

KARAKTERISTIK DAYA DUKUNG TANAH DASAR (SUBGRADE) TANAH LEMPUNG MERAH KAMPUS POLINES MELALUI UJI CBR DENGAN BAHAN TAMBAH KAPUR

Ukiman

*Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275
Email : jwahana_tspolines@yahoo.com*

Abstract

The influence of water on the soil material will increase the amount of water content in the soil is often called the soil water content. In the fine-grained soil such as clay, water damage will cause the granules swell (swelling), and at a low water content (dry) material clay will shrink. Additionally clay material has a carrying capacity that is small or low, so that in the process of quality improvement as the carrying capacity of the subgrade sometimes do additional material as a binder or hardening larger granules as filler so that the grains become a better arrangement. One of the filler material can be extinguished lime is added with a diverse mix variations and compacted and tested the value of its carrying capacity by CBR testing in the laboratory. Laboratory CBR value is used to guide the process of backfill soil in the field, so that the construction requirements of subgrade (subgrade) can meet the requirements. A large increase in the value of the red clay soil CBR plus lime obtained an increase, with a mixture of about 16% the value of the CBR rose to 25% of the original soil.

Kata kunci : lempung merah, kapur, daya dukung CBR

PENDAHULUAN

Pergerakan arus barang dan manusia dikenal dengan istilah transformasi, era sekarang harus cepat selain banyak (padat) juga berat. Jika dikalikan terhadap muatan kendaraan dari yang 5 (lima) ton hingga yang beratnya 55 (lima puluh lima) ton akan melintas di suatu ruas jalan, jika diperhatikan dari sumber roda dari yang *single*, *double* maupun *triple* juga ada, berarti tanah dasar (*subgrade*) pada ruas jalan harus mampu menahan beban kerja, walaupun di atasnya sudah ada lapisan perkerasan yang berupa pondasi dan lapis aus yang mampu menahan beban kerja. Namun besar kecilnya atau tebal

tipisnya lapisan perkerasan didasarkan pada besar kecilnya nilai daya dukung tanah dasar tadi. Jika nilai CBR besar maka tebal perkerasan akan cukup tipis, tetapi sebaliknya jika nilai CBR tanah dasar kecil atau rendah maka tebal perkerasan akan tebal sekali dan butuh material banyak sehingga mengakibatkan boros. Salah satu upaya untuk meningkatkan mutu tanah dasar adalah dengan menambah bahan pengisi yaitu bahan kapur sehingga selain kembang-susut menjadi turun juga mutu daya dukung CBR akan meningkat. Sejauh mana peningkatan campuran tanah lempung merah dengan kapur untuk perbaikan daya

dukung tanah dasar (*subgrade*) dengan metode uji CBR laboratorium.

Akibat adanya air dalam proses urugan yang sudah selesai, baik akibat air hujan maupun aliran air dalam tanah (rembesan) maka kekuatan tanah akan turun. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan campuran tanah lempung merah dengan bahan tambah kapur yang dipadatkan (*modified*) standard an diuji nilai CBR laboratoriumnya guna menentukan jenis campuran dan nilai daya dukung yang memenuhi persyaratan konstruksi yang disyaratkan. Pengkajian ini dilakukan pada kondisi di eram dan di rendam, sehingga didapat nilai CBR yang paling kritis.

Bahan dan Sifatnya

1. Tanah

Material tanah dikenal sebagai bahan pendukung konstruksi, yang akan menerima beban baik secara langsung maupun melalui perantara missal komponen pondasi yang akan menyebabkan beban kerja pada tanah dasar atau subgrade kekuatan tanah tidak hanya terpengaruh oleh susunan butiran, tetapi juga akibat air akan terpengaruh. Guna meningkatkan perbaikan suatu tanah dalam rekayasa geoteknik, dilakukan penambahan bahan pengisi atau ditambah seperti bahan kapur pada tanah lempung, tujuannya untuk perbaikan gradasi dan diharapkan perbaikan mutu juga meningkat menjadi tinggi sehingga tanah dasar dapat menahan beban kerja yang terjadi. Campuran tanah lempung merah ditambah bahan pengisi kapur dan dipadatkan dan diuji kekuatannya

melalui uji CBR laboratorium. Pengkajian seperti ini dikenal sebagai stabilisasi tanah secara mekanis.

