

**STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN CAMPURAN CANGKANG  
TELUR TERHADAP NILAI CBR**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana  
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Islam Riau  
Pekanbaru*



Oleh

**ILHAM MAULANA**  
**14 311 0253**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU  
2021**

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Alhamdulillah dengan izin Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: “Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Campuran Cangkang Telur Terhadap Nilai CBR” guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Salawat beriring salam juga penulis ucapkan kepada junjungan alam Nabi Muhammad SAW.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, dan banyak kekurangan baik dalam metode penulisan maupun dalam pembahasan materi. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan kemampuan Penulis. Sehingga Penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun mudah-mudahan dikemudian hari dapat memperbaiki segala kekurangannya.

*Wassalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Pekanbaru, 3 Juni 2021

Penulis

ILHAM MAULANA

NPM.143110253

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dengan judul “Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Campuran Cangkang Telur Terhadap Daya Kuat Dukung Tanah” dapat diselesaikan. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Terselesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Bapak Prof.Dr. H. Syafrinaldi SH., MCL, selaku Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Dr. Eng Muslim, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
3. Ibu Drs. Mursyidah, Ssi., MSc, selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak Dr. Anas Puri, ST., MT, selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Ir. Akmar Efendi, S.Kom., M.Kom, selaku Wakil Dekan III Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Harmiyati ST., M.Si, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
7. Ibu Sapitri, ST., MT, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
8. Ibu Roza Mildawati, ST.,MT, selaku Dosen Pembimbing.
9. Ibu Sy Sarah Alwiyah ST.,MT selaku Dosen Penguji.
10. Ibu Vella Anggreana ST.,MT selaku Dosen Penguji.
11. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.

12. Seluruh Staff Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
13. Ayahanda Djasril Luthan (Alm) dan Ibunda Yulisma Usman, ungkapan syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT atas takdir-Nya menjadikan penulis sebagai putra dari orangtua seperti Bapak dan mamak. Tidak terhitung lagi pengorbanan, dan jerih payah, mamak untuk putra bungsu mu, tugas yang seharusnya dipikul oleh seorang Bapak menjadi tanggung jawab mu mamak. Besar sekali harapan penulis untuk dapat membahagiakan bapak (Alm) dan mamak dengan kesuksesan yang akan penulis raih untuk masa yang akan datang, baik dunia maupun akhirat amin.
14. Kakak, dan abang, yang sudah menjadi motivasi terbaik bagi penulis, memberi doa yang tulus dan semangat dalam segala hal kepada penulis sampai saat ini.
15. Buat sahabat seperjuangan Apan Gapuak, Fajri Duri, Mia Bocil, Isan Jambi, Ojik Itam, Wira Pakboi, Dina Lola, Anggi, Agung, Habib, Raffi, Staff Laboratorium Mekanika Tanah tidak ada kata yang cukup buat kalian semua, terima kasih sudah menemani, membantu dan memberikan semangat kepada penulis disaat penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

MasyaAllah, ada banyak nama dan pastinya lebih banyak lagi yang tidak tersebut, untuk itu penulis mohon maaf. Penyusunan skripsi ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun penulis menyadari masih ada kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca agar dapat disempurnakan pada kemudian hari. Akhir kata, penulis berharap penyusunan skripsi ini dapat bermanfaat bagi dunia pendidikan dan dapat dikembangkan lebih lanjut.



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusah Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Umum.....	4
2.2 Penelitian Terdahulu .....	4
2.3 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan .....	7
2.4 Keaslian Penelitian.....	10
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....	<b>11</b>
3.1 Pengertian Tanah.....	11
3.2 Klasifikasi Tanah .....	12
3.3 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASTHO .....	13
3.4 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS.....	16
3.5 Tanah Lempung .....	18

