PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR SEBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH DITINJAU DARI NILAI CBR (*CALIFORNIA BEARING RATIO)*

Masta'in[1], Nurul Khomariah[2]

[1] Dosen Teknik Sipil – Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu
email : mastaincepu@gmail.com
[2] Mahasiswa Teknik Sipil - Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu
email : nkhomariah40@gmail.com

Diterima : 06-06-2023 - Direview : 09-06-2023 - Diterbitkan : 30-06-2023

Intisari

Tanah merupakan dasar pondasi suatu bangunan yang berdiri di atasnya, sifat tanah seperti daya dukung tanah yang relatif kecil dan sebagainya dapat menyebabkan rusaknya beberapa konstruksi di atasnya. Penambahan kapur dalam penilitian ini bertujuan untuk memperbaiki tanah yang rusak pada Jalan Menden-Sumber. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan kapur terhadap nilai CBR. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pencampuran kapur pada tanah dapat meningkatkan nilai CBR. Variasi pencampuran kapur yaitu 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% dari berat kering tanah. Nilai CBR pada pencampuran kapur 0% dan 2.5% sebesar 43% dan 50%, sedangkan pada pencampuran kapur 5%, 7.5% dan 10% sebesar 66.33%, 64%, dan 61%. Pengaruh penambahan kapur terhadap nilai CBR memberikan nilai yang signifikan pengaruhnya terutama sampai penambahan kapur sebesar 5% yaitu sebesar 66.33%.

Kata kunci: Tanah, Kapur, CBR, Stabilisasi.

Abstract

Soil is the basic foundation of a building that stands on it, soil properties such as relatively small soil carrying capacity and so on can cause damage to some of the construction on it. The addition of lime in this research aims to repair damaged soil on the Menden-Sumber Road. The purpose of this study was to determine the effect of lime addition on the CBR value. The results of this study indicate that mixing lime in the soil can increase the CBR value. Variations in lime mixing are 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, and 10% of the dry weight of the soil. The CBR values for mixing 0% and 2.5% lime were 43% and 50%, while those for mixing lime 5%, 7.5% and 10% were 66.33%, 64% and 61%. The effect of adding lime to the CBR value gives a significant effect, especially to the addition of 5% lime, which is equal to 66.33%.

Keywords: Soil, Limestone, CBR, Stabilization.

1. Pendahuluan

Tanah merupakan dasar pondasi suatu bangunan yang berdiri diatasnya, Jenis tanah di berbagai daerah di Indonesia berbeda satu dengan yang lainnya yang dipengaruhi oleh letak geografis dan astronomis dari masing-masing daerah tersebut menjadi bahan pertimbangan dalam merencanakan suatu konstruksi. Sedangkan tanah di Jalan Menden-Sumber mengandung kadar air yang tinggi. Sifat inilah yang menyebabkan rusaknya Jalan Menden – Sumber, Kecamatan Kradenan yang setelah beberapa kali diperbaiki lapisan permukaannya tidak membuahkan hasil yang maksimal.

Penanganan dari permasalahan diatas yaitu dengan cara memperbaiki tanah atau yang dikenal dengan stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah yaitu pencampuran tanah dengan bahan tertentu, guna memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu, maka dapat dilakukan dengan cara penganganan paling mudah, seperti pemadatan sampai mencampur tanah dengan bahan tambah, seperti semen, kapur, abu terbang (*fly ash)*, injeksi semen *(grouting)*, pemanasan dan lain-lain (Hardiyatmo, 2010).

Salah satu bahan tambah adalah kapur yang dapat mengurangi nilai kadar air juga dapat meningkatkan berat isi kering tanah, maka nilai CBR akan semakin meningkat karena tanah semakin padat.
Tujuan penelitian antara lain :

1. Mengetahui kadar air optimum tanah untuk mendapatkan kepadatan maksimal.
2. Mengetahui pengaruh kapur terhadap nilai CBR
3. Mengetahui kadar kapur optimum untuk mencapai kepadatan maksimal.

2. Kerangka Teori

2.1 S*tabilisasi Tanah*

Stabilisasi tanah adalah sebagai upaya untuk meningkatkan mutu tanah dari segi daya dukung dan juga kestabilan tanah. (Panguriseng, 2001).

Sedangkan stabilisasi dengan bahan aditif disebut juga dengan stabilisasi kimiawi dilakukan dengan cara mencampur tanah dengan menggunakan bahan aditif dengan perbandingan tertentu. Bahan aditif adalah bahan hasil olahan pabrik yang dapat memperbaiki sifat teknis tanah. Bahan aditif yang biasa digunakan untuk stabilisasi tanah antara lain kapur, semen portland, abu terbang (*fly ash)*, aspal dan bahan lainnya.