2. Kapur

Kapur mati berasal dari batuan kapur yang dibakar sampai suhu panas tertentu, kemudian dimatikan dengan cara disiram dengan air. Butiran atau serbuk bahan kapur ini punya sifat mengikat (*lime stone*) sehingga tanah yang dicampur kapur dapat meningkat kekuatannya. Selain dapat meningkatkan kekuatan tanah, bahan pengisi seperti kapur dapat menurunkan nilai kembang susut dan nilai plastisitas tanah yang dicampur.

3. Campuran Tanah Lempung Merah dan kapur

Dari jenis dan sifat bahan yang berbeda-beda, bila ditambahkan pada tanah lempung merah dengan campuran yang bervariasi akan diperoleh susunan butiran yang lebih kompak bila dipadatkan, sehingga daya dukungnya meningkat. Bahan kapur selain bahan pengisi juga memiliki sifat mengikat dan mengurai. Stabilisasi dengan bahan kapur juga disebut stabilisasi secara kimiawi, tetapi dalam skala yang rendah. Penambahan kapur cenderung sebagai bahan pengisi atau filler.

4. Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah secara mekanis dilakukan untuk memperbaiki sifat fisik dan sifat mekanismenya. Melalui daya dukung tanah, stabilisasi dikenal ada 2 (dua) metode yaitu stabilisasi cara mekanis dan stabilisasi cara kimiawi, tetapi juga ada yang dikombinasikan yaitu selain cara kimiawi juga diikuti cara mekanis.

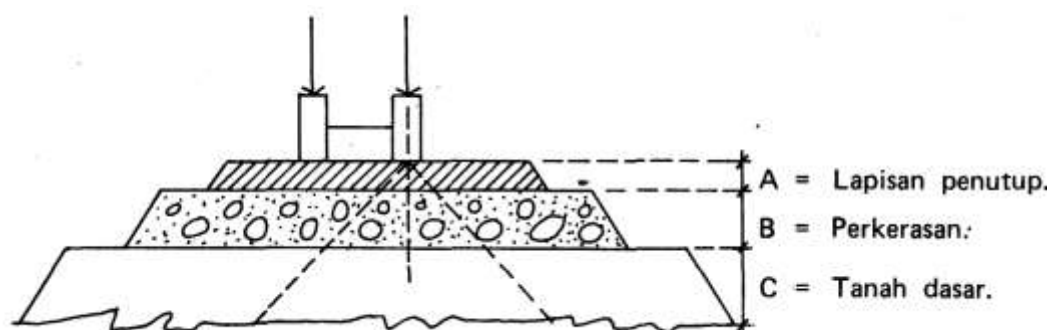
Dalam pengkajian ini, tanah lempung merah ditambah kapur, pada berbagai porsi campuran dan dilakukan pemadatan dengan metode modified serta nilai daya dukung diuji dengan CBR dengan kondisi diperam dan direndam dalam air. Kondisi hasil pemadatan yang paling jelek adalah yang terendam, hasil proses pemadatan di lapangan jika terkena air baik air hujan maupun rembesan akan turun

kekuatannya. Demikian juga hasil kepadatan laboratorium jika direndam akan turun kekuatannya dan merupakan yang paling kritis.

Lapisan Konstruksi Perkerasan

Konstruksi jalan terdiri dari 3 bagian yang penting

- a. Lapis penutup atau lapisan aus
- b. Perkerasan
- c. Tanah dasar



(sumber : *Konstruksi Jalan Raya, Djoko U.S, 1982, PU Jakarta*)

Gambar 1. Lapis konstruksi perkerasan jalan

Ketiga bagian tersebut berfungsi mendukung muatan lalu-lintas di atasnya. Muatan lalu-lintas ini menimbulkan gaya-gaya penting sebagai berikut:

- Gaya *vertikal* (berat) muatan kendaraan.
- Gaya *horizontal* (gaya geser / rem).
- Getaran-getaran (akibat pukulan-pukulan roda).