3.51 Mineral Lempung.....	18
3.52 Sifat Tanah Lempung.....	19
3.6 Limbah Cangkang Telur .....	20
3.61 PenggunaanLimbahCangkangTelurTerhadapTanah.....	21
3.7 Semen.....	22
3.8 Batas <i>Atterberg</i> (Batas Konsistensi) .....	24
3.9 Pemadatan Tanah ( <i>Proctor Standar</i> ) .....	26
3.10 Pengujian CBR.....	28

#### **BAB IV METODE PENELITIAN .....30**

4.1 Tinjauan Umum .....	30
4.2 Lokasi Pengambilan Sampel dan Penelitian .....	30
4.3 Metode Penelitian dan Sampel.....	31
4.4 Material Benda Uji.....	31
4.5 Tahapan Pelaksanaan Pengujian .....	33
4.5.1 Kadar Air Tanah .....	33
4.5.2 Analisa Saringan.....	33
4.5.3 Pengujian Konsistensi Tanah.....	34
4.5.4 Berat Jenis.....	36
4.5.5 Pengujian <i>Proctor Standar</i> .....	37
4.5.6 Pengujian CBR .....	38
4.6 Peralatan Yang Digunakan.....	40
4.6.1 Kadar Air Tanah .....	40
4.6.2 Analisa Saringan.....	40
4.6.3 Pengujian Konsistensi Tanah.....	41
4.6.4 Pengujian Berat Jenis.....	42
4.6.5 Pengujian Proctor Standar.....	43
4.6.6 Pengujian CBR.....	44
4.7 Tahapan Pelaksanaan Penelitian .....	45
4.7.1 Persiapan Material.....	45
4.7.2 Pengujian Tanah Asli .....	46

4.7.3 Pengujian Sifat Fisik Tanah Campuran.....	46
4.7.4 Pemeraman dan Perendaman .....	46
4.7.5 Analisa Pembahasan .....	47
4.8 Diagram Alir .....	48
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>49</b>
5.1 Pengujian Tanah asli .....	49
5.1.1 Kadar Air Tanah Asli.....	49
5.1.2 Analisa Saringan .....	50
5.1.3 Berat Jenis .....	51
5.1.4 Batas Cair .....	52
5.1.5 Pematatan Tanah ( <i>Proctor Standar</i> ) .....	53
5.1.6 Pemeriksaan CBR Tanah Asli.....	53
5.2 Pemeriksaan CBR Tanah Campuran.....	55
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>59</b>
6.1 Kesimpulan .....	59
6.2 Saran.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN A</b>	
<b>LAMPIRAN B</b>	
<b>LAMPIRAN C</b>	

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan .....	8
<b>Tabel 3.1</b>	Klasifikasi Tanah Berdasarkan Ukuran Butiran .....	13
<b>Tabel 3.2</b>	Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO .....	15
<b>Tabel 3.3</b>	Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah .....	22
<b>Tabel 3.4</b>	Klasifikasi Tanah Berdasarkan CBR .....	26
<b>Tabel 5.1</b>	Kadar Air Tanah Asli .....	49
<b>Tabel 5.2</b>	Analisa Saringan .....	50
<b>Tabel 5.3</b>	Berat Jenis (Gs) .....	51
<b>Tabel 5.4</b>	Pengujian Batas Cair .....	52
<b>Tabel 5.5</b>	Hasil Pengujian CBR Tanah Asli .....	54
<b>Tabel 5.6</b>	Hasil Pengujian CBR Tanah Campuran .....	55



