

## PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR TOHOR TERHADAP NILAI CBR SUB GRADE DENGAN MENGGUNAKAN METODE ASTM D 2017

<sup>1</sup>BAGUS SETIAWAN, <sup>2</sup>ANIK BUDIATI

<sup>1,2</sup>Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Surabaya

Jl. Ahmad Yani 114 Surabaya, Indonesia

e-mail: <sup>1</sup> bagussetiawan093@gmail.com, <sup>2</sup> anikbudiati2013@ubhara.ac.id

### ABSTRACT

*CBR (Clifornia Bearing Ratio) is a comparison between the burder that can be burne by the sub grade to the standard load in penetration expressed in the CBR Price (Trunbul, 1968). According to trunbul (1968) and raharjo( 1985) states that the CBR Value for sub grade is different for each traffic condition. For moderate traffic the alloable CBR value is 5 – 10% and for high traffic is 10 – 20%. In the field conditions , if the sub-grade CBR value do not meet the requirments then a blackfill / hoarding or improvemet efforts will be made to the sub grade and it is expected to obtain the desired CBR value increase. The initial test of the soil is peat soil type, because it has an average specific,gravity (Gs) of 1.240 gr/cm<sup>3</sup> with a liquid limid value of 68.61% and plastic limit value of 60,00% and plastic index value of 8,61. The test soil has an initial CBR Value of 0,5% with water content of 54,67%. The optimum CBR value is obtained adding calcium oxide as much as 30% with a CBR value of 9%. Where as with the addition calcium oxide as much of 10% only obtained a CBR value 4,2%. And with the addition calcium oxide as much of 20% CBR value of 8,2%. Curing of soilmixture with calcium oxide is done 14 day and using the ASTM ( American Society for testing material) method D 2017.*

**Keywords :** ASTM (American Society for testing material), CBR (California Bearing Ratio), Calcium Oxide, Curing, Sub Grade

### ABSTRAK

*CBR (California Bearing Ratio) adalah perbandingan antara beban yang mampu dipikul oleh sub grade terhadap beban standart dalam penetrasi yang dinyatakan dalam harga CBR (Turnbul, 1968). Dalam Turnbull (1968) dan Raharjo (1985) menyebutkan bahwa nilai CBR untuk sub grade berbeda untuk masing-masing kondisi lalu lintas. Untuk lalu lintas sedang nilai CBR yang diizinkan alalah 5 – 10% dan untuk lalu lintas tinggi adalah 10 – 20%. Dalam kondisi di lapangan, jika kondisi tanah sub grade nilai CBR kurang memenuhi maka dilakukan pengurukan/penimbunan atau upaya-upaya perbaikan terhadap sub grade dan diharapkan didapatkan peningkatan nilai CBR yang diinginkan. Pengujian awal tanah tersebut termasuk jenis tanah gambut, karena memiliki berat jenis rata-rata (Gs) 1,240 gr/cm<sup>3</sup> dengan nilai Liquid Limid 68,61%, nilai Plastic Limit 60,00% dan nilai Plastic Index sebesar 8,61. Tanah uji tersebut memiliki nilai CBR awal 0,5% dengan kadar air 54,67%. Nilai CBR optimum didapatkan dengan menambahkan kapur tohor sebanyak 30% dengan nilai CBR 9%. Sedangkan dengan penambahan kapur tohor 10% hanya didapatkan nilai CBR 4,2% dan dengan ditambahkan kapur tohor 20% mendapatkan hasil CBR 8,2%. Pemeraman campuran tanah dengan kapur tohor dilakukan 14 hari dengan menggunakan metode ASTM (American Society For Testing Material) D Tahun 1990.*

**Kata kunci :** ASTM (American Society For Testing Material), CBR (California Bearing Ratio), Kapur Tohor, Pemeraman, Sub Grade

## 1. PENDAHULUAN

CBR (*California Bearing Ratio*) adalah perbandingan antara beban yang mampu dipikul oleh *sub grade* terhadap beban standart dalam penetrasi yang dinyatakan dalam harga CBR. Turnbull (1968) dalam Raharjo (1985) menyebutkan bahwa nilai CBR untuk *sub grade* berbeda untuk masing-masing kondisi lalu lintas. Sebagai contoh untuk lalu lintas sedang minimal nilai CBR yang diizinkan adalah 5 – 10% dan untuk lalu lintas tinggi adalah 10 – 20%. Dalam kondisi di lapangan, jika kondisi tanah *sub grade* nilai CBR kurang memenuhi maka dilakukan pengurukan/penimbunan atau upaya-upaya perbaikan terhadap *sub grade* dengan tujuan peningkatan nilai CBR yang diinginkan.