Karena sifat gaya-gaya tersebut makin kebawah makin menyebar, maka pengaruh-nya makin kebawah makin berkurang, sehingga muatan yang diterima oleh bagian-bagian konstruksi tersebut, juga berbeda-beda.

Bagian A : Lapisan penutup / aspalan.

Lapisan penutup ini menerima muatan 1, 2 dan 3 secara penuh, sehingga lapisan ini mempunyai persyaratan yang paling berat.

Bagian B : Lapisan perkerasan.

Lapisan perkerasan ini 1 dan 3 hampir penuh, sedangkan muatan 2 sudah berkurang, sehingga persyaratan untuk ini sudah agak longgar dibandingkan dengan lapisan A.

Bagian C : Lapisan- tanah dasar.

Lapisan ini praktis hanya menerima muatan 1 dan 3 yang pengaruhnya sudah mengecil, sedang muatan 2 sudah tidak berpengaruh lagi, maka persyaratannyapun sudah lebih longgar lagi. Ada beberapa rujukan dalam perhitungan tebal perkerasan jalan,

yang berdasarkan pada nilai daya dukung tanah dasar (*subgrade*):

a. Rumus-rumus yang dipakai dalam perhitungan tebal perkerasan

KETERANGAN DAN PETUNJUK			
NO.	UNTUK JALAN STANDARD	RUMUS	n_o (L.L. EKIVALEN YG DIPERHITUNGAN)
1.	METHODE UN BOUND	$h = 20 \sqrt{\frac{P_o(1+0,7 \log n_o)}{\text{CBR}}}$ $h = D_1 + D_2 + D_3$	$n_o = \delta \cdot \eta \cdot n$ $n_o = u \cdot \delta \cdot \eta \cdot n$
2.	METHODE BOUND	$h_2 = 20 \sqrt{\frac{P_o(1+0,7 \log n_o)}{\text{CBR}}}$ $h = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$	
1.	UNTUK JALAN SUB-STANDARD METHODE UN BOUND 1. JALAN SEMENTARA (Jalan desa, Jalan Transmigrasi)	$h = 20 \sqrt{\frac{P_o(1+0,7 \log n)}{\text{CBR}}} \cdot \Delta$ $h = D_1 + D_2 + \dots$	$n_o = \delta \cdot \eta \cdot n$ $n_o = n$ ($\Delta, \eta = 1$ Jadi hanya berlaku pada tanah pasir atau tanah liat pada musim kering).
2.	JALAN SANGAT SEMENTARA. (Jalan darurat, Jalan Kerja).	$h = 20 \sqrt{\frac{P_o(1+0,7 \log n_o)}{\text{CBR}}} \cdot \Delta$ $h = D_1 + D_2 + D \dots$	

No.	KLASIFIKASI KEPADATAN LALU LINTAS	LER (n)	D ₁ +D ₂ MIN (CM)	D ₁ MIN (CM)	JARI-JARI BIDANG KONTAK :
1.	SANGAT PADAT	> 1000	25	9-10	$\Delta = 17,8 \sqrt{\frac{P_o}{\sigma_a}}$ UNTUK $P_o = 8 \text{ t}$ $\sigma_a = 120 \text{ psi}$ $= 8,4 \text{ kg/cm}^2$ $\Delta = \pm 17 \text{ Cm.}$
2.	PADAT	100 - 1000	20	7 - 8	
3.	SEDANG	10 - 100	15	7 - 8	
4.	JARANG	1 - 10	12,5	4 - 5	

