

## Pengaruh Penambahan Bubuk Gypsum Pada Tanah Lempung Terhadap Uji *California Bearing Ratio* (CBR)

Desgian Malle' Pangadongan \*<sup>1</sup>, Rais Rachman \*<sup>2</sup>, Irwan Lie Keng Wong\*<sup>3</sup>,

\*<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar  
Email : [desgianpangadongan7719@gmail.com](mailto:desgianpangadongan7719@gmail.com)

\*<sup>2</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar  
Email : [rais.sipilukip@gmail.com](mailto:rais.sipilukip@gmail.com)

\*<sup>3</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar  
Email : [irwanliekengwong@gmail.com](mailto:irwanliekengwong@gmail.com)

### ABSTRAK

Saat ini pembangunan infrastruktur atau konstruksi sangat gencar dilakukan terkhususnya di Indonesia, tetapi pada pembangunan konstruksi sering ditemukan kondisi tanah yang kurang baik. Oleh karena itu banyak ditemukan konstruksi bangunan sipil dengan kondisi tanah yang jelek, yang berakibat pada bangunan yang mengalami penurunan. Maka dari itu tanah tersebut perlu distabilisasi terlebih dahulu agar dapat memenuhi syarat teknis yang diperlukan. Dari berbagai jenis tanah yang ada, tanah lempung adalah tanah yang paling banyak ditemukan masalah karena memiliki sifat kembang susut yang tinggi yang mengakibatkan daya dukung dari tanah rendah salah satu metode perbaikan yang dilakukan adalah dengan menambahkan bahan pencampuran kimiawi seperti gypsum. Salah satu parameter yang dapat diketahui apakah tanah tersebut baik adalah dari kekuatan daya dukungnya. Daya dukung tanah dapat diketahui dengan pengujian *California Bearing Ratio* (CBR). Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui sifat fisis tanah lempung dan menganalisis pengaruh penambahan bubuk gypsum pada tanah lempung terhadap nilai CBR. Hasil dari penelitian pada sampel tanah yang terdiri dari dua titik didapat nilai CBR terbesar terjadi pada sampel tanah yang dicampur dengan bubuk gypsum sebanyak 8% dimana titik 1 nilai CBR nya sebesar 5,67% dan titik 2 sebesar 4,13%.

**Kata Kunci :** Tanah Lempung, Stabilisasi, Bubuk Gypsum, *California Bearing Ratio*

### ABSTRACT

In Indonesia, there are many building constructions with poor soil condition. Therefore, the land needs to be stabilized in order to meet the necessary technical requirements. One method of improvement is adding chemical mixing materials such as gypsum. One of the parameters that can be seen on good soil soil is bearing capacity. The bearing capacity of the soil can be determined by testing the *California Bearing Ratio* (CBR). Aims of this study was to determine the physical properties of clay soil and to analyse the effect off adding gypsum powder to clay soil on the CBR Value. The results of the research are the largest CBR value occurred in soil samples mixed with gypsum powder as much as 8% where point 1 the CBR value was 5,67% and point 2 was 4,13%.

**Keywords:** Clay, Stabilization, Gypsum Powder, California Bearing Ratio.

### PENDAHULUAN

Saat ini pembangunan infrastruktur atau konstruksi sangat gencar dilakukan terkhususnya di Indonesia, tetapi pada pembangunan konstruksi sering ditemukan kondisi geoteknik tanah yang kurang baik. Oleh karena itu, banyak ditemukan konstruksi bangunan sipil dengan kondisi tanah yang jelek, yang berakibat pada bangunan yang mengalami penurunan. Maka dari itu tanah tersebut perlu distabilisasi terlebih dahulu agar dapat memenuhi syarat teknis yang diperlukan. Dari berbagai jenis tanah yang ada tanah lempung adalah tanah yang

paling banyak ditemukan masalah karena memiliki sifat kembang susut yang tinggi yang mengakibatkan daya dukung dari tanah rendah. Salah satu metode perbaikan yang dilakukan adalah dengan menambahkan bahan pencampuran kimiawi seperti gypsum. Gypsum adalah salah satu contoh mineral dengan kadar kalsium yang mendominasi pada mineralnya. Dalam ilmu kimia gypsum disebut sebagai Kalsium Sulfat Hidrat ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Gypsum mengandung material yang termasuk kedalam mineral sulfat yang berada di bumi dan nilainya sangat menguntungkan, sehingga banyak ketersediannya dan mudah didapat. Adapun

kelebihan dari Gypsum dalam pekerjaan Teknik Sipil yaitu. Gypsum memiliki kandungan kalsium yang sangat baik sehingga pada saat dicampurkan dengan tanah lempung sodium yang ada pada tanah dapat tergantikan sehingga dapat mengurangi terjadinya retak pada tanah karena pengembangannya lebih kecil. Gypsum mengandung kalsium yang mengikat tanah yang mengandung materi organik pada tanah lempung yang dapat meningkatkan stabilitas agregat tanah. Gypsum banyak menyerap air sehingga dapat meningkatkan kecepatan rembesan air. Dalam penelitian ini sampel tanah yang digunakan adalah tanah yang berasal dari Ulusalu Kecamatan Saluputti Kabupaten Tana Toraja. Tetapi sebelumnya sifat fisis (karakteristik) dari tanah Ulusalu Kabupaten Tana Toraja perlu dilakukan pengujian sampel melalui Laboratorium yang meliputi pengujian karakteristik tanah terlebih dahulu apakah memenuhi sebagai jenis tanah lempung. Salah satu parameter yang dapat diketahui apakah tanah tersebut baik adalah dari kekuatan daya dukungnya. Daya dukung tanah dapat diketahui dari pengujian *California Bearing Ratio* (CBR).