Beberapa penelitian sebagai upaya peningkatan nilai CBR terhadap *sub grade* telah dilakukan. Adolf Situmorang (2011), meneliti perbaikan terhadap stabilisasi *sub grade* lempung ekspansif dengan campuran air garam dan air kapur padam. Pada penelitian ini menggunakan campuran air kapur padam sebesar 5% dan air garam dengan variasi 0%, 2%, dan 3%, serta menggunakan variasi pemeraman campuran selama 0 hari dan 7 didapatkan hasil bahwa penambahan garam pada setiap campuran tanah lempung ekspansif dengan waktu pemeraman tertentu cenderung menurunkan nilai CBR. Fitridawati Soehardi dan Lusi Dwi Putri (2017), I Komang Tri Herdiana (2018) telah melakukan penelitian tentang pengaruh waktu pemeraman terhadap stabilisasi tanah lempung ekspansif menggunakan kapur padam dan campuran matos terhadap nilai CBR. Penelitian ini menggunakan campuran matos sebesar 3,472 gr dengan variasi penambahan kapur sebanyak 0%, 5%, 10%, dan 15% dan lama pemeraman 0, 4, 7, dan 14 hari. Dari penelitian ini didapatkan hasil nilai CBR akan terus meningkat seiring dengan penambahan air kapur dan waktu pemeraman yang semakin lama.

Penelitian lanjutan ini difokuskan pada perbaikan *sub grade* dengan metode pemeraman tanah serta mencampurkan kapur aktif atau lebih dikenal dengan nama kapur tohor. Instrumen pada penelitian ini menggunakan proses pemeraman 14 hari dengan persentase kapur tohor 10%, 20%, dan 30%. Tanah yang digunakan berasal dari lahan bekas tanah rawa. Berdasarkan pengujian di laboratorium, tanah uji tersebut termasuk jenis tanah gambut, berat jenis  $1,240 < 2,00 \text{ gr/cm}^3$  dengan kadar air 54,67%. Sedangkan pengujian nilai CBR awal dari 3 sampel pengujian dengan pemadatan 10, 25, dan 56 tumbukan didapatkan nilai CBR awal sebesar 0,5%. Nilai CBR tersebut tentunya tidak memenuhi syarat untuk nilai CBR untuk lalu lintas sedang yang memiliki standart Nilai CBR 5% – 10%.

## 2. TEORI

### 2.1 Tanah

Menurut Craig (1991), tanah adalah akumulasi mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Batuan yang lapuk karena proses alam berproses menjadi tanah yang berbeda partikel, berbeda jenis tanah dan berbeda ukuran butir karena perbedaan jenis batuan yang lapuk tersebut. Semakin bervariasi batuan yang lapuk, jenis tanah semakin bervariasi pula.

#### 2.1.1 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu proses untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dengan menambahkan sesuatu pada tanah tersebut, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser (Hardiyatmo, 2002). Sedangkan Stabilisasi kimiawi yaitu menambahkan kekuatan dan daya dukung tanah dengan mengurangi atau menghilangkan sifat-sifat teknis tanah yang kurang menguntungkan dengan cara mencampur tanah dengan bahan kimia seperti semen, kapur, dan pozzolan.

### 2.2 Kapur Tohor

Hardiyatmo, H.C (2015), kapur cocok digunakan untuk stabilisasi tanah berlempung (CH dan CL), dan tanah-tanah granuler yang mengandung lempung (GC, SC). Kapur mereduksi indeks plastisitas (PI) dan membuat lempung menjadi tidak begitu sensitif terhadap air. Kapur merupakan salah satu mineral yang cukup efektif untuk proses stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah dengan kapur sangat lazim digunakan dalam proyek – proyek konstruksi jalan. Kapur yang bisa digunakan dalam stabilisasi tanah adalah kapur hidup CaO dan kapur padam. Kapur tersebut berasal dari batu kapur yang telah dibakar sampai dengan suhu 1000°C. kapur hasil pembakaran apabila ditambahkan air akan mengembang dan retak. Banyak panas yang keluar (seperti mendidih) selama proses ini, hasilnya adalah kalsium hidroksida  $\text{Ca(OH)}_2$  apabila air kapur dengan mineral tanah bereaksi maka akan membentuk suatu Geel yang kuat dan keras yaitu kalsium silikat yang mengikat butir-butir atau partikel

tanah (Ingles dan Marcalf, 1972). Berdasarkan uraian di atas kapur ini dapat dimanfaatkan untuk mengurangi plastisitas tanah, mengurangi penyusutan tanah, dan pemuaiian pondasi jalan raya.