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3.1</b>	Grafik Plastisitas USCS.....	17
<b>Gambar 3.2</b>	Cangkang Telur .....	20
<b>Gambar 3.3</b>	Semen .....	22
<b>Gambar 3.4</b>	Batas Konsistensi Tanah.....	25
<b>Gambar 3.5</b>	Kurva Penentuan Batas Cair Tanah Lempung.....	25
<b>Gambar 3.6</b>	Alat Uji Protoc Standar.....	27
<b>Gambar 3.7</b>	Kurva Hubungan Kadar Air dan Berat Volume Kering Pada Pengujian Proctor Standar .....	28
<b>Gambar 3.8</b>	Kurva Hubungan Beban dan Penetrasi pada Pengujian CBR.....	29
<b>Gambar 4.1</b>	Lokasi Pengambilan Sampel.....	30
<b>Gambar 4.2</b>	Lokasi Penelitian .....	31
<b>Gambar 4.3</b>	Cangkang Telur Yang Telah Dihancurkan.....	32
<b>Gambar 4.4</b>	Semen .....	33
<b>Gambar 4.5</b>	Cawan dan Timbangan .....	40
<b>Gambar 4.6</b>	Satu Set Saringan.....	41
<b>Gambar 4.7</b>	Alat Uji <i>Cassagrande</i> .....	42
<b>Gambar 4.8</b>	Sampel Hasil Uji <i>Atterberg Limit</i> .....	43
<b>Gambar 4.9</b>	Piknometer.....	43
<b>Gambar 4.10</b>	Mold Protoc Standar .....	44
<b>Gambar 4.11</b>	Alat Uji CBR .....	45
<b>Gambar 4.12</b>	Mold CBR.....	45
<b>Gambar 4.13</b>	Bagan Alir Penelitian.....	48
<b>Gambar 5.1</b>	Grafik Distribusi Gradasi Butiran.....	51
<b>Gambar 5.2</b>	Grafik Batas Cair .....	52
<b>Gambar 5.3</b>	Grafik Proctor Standar.....	53

**Gambar 5.4** Grafik Hasil CBR Pemeraman Tanah Asli ..... 54  
**Gambar 5.5** Grafik Hasil CBR Pemeraman Tanah Campuran..... 56  
**Gambar 5.6** Grafik Hasil CBR Perendaman..... 57



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## DAFTAR NOTASI

B	= Berat Benda Uji (gr)
F	= Persen Butiran Lolos Saringan (gr)
G	= Berat Jenis
GI	= Indeks Kelompok ( <i>Group Indeks</i> )
LL	= Batas Cair (gr)
PP	= Indeks Plastisitas
SNI	= Standar nasional Indonesia
V	= volume (cm <sup>3</sup> )
V	= Isi Cetakan (cm <sup>3</sup> )
W <sub>1</sub>	= berat Piknometer (gr)
W <sub>2</sub>	= berat Piknometer Tanah Kering (gr)
W <sub>3</sub>	= Berat Piknometer tanah basah (gr)
W <sub>4</sub>	= Berat Piknometer air (gr)
W <sub>1</sub>	= Berat Cawan Tanah Bersih (gr)
W <sub>2</sub>	= Berat Cawan Tanah Kering (gr)
W <sub>25</sub>	= Berat Piknometer air pada suhu 25°C
K	= Faktor Koreksi
Σ	= Jumlah total
$\gamma_d$	= Berat Volume Kering (gr/cm <sup>3</sup> )
$\gamma$	= Berat Volume Basah (gr)

# STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN CAMPURAN ABU BAN DAN SEMEN TERHADAP NILAI CBR

**ILHAM MAULANA**

**NPM : 143110253**

## **ABSTRAK**

Limbah cangkang telur merupakan suatu limbah yang biasanya digunakan untuk memperbaiki tanah atau untuk kerajinan tangan lainnya. Pada penelitian ini limbah cangkang telur dari penumbukan yang menjadi serbuk digunakan untuk campuran stabilisasi tanah guna untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah cangkang telur sebagai campuran tanah lunak terhadap nilai CBR.

Penggunaan limbah cangkang telur sebagai bahan campuran dalam stabilisasi tanah dengan semen 5% dengan variasi kadar campuran 0%, 3%, 6%, dan 9% dari berat kering tanah asli dengan pemeraman 1, 4 dan 7 hari serta perendaman 7 hari. Pengujian dilakukandengan uji CBR berdasarkan SNI 1738 : 2011 tentang pengujian CBR.