Stabilitas tanah adalah suatu cara atau suatu teknik menambahkan suatu bahan tertentu baik itu bahan alami ataupun bahan kimia yang dimaksudkan untuk memperbaiki sifat dari suatu tanah. Tujuan dari melakukan stabilitas tanah yakni untuk mengubah sifat teknis dari suatu tanah agar didalam mengerjakan tanah dapat berlangsung dengan mudah karena bahan yang telah digunakan memberikan dampak untuk memperbaiki tanah contohnya seperti tanah lempung yang merupakan tanah yang memiliki nilai kembang susut yang sangat tinggi dengan mencampurkannya bersama bubuk gypsum maka tanah tersebut cepat mengalami pengeringan dan juga lebih keras sehingga meningkatkan kapasitas daya dukung dari tanah tersebut. Stabilisasi tanah biasa dilakukan pada proses pembangunan perkerasan jalan.

#### Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah merupakan suatu cara yang efisien dalam menanggulangi suatu permasalahan yang terjadi pada tanah sehingga nantinya akan didapatkan sifat – sifat tanah yang dapat memenuhi persyaratan teknis untuk mengadakan pembangunan konstruksi. Tujuan lain dari stabilisasi tanah yakni untuk menanggulangi permasalahan yang dimiliki oleh tanah sehingga dicarikan solusi untuk memperbaikinya. Adapun jenis-jenis stabilitas tanah adalah:

1. Stabilisasi kimia, yaitu stabilitas dengan menggunakan campuran kimia yang dapat memungkinkan terjadi reaksi kimia, dan

menghasilkan senyawa baru yang bersifat stabil contoh stabilisasi dengan waterglass, gypsum, semen, dan lain-lain.

2. Stabilisasi fisik, yaitu stabilisasi yang menggunakan tanah bermateri baik yang dicampur dengan tanah yang bermateri buruk, sehingga memperbaiki karakteristik lapisan sesuai dengan tujuan stabilisasi yang diinginkan. Contoh stabilisasi proctor, dynamic compaction, vibroflotation dan lain-lain.

Stabilisasi mekanik, merupakan stabilisasi dengan cara menyisipkan material kedalam lapisan – lapisan tanah, sehingga mampu memperbaiki sifat fisis dari massa tanah sesuai dengan tujuan tindakan stabilisasi yang diinginkan. Stabilisasi mekanik sering juga disebut “Perkuatan Tanah (*Reinforcement Earth*)”. Contoh stone piles, geotextile, sand piles, steel band dan lain-lain.[1]

#### Klasifikasi Tanah

Pada umumnya tanah diklasifikasikan sebagai tanah kohesif dan tanah tidak kohesif atau sebagai tanah berbutir kasar dan halus. Di alam, jenis dan sifat tanah sangat bervariasi, yang ditentukan oleh perbandingan banyaknya fraksi (kerikil, pasir, lanau, dan lempung) serta gradasi dan sifat plastisitas butir halus (*Sudarmo, Purnomo, 1997*). Sistem klasifikasi tanah untuk keperluan teknik didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah seperti distribusi ukuran butir dan plastisitasnya (*M. Das, 1998*). Ada dua sistem klasifikasi yang biasa dipakai dalam bidang teknik yaitu sistem klasifikasi AASHTO dan USCS.

Sistem klasifikasi AASHTO membagi tanah kedalam 7 kelompok, yaitu A-1 sampai A-7 termasuk sub-sub kelompok. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus-rumus empiris. Pengujian yang dilakukan hanya analisis saringan dan batas-batas konsistensi tanah (*Atterberg limits*). Sistem klasifikasi tanah USCS mengklasifikasikan tanah berdasarkan symbol-simbol contoh klasifikasi tanah organik memiliki symbol OL, OH, dan PT dan untuk tanah berkerikil dan berpasir memiliki symbol seperti GW, SM, CH, dan lain-lain.

#### Tanah Lempung

Tanah Lempung (Clay) adalah suatu tanah yang memiliki diameter <0,075 mm yang memiliki sifat – sifat plastis apabila dicampur dengan air dan tanah lempung juga akan menjadi sangat keras ketika dalam kondisi kering. Dalam permasalahan yang sering terjadi pada bidang teknik sipil, partikel lempung senantiasa sering bersentuhan dengan air.

Interaksi antara air, partikel lempung dan bermacam-macam bahan yang terlarut dalam air menjadi factor penentu yang utama bagi sifat-sifat tanah yang tersusun dari partikel-partikel tersebut. [2]

#### Gypsum

*Gypsum* adalah salah satu contoh mineral dengan kadar kalsium yang mendominasi pada mineralnya. Dalam ilmu kimia gypsum disebut sebagai kalsium Sulfat Hidrat ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Gypsum mengandung material yang termasuk kedalam mineral sulfat yang berada di bumi dan nilainya sangat menguntungkan, sehingga banyak ketersediannya dan mudah didapat. Kelebihan dari penggunaan gypsum dalam pekerjaan teknik sipil ([www.minerals.net](http://www.minerals.net), 2005) yaitu:

1. Gypsum memiliki kandungan kalsium yang sangat baik sehingga pada saat dicampurkan dengan tanah lempung sodium yang ada pada tanah dapat tergantikan sehingga dapat mengurangi terjadinya retak pada tanah karena pengembangannya lebih kecil.
2. Gypsum mengandung kalsium yang mengikat tanah yang mengandung materi organik pada tanah lempung yang dapat meningkatkan stabilitas agregat tanah.
3. Gypsum banyak menyerap air sehingga dapat meningkatkan kecepatan rembesan air.