**2.3 Daya Dukung Tanah**

Daya dukung tanah(*bearing capacity*) atau yang sering disebut DDT adalah kemampuan tanah untuk mendukung beban baik dari segi struktur pondasi maupun bangunan di atasnya tanpa terjadi keruntuhan geser. DDT akan memengaruhi terhadap ketebalan perkerasan jalan yang akan dibangun di atas *sub grade*. DDT *sub grade* dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, kondisi drainase, dan lain-lain (Sukirman, 1999). Tanah dengan tingkat kepadatan tinggi mengalami perubahan kadar air kecil dan mempunyai DDT yang lebih besar jika dibandingkan dengan tanah sejenis yang tingkat kepadatannya lebih rendah. Tingkat kepadatan dinyatakan dalam persentase berat volume kering tanah terhadap berat volume kering maksimum (Das, Braja M. 1995).

**2.4 CBR (*California Bearing Ratio*) Tanah**

Emiritus(2002) kekuatan tanah dasar jalan (*Sub grade*) dikenal adalah cara CBR (*California Bearing Ratio*). Iatilah CBR menunjukkan suatu perbandingan (*Ratio*) antara beban yang diperlukan untuk menekan piston logam (luas penampang 3 squich) ke dalam tanah untuk mencapai penurunan (penetrasi) tertentu dengan beban yang diperlukan pada penekanan piston terhadap material batu pecah di *California* pada penetrasi yang sama.

**2.4.1 Nilai CBR**

Semakin tinggi nilai CBR tanah maka semakin baik tanah untuk menjadi dasar perkerasan jalan, demikian juga sebaliknya. Nilai CBR juga digunakan untuk menentukan tebal tipis perkerasan dari nilai CBR digunakan grafik-grafik yang dikembangkan untuk berbagai muatan roda kendaraan dengan intensitas lalu lintas.

$$CBR_{0,1''} = \frac{\text{Beban benda uji saat piston menembus } 0,1''}{3 \times 1000} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

$$CBR_{0,2''} = \frac{\text{Beban benda uji saat piston menembus } 0,2''}{3 \times 1500} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Jika harga standart unit load pada penetrasi 0,1'' = 1000 psi, maka harga standart unit load pada penetrasi 0,3''; 0,4''; 0,5'' adalah masing- masing 1900; 2300; dan 2600 psi. Beban (load) didapat dari hasil pembacaan dial penetrasi yang kemudian diubah dengan grafik calibration proving ring. Test unit load (psi) = Tegangan ( $\sigma$ ).

