

Analisis Pengujian Tanah Lempung Dengan Penggunaan Semen Dan Mineral Sulfat (Tepung Gypsun) Terhadap Nilai CBR

Hairulla^{1,*}, Dina L. Pamuttu, Richard Sebastian Leonard

Teknik Sipil, Universitas Musamus
Merauke, Indonesia

hairulla@unmus.ac.id, dina@unmus.ac.id, kingleo9534@gmail.com

Abstrak – Daerah Cikombong yang bertempat di kabupaten Merauke merupakan kawasan yang memiliki jenis tanah yang kurang begitu baik, dikarenakan sebagian besar tanah di kawasan tersebut adalah jenis tanah lempung yang memiliki sifat tanah dengan ukuran lebih kecil dari 0,002 mm, permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi dan proses konsolidasi lambat, Sehingga perlu ditinjau sifat fisis dan mekanis lempung agar dapat diketahui perilaku dan besar beban yang dapat di terima. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui beberapa besar pengaruh tanah lempung dengan penggunaan perbandingan antara tanah, semen dan mineral sulfat (tepung gypsun) terhadap nilai CBR. Metode yang dilakukan yaitu pengujian fisat fisis tanah lempung dan di lanjutkan dengan pengujian CBR (*California Bearing Ratio*). Hasil yang diperoleh dari pengujian laboratorium adalah kenaikan nilai CBR terjadi pada perbandingan antara tanah lempung, tepung gypsun 2,4,6%, dan semen 4%, gypsun 2% dan semen 4% didapat nilai CBR sebesar 45,46, gypsun 4% dan semen 4% nilai CBR sebesar 54,54 dan gypsun 6% dan semen 4% didapat nilai CBR sebesar 72,68. Namun penurunan nilai CBR terjadi pada perbandingan antara tanah lempung dan tepung gypsun pada persenan 4% dan 6%, perbandingan 4% didapat nilai CBR sebesar 0,00 dan perbandingan 6% didapat nilai CBR sebesar -36,39.

Kata kunci; analisis; semen; mineral sulfat (tepung gypsun); nilai CBR

Abstract – The Cikombong area which is located in Merauke district is an area that has a soil type that is not very good, because most of the soil in the area is clay soil which has soil properties with a size smaller than 0.002 mm, low permeability, high capillary water increase, is very cohesive, high swelling shrinkage rate and slow consolidation process, so it is necessary to review the physical and mechanical properties of clay in order to know the behavior and the amount of load that can be accepted. The purpose of this study was to determine the major influence of clay with the use of a comparison between soil, cement and mineral sulfate (gypsum flour) on the CBR value. The method used is the physical clay soil test and continued with the CBR (*California Bearing Ratio*) test. The results obtained from laboratory testing are the increase in CBR value occurs in the ratio between clay, gypsum flour 2.4.6%, and 4% cement, 2% gypsum and 4% cement, the CBR value is 45.46, gypsum 4% and 4% cement. 4% cement CBR value of 54.54 and 6% gypsum and 4% cement obtained CBR value of 72.68. However, the decrease in CBR value occurred in the ratio between clay and gypsum flour at a percentage of 4% and 6%, a comparison of 4% obtained a CBR value of 0.00 and a ratio of 6% obtained a CBR value of -36.39.

Keywords; analisis; semen; mineral sulfat (gypsum flour); nilai CBR

1. PENDAHULUAN

Tanah mempunyai peranan yang penting pada setiap pekerjaan teknik sipil [1]. Ada beberapa bangunan yang dibangun di atas tanah yang mempunyai sifat atau jenis tanah yang kurang baik, misalnya tanah yang memiliki daya dukung yang sangat rendah contohnya tanah lempung. Kondisi tanah dapat menjadi faktor penyebab kerusakan pada konstruksi.

Terdapat bermacam tanah yang memiliki kualitas tanah yang kurang baik, jika diberi beban yang melebihi kapasitas dapat menyebabkan masalah pada tanah tersebut. Tanah yang memiliki daya dukung rendah adalah tanah lempung [2]. Perlu adanya perbaikan tanah lempung dengan cara stabilisasi, karena tanah lempung memiliki plastisitas tinggi dan permeabilitas rendah maka proses konsolidasi memerlukan waktu cukup lama. Terdapat bermacam cara perbaikan tanah yang di gunakan untuk menaikkan volume kekuatan tanah dengan cara menstabilisasi bahan tambah seperti, semen dan tepung gypsun.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi pengambilan sampel

Bahan uji yang diteliti yaitu tanah lempung, yang diambil dari daerah cikombong, Distrik merauke, Kabupaten Merauke, Dengan titik kordinat X (tinggi): 8°30'10.67"S, Y (panjang): 140°26'5.61"E.