#### Uji Karakteristik Tanah

1. Pemeriksaan Kadar Air Tanah  
Pengujian kadar air tanah asli bertujuan untuk menentukan kadar air tanah dengan oven pengering. Untuk menentukan kadar air tanah yaitu perbandingan berat air yang dikandung tanah dengan berat kering tanah yang dinyatakan dalam persen.
2. Pengujian Spesific Gravity  
Pengujian berat jenis atau *Spesific Gravity* (Gs) bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah.
3. Batas-batas atterberg  
*Batas Cair (Liquid Limit)* : untuk mendapatkan harga batas cair suatu contoh tanah. Batas cair adalah kadar air dimana tanah berada dalam batas keadaan plastis dan cair.  
*Batas Plastis (Plastic Limit)* : untuk mengetahui batas plastis suatu contoh tanah yaitu kadar air terendah dari suatu contoh tanah dimana tanah tersebut masih dalam keadaan plastis.  
*Batas Susut (Shrinkage Limit)* : untuk mengetahui batas susut suatu contoh tanah/kadar air yang didefinisikan untuk derajat kejenuhan sebesar 100% dimana untuk nilai-nilai perubahan volume tanah tidak terjadi apabila dikeringkan lagi.

#### 4. Pengujian Gradasi

*Analisa Saringan* : Untuk menentukan pembagian ukuran butir suatu tanah.

*Hydrometer* : untuk menentukan pembagian ukuran dari butir yang lolos saringan No. 200. [4]

#### Pemadatan Tanah

Pemadatan adalah kegiatan untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energy mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel (Bowles, 1991). Usaha pemadatan ini akan membuat volume tanah akan berkurang, volume pori berkurang tapi volume butir tidak berubah. Hal ini dapat dilaksanakan dengan cara menumbuk atau menggilas. Pada kadar air yang begitu tinggi, kepadatan yang kering maksimum dicapai bila tanah dipadatkan sampai jenuh yakni dimana hamper seluruh pori - pori udara di dorong keluar. Pada kadar air rendah, partikel-partikel tanah mengganggu satu sama lain dan penambahan kelembapan akan memungkinkan kepadatan massal yang lebih besar. Pada saat mengalami kepadatan puncak efek ini mulai menetral oleh tanah yang jenuh.[5]

#### *California Bearing Ratio* (UJI CBR)

Dalam merencanakan perkerasan jalan hal umum digunakan yakni cara - cara empiris yang biasa digunakan yakni cara CBR (*California Bearing Ratio*). Cara ini dikembangkan oleh *California State Highway Departement* sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar jalan (*subgrade*). Istilah CBR diketahui adalah suatu perbandingan (*ratio*) antara beban yang digunakan untuk menekan piston logam (luas penampang 3 sqinch) kedalam tanah untuk mencapai *settlement* (penetrasi) tertentu dengan beban yang digunakan terhadap penekanan piston pada material batu pecah di California pada penetrasi yang sama.

Harga CBR yaitu nilai yang memberitahukan kualitas dari subgrade dibandingkan oleh bahan standar seperti batu pecah yang memiliki nilai CBR sebesar 100% saat menopang beban sedangkan nilai CBR yang dihasilkan akan dipakai untuk mengetahui tebal lapisan perkerasan yang diperlukan diatas lapisan yang mempunyai nilai CBR tertentu.[6]

#### Penelitian Sebelumnya

Penelitian Arif Wibawa (2015) yang berjudul pengaruh penambahan limbah gypsum terhadap nilai kuat geser tanah (S). Dari hasil pengujian nilai S terbesar terjadi pada sampel tanah yang dicampur dengan limbah gypsum sebanyak 8% dengan waktu pemeraman 14 hari yaitu 61,57 KN/m<sup>2</sup>. Terjadi

kenaikan sebesar 116,34% dari sampel tanah asli yang dilakukan pemeraman waktu selama 14 hari.[7]

Maryati, yang berjudul Analisis perbandingan penggunaan limbah gypsum dengan semen sebagai bahan stabilisasi tanah lempung. Pada penelitian ini penambahan limbah gypsum memberikan pengaruh terhadap parameter hasil uji konsolidasi tanah lempung di wilayah kelurahan Selindung, Kecamatan Pangkalbalam, Kota Pangkalpinang. Nilai koefisien konsolidasi ( $C_v$ ) untuk tanah asli yaitu 0,1318  $\text{cm}^2/\text{detik}$  dan terjadi peningkatan maksimum pada kadar campuran limbah gypsum 15% sebesar 0,0519  $\text{cm}^2/\text{detik}$ . Tanah lempung terkonsolidasi secara normal dengan nilai tekanan prakonsolidasi ( $P_c$ ) tanah asli didapat sebesar 0,427  $\text{kg}/\text{cm}^2$  dan mengalami kenaikan maksimum pada variasi campuran 15% limbah gypsum sebesar 0,441  $\text{kg}/\text{cm}^2$ . sedangkan nilai indeks kompresi ( $C_c$ ) tanah asli sebesar 0,0406 dan menurun secara signifikan pada kadar 15% limbah gypsum sebesar 0,0086.[8]

