaked, sehingga di dalam dalam perhitungan konstruksi bangunan maka nilai CBR soaked yang dipergunakan sebagai dasar perhitungan karena dalam kenyataannya air selalu mempengaruhi konstruksi bangunan.

Potensi mengembang tanah dengan berbagai nilai indek plastisitas (IP) dapat dilihat dalam **Tabel 1**. Terdapat dua alasan lempung menjadi perhatian, karena pertama cukup banyak masalah tanah dalam praktek rekayasa dan salah satunya masalah lempung. Yang kedua kapur hanya efektif sebagai bahan stabilisasi pada tanah yang mengandung lempung yang cukup tinggi.

Tabel 1. Potensi Pengembangan Berbagai Nilai Indeks Plastisitas.

Indeks Plastisitas (PI)	Potensi Pengembangan
0 – 15	Rendah
10 – 20	Sedang
20 - 35	Tinggi
>35	Sangat tinggi

Sumber: Chen, 1975 (dalam Lashari, 2000)

Tujuan penelitian adalah menjelaskan pengaruh penambahan kapur ke dalam tanah terhadap peningkatan nilai CBR, swelling, dan mengetahui prosentase kapur optimum sehingga diperoleh nilai CBR maksimum dan swelling minimum.

Metode Penelitian

Untuk menyelesaikan penelitian ini diperlukan beberapa tahapan, yaitu a) tahapan pendahuluan, dalam hal ini meliputi persiapan material yang akan diteliti yaitu tanah dari Padangan dan kapur dari Drujub) dilanjutkan dengan studi literature, misalnya mempelajari penelitian sejenis yang pernah dilakukan, teori-teori yang menunjang tentang stabilitas tanah, metode memperbaiki tanah, prosedur pengujian, dan teknik analisisnya. c) pengujian di laboratorium yang dimulai mempersiapkan bahan uji, menimbang prosentase kapur, mencampur tanah dengan masing-masing prosentase kapur, kemudian dimasukkan ke dalam plastic untuk diperam selama minimal sehari, kemudian pengujian CBR dan Swelling untuk masing-masing prosentase Swelling untuk masing-masing prosentase kapur sebanyak lima pengujian (**Tabel 2**).

Tabel 2. Matrik Pengujian

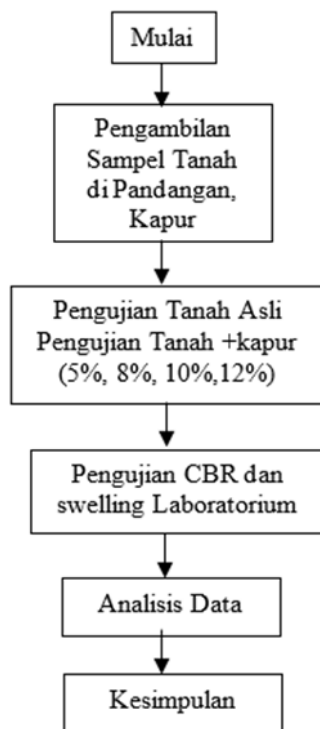
% Kapur	CBR				
0	X ₀₁	X ₀₂	X ₀₃	X ₀₄	X ₀₅
5	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	X ₂₅
8	X ₃₁	X ₃₂	X ₃₃	X ₃₄	X ₃₅
10	X ₄₂	X ₄₂	X ₄₃	X ₄₄	X ₄₅
20	X ₅₁	X ₅₂	X ₅₃	X ₅₄	X ₅₅

Begitu juga untuk data swelling dimana jumlahnya sebesar 25 buah.

Prosedur berikutnya adalah analisis data dimana analisis data ini meliputi kompilasi data, membuat regresi hubungan antara prosentase kapur dan besarnya CBR, regresi hubungan antara prosentase kapur dan besarnya swelling, menghitung besarnya prosentase kapur optimum agar diperoleh CBR maksimum dan swelling minimum dari regresi yang terbentuk. Untuk

lebih jelas metode penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1**.

Dalam menganalisa data dilakukan tahapan sebagai berikut: a) melakukan kompilasi data yaitu mengelompokkan data ke dalam masing-masing kelompok sesuai dengan persentase kapur yang dipergunakan, b) menentukan nilai rata-rata hasil uji CBR dan swelling dari masing-masing persentase kapur, c) menentukan regresi hubungan antara persentase kapur dan CBR dan menentukan persamaan regresinya, d) menentukan regresi hubungan antara persentase kapur dan swelling dan menentukan persamaan regresinya, e) menguji korelasi antara persentase kapur dengan CBR dan swelling, dan menentukan presentase optimum agar diperoleh CBR maksimum dan swelling minimum berdasarkan regresi yang diperoleh.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian laboratorium pada tanah asli yang diuji karakteristik fisiknya yang meliputi berat isi, batas-batas atterberg (batas cair, batas plastis, batas susut, plastisitas indek) dan distribusi butiran hasilnya pada **Tabel 3**. Pengujian sifat mekanis yang meliputi pengujian CBR dan pengujian swelling dilakukan dengan pengujian pemadatan Standard Proctor. Dan

hasilnya seperti pada **Tabel 4**.