Gambar 1. Peta Cikombong

2.2. Tempat penelitian

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Musamus Merauke.

2.3. Jenis data

Pada penelitian ini, penulis membutuhkan dua macam data yang pertama yaitu data primer serta yang kedua yaitu data sekunder. Rincian dari data primer serta data sekunder terlampir pada tabel 1.

2.4. Alat pengujian penelitian

a. Peralatan pengujian kadar air

- Oven yang dilengkapi pemanas (110 ± 5)°C
- Cawan
- Timbangan elektrik

b. Peralatan pengujian berat jenis tanah

- Hot plate dan picnometer
- Timbangan elektrik
- Oven yang dilengkapi pemanas (110 ± 5)°C

c. Peralatan pengujian analisa saringan

- Ayakan Saringan
- Timbangan Elektrik
- Cawan
- Selang Air
- Ember

d. Peralatan pengujian analisa hydrometer

- Tabung gelas ukur kapisitas 1000 ml
- Termometer 0 - 500 C dengan ketelitian 0,10C
- Ayakan standar
- Stop watch

e. Peralatan pengujian batas-batas *Atterberg*

- *Casagrande*, botol air suling.
- Grooving tool
- Cawan
- Spatula
- Oven yang dilengkapi pemanas (110 ± 5)°C
- Plat kaca

f. Peralatan pengujian pemadatan

- Standar proctor hammer
- Standar proctor mold
- Dongkrak
- Oven yang dilengkapi pemanas (110 ± 5)°C
- Timbangan

g. Peralatan pengujian pemadatan CBR (*California Bearing Ratio*)

- Alat pengujian CBR Laboratorium
- Cetakan benda uji
- Timbangan
- Oven yang dilengkapi pemanas (110 ± 5)°C

2.5. Tahapan pengujian

a. Pengujian sifat fisis tanah

• Pengujian kadar air tanah

Pengujian kadar air tanah bertujuan untuk mendapatkan perbedaan pada berat air yang ada di dalam tanah dan berat kering tanah [3], pengujian ini berdasar pada SNI 03-1965-1990.

• Pengujian berat jenis tanah

Yang di maksud pengujian berat jenis tanah yaitu untuk membandingkan berat isi air dan berat isi tanah, dengan ketentuan lewat saringan no.40 [4], Pengujian tersebut berdasarkan oleh SNI 03-1964-1990.

• Pengujian batas cair dan batas plastis

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan kadar air tanah apabila tanah lempung telah tercampur pada air dan telah mencapai kondisi cair, dari keadaan cair menjadi plastis, sampai menjadi semi padat [5], Pengujian ini berdasar pada SNI 03-1967-1990.

• Pengujian analisa saringan

Analisis saringan adalah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka persentase digambarkan pada grafik pembagian butir [6], SNI 03-1968-1990.

b. Pengujian mekanis

• Pengujian pemadatan

Pengujian pemadatan dilakukan untuk mengetahui hubungan antara berat isi tanah dan kadar air dengan cara memadatkan tanah di dalam cetakan silinder pada ukuran yang ditentukan [7], menggunakan hammer 4.5 kg pada ketinggian 457mm dan pengujian ini berdasar pada SNI 03-1743-1989.

• Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan CBR (*California Bearing Ratio*) tanah dan campuran tanah agregat yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu. CBR laboratorium ialah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama [8], pengujian ini berdasar pada SNI 03-1743-1989.