Basral Anugrah Nasution, yang berjudul Analisis pengaruh penambahan gypsum dan semen untuk stabilisasi tanah lempung terhadap nilai CBR. Dari penelitian ini, pada penambahan campuran gypsum dan semen dengan kadar 5% terjadi nilai kenaikan CBR pada tanah lempung. Kenaikan nilai terbesar yaitu 224,809 lb. kenaikan ini meningkat sebesar 101,971  $\text{kg}/\text{m}$  dibanding dengan tanah asli. Kenaikan ini terjadi karena *gypsum* dan semen mengandung kalsium yang mengikat tanah bermateri organik terhadap lempung. *Gypsum* dan semen juga lebih menyerap banyak air sehingga membuat campuran *gypsum* dan semen terhadap sampel tanah akan menjadi semakin keras dan kuat.[9]

Tujuan dari penelitian ini adalah Mengetahui karakteristik tanah lempung dari Ulusalu Kecamatan Saluputti Kabupaten Tana Toraja, Menganalisis pengaruh penambahan bubuk *gypsum* pada tanah lempung terhadap nilai CBR (*California Bearing Ratio*) tanah dasar.

## METODE

Sampel tanah dan bahan tambahan yang akan digunakan di siapkan terlebih dahulu. Kemudian bubuk gypsum dicampurkan dengan tanah kering dengan variasi pencampuran mulai dari 0%, 8%, dan 16% dari berat kering tanah. Sebelum dilakukan pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) terlebih dahulu dilakukan pemadatan tanah sampai tanah menjadi jenuh tanpa memiliki pori-pori udara atau ZAV (*Zero Air Void*). Pemadatan/kompaksi inisendiri bertujuan untuk mendapatkan nilai kadar air

optimum. Dimana kadar air optimum ini digunakan dalam pengukuran penggunaan jumlah air dalam pengujian *California Bearing Ratio* (CBR). Dimana pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan daya dukung tanah dari tanah tanpa pencampuran bahan tambah bubuk gypsum dengan tanah yang sudah dicampurkan bubuk gypsum dengan variasi penambahan masing-masing.

Penelitian ini mulai berlangsung sejak pengambilan sampel (tanah) pada bulan juni 2020 di Kelurahan Pattan Ulusalu Kecamatan Saluputti Kabupaten Tana Toraja. Dan untuk bahan tambahnya di ambil di Makassar pada bulan juli 2020. Untuk proses pengujiannya sendiri dimana sampel tanah tersebut dicampurkan dengan bubuk gypsum di laksanakan pada bulan Juli – Agustus 2020 di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil UKI Paulus Makassar. Gypsum yang digunakan adalah gypsum dalam bentuk kemasan dengan merk dagang cornice adhesive. Dimana bahan ini digunakan untuk membuat gypsum plafon yang ada di toko bangunan di Makassar.

Lokasi pengambilan tanah lempung ini terletak di Kecamatan Saluputti bertepatan di Kelurahan Pattan Ulusalu. Lokasi ini terletak  $\pm 16$  km dari kota Makale yang memiliki luas wilayah  $\pm 87,24$   $\text{km}^2$  dan berpenduduk  $\pm 7.865$  jiwa. Lokasi penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi pengambilan material

### 1. Pengujian Karakteristik Tanah

Uji Kadar Air (ASTM D 2216) pengujian Kadar Air Tanah asli bermaksud dalam mengetahui kandungan kadar air yang ada pada lokasi. Sehingga dalam pengujian kadar air yang dilaksanakan di Kecamatan Saluputti dilaksanakan sebanyak 2 titik dan masing – masing titik terdiri dari 3 sampel.

Uji Berat Jenis (ASTM D 854) Pengujian Berat Jenis Tanah ( $G_s$ ) yang akan diuji di laboratorium UKI Paulus Makassar dan dari tiap titik masing – masing mempunyai dua sampel. Dari pengujian ini bermaksud untuk mengetahui berat jenis dari tanah tersebut sehingga dapat disimpulkan jenis tanah pada Kecamatan Saluputti.

Uji Batas-batas *Atterberg* (ASTM 4318-95) Pengujian Batas-batas *Atterberg* yang akan dilakukan terbagi 3 yaitu batas plastis (*Plastic Limit*), batas cair (*Liquid Limit*), dan batas susut (*Shrinkage Limit*).

Uji Gradasi Pengujian Gradasi yang akan dilakukan terbagi 2 yaitu analisa ayakan dan analisa hydrometer.

Pembuatan Sampel, setelah dilakukan pengujian karakteristik dan mendapatkan masing-masing nilai yang memenuhi standard, maka ditentukan berat sampel dan bahan tambah sesuai variasi yang direncanakan yaitu 0%, 8%, 12%, dan 16% dari berat tanah kering.

Pengujian sampel Terhadap Uji Kompaksi *Modified* (ASTM D 698) Pengujian Kompaksi bertujuan guna mengetahui kadar air optimum yakni suatu jenis tanah tersebut akan mengalami kepadatan sehingga menjadi kering maksimum yang membuat tanah menjadi jenuh dan tidak mengandung pori-pori udara atau ZAV (*Zero Air Void*).

Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) Pengujian CBR dilakukan menggunakan sampel tanah asli yang dicampur dengan bubuk gypsum dengan variasi pencampuran 0%, 8%, 12%, dan 16% dari berat tanah lempung. Hasil pengujian ini untuk mengetahui stabilisasi tanah lempung menggunakan bubuk gypsum.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil Pengujian Karakteristik (Fisis) Tanah

#### Pemeriksaan Kadar Air Tanah di Lapangan

Kadar air adalah besarnya kandungan air yang ada didalam suatu sampel tanah. Kadar air didapatkan dengan membandingkan antara berat air dengan berat butiran padat dan disebutkan dalam persen. Pengujian kadar air ini bertujuan untuk mendapatkan kadar air tanah asli dilapangan ataupun kadar air sampel tanah terganggu.

Tabel 2 Kadar air tanah di lapangan (sampel 1)

No.Cawan	I	II	III
Kedalaman	0,5	0,5	0,5
Berat cawan (W1)	8.82	8.52	8.74
Berat cawan+contoh basah (W2)	17.16	18.04	16.01
Berat cawan + contoh kering (W3)	15.84	16.75	14.79
Berat air (W2-W3)	1.32	1.29	1.22
Berat contoh basah (W2-W1)	8.34	9.52	7.27
Berat contoh kering (W3-W1)	7.02	8.23	6.05
Kadar air (%)	18.8.3	15.674	20.165
Kadar air rata-rata	18.241		

Tabel 3 Kadar air tanah di lapangan (sampel 2)

No.Cawan	I	II	III
Kedalaman	0,5	0,5	0,5
Berat cawan (W1)	8.85	8.56	8.63
Berat cawan+contoh basah (W2)	15.81	14.4	15.34
Berat cawan + contoh kering (W3)	14.12	13.26	14.11
Berat air (W2-W3)	1.69	1.14	1.23
Berat contoh basah (W2-W1)	6.96	5.84	6.71
Berat contoh kering (W3-W1)	5.27	4.7	5.48
Kadar air (%)	32.068	24.255	22.445
Kadar air rata-rata	26.256		

### Pengujian Berat Jenis

Berat jenis (Gs) merupakan perbandingan (rasio) antara berat volume butiran padat dengan berat volume air pada suhu yang sama.

Tabel 4. Berat jenis tanah sampel 1

No.Contoh	Satuan	50 ml	50 ml
Kedalaman	cm	0,5	0.5
Berat piknometer (W1)	Gram	48.82	50.02
Berat piknometer + tanah (W2)	Gram	23.82	25.02
Berat tanah (W2 – W1)	Gram	25	25
Suhu (T)	C	27	27
Berat piknometer + air (W4)	Gram	73.61	71.91
Berat piknometer + air + tanah (W3)	Gram	89.07	87.04
Isi tanah (W2-W1) + (W3+W4)	Gram	40.46	40.13
Berat jenis tanah	Gram	2.621	2.533
Rata-rata		2.58	

Tabel 5. Berat jenis tanah sampel 2

No.Contoh	Satuan	50 ml	50 ml
Kedalaman	cm	0,5	0.5
Berat piknometer (W1)	Gram	41.69	40.49
Berat piknometer + tanah (W2)	Gram	25.02	23.82
Berat tanah (W2 – W1)	Gram	16.67	16.67
Suhu (T)	C	27	27
Berat piknometer + air (W4)	Gram	73.03	74.33
Berat piknometer + air + tanah (W3)	Gram	83.02	84.79
Isi tanah (W2-W1) + (W3+W4)	Gram	26.66	27.13
Berat jenis tanah	Gram	2.496	2.684
Rata-rata		2.59	

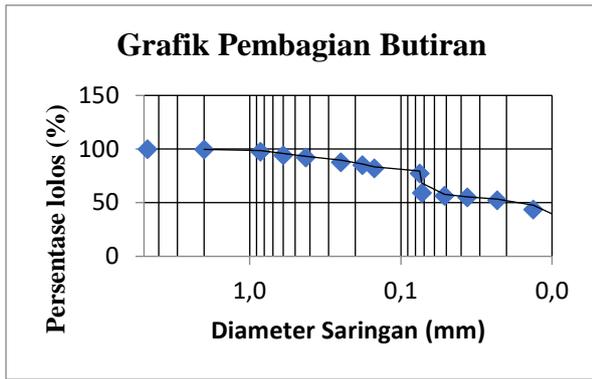
Dari Tabel 4 berat jenis yang didapatkan adalah 2,58 sedangkan pada Tabel 5 berat jenis yang didapatkan adalah 2,59 sehingga dapat disimpulkan kalau tanah ini tergolong kedalam jenis tanah lempung organik.

Pengujian ini bermaksud untuk mendapatkan penyebaran (distribusi) ukuran butiran agregat kasar ataupun agregat halus dengan memakai seperangkat ayakan yang mempunyai ukuran diameter lubang tertentu.

Pengujian analisa ayakan

Tabel 6. Analisa ayakan agregat halus sampel 1

No.Saringan	Diameter Saringan	Berat Tertahan Gram	Berat Tertahan Gram	Persen Tertahan	Persen Lolos
4	4.75	1.01	1.01	0.101	99.899
10	2	3.4	4.41	0.441	99.559
20	0.85	10.55	14.95	1.496	98.504
30	0.6	20.96	35.92	3.592	96.408
40	0.425	22.13	58.05	5.805	94.195
60	0.25	24.84	82.89	8.289	91.711
80	0.18	11.6	94.49	9.449	90.551
100	0.15	19.42	113.91	11.391	88.609
200	0.075	33.89	147.8	14.78	85.220
PAN		86.95	234.75	23.47	76.5252