Tabel 3. Karakteristik Fisik Tanah Asli

Pemeriksaan	Hasil
Berat isi (t/m^3)	2,49
Batas cair (LL)	54,74%
Batas plastis (PL)	20,72%
Batas susut (SL)	18,82%
Plasticity Index (PI)	34,02%
Lempung lolos ayakan no.200	59,06%
Spesifik Graviti	2,63
Kadar Air awal	7,44 %

Dari hasil pengujian fisik di atas dapat dikatakan bahwa jika tanah mempunyai nilai LL diantara 40 – 60 %, dan PI antara 25 – 41% menurut Chen (1975) tanah tersebut tergolong tanah lempung yang mempunyai tingkat pengembangan tinggi.

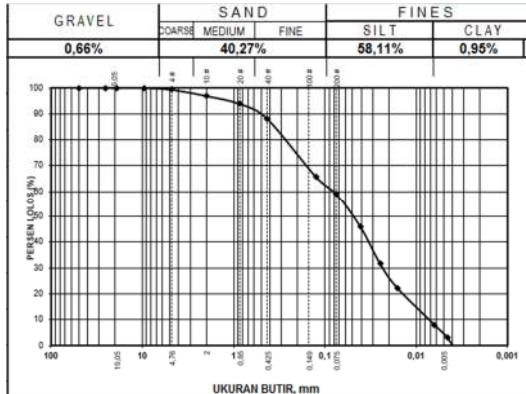
Tabel 4. Karakteristik Mekanik Tanah Asli

Pemeriksaan	Standar Proctor
Kadar air optimum (%)	17,88
Kepadatan Kering (t/m^3)	1,61
CBR unsoaked (%)	2,82%
CBR soaked (%)	2,12%
Derajat kejenuhan (%)	94,02%
Swelling Potensial (%)	9,06%

Dalam pengujian distribusi ukuran butir tanah asli dilakukan dengan percobaan analisa saringan dan analisa hydrometer. Hasil percobaan analisa saringan seperti pada **Tabel 5** dan **Gambar 2** yang menunjukkan nilai lolos saringan No.200 sebesar 59,06%.

Tabel 5. Hasil Analisa Saringan

ϕ (mm)	No Ayakan	Berat Tertahan		% Tertahan	% Lolos
		(gr)	(gr)		
50	2"				100
25,4	1"				100
19,05	3/4"				100
9,5	3/8"				100
4,76	4	10,849	1,329	0,6645	99,3355
2	10	14,285	4,765	2,3825	96,953
0,85	20	15,698	6,178	3,089	93,864
0,425	40	21,118	11,598	5,799	88,065
0,125	100	54,109	44,589	22,2945	65,7705
0,075	200	22,935	13,415	6,7075	59,063



Gambar 2. Grafik Distribusi Ukuran Butiran

Hasil Pengujian tanah asli dengan kapur dilakukan terhadap beberapa campuran tanah asli dan kapur dengan berbagai komposisi campuran (0%, 5%, 8%, 10%, 12%). Pengujian meliputi sifat-sifat mekanis berupa pengujian CBR, dan swelling.

Hasil pengujian CBR unsoaked dengan beberapa persentase kapur seperti pada Tabel 6. Pengujian swelling soaked dengan beberapa persentase kapur seperti pada Tabel 7, sedangkan hasil pengujian CBR dan swelling dengan beberapa persentase kapur pada Tabel 8.

Tabel 6. Hasil Pengujian CBR Unsoaked dengan beberapa Persentase Kapur

% Kapur	CBR Unsoaked (%)					
0	1,25	1,36	1,29	1,41	1,27	1,32
5	11,6	11,36	11,41	11,62	11,61	11,52
8	14,76	14,71	14,01	13,76	14,27	14,30
10	21,76	21,41	21,67	21,77	21,66	21,65
12	36,27	36,05	36,27	35,33	35,29	35,84

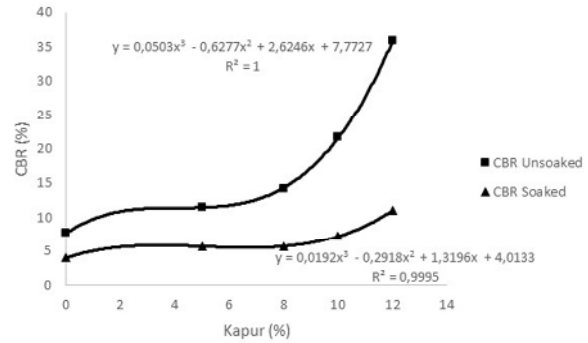
Tabel 7. Hasil Pengujian Swelling Soaked dengan beberapa Persentase Kapur