2.6. Distribusi pengujian

Dalam sampel pengujian ini dibuat untuk setiap masing-masing dari setiap masing-masing dari kelompok penelitian. Total sampel yang akan di uji dalam penelitian mencari nilai CBR yaitu dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Jenis pengujian dan jumlah benda uji

No	Jenis Pengujian	Jumlah Benda Uji
1	Kadar Air	3
2	Berat Jenis	3
3	Analisa Saringan	3
4	Batas Cair	3

No	Jenis Pengujian	Jumlah Benda Uji
5	Batas Plastis	3
6	Standar Proctocor	3
7	Pengujian nilai CBR	8

2.7. Teknik analisis data

a. Kadar air

Untuk menghitung kadar air tanah dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut [9] :

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100(\%) \quad (1)$$

Dimana :

W_w = Berat air (*weight of water*) (gram)

W_s = Berat butir tanah (*weight of soil*) (gram)

b. Bobot isi tanah

$$\gamma_l = \frac{W}{V} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \quad (2)$$

Dimana :

γ_l = Berat volume tanah (gram/cm³)

W = Berat tanah (gram)

V = Volume ring (cm³)

c. Berat jenis tanah

Adapun perhitungan berat jenis, dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini [10] :

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (3)$$

Dimana :

G_s = Berat jenis tanah

γ_s = Perbandingan antara berat volume butiran padat partikel tanah

γ_w = Berat volume air

d. Batas-batas Atterberg

$$PI = LL - PL \quad (4)$$

Dimana :

PI = Plastis ideks (%)

LL = Liquid limit (%)

PL = Plastis limit (%)

e. Pemadatan

$$\gamma_{dl} = \frac{\gamma_b}{1+w} \quad (5)$$

Dimana :

γ_d = Berat volume tanah kering (gr/cm³)

γ_b = Berat volume tanah basah (gr/cm³)

W = Kadar air (%)

f. CBR (*California bearing Ratio*)

$$CBR = \frac{\text{beban test}}{\text{beban standar}} \times 100\% \quad (6)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang di lakukan di laboratorium Teknik Sipil diperoleh data fisis dan mekanis, dapat di lihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi hasil pengujian sifat fisis tanah

No	Jenis Pemeriksaan	Simbol	Hasil Pemeriksaan	
Pengujian fisis tanah				
1	Kadar Air (w)	w _c	47,63	%
2	Berat Jenis (Gs)	Gs	2,68	
3	Bobot Isi	g	1,26	gr/cm ³
4	Atterberg			
	a. Batas Cair	LL	39,33	%
	b. Batas Plastis	PL	21,01	%
	c. Index Plastis	IP	18,31	%
5	Pemeriksaan Analisa Saringan			
	Lempung (Clay)		45	%
	Lanau (Silt)		25	%
	Pasir (Send)		30	%
	Kerikil (Gravel)		0	%

3.1. Hasil pengujian fisis

Untuk pengujian sifat fisis tanah terdiri dari kadar air (*Water Content*), bobot isi tanah ,berat jenis (*Spesific Gravity*), atterberg dan analisa saringan (*Shive Analysis*).

a. Pengujian kadar air tanah

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air tanah. Pengujian kadar air tanah didapatkan dengan menggunakan persamaan (1).

Benda uji 1:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100(\%)$$

$$w = \frac{11,9}{24,6} \times 100 (\%)$$

$$w = 48,37 (\%)$$

Untuk perhitungan benda uji 2 dan 3 dipadatkan menggunakan persamaan benda uji 1. Maka di dapatkan hasil kadar air benda uji 1 sebesar 48,37, benda uji 2 sebesar 44,31, dan benda uji 3 sebesar 50,20 sehingga memperoleh kadar air rata-rata sebesar 47,63.

b. Bobot isi tanah

Pengujian bertujuan untuk menentukan berat volume tanah basah. Pengujian bobot isi tanah didapatkan dengan menggunakan persamaan (2).

$$\gamma_l = \frac{W}{V} \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

$$\gamma_l = \frac{76,20 - 57,20}{62,31} = 1,22 \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

Untuk perhitungan benda uji 2 dan 3 dipadatkan menggunakan persamaan benda uji 1. Maka di dapatkan hasil bobot isi tanah benda uji 1 sebesar 1,22, benda uji 2 sebesar 1,27, dan benda uji 3 sebesar 1,28 sehingga memperoleh kadar air rata-rata sebesar 1,26.

c. Pengujian berat jenis tanah (*specific gravity*)

Untuk mengetahui harga berat jenis tanah atau *specific gravity* (G_s) serta menentukan tanah yang terkandung, apakah tanah tersebut organik atau anorganik. Pengujian berat jenis tanah didapatkan dengan menggunakan persamaan (3).