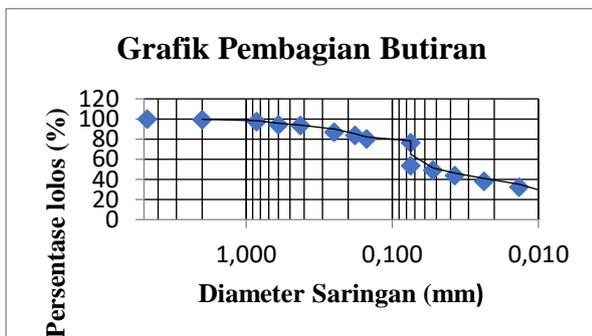


Gambar 2. Hubungan persentase lolos terhadap diameter ayakan sampel 1

Pada Tabel 4 dan Gambar 2 menunjukkan yakni berat sampel tanah yang tertahan di Pan sebesar 86,95 gram yakni sebesar 37% oleh berat contoh tanah seluruhnya. Berdasarkan Klasifikasi Tanah AASHTO yakni tanah yang lolos saringan No. 200 atau tertahan pada Pan minimal 35% tergolong kedalam tanah berlanau atau tanah berlempung.

Tabel 7. Analisa ayakan agregat halus sampel 2

No.Saringan	Diameter Saringan	Berat Tertahan Gram	Berat Tertahan Gram	Persen Tertahan	Persen Lolos
4	4.75	0.43	0.43	0.043	99.957
10	2	6.83	7.26	0.726	99.274
20	0.85	13.42	13.85	1.385	95.615
30	0.6	23.74	37.59	3.759	96.241
40	0.425	7.61	45.20	4.52	65.480
60	0.25	32.06	77.26	7.726	92.274
80	0.18	17.17	94.43	9.443	90.557
100	0.15	15.19	109.62	10.962	89.038
200	0.075	30.2	139.82	13.982	86.018
PAN		98.4	238.22	23.822	76.178



Gambar 3. Hubungan persentase lolos terhadap diameter ayakan sampel 2

Pada Tabel 5 dan Gambar 3 menunjukkan yakni berat sampel tanah yang tertahan di Pan sebesar 98,4 gram yakni sebesar 40% oleh berat contoh tanah seluruhnya. Berdasarkan klasifikasi tanah AASHTO yakni tanah yang lolos saringan No. 200 atau tertahan pada Pan minimal 35% tergolong kedalam tanah berlanau atau tanah berlempung.

**Pengujian Batas-batas Atterberg**

Pengujian batas-batas Atterberg meliputi pengujian batas cair (*Liquid Limit*), pengujian batas plastis (*plastic limit*) dan pengujian batas susut (*Shrinkage Limit*). Data yang diperoleh dari pengujian ini terdapat pada Tabel 8 di bawah ini.

Tabel 8. Batas-batas Atterberg pengujian

Batas-batas Atterberg	Sampel 1	Sampel 2
LL	47.91	47.67
PL	36.29	35.30
IP	11.62	12.37
SL	28.39	34.46

Dari uji batas cair, batas plastis, dan batas susut pada sampel 1 tanah didapatkan batas cair sebesar 47,91%, batas plastis sebesar 36,291%, indeks palstisitas sebesar 11,62% dan untuk batas susut sebesar 28,3935% serta untuk sampel 2 didapatkan batas cair sebesar 47,67%, batas plastis sebesar 35,30%, indeks plastisitas sebesar 12,37% dan batas susut sebesar 34,4597%. Menurut USCS Nilai indeks plastisitas pada sampel 1 dan 2 diperoleh pada kisaran 11-12% yang berarti mempunyai sifat plastisitas rendah. Tanah ini tergolong didalam simbol kelompok OL (Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah).

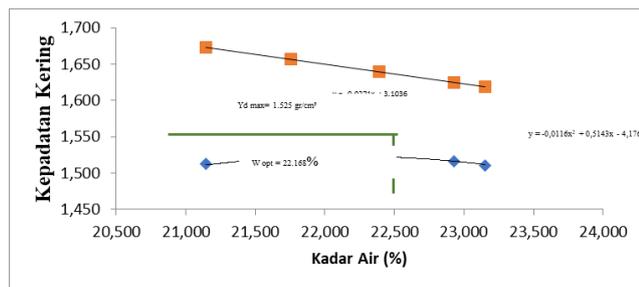
**Pengujian Kompaksi (Pemadatan Tanah) Proctor**

Uji pemadatan bertujuan untuk menentukan kadar air optimal dimana jenis tanah yang diuji akan menjadi yang paling padat dan mencapai kepadatan kering maksimum. Pada penelitian ini pemadatan dilakukan

dengan lima lapis (*Modified Proctor*) untuk memberikan hasil tanah yang lebih padat daripada yang tiga lapis (*Standar Proctor*).