2.2 *Kapur*

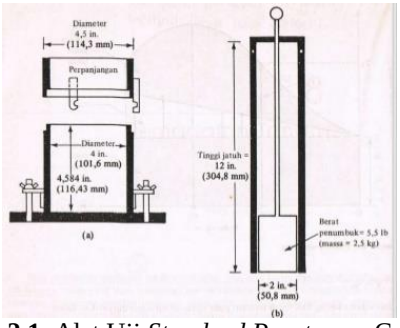
Kapur yang sering digunakan untuk stabiliasi tanah adalah kapur tohor dan kapur padam yang mudah dijumpai di toko-toko bangunan dalam bentuk bubuk. Secara umum tujuan stabilisasi tanah dengan kapur ada 2 yaitu kapur untuk memodifikasi sifat-sifat tanah. Selanjutnya untuk stabilisasi tanah secara permanen berdasarkan pada kapasitas dukung, keawetan dan sebagainya.

2.3 Berat Jenis Tanah (*Specific Gravity*)

Berat jenis tanah (Gs) adalah perbandingan antara berat butir tanah dengan volume butir pada temperatur tertentu (SNI 1964:2008).

2.4 Pemadatan Dengan *Standard Proctor*

Uji pemadatan tanah atau *Standard Proctor* adalah metode laboratorium untuk menentukan eksperimental kadar air yang optimal dimana suatu jenis tanah tertentu akan menjadi paling padat dan mencapai kepadatan kering maksimum. Hasil pengujian akan memperlihatkan kurva nilai kadar air optimum (w_{opt}) untuk mencapai berat volume kering paling besar atau kepadatan maksimum.



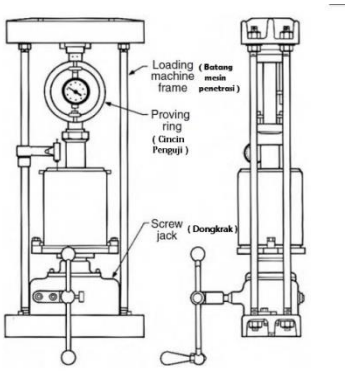
Gambar 2.1 Alat Uji *Standard Proctor*; a. Cetakan, b. Penumbuk

2.5 ***California Bearing Ratio (CBR)***

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai *CBR* atau daya dukung tanah pada kepadatan dan kadar air tertentu. Nilai *CBR* akan menentukan sejauh mana tanah dapat menahan beban di atasnya.

Menurut Soedarmo dan Purnomo (1993), berdasarkan cara mendapatkan contoh tanah, CBR dapat dibagi atas :

1. CBR lapangan (CBR *inplace* atau *field* CBR)
2. CBR lapangan rendaman (*undisturbed soaked* CBR)
3. CBR laboratorium (Laboratory CBR)



Gambar 2.2 Alat Pengujian CBR Laboratorium

Hasil pengujian *CBR* berupa *Load Deal Reading (LDR)* yang dikonversikan kedalam satuan lb, kg atau kN dengan mengalikan *Load Ring Constanta (LRC)*.

3. Metodologi

Stabilisasi tanah dengan kapur dilakukan dengan variasi 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, dan 10% dari berat kering tanah. Kemudian dilakukan uji laboratorium sebagai berikut :

3.1 Pengujian Berat Jenis Tanah (Specific Gravity)

Pengujian berat jenis tanah berpedoman pada SNI 1964:2008. Perhitungan Gs sebagai berikut :

a. Hitung berat jenis dengan rumus di bawah ini :

Persamaan (3.1)

$$Gs = \frac{W2-W1}{(W4-W1)-(W3-W2)} \quad (3.1)$$

keterangan :

W1 = berat piknometer (gram)
W2 = berat piknometer dan bahan kering (gram)
W3 = berat piknometer, bahan dan air (gram)
W4 = berat piknometer dan air (gram)

b. Ambil harga rata-rata dari hasil kedua pemeriksaan tersebut.