Benda uji 1 :

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$$

$$G_s = \frac{W_3}{(W_5 + W_3) - W_4}$$

$$G_s = \frac{75,4}{(151,6 + 75,4) - 198,9}$$

$$G_s = 2,68$$

Untuk perhitungan benda uji 2 dan 3 dipadatkan menggunakan persamaan benda uji 1. Maka di dapatkan hasil berat jenis tanah benda uji 1 sebesar 2,68, benda uji 2 sebesar 2,67, sehingga berat jenis rata-rata yang diperoleh sebesar 2,68.

d. Pengujian batas-batas *Atterberg*

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan angka-angka kepadatan. Pengujian batas-batas *atterberg* didapatkan dengan menggunakan persamaan (4).

$$PI = LL - PL$$

$$PI = 39,33\% - 21,01\%$$

$$PI = 18,31\%$$

Untuk pengujian ini di dapatkan nilai batas cair (LL) sebesar 39,33% dan batas plastis (PL) sebesar 21,01% maka diperoleh nilai *plasitis indeks* (PI) sebesar 18,31%.

e. Pengujian analisa ukuran butiran

Pengujian analisa ukuran butiran ini menggunakan metode analisa saringan basah.

Persen tertinggal saringan :

$$\emptyset \text{ ayakan } 4,75 = x \cdot 100 = 0\%$$

$$\emptyset \text{ ayakan } 2,36 = x \cdot 100 = 0\%$$

$$\emptyset \text{ ayakan } 2 = x \cdot 100 = 98,34\%$$

$$\emptyset \text{ ayakan } 1,25 = x \cdot 100 = 95,62\%$$

$$\emptyset \text{ ayakan } 0,6 = x \cdot 100 = 91,88\%$$

$$\emptyset \text{ ayakan } 0,425 = x \cdot 100 = 87,46\%$$

$$\emptyset \text{ ayakan } 0,3 = x \cdot 100 = 82,40\%$$

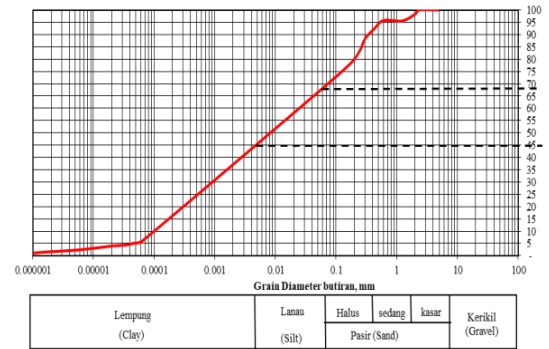
$$\emptyset \text{ ayakan } 0,25 = x \cdot 100 = 76,78\%$$

$$\emptyset \text{ ayakan } 0,18 = x \cdot 100 = 70,58\%$$

$$\emptyset \text{ ayakan } 0,075 = x \cdot 100 = 60,98\%$$

Hasil pengujian analisa saringan, tanah yang lolos ayakan no 200 atau $\emptyset$ 0,075 mm adalah sebesar 60,98 % tanah tersebut merupakan tanah yang berbutir halus dan untuk klasifikasinya menurut AASHTO tanah ini masuk dalam tipe A-2-5 yaitu jenis tanah berlanau atau berlempung dan pasir, dari hasil analisa hydrometer diplot

kedalam grafik distribusi. Berikut adalah grafik analisa hydrometer.



Gambar 2. Grafik distribusi butiran tanah.

3.2. Hasil pengujian mekanis

a. Pemadatan

Tujuan dari pengujian pemadatan ini adalah untuk mengetahui berat isi tanah kering maksimum dan kadar air optimum. Hasil dari pengujian pemadatan tanah didapatkan dengan menggunakan persamaan (5)

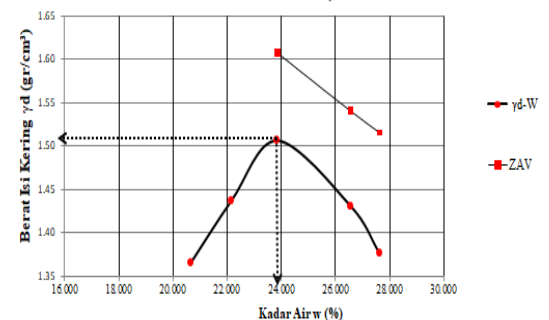
Benda uji 1:

$$\gamma_{d1} = \frac{\gamma_b}{1+w}$$

$$\gamma_{d1} = \frac{1,87}{1 + (23,86/100)}$$

$$\gamma_{d1} = 1,51$$

Berikut adalah gambar kurva antara berat isi kering dan kadar air optimum.