Tabel 8. Hasil perhitungan pemadatan sampel 1 variasi 0%

	5 kg + 800 ml	5 kg + 900 ml	5 kg + 1000 ml	5 kg + 1100 ml	5 kg + 1200 ml
Berat mold + tanah basah	14040	14100	14500	14510	14250
Berat mold	8340	8340	8610	8610	8340
Berat tanah basah	5700	5770	5890	5900	5910
Volume mold	3143	3143	3143	3143	3143
Berat cawan + tanah basah	28.76	25.68	26.93	21.50	20.73
Berat cawan + tanah kering	26.87	24.41	25.03	19.88	19.15
Berat air	2.44	1.85	2.42	1.75	2.23
Berat cawan	14.14	14.56	14.42	14.42	9.42
Berat tanah kering	12.95	10.08	12.08	8.65	9.73
Kadar air	18.29	19.00	20.26	21.15	22.23
Kepadatan	1.813	1.835	1.873	1.877	1.880
ZAV	1.533	1.542	1.558	1.549	1.538



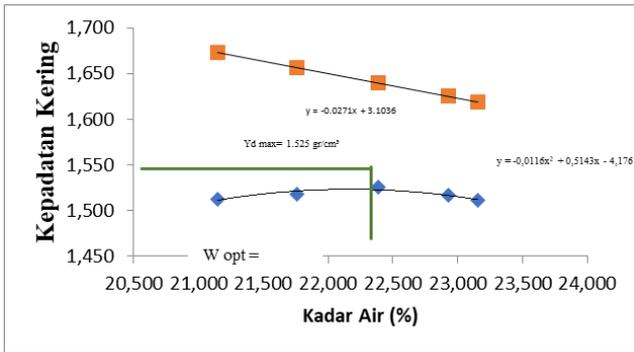
Gambar 4. Hubungan antara kadar air dengan kepadatan kering

Tabel 10. Rekapitulasi hasil perhitungan pemadatan

Variasi (%)	$\omega$ (%)	$\gamma_d$	ZAV
0	20.402	1.555	113.83
8	20.596	1.559	114.52
12	23.558	1.541	85.28
16	29.288	1.405	69.21

Tabel 9. Hasil perhitungan pemadatan sampel 2 variasi 0%

	5 kg + 800 ml	5 kg + 900 ml	5 kg + 1000 ml	5 kg + 1100 ml	5 kg + 1200 ml
Berat mold + tanah basah	14370	14420	14480	14470	14460
Berat mold	8610	8610	8610	8610	8610
Berat tanah basah	5760	5810	5870	5860	5850
Volume mold	3143	3143	3143	3143	3143
Berat cawan + tanah basah	19.67	24.82	18.94	17.72	12.55
Berat cawan + tanah kering	17.91	18.80	24.78	16.34	10.80
Berat air	1.97	2.32	1.93	2.98	2.19
Berat cawan	8.78	13.81	14.08	5.76	0.95
Berat tanah kering	9.26	9.68	10.71	10.58	9.87
Kadar air	21.15	21.757	22.38	22.92	23.15
Kepadatan	1.832	1.848	1.867	1.864	1.861
Kepadatan kering	1.512	1.518	1.526	1.516	1.511
ZAV	1.673	1.657	1.639	1.625	1.619



Gambar 5. Hubungan antar kadar air dengan kepadatan kering

Tabel 10. Rekapitulasi hasil perhitungan pemadatan sampel 2

Variasi (%)	$\omega$ (%)	$\gamma_d$	ZAV
0	22.168	1.525	114.53
8	22.606	1.525	114.54
12	25.014	1.515	88.47
16	27.865	1.387	71.66

Berdasarkan hasil uji kompaksi didapatkan kadar air optimum yang mana akan digunakan pada uji CBR *unsoaked* nantinya, kadar air optimum yang akan digunakan dalam pencampuran dengan bahan tambah bubuk gypsum yang diuji CBR. Pada titik 1 kadar air yang didapatkan ada empat kadar air optimum sesuai dengan variasi pencampuran yaitu 0% (20,402%), 8% (20,596%), 12% (23,558%) dan 16% (29,288%). Sementara untuk titik 2 kadar air optimum yang didapatkan sama seperti pada titik 1 yakni sebanyak empat kadar air optimum yaitu 0% (22,168%), 8% (22,608%), 12% (25,014%), dan 16% (27,865%).

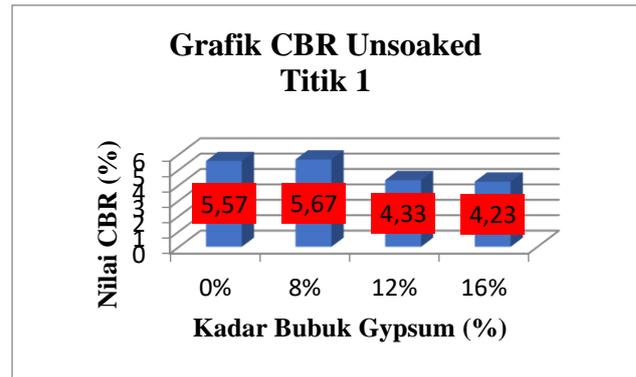
## 2. Pengujian CBR Tanpa Rendaman (*Unsoaked*)

Pengujian CBR tanpa rendaman (*Unsoaked*) dengan bahan tambah bubuk gypsum. Hasil pengujian CBR tanpa rendaman dengan bahan tambah bubuk gypsum ini dapat dilihat pada grafik berikut :

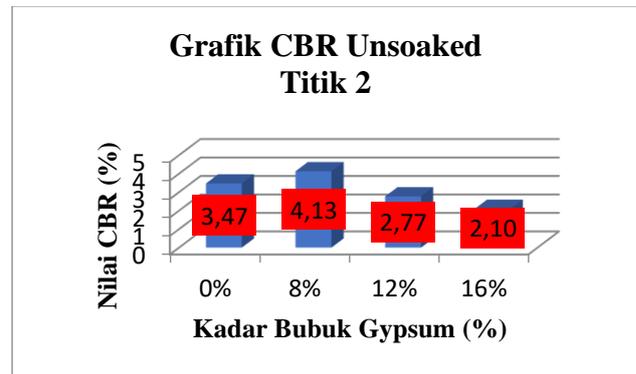
## KESIMPULAN

Sampel tanah dari Kelurahan Pattan Uluvalu, Kecamatan Saluputti, Kabupaten Tana Toraja tergolong sebagai tanah lempung organik karena mempunyai hasil berat jenis 2,59 gr/cm<sup>3</sup> dan juga kadar air tanah di lapangan sebesar 22,235%, serta indeks plastisitas 11,995% dengan sifat plastisitas tergolong rendah dari interval 0% - 15%.