3.2 Pemadatan Dengan Standard Proctor

Pengujian pemadatan tanah ini menggunakan pedoman SNI 03-1742-1989. Perhitungan sebagai berikut :

a. menghitung berat isi basah :

Persamaan (3.2)

$$\gamma = \frac{B_2-B_1}{V} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \quad (3.2)$$

keterangan :

γ = Berat isi basah (gr/cm³).
B1 = Berat cetakan (gram)
B2 = Berat cetakan dan benda uji (gram)
V = Isi cetakan (cm³)

b. Hitung berat isi kering :

Persamaan (3.3)

$$\gamma_d = \frac{\gamma \times 100}{(100+W)} \text{(gram)} \quad (3.3)$$

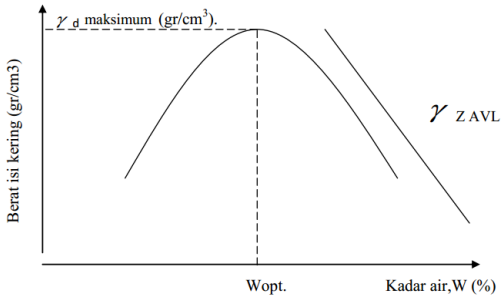
keterangan :
γ_d = Berat isi kering (gr/cm³)
W = Kadar air (%)

Setelah itu gambarlah *zero air void line* dengan rumus sebagai berikut :

Persamaan (3.4)

$$\gamma_{ZAV} = \frac{Gs.\gamma w}{1+\frac{Gs.W}{100}} \quad (3.4)$$

keterangan :
γ_{ZAV} = Kerapatan tanah
G = Berat jenis tanah (gr/cm³)
γw = Berat isi air (gr/cm³)1
W = Kadar air (%)

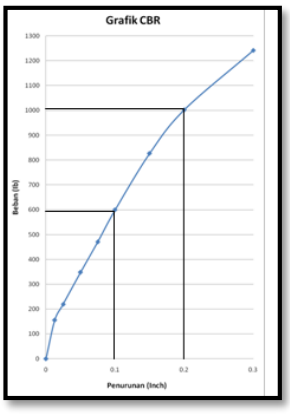


Gambar 3.1 Grafik Hubungan Berat Volume Kering dan Kadar Air

3.3 Pengujian Cbr

Pengujian CBR laboratorium dan sampel tanah tidak direndam (*unsoaked*). Pengujian ini berpedoman pada SNI 03-1744-1989. Perhitungan CBR sebagai berikut :

a. Hitung pembebanan dalam kg (lb), dan gambarkan grafik beban terhadap penetrasi.



Gambar 3.2 Grafik CBR Laboratorium

b. Dengan menggunakan hasil data dari pengujian, nilai CBR dihitung menggunakan rumus :

Persamaan (3.5 dan 3.6)

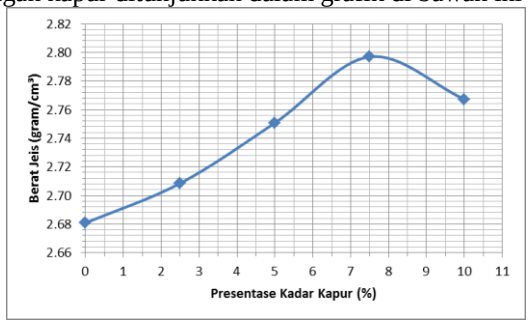
- Untuk 0,1" : $\frac{\text{beban}}{3 \text{ x } 1000 \text{ psi}}$ x 100% (3.5)

- Untuk 0,2" : $\frac{\text{beban}}{3 \text{ x } 1500 \text{ psi}}$ x 100% (3.6)

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 *Pengujian Specific Gravity*

Hasil pengujian *specific gravity* atau berat jenis tanah antara tanah asli dengan tanah yang telah dicampur dengan kapur ditunjukkan dalam grafik di bawah ini :



Gambar 4.1 Hubungan Kadar Kapur dengan Berat Jenis Tanah

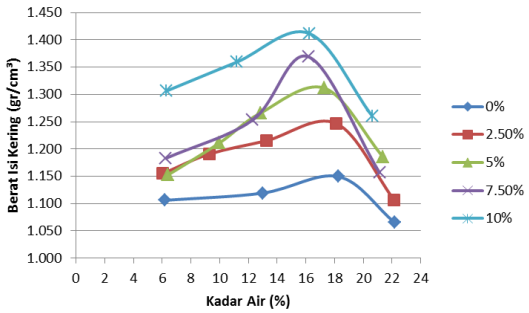
Berdasarkan grafik tanah mengalami peningkatan berat jenis tanahnya bersamaan dengan penambahan kadar kapur. Tanah asli yang sudah diuji mempunya nilai berat jenis 2.68 gram/cm3. Pengaruh penambahan kadar kapur terhadap Gs pada kondisi cukup sigifikan yaitu pada campuran kapur 7.5% sebesar 2.8 gram/cm³. Pada penambahan kapur 2.5% serta 5% diperoleh nilai berat jenis 2.71 gram/cm³ dan 2.75 gram/cm³, sedangkan penambahan kapur 10% cenderung mengalami penurunan dari sebelumnya yaitu sebesar 2.77 gram/cm³. Hubungan kadar kapur terhadap berat jenis tanah dari hasil pengujian tanah asli dan tanah yang telah ditambahkan dengan variasi kapur dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Kadar Kapur (%)	Berat Jenis (gram/cm³)
0	2.68
2.5	2.71
5	2.75
7.5	2.80
10	2.77