Gambar 3. Kurva hubungan antara berat isi kering dan kadar air optimum.

b. Hasil pengujian CBR

Hasil pengujian CBR dengan perbandingan campuran antara tanah lempung, tepung gypsun, dan semen terhadap nilai CBR dapat dengan menggunakan persamaan (6).

• Material tanah lempung 100%

Penetrasi 0,1" angka terkoreksi sebesar 287,65 dan pada penetrasi 0,2" angka terkoreksi sebesar 418,40 maka:

$$CBR \text{ 0,1 inchi} = \frac{287,65}{3000} \times 100 = 9,59\%$$

$$\text{CBR } 0,2 \text{ inchi} = \frac{418,40}{4500} \times 100 = 9,30\%$$

- Material tanah lempung 100% + Semen 4%

Penetrasi 0,1” angka terkoreksi sebesar 339,95 dan pada penetrasi 0,2” angka terkoreksi sebesar 496,85 maka:

$$\text{CBR } 0,1 \text{ inchi} = \frac{339,95}{3000} \times 100 = 11,33\%$$

$$\text{CBR } 0,2 \text{ inchi} = \frac{496,85}{4500} \times 100 = 11,04\%$$

- Material tanah lempung 100% + Gypsum 2%

Penetrasi 0,1” angka terkoreksi sebesar 392,25 dan pada penetrasi 0,2” angka terkoreksi sebesar 549,15 maka:

$$\text{CBR } 0,1 \text{ inchi} = \frac{392,25}{3000} \times 100 = 13,08\%$$

$$\text{CBR } 0,2 \text{ inchi} = \frac{549,15}{4500} \times 100 = 12,20\%$$

- Material tanah lempung 100% + Gypsum 4%

Penetrasi 0,1” angka terkoreksi sebesar 287,65 dan pada penetrasi 0,2” angka terkoreksi sebesar 392,25 maka:

$$\text{CBR } 0,1 \text{ inchi} = \frac{313,80}{3000} \times 100 = 10,46\%$$

$$\text{CBR } 0,2 \text{ inchi} = \frac{444,5}{4500} \times 100 = 9,88\%$$

- Material tanah lempung 100% + Gypsum 6%

Penetrasi 0,1” angka terkoreksi sebesar 183,05 dan pada penetrasi 0,2” angka terkoreksi sebesar 261,50 maka:

$$\text{CBR } 0,1 \text{ inchi} = \frac{300,73}{3000} \times 100 = 10,02\%$$

$$\text{CBR } 0,2 \text{ inchi} = \frac{287,65}{4500} \times 100 = 9,59\%$$

- Material tanah lempung 100% + Gypsum 2% + Semen 4%

Penetrasi 0,1” angka terkoreksi sebesar 418,40 dan pada penetrasi 0,2” angka terkoreksi sebesar 601,45 maka:

$$\text{CBR } 0,1 \text{ inchi} = \frac{418,40}{3000} \times 100 = 13,95\%$$

$$\text{CBR } 0,2 \text{ inchi} = \frac{601,45}{4500} \times 100 = 13,37\%$$

- Material tanah lempung 100% + Gypsum 4% + Semen 4%

Penetrasi 0,1” angka terkoreksi sebesar 444,55 dan pada penetrasi 0,2” angka terkoreksi sebesar 627,60 maka:

$$\text{CBR } 0,1 \text{ inchi} = \frac{444,55}{3000} \times 100 = 14,82\%$$

$$\text{CBR } 0,2 \text{ inchi} = \frac{627,60}{4500} \times 100 = 13,95\%$$

- Material tanah lempung 100% + Gypsum 6% + Semen 4%

Penetrasi 0,1” angka terkoreksi sebesar 496,85 dan pada penetrasi 0,2” angka terkoreksi sebesar 706,05 maka:

$$\text{CBR } 0,1 \text{ inchi} = \frac{496,85}{3000} \times 100 = 16,56\%$$

$$\text{CBR } 0,2 \text{ inchi} = \frac{706,05}{4500} \times 100 = 15,69\%$$

Untuk Rekapitulasi hasil presentase nilai CBR penetrasi 0,1 dan 0,2 inchi tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi hasil presentase nilai CBR penetrasi 0,1 dan 0,2 inchi