Dari hasil pengujian karakteristik dari sampel tanah yang terdiri dari dua titik, kemudian dijelaskan dalam dua klasifikasi tanah dimana untuk klasifikasi AASHTO klasifikasi kelompoknya termasuk kedalam



Gambar 6. Grafik CBR *unsoaked* titik 1



Gambar 7. Grafik CBR *unsoaked* titik 2

Berdasarkan grafik batang diatas dimana kedua titik yang diuji sama memiliki titik maksimum pada penambahan bahan tambah di kadar 8% kemudian perlahan mengalami penurunan pada penambahan 12% dan 16% adapun nilai CBR *Unsoaked* yang didapatkan yaitu pada titik 1 dengan tanpa penambahan 0% (5,57%) dan dengan penambahan bubuk gypsum dengan kadar 8% (5,67%), 12% (4,33%) dan 16% (4,23%). Pada titik 2 yaitu 0% (3,47%), 8% (4,13%), 12% (2,77%), dan 16% (2,10%). Dari pengujian ini menunjukkan bahwa kadar penambahan bubuk gypsum maksimum pada 8% untuk meningkatkan daya dukung tanah.

A-7-5 (Tanah berlempung), kemudian untuk klasifikasi USCS untuk simbol kelompoknya yaitu OL (Lanau-Organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah).

Pada pengujian pemadatan kompaksi (*Modified Proctor*) dimana kadar air optimum atau OMC pada kedua titik yang telah diuji mengalami kenaikan mulai dari sampel titik 1 dengan kadar 0% sebesar 20,402% hingga 16% sebesar 29,288%. Pada sampel titik 2 dengan kadar 0% sebesar 22,168% hingga 16% sebesar 27,865%.

Kepadatan kering yang didapatkan pada pemadatan kompaksi atau MDD memiliki kenaikan kepadatan kering maksimum pada kadar penambahan sebesar 8% pada sampel titik 1 yang telah diuji. Dimana pada sampel titik 1 pada kadar 0% sebesar 1,555 gr/cm<sup>3</sup>, kadar 8% sebesar 1,559 gr/cm<sup>3</sup>, kadar 12% sebesar 1,541 gr/cm<sup>3</sup>, dan kadar 16% sebesar 1,405%. Pada sampel titik 2 kepadatan kering pada sampel kadar 0% dan 8% memiliki nilai yang sama kemudian mengalami penurunan pada penambahan variasi berikutnya pada kadar 0% sebesar 1,525 gr/cm<sup>3</sup>,

kadar 8% sebesar 1,525 gr/cm<sup>3</sup>, kadar 12% sebesar 1,515 gr/cm<sup>3</sup>, kadar 16% sebesar 1,387 gr/cm<sup>3</sup>.

Dari pengujian CBR *Unsoaked* dengan penambahan bubuk gypsum dari kedua titik sampel sama-sama mengalami kenaikan nilai CBR pada penambahan kadar 8% yakni untuk titik 1 nilai CBR maksimumnya yaitu (5,67%) dan titik 2 yaitu (4,13%).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pasang, Harli Irwin, 2020, "Pengaruh Penambahan *Waterglass/Sodium Silicate* Terhadap Tanah Lempung Berdasarkan Uji CBR (Studi Kasus Tanah Lempung Desa Sidey Baru, Kecamatan Sidey, Manokwari)". Skripsi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus. Makassar
- [2] D. Braja M., 1995, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip rekayasa geoteknik)*, Jilid 1. Jakarta, Erlangga
- [3] A. Wibawa 2015, "Pengaruh Penambahan Limbah Gypsum terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Lempung" *Jurnal Fropil*, vol.3, no.2, hlm. 65 – 71
- [4] H. C. Hardiyatmo, 1992 *Mekanika Tanah 1*, Jakarta. PT. Gramedia Pustaka Utama
- [5] Bowles, Joseph E. 1991, "*Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*", Jakarta, Erlangga, 1991
- [6] H. C. Hardiyatmo, 2002, "Mekanika Tanah 2", Jakarta. PT. Gramedia Pustaka Utama
- [7] Maryati, 2016, "Analisis Perbandingan Penggunaan Limbah Gypsum Dengan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung", *Jurnal Fropil*, vol.4, no.1, hlm. 49 – 64
- [8] B. A. Nasution, 2019, "Analisis Pengaruh Penambahan Gypsum dan Semen Untuk Stabilisasi Tanah Lempung Terhadap Nilai CBR:", Skripsi Teknik Sipil, Universitas Medan Area. Medan
- [9] D. Pasole, J. Patanduk, dan I. L. K. Wong, 2020, "Analisis Stabilitas Lereng Disposal Menggunakan Metode Bishop, Janbu, dan Ordinary", *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 2, no.3, hlm.144 - 153
- [10] I. L. K. Wong, 2020, "Study Added of Waste Carbide in Clay" , *International Journal of Civil and Structural Engineering*, vol.3, no.1, pp.145 - 148