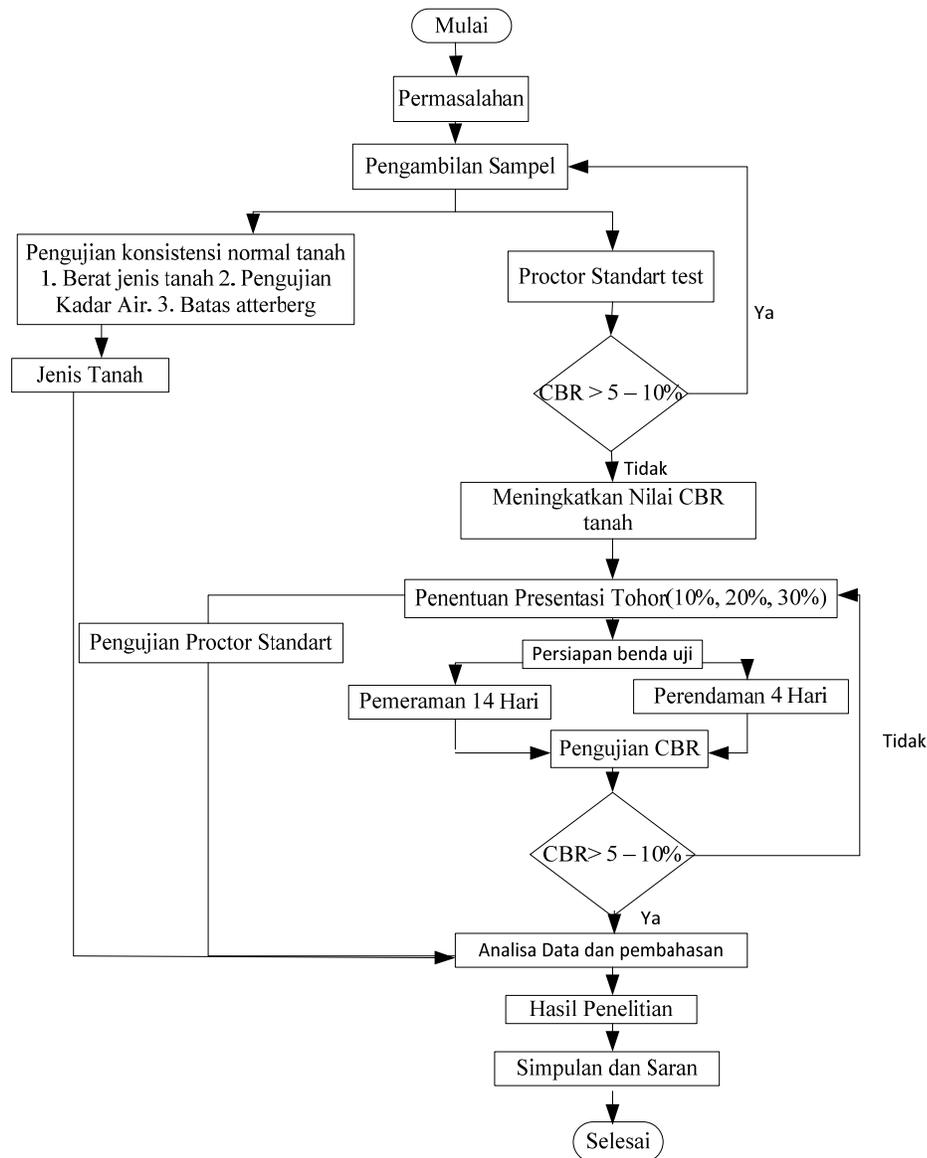
**3. METODE**

**3.1. Instrumen Penelitian**

Instrumen penelitian dapat lihat pada Gambar 1 dan Tabel 1 untuk penentuan varian kapur tohor dan waktu pemeraman, serta jumlah benda uji.

*Tabel 1. Varian Benda Uji*

Kapur Tohor (%)	Pemeraman (hari)	Benda Uji	Perendaman (hari)
0	0	3	4
10	14	3	4
20	14	3	4
30	14	3	4



Gambar 1 . Diagram alir penelitian

Metode penyampuran tanah dengan kapur tohor, dengan tahap sebagai berikut:

1. Sampel tanah asli ditimbang 5 kg, dicampur dengan kapur tohor lolos ayakan no.8 dengan persentase 10%, 20%, dan 30%. Diaduk hingga campuran kapur tohor mencampur dengan sampel tanah.
2. Sampel yang sudah tercampur merata di masukkan kedalam kantong plastic dan dilabel kemudian diikat, kemudian diperam selama durasi waktu 14 hari.
3. Pada hari ke 14 sampel tanah tanah dimasukkan ke dalam  *mold*  dan dipadatkan dengan variasi tumbukan 10, 25, dan 56 tiap lapis (3 lapis).
4. Sampel tanah yang sudah dipadatkan kemudian di rendam selama 4 hari (96 jam). Catat pengembangan tanahnya melalui arloji manometer ketika durasi waktu 0, 24, 48, 72, dan 96 jam.
5. Setelah direndam selama 4 hari benda uji bisa dilakukan test CBR.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah kita dapatkan hasil CBR awal pada pengujian awal tanah uji, pada penelitian selanjutnya tanah uji telah ditambah dengan kapur tohor yang lolos saringan no. 8 sebanyak 10%, 20%, dan 30%. Serta telah dilakukan pemeraman selama 14 hari (sesuai instrument penelitian). Pada campuran tohor 10% kadar airnya 39,91%, dengan nomor sampel 10.1 (10 tumbukan), 10.2 (25 tumbukan), dan 10.3 (56 tumbukan). Pada campuran tohor 20% kadar airnya 38,25%, dengan nomor sampel 20.1 (10 tumbukan), 20.2 (25 tumbukan), dan 20.3 (56 tumbukan). Pada campuran tohor 30% kadar airnya sebanyak 31,80%, dengan nomor sampel 30.1 (10 tumbukan), 30.2 (25 tumbukan), dan 0.3 (56 tumbukan). Masing-masing campuran tohor diambil 5 benda uji untuk *standart proctor* dengan kadar air yang berbeda-beda. Dari pengujian kadar air dapat disimpulkan bahwa nilai CBR cenderung memiliki kadar air yang menurun karena telah dicampur dengan kapur tohor yang memiliki sifat pengikat air.