Sampel	Nilai CBR yang dicapai	Nilai CBR yang dicapai
	0,1 inchi	0,2 inchi
100% Tanah Lempung (TL) S1	9.59	9.59
Tanah Lempung + Semen 4% (TL+S)S2	11.33	11.04
Tanah Lempung + Tepung Gypsun 2% (TL+TG)S3	13.08	12.20
Tanah Lempung + Tepung Gypsun 4% (TL+TG)S4	10.46	10.02
Tanah Lempung + Tepung Gypsun 6% (TL+TG)S5	9.88	9.59
Tanah Lempung + Tepung Gypsun 2% + Semen 4% (TL+TG+S)S3	13.95	13.37
Tanah Lempung + Tepung Gypsun 4% + Semen 4% (TL+TG+S)S4	14.82	13.95
Tanah Lempung + Tepung Gypsun 6% + Semen 4% (TL+TG+S)S5	16.56	15.69

Hasil perhitungan perubahan nilai CBR terhadap tanah lempung pada penetasi 0,1.

Tanah lempung 100% 0,1 inchi = 9,59

Tanah lempung 100% + semen 4%

$$\text{CBR Penetrasi } 0,1 \text{ inchi} = \frac{11,33-9,59}{9,59} \times 100 = 18,14\%$$

Tanah lempung 100% + gypsun 2%

$$\text{CBR Penetrasi } 0,1 \text{ inchi} = \frac{13,08-9,59}{9,59} \times 100 = 36,39\%$$

Tanah lempung 100% + gypsun 2% + semen 4%

$$\text{CBR Penetrasi 0,1 inchi} = \frac{13,95-9,59}{9,59} \times 100$$

$$= 45,46\%$$

Tanah lempung 100% + gypsun 4% + semen 4%

$$\text{CBR Penetrasi 0,1 inchi} = \frac{14,82-9,59}{9,59} \times 100$$

$$= 54,54\%$$

Tanah lempung 100% + gypsun 6% + semen 4%

$$\text{CBR Penetrasi 0,1 inchi} = \frac{16,56-9,59}{9,59} \times 100$$

$$= 72,68\%$$

Hasil perhitungan perubahan nilai CBR terhadap tanah lempung pada penetasi 0,2

Tanah lempung 100% 0,2 inchi = 9,30%

Tanah lempung 100% + semen 4%

$$\text{CBR Penetrasi 0,2 inchi} = \frac{11,04-9,30}{9,30} \times 100$$

$$= 18,70\%$$

Tanah lempung 100% + gypsun 2%

$$\text{CBR Penetrasi 0,2 inchi} = \frac{12,20-9,30}{9,30} \times 100$$

$$= 31,18\%$$

Tanah lempung 100% + gypsun 2% + semen 4%

$$\text{CBR Penetrasi 0,2 inchi} = \frac{13,37-9,30}{9,30} \times 100$$

$$= 43,76$$

Tanah lempung 100% + gypsun 4% + semen 4%

$$\text{CBR Penetrasi 0,2 inchi} = \frac{13,95-9,30}{9,30} \times 100$$

$$= 46,12\%$$

Tanah lempung 100% + gypsun 6% + semen 4%

$$\text{CBR Penetrasi 0,2 inchi} = \frac{15,69-9,30}{9,30} \times 100$$

$$= 68,70\%$$

Tabel 5. Rekapitulasi perubahan nilai CBR antara tanah, semen dan tepung gypsun pada penetrasi 0,1 dan 0,2 inchi

Sampel	Penetrasi 0,1 inchi		Penetrasi 0,2 inchi	
	Nilai CBR	Kenaikan Nilai CBR Terhadap Tanah Lempung 100%	Nilai CBR	Kenaikan Nilai CBR Terhadap Tanah Lempung 100%
	(%)	(%)	(%)	(%)
Tanah Lempung 100%	9.59	0	9.30	0
Tanah Lempung 100%+ Semen 4%	11.33	18.14	11.04	18.70
Tanah Lempung 100%+ Tepung Gypsun 2%	13.08	36.39	12.20	31.18
Tanah Lempung 100% + Tepung Gypsun 2% + Semen 4%	13.95	45.46	13.37	43.76
Tanah Lempung 100%+ Tepung Gypsun 4% + Semen 4%	14.82	54.54	13.95	46.12
Tanah Lempung 100%+ Tepung Gypsun 6% + Semen 4%	16.56	72.68	15.69	68.70

Hasil perhitungan perubahan nilai CBR terhadap (tanah lempung 100%) pada penetasi 0,1 inchi.