% Kapur	Swelling (%)					
0	9,14	9,27	8,33	9,3	9,01	9,01
5	7,23	6,69	6,91	6,72	6,21	6,75
8	4,43	5,81	4,42	4,43	4,23	4,66
10	3,38	2,53	3,55	3,55	3,71	3,34
12	2,7	2,27	2,55	2,35	2,51	2,48

Tabel 8. Hasil Pengujian CBR dan Swelling dengan beberapa Persentase Kapur

Jenis Penelitian	% Kapur				
	0	5	8	10	12
Yd mak (%)	23,3	21,6	18,8	17,1	19,2
CBR unsoaked	7,77	11,52	14,3	21,65	35,84
CBR soaked	4,01	5,75	5,66	7,34	11,04
Ya Opt (%)	1,64	1,67	1,71	1,74	1,77
Swell (%)	9,14	6,36	4,43	3,38	2,71

Dalam penelitian ini ditentukan variabel tak bebas yang meliputi CBR, swelling, sedangkan variabel bebas adalah kadar kapur.



Gambar 3. Grafik Hubungan Prosentase Kapur dan CBR

Dari Gambar 3 didapatkan bahwa bentuk regresi yang dihasilkan sudah cukup sesuai/cocok karena R2 yang didapatkan mendekati satu dengan persamaan regresinya adalah untuk kondisi unsoaked:

$$y = 0,0503x^3 - 0,6277x^2 + 2,6246x + 7,7727$$

$$R^2 = 1$$

dan untuk kondisi soaked:

$$y = 0,0192x^3 - 0,2918x^2 + 1,3196x + 4,0133$$

$$R^2 = 0,9995$$

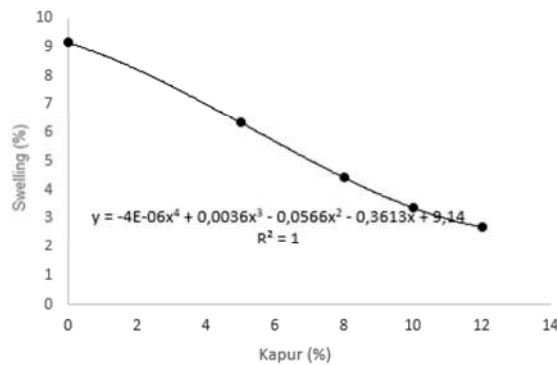
Dimana:

Y = CBR unsoaked dan soaked (%)

X = kadar kapur (%)

Dari persamaan regresi tersebut dapat dikatakan bahwa besarnya nilai CBR akan mengalami kenaikan dengan meningkatnya kadar kapur dalam campuran sesuai prosentase kapur.

Hasil pengujian swelling tanah asli menunjukkan nilai 9,14%, dengan ditambahkannya prosentase kapur maka nilai swelling menunjukkan penurunan. Dari hasil penmabahan prosentase kapur menunjukkan penurunan terbesar terjadi pada penambahan kapur sebesar 12% yaitu sebesar 70,35%. Jadi dapat disimpulkan dengan penambahan kapur akan memperbaiki tanah asli karena mamperkecil nilai swelling. Grafik hubungan antara swelling dan prosentase kapur ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan Prosentase Kapur dan Swelling.

Regresi hubungan antara swelling dan prosentase kapur ditunjukkan dengan persamaan:

$$y = -4E-06x^4 + 0,0036x^3 - 0,0566x^2 - 0,3613x + 9,14 \text{ dan } R^2 = 1$$

Bentuk regresi yang dihasilkan mendekati hasil yang sesuai karena nilai R^2 adalah sama dengan 1.

Kesimpulan

Hasil pengujian CBR unsoake mengalami perbaikan dari tanah asli yaitu 11,32% menjadi 35,84%. Hasil pengujian CBR soake mengalami perbaikan dari tanah asli yaitu 7,52% menjadi 5,48%. Sedangkan pengujian swelling menunjukkan penurunan yaitu dari 9,01% menjadi 2,48%.

Dengan nilai CBR soaked 5,48% untuk tanah subgrade sudah cukup baik karena $>3\%$

Daftar Pustaka

- Cernica, John N., 1982. *Geotechnical Engineering*. New York: CBS College
- Lashari, 2000. Pengaruh Campuran Kapur dan Bubuk Bata Merah pada Sifat Mekanis Tanah Lempung Grobogan. Tesis UGM Yogyakarta.
- Warsiti, 1998. Perbaikan Tanah Lempung dengan Kapur dari Daerah Sendang Mulyo Semarang: Laporan penelitian. Semarang. Politeknik Negeri Semarang.