(sumber : *Konstrukai Jalan Raya, Djoko U.S, 1982, PU Jakarta*)

b. Penelitian yang sudah ada Dadung N, (2006) Penambahan Dolosit pada tanah Bojonegoro berpengaruh menurunkan swelling potensial, penurunan seiring dengan perubahan persen dolosit. Setio Utomo dan Ukiman (2008) Penambahan bahan semen sebagai bahan reaktif setelah dieram 1 hari nilai CBR lab =

65% untuk penambahan semen 4%, Dan untuk penambahan semen 8% dan dieram 1 hari nilai CBR lab = 80%. Rasiman (2008) lama penurunan stabilisasi kapur kedalam tanah lempung Sendangmulyo meningkatkan kepadatan kering tanah dengan kapur 10% lama pemeraman

lebih dari 5 hari diperoleh $\gamma_d=1,756$ gr/cc.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian dengan judul karakteristik Nilai CBR tanah lempung merah dengan bahantambahan kapur dan semen pada berbagai porsi campuran untuk perbaikan lapisan tanah dasar (*subgrade*) merupakan penelitian laboratorium, sehingga segala aktivitas pelaksanaannya dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Politeknik Negeri Semarang, sampel uji tanah lempung merah dari kampus Polines, dengan mengacu pada tata cara pengujian CBR lab atau CBR laboratorium.

Bahan sampel tanah dan bahan tambahan.

Bahan tanah lempung merah sebagai sampel dipakai tanah merah yang ada di kampus Politeknik Negeri Semarang, sedangkan bahan kapur adalah yang ada di perdagangan wilayah sekitar kampus Politeknik Negeri Semarang.

Alat

- a. Alat pemadat (palu) dan cetakan
- b. Mesin CBR laboratorium
- c. Ekstruder untuk mengeluarkan sampel
- d. Timbangan
- e. Oven pemanas
- f. Bak Perendam cawan / *kontainer*

Prosedur penelitian

- a. Persiapan alat dan bahan

- alat yang akan dipakai didata dan diukur dimensi serta beratnya (sesuai kebutuhan).
- sampel tanah lempung merah lolos $\phi 4.75$ mm dan kadar air natural (perhitungan porsi campuran bahan tambah).
- persiapan bak perendam.
- sampel pemadatan 6 buah masing-masing 5 kg dan diberi air yang berbeda (kadar air antara 12-25%) dimasukkan dalam plastik dan dieram 16 jam agar air meresap / homogen. Selisih kadar air satu dengan lainnya antara 2-3% berturut - turut.
- Pengujian kepadatan dengan cara modified untuk memperoleh γ_d maksimum dan $W_{optimum}$
- Setelah nilai kepadatan didapat γ_d maksimum dan $W_{optimum}$ sampel CBR lab. dibuat dengan 3 mold untuk tal terendam serta 3 mold untuk direndam, semua sampel CBR lab pada kondisi W_{opt} dan dieramkan 16 jam.
- *Sample* CBR lab dengan cara pemadatan 5 lapis dengan (15 tumbukan, 25 tumbukan, 56 tumbukan), test CBR lab tak terendam 3 buah dan direndam 3 buah.
- Analisa data CBR lab. Dari hasil uji CBR lab pada 15 tumbuk, 25 tumbuk, 56 tumbuk di plot pada grafik γ_d versus nilai CBR dan nilai CBR lab diperoleh dengan menarik kepadatan 0,95 γ_d maks dari

grafik kepadatan hingga memotong grafik CBR versus γ_d , titik potong diproyeksikan ke sumbu nilai CBR dan nilai CBR inilah sebagai besarnya CBR lab.

- Ulangi pengujian ini hingga semua porsi campuran bahan

tambahan terhadap tanah lempung merah selesai semua dan uji nilai GS untuk semua porsi campuran.