Tanah lempung 100% 0,1 inchi = 9,59%

Tanah lempung 100% + gypsun 4%

$$\text{CBR Penetrasi 0,1 inchi} = \frac{10,46-9,59}{9,59} \times 100$$

$$= 9,07\%$$

Tanah lempung 100% + gypsun 6%

$$\text{CBR Penetrasi 0,1 inchi} = \frac{9,88-9,59}{9,59} \times 100$$

$$= 3,02\%$$

Hasil perhitungan perubahan nilai CBR terhadap tanah lempung pada penetasi 0,2 inchi.

Tanah lempung 100% 0,2 inchi = 9,30%

Tanah lempung 100% + gypsun 4%

$$\text{CBR Penetrasi 0,2 inchi} = \frac{10,02-9,30}{9,30} \times 100$$

$$= 7,74\%$$

Tanah lempung 100% + gypsun 6%

$$\text{CBR Penetrasi 0,2 inchi} = \frac{9,59-9,30}{9,30} \times 100$$

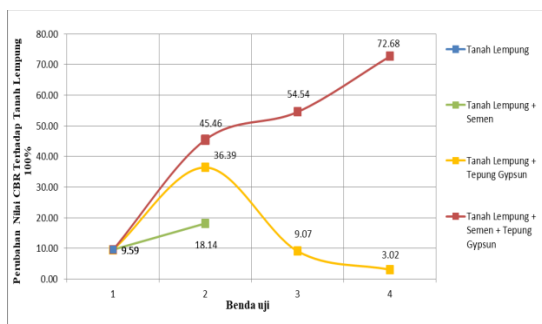
$$= 3,02\%$$

Tabel 4.5 Rekapitulasi perubahan nilai CBR antara tanah dan tepung gypsun pada penetrasi 0,1 Dan 0,2 inci.

Sampel	Penetrasi 0,1 inci		Penetrasi 0,2 inci	
	Nilai CBR	Perubahan Nilai CBR Terhadap Tanah Lempung 100%	Nilai CBR	Perubahan Nilai CBR Terhadap Tanah Lempung 100%
	(%)	(%)	(%)	(%)
Tanah Lempung 100%	9.59	9.59	9.30	9.30
Tanah Lempung 100%+ Tepung Gypsun 4%	10.46	9.07	10.02	7.74
Tanah Lempung100% + Tepung Gypsun 6%	9.88	3.02	9.59	3.02

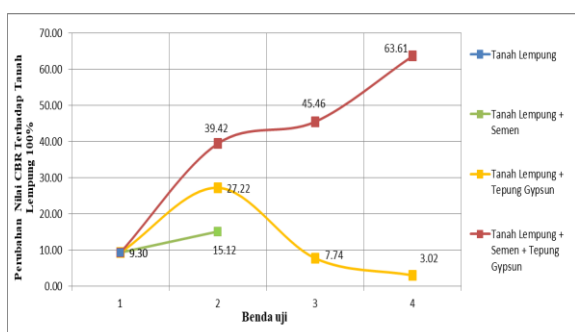
3.3. Pembahasan

Hasil perubahan nilai CBR terhadap tanah lempung penetrasi 0,1 pada sampel 1 tanah asli didapat nilai CBR 9,59%, sampel 2 dengan penambahan semen 4% mengalami kenaikan nilai CBR terhadap tanah lempung, begitupun sampel 3 dengan penambahan gypsun 2% mengalami kenaikan nilai CBR, untuk sampel 4 penambahan gypsun 4% dan sampel 5 gypsun 6% cenderung mengalami penurunan nilai CBR, namun kenaikan nilai CBR terbesar pada sampel 6 dengan penambahan gypsun 2% + semen 4%, sampel 7 gypsun 4% + semen 4%, dan sampel 8 gypsun 6% + semen 4%.



Gambar 4. Grafik gabungan perubahan nilai CBR terhadap tanah lempung penetrasi 0,1 inci.