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah

1.2 Pengujian Pemadatan Dengan Standard Proctor

Hasil uji pemadatan dengan *standard proctor* untuk tanah asli dan tanah yang ditambahkan dengan variasi kapur ditunjukkan dalam gambar dibawah ini :



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Berat Isi Tanah Kering dan Kadar Air Setelah Pengujian

Gambar 4.2 di atas menunjukkan bahwa berat isi kering maksimum (γd_{maks}) tertinggi terjadi pada penambahan kapur tertinggi yaitu 10% dari berat tanah asli dengan nilai berat isi kering maksimum (γd_{maks}) sebesar 1.42 gr/cm³. Sedangkan berat isi kering maksimum (γd_{maks}) terendah terjadi pada tanah asli tanpa penambahan kapur sebesar 1.16% gr/cm³. Kadar air optimum (Wopt) tertinggi terjadi pada tanah asli tanpa campuran yaitu 17.60%, sedangkan Wopt tertinggi terendah pada tanah dengan campuran kapur 10% yaitu 15.50%.

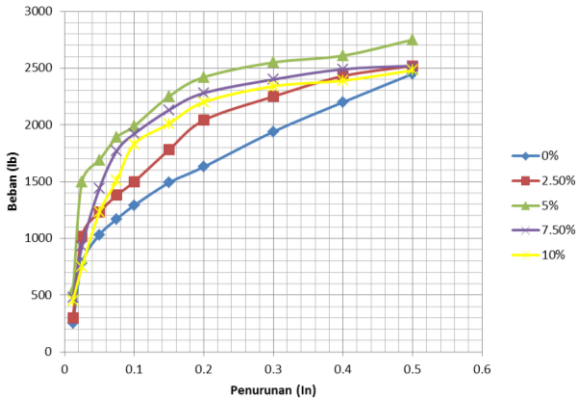
Dari hasil di atas semakin besar jumlah campuran kapur maka semakin besar pula berat isi kering maksimum (γd_{maks}), berlawanan dengan kadar air yaitu semakin besar jumlah campuran kapur maka semakin kecil kadar air optimum (Wopt) dalam pengujian. Hubungan berat isi tanah kering terhadap kadar air dari hasil pengujian tanah asli dan tanah yang telah ditambahkan dengan variasi kapur dapat dilihat pada tabel berikut ini :

NO	Variasi Benda Uji	Kadar Air Optimum (%)	Berat Volume Kering Maksimum (gr/cm³)
1	Tanah Asli	17.60	1.16
2	Tanah Asli + Kapur 2.5 %	17.25	1.26
3	Tanah Asli + Kapur 5 %	16.60	1.32
4	Tanah Asli + Kapur 7.5 %	16.00	1.37
5	Tanah Asli + Kapur 10 %	15.50	1.42

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Pemadatan Standar

1.3 Pengujian Cbr

Hasil pengujian CBR pada semua tanah asli dan tanah yang dicampur dengan kapur dapat dilihat dibawah ini :



Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Penetrasi Pembebanan

Gambar 4.3 memperlihatkan bahwa tanah dengan penambahan kapur 2.5% dan 5% mengalami peningkatan nilai CBR dibandingkan dengan tanah asli tanpa campuran kapur sebesar 50% dan 66.33%. Akan tetapi pada penambahan kapur diatas 5% yaitu 7.5% dan 10%, nilai CBR cenderung mengalami penurunan seperti yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

No	Variasi Benda Uji	Nilai CBR (%)
1	Tanah Asli	43.00
2	Tanah Asli + Kapur 2.5 %	50.00
3	Tanah Asli + Kapur 5 %	66.33
4	Tanah Asli + Kapur 7.5 %	64.00
5	Tanah Asli + Kapur 10 %	61.00

Tabel 4.3. Hasil Pengujian CBR Laboratorium

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa stabilitas tanah yang dicampur dengan kapur dicapai pada nilai CBR maksimum pada penambahan kapur 5% sebesar 66.33%

5. Simpulan

Dari hasil penelitian dan analisis dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Kadar air optimum (Wopt) tertinggi terjadi pada tanah asli tanpa campuran yaitu 17.60%, sedangkan Wopt terendah terjadi pada tanah dengan campuran kapur 10% yaitu 15.50%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kapur pada tanah dapat mengurangi kadar air tanah. Sedangkan untuk pengujian *specific gravity* atau berat jenis tanah menunjukkan bahwa nilai berat jenis mengalami kenaikan seiring dengan penambahan kadar kapur. Gs maksimum terdapat pada tanah yang telah dicampur dengan kapur 7.5% sebesar 2.8 gram/cm^3. Nilai berat jenis cenderung mengalami penurunan pada penambahan kapur 10%.