- Analisa hasil dan simpulan serta penyusunan laporan.

c. Rangkuman data Uji CBR

No	Jenis Campuran	Nilai CBR (%)							
		Di eram (hari)				Di rendam (hari)			
		0	2	4	7	0	2	4	7
1	Tanah asli	26,0	26,5	26,9	27,5	26,0	1,65	2,1	2,0
2	Tanah + kapur								
	a) Tanah LM + 4 % kpr	30,0	29,0	25,0	23,0	30,0	21,6	24,5	32,0
	b) Tanah LM + 8 % kpr	25,0	35,2	26,0	29,0	25,0	38,0	25,0	30,5
	c) Tanah LM + 12 % kpr	26,1	40,0	30,0	43,0	26,1	43,0	27,5	58,0
	d) Tanah LM + 16 % kpr	34,2	39,0	34,7	58,0	34,2	40,0	35,0	70,0
	e) Tanah LM + 20 % kpr	47,0	42,0	46,0	63,0	47,0	50,0	43,0	74,0

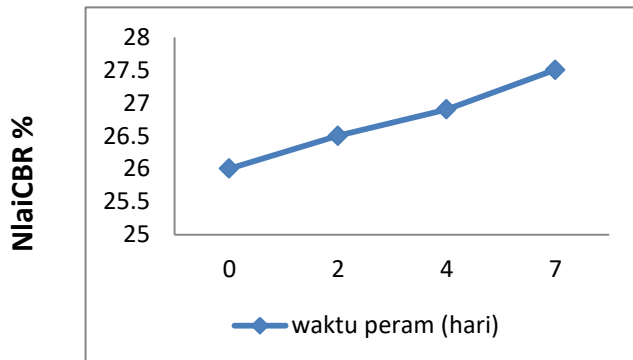
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan nilai CBR terhadap durasi peram pada tanah asli (0% bahan tambah kapur)

Nilai CBR pada tanah asli yang di eram sampai 7 hari ada peningkatan, hal ini dikarenakan adanya penyerapan pada

permukaan adanya nilai CBR nya meningkat sedikit. Pada nilai CBR material tanah yang direndam dari durasi 2,4 dan 7 hari nilai CBR menjadi sekitar 2 %. Baik durasi 2 hari hingga 7 hari dalam perendaman maka kondisi kritis telah tercapai.

Durasi (hari)	Nilai CBR %
0	26,0
2	26,5
4	26,9
7	27,5



Gambar 1. Hubungan Nilai CBR dengan waktu pemeraman (tanah asli).

Hubungan nilai CBR tanah asli terhadap durasi rendam

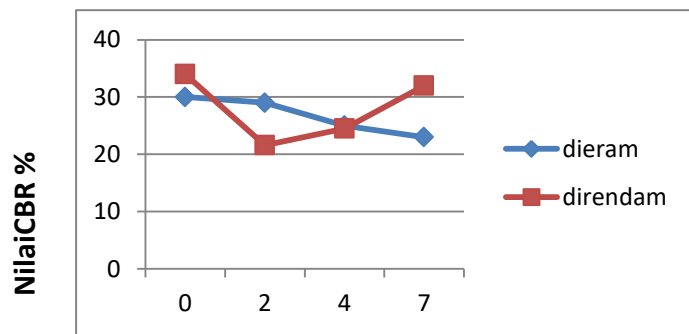
Durasi (hari)	Nilai CBR %
0	26,0
2	1,65
4	2,1
7	2,0



Gambar 2. Hubungan Nilai CBR dengan waktu perendaman (tanah asli)

Hubungan nilai CBR tanah lempung merah + kapur 4 %

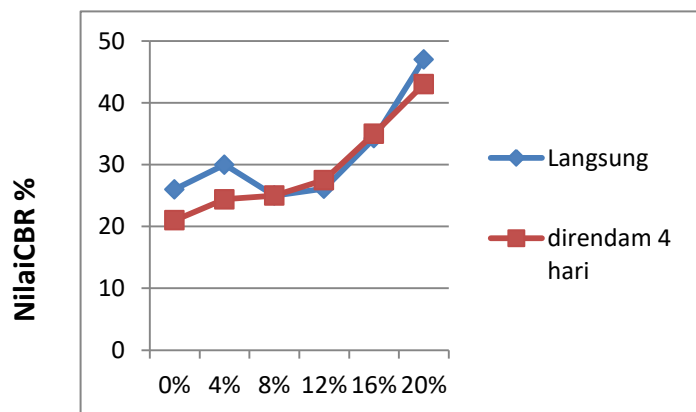
Durasi (hari)	Nilai CBR %	
	Di eram	Di rendam
0	30	30,0
2	29,0	21,6
4	25,0	24,5
7	23,0	32,0