*Tabel 2. Hasil Pengujian CBR*

Nomor Sampel	Tumbukan (X)	Kadar Air (%)	CBR Rata-rata (%)	CBR Design (%)	Pengembangan (mm)
<b>Tanah Asli</b>					
0,1	10	52,34	2,85	0,50	4,60
0,2	25		3,68		4,10
0,3	56		4,85		2,20
<b>Tanah Asli + Tohor 10%</b>					
10,1	10	39,91	5,68	4,20	0,80
10,2	25		6,51		0,10
10,3	56		8,17		0,15
<b>Tanah Asli + Tohor 20%</b>					
20,1	10	38,25	7,85	8,20	0,10
20,2	25		8,51		0,09
20,3	56		9,67		0,08
<b>Tanah Asli + Tohor 30%</b>					
30,1	10	31,80	8,18	9,00	0,09
30,2	25		8,52		0,03
30,3	56		9,35		0,02

#### 5. SIMPULAN

Dari penelitian ini bisa disimpulkan beberapa point sebagai berikut:

- Tanah uji tersebut termasuk jenis tanah gambut, karena memiliki berat jenis rata-rata ( $G_s$ ) 1,240  $gr/cm^3$ . Kadar air rata-rata 54,67% dengan nilai *Liquid Limid* 68,61%, nilai *Plastic Limit* 60,00% dan nilai *Plastic Index* sebesar 8,61. Tanah uji tersebut memiliki nilai CBR awal sebesar CBR 0,5%.
- Nilai CBR optimum didapatkan dengan menambahkan kapur tohor sebanyak 30% dengan nilai CBR 9%. Sedangkan dengan penambahan kapur tohor 10% hanya didapatkan nilai CBR 4,2% dan dengan ditambahkan kapur tohor 20% mendapatkan hasil CBR 8,2%.

#### ACKNOWLEDGMENT/PENGAKUAN

Artikel ini adalah bagian dari penelitian yang dilaksanakan di FT Ubhara didasarkan atas Surat Tugas Dekan FT nomor : Stugas /023/ 3/FT/2019. Penelitian ini memiliki dua tujuan yaitu Tugas akhir mahasiswa dan publikasi. Terima kasih dihaturkan kepada Lab T. Sipil Ubhara.

**REFERENSI**

- AASHTO. 1990. *Standart Spesification for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing*. 15<sup>th</sup> ed : Washington, D.C
- Adolf Situmorang .2011.Perubahan daya dukung tanah akibat pemanbahan air garam terhadap stabilitas tanah lempung dengan kapur, Jurnal Teknik Sipil.2.2. Universitas Semarang (USN), Semarang.
- ASTM. 1992. *ASTM Stabilization With Admixure, American Society For Testing Material*. Second Edition.
- Craig, R.F.1991, *Mekanika Tanah*, Erlangga, Jakarta
- Das, Braja M. 1995. *Mekanika Tanah Jilid 1 (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*.Erlangga: Jakarta.
- Dinas Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standart Nasional Indonesia, Metode Uji CBR Labolatorium, SNI 1744;2012.
- Emiritus, 2002, *Highway, The location design, Contruction and maintenance of Road Pavement*, Elsevier, USA.
- Fitridawati Soehardi dan Lusi Dwi Putri.2017, Stabilitas Tanah dengan variasi pemanbahan kapur waktu pemeraman, Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Perencanaan (KNTSP)2017, vol 1,Universitas islam Riau.
- Hardiyatmo, H.C. 2015. *Mekanika Tanah I Edisi Keenam*. Universitas Gajah Mada: Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2002. *Mekanika Tanah I*. Universitas Gajah Mada: Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 1992. *Mekanika Tanah I*. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- I Komang Tri Herdiana.2018, Stabilitas tanah Lempung yang dicampur zat additive kapur ditinjau dari waktu pemeraman, Universitas lampung.
- Situmorang, A. 2011. *Perubahan Daya Dukung Tanah Akibat Penambahan Air Garam Terhadap Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Kapur*. Universitas Bangka Belitung: Pangkalpinang
- Sukirman, S. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Penerbit Nova: Bandung.