2. Berat isi kering maksimum (γd_{maks}) tertinggi terjadi pada penambahan kapur tertinggi yaitu 10% dari

berat tanah asli dengan nilai berat isi kering maksimum (γd_{maks}) sebesar 1.42 gr/cm³. Sedangkan berat isi kering maksimum (γd_{maks}) terendah terjadi pada tanah asli tanpa penambahan kapur sebesar 1.16% gr/cm³. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kapur pada tanah dapat meningkatkan nilai berat isi kering maksimum (γd_{maks}). Nilai CBR mengalami peningkatan pada penambahan kapur 2.5% dan 5% dibandingkan dengan tanah asli tanpa campuran kapur sebesar 50% dan 66.33%. Akan tetapi pada penambahan kapur diatas 5% yaitu 7.5% dan 10%, nilai CBR cenderung mengalami penurunan yaitu 64% dan 61%.

3. Pengaruh penambahan kapur pada tanah yang dipadatkan dan menunjukkan pengaruh yang signifikan pada nilai CBR, terutama sampai penambahan kapur 5% yang menunjukkan bahwa stabilitas tanah yang dicampur dengan kapur dicapai pada nilai CBR optimum pada penambahan kapur 5% sebesar 66.33%. Perbedaan stabilitas (CBR) antara tanah asli dengan tanah yang dicampur dengan kapur sebesar 23.33%.

Daftar Pustaka

Hardiyatmo, H.C. 1992. *Mekanika Tanah 1*. Edisi 1. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Hardiyatmo, H.C. 2010. *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan.* Edisi 1. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Hatmoko, J.T., Lulie, Y. 2007. Ucs Tanah Lempung Ekspansif yang Distabilisasi Dengan Abu Ampas Tebu dan Kapur. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*. 8 : 64-77.

Lisdayanti, C. 2019. Pengujian CBR Laboratorium Lapisan *Subgrade* Menggunakan Alat Uji Modifikasi Kondisi Perendaman. *Skripsi.* Universitas Lampung.

Nikmah, A. 2018. Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Nilai CBR (Rendaman) Tanah Di Kabupaten Grobogan, *Skripsi.* Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu.

Panguriseng, D. 2001. *Stabilisasi Tanah.* Bahan Kuliah. Universitas 45 Makassar. Makassar.

Sir, T. M. W., Lay, R. R., Bunganaen, W. 2019. Stabilisasi Tanah Lempung Desa Niukbaun Menggunakan Campuran Tanah Kapur Dan Semen. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana*. Vol. VIII. No.2.

SNI 03-1742-1989. *Metode Pengujian Kepadatan Ringan Untuk Tanah.* Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan. Bandung.

SNI 03-1744-1989. *Metode Pengujian CBR Laboratorium*. Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan. Bandung.

SNI 03-4147-1996. *Spesifikasi Kapur Untuk Stabilisasi Tanah.* Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan. Bandung.

SNI 1964:2008. *Cara Uji Berat Jenis Tanah.* Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan. Bandung.

Soedarmo, G.D., S.J. Edy Purnomo. 1993. Mekanika Tanah 1. Edisi 1. Kanisius. Malang.

Sutikno., Damianto, B. 2009. Stabilisasi Tanah Ekspansif Dengan Menambahkan Kapur (*Lime*) : Aplikasi Pada Pekerjaan Timbunan. *Teknik Sipil dan Perencanaan Politeknik Negeri Jakarta.* 11 : 101-108.

Widhiarto, H., Andriawan, A.H., Matulessy, A. 2015. Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Menggunakan Campuran Abu Sekam dan Kapur. *Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya.* 1 : 135-140.

Wiraprakoso, H.A. 2017. Stabilisasi Tanah Ekspansif Dengan Campuran Kapur dan Tras Ditinjau Dari Nilai *California Bearinging Ratio* (CBR) dan *Swelling* Parameter Tanah. *Skripsi.* Universitas Sebelas Maret Surakarta.