Hasil kenaikan nilai CBR terhadap tanah lempung penetrasi 0,2 pada sampel 1 tanah asli didapat nilai CBR 9,30%, sampel 2 dengan penambahan semen 4% mengalami kenaikan nilai CBR terhadap tanah lempung, begitupun sampel 3 dengan penambahan gypsun 2% mengalami kenaikan nilai CBR, untuk sampel 4 penambahan gypsun 4% dan sampel 5 gypsun 6% cenderung mengalami penurunan nilai CBR, namun kenaikan nilai CBR terbesar pada sampel 6 dengan penambahan gypsun 2% + semen 4%, sampel 7 gypsun 4% + semen 4%, dan sampel 8 gypsun 6% + semen 4%.



Gambar 5. Grafik gabungan perubahan nilai CBR terhadap tanah lempung penetrasi 0,2 inci.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium Teknik sipil Universitas Musamus, dengan menggunakan perbandingan bahan tambah semen dan tepung Gypsun dengan persenan yang berbeda. Maka didapat diperoleh nilai CBR terjadi pada perbandingan antara tanah lempung, tepung gypsun 2,4,6%, dan semen 4%, gypsun 2% dan semen 4% didapat nilai CBR sebesar 45,46, gypsun 4% dan semen 4% nilai CBR sebesar 54,54 dan gypsun 6% dan semen 4% didapat nilai CBR sebesar 72,68. Namun penurunan nilai CBR terjadi pada perbandingan antara tanah lempung dan tepung gypsun pada persenan 4% dan 6%, perbandingan 4% didapat nilai CBR sebesar 0,00 dan perbandingan 6% didapat nilai CBR sebesar -36,39.

REFERENSI

- [1] J. Sarifah and B. Pasaribu, "Pengaruh Penggunaan Abu Cangkang Kelapa Sawit Guna Meningkatkan Stabilitas Tanah Lempung," *Bul. Utama Tek.*, vol. 13, no. 1, pp. 55–61, 2017.
- [2] Hairulla, D. S. Nababan, and T. I. Timaubas, "Experimental Daya Dukung Tanah Lempung Dengan variasi Butiran Kasar Terhadap Nilai CBR," 2020.
- [3] K. I. Sari and L. Tambunan, "Studi Perbandingan Uji Pemadatan Standar Dan Uji Pemadatan Modified Terhadap Tanah Dari Jalan Pertahanan – Patumbak Yang Dicampur Kapur," vol. 4, no. 1, 2020.
- [4] Komarudin and D. D. Prayuda, "Studi stabilisasi mekanik terhadap perubahan kadar air pada pengujian kuat geser tanah 1," *J. Rekayasa Infrastruktur*, vol. 3, pp. 1–7, 2019.
- [5] A. Zulnasri, S. A. Nugroho, and F. Fatnanta, "PERUBAHAN NILAI KUAT TEKAN LEMPUNG LUNAK DISTABILISASI DENGAN KAPUR DAN LIMBAH PEMBAKARAN BATUBARA," vol. 17, no. 1, pp. 24–36, 2021.
- [6] F. L. Irianto, Elizabeth, and Alpius, "Pemanfaatan Agregat Sungai Wanggar Kabupaten Nabire Sebagai Bahan Campuran AC-WC dan AC-BC," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 1, no. 2, pp. 27–36, 2020
- [7] B. Raharmadi, "Stabilisasi Tanah Manyawang untuk Meningkatkan Daya Dukung (CBR) Sebagai Lapis Pondasi Peralasan Jalan Lungkuh Layang - Buntok," *Media Ilm. Tek. Sipil*, vol. 5, no. 1, pp. 15–29, 2016.
- [8] A. MUDA, "PERBANDINGAN CBR DAN UCS

TANAH LEMPUNG DISTABILISASI PASIR DAN SEMEN,” vol. 16, pp. 84–89, 2016.

- [9] T. Sir, I. Udiana, and S. Isu, “Perbandingan Pengukuran Kadar Air Tanah Lempung Menggunakan Metode Gravimetry Dan Metode Gypsum Block Berdasarkan Variasi Kedalaman,” *J. Tek. Sipil*, vol. 5, no. 2, pp. 213–226, 2016.
- [10] Y. Mingsi, Anaperta, and I. Eko, “Analisis Kestabilan Lereng di Bukit Tui Section S0° 28’ 50.23” E100° 24’

16.89”- S0° 28’ 49.19” E100° 24’ 17.07” Kecamatan Padang Panjang Barat Kota Padang Panjang,” vol. 19, no. 2, pp. 9–20, 2019.