Gambar 3. Grafik Hubungan Nilai CBR kondisi dieram dan direndam pada porsi campuran 4 %

Hubungan nilai CBR tanah lempung merah pada berbagai campuran kondisi langsung dengan direndam selama 4 hari

Jenis Camp. Bahan Kapur	Nilai CBR %	
	Langsung	Di rendam 4 hari
0 %	26,0	21,0
4 %	30,0	24,5
8 %	25,0	25,0
12 %	26,1	27,5
16 %	34,2	35,0
20 %	47,0	43,0



Gambar 4. Grafik Hubungan Nilai CBR kondisi langsung dan perendaman durasi 4

Nilai CBR pada tanah lempung merah yang diberikan kapur baik kondisi dieram maupun direndah semuanya memberikan nilai daya dukung yang meningkat, pada campuran dengan bahan tambah kapur dengan variasi > 16 % daya dukung meningkat 40 % dari tanah asli.

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan diperoleh kesimpulan bahwa nilai daya dukung (CBR) tanah asli yang dieram sampai 7 hari naik sedikit, dan yang direndam hingga 7 hari nilai CBR turun menjadi 2 %. Nilai CBR tanah lempung merah dengan bahan tambah kapur dengan variasi % lebih besar 16 % akan menaikkan nilai CBR 26 % jadi 34 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dana dari DIPA Politeknik Negeri Semarang Tahun 2016. Penulis mengucapkan terima kasih kepada kepala P3M Politeknik Negeri Semarang atas bantuan dana dan segala arahannya sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Braja MD, 1995, Mekanika Tanah Jilid 12, Erlangga – Jakarta.
Dadung N, 2006, Penambahan Dolosit Pada Tanah Bojonegoro Terhadap swelling, Proseding HATTI-PIT XIV Yogyakarta
Djoko, U.S., 1982, Konstruksi Jalan Raya, Badan Penerbit : PU, Jakarta.

Joseph E. B, 1991, Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, Erlangga – Jakarta.

J. Smith, 1984, Mekanika Tanah, Erlangga – Jakarta.

LD. Wesly, 1977, Mekanika Tanah, Erlangga – Jakarta.

SKBI 2.3.06, 1987, Petunjuk Perencanaan Longsoran, Jakarta, YBP-PU.

Suyono, S, 1977, Bendungan Type Urugan, PT. Pradya Paramita – Jakarta.

Suparman, 2000, Modul Praktikum Mekanika Tanah 2.Politeknik Negeri Semarang.

Suryanegara dan Wiraga, 2010, Analisis Peningkatan CBR pada Stabilisasi Tanah Lempung dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$, Proceeding HATTI PIT XIV di Yogyakarta.

Setio Utomo, Ukiman, 2008, Penambahan Bahan Semen Sebagai Bahan Reaktif, Orbith Vol 4 No2 Juli 2008

Rasiman, 2008, Karakteristik Kepadatan Kering Melalui Stabilisasi Kapur Ke Dalam Tanah Lempung Sendang Mulyo, Orbith Vol.4 No 2 Juli 2008

Wiwik R, 2000. Efek Penambahan Semen, Pasir dan Kapur terhadap Perilaku Kuat Geser dan Sifat Pengembangan Tanah Lempung Ekspansif, Kasus Tanah Lempung Cikarang, dalam *Proceeding* HATTI PIT XIV di Yogyakarta.