Berdasarkan Hasil penelitian yang telah dilakukan tanah campuran 0% pemeraman 1 hari didapat nilai sebesar 1,51%, 4 hari sebesar 4,72%, dan 7 hari sebesar 1,95%, dan pada perendaman 7 hari sebesar 3,88%. Pada campuran tanah dan semen 5% pemeraman 1 hari didapat nilai sebesar (14,89%), pemeraman 4 hari didapat nilai sebesar (16,62%), dan pada pemeraman 7 hari didapat nilai sebesar (19,74%), dan perendaman 7 hari sebesar (5,67%). Pada variasi limbah cangkang telur 3% didapat nilai pemeraman 1 hari sebesar 19,77%, 4 hari sebesar 30,89%, dan 7 hari sebesar 17,66%. Pada variasi limbah cangkang telur 6% 1 hari didapat nilai sebesar 25,33%, 4 hari sebesar 28,44%, 7 hari sebesar 35,55%. Pada variasi limbah cangkang telur 9% 1 hari didapat nilai 15,33%, 4 hari sebesar 17,44%, 7 hari sebesar 19,44%. Rendaman 7 hari limbah cangkang telur 3% sebesar 17,67%, limbah cangkang telur 6% sebesar 22,33%, limbah cangkang telur 9% sebesar 17,89%.

**Kata Kunci :** Telur, Lempung, CBR, Pemeraman, Perendaman



## STABILIZATION OF CLAY WITH A MIXED OF TIRE ASH AND CEMENT ON CBR VALUE

**ILHAM MAULANA**

**NPM : 143110253**

### **ABSTRACT**

Eggshell waste is a waste that is usually used to improve the soil or for other handicrafts. In this study, eggshell waste from pounding into powder was used for soil stabilization mixture in order to determine the effect of adding eggshell waste as a mixture of soft soil to the CBR value.

The use of eggshell waste as a mixed material in soil stabilization with 5% cement with varying levels of mixture 0%, 3%, 6%, and 9% of the dry weight of the original soil with 1, 4 and 7 days of curing and 7 days of immersion. The test is carried out with the CBR test based on SNI 1738: 2011 regarding CBR testing.

Based on the results of research that has been carried out on mixed soil with 0% curing for 1 day, the value is 1.51%, 4 days is 4.72%, and 7 days is 1.95%, and at 7 days immersion is 3.88%. In a mixture of soil and cement 5%, 1 day of curing was obtained a value of (14.89%), 4 days of curing was 16.62%, and for 7 days of curing the value was (19.74%), and immersion 7 days (5.67%). In the variation of egg shell waste 3%, the curing value of 1 day was 19.77%, 4 days was 30.89%, and 7 days was 17.66%. In the variation of egg shell waste 6% 1 day the value is 25.33%, 4 days is 28.44%, 7 days is 35.55%. In the variation of egg shell waste 9% 1 day the value is 15.33%, 4 days is 17.44%, 7 days is 19.44%. 7 days of soaking 3% eggshell waste is 17.67%, 6% eggshell waste is 22.33%, 9% eggshell waste is 17.89%.

Keywords : Egg, Clay, CBR, Unsoaked, Soaked

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu persoalan yang mungkin dihadapi oleh para perencana dan pelaksana pembangunan, adalah cara menangani tanah atau bahan yang jelek agar dapat digunakan sebagai bahan perkerasan jalan atau bangunan. Suatu pembangunan konstruksi di Indonesia berada di atas tanah lempung. Lempung merupakan tanah berbutir halus koloidal yang tersusun dari mineral mineral yang dapat mengembang. Tanah lempung pada umumnya merupakan material tanah dasar yang jelek, hal ini dikarenakan kekuatan gesernya sangat rendah sehingga pembuatan suatu konstruksi di atas lapisan tanah ini selalu menghadapi beberapa masalah seperti daya dukung yang rendah dan sifat kembang susut yang besar. Untuk mengatasi hal ini diperlukan alternatif penanganan yang tersedia antara lain dengan menggunakan teknologi stabilisasi tanah. (Alfian dkk, 2015).

Stabilisasi tanah adalah suatu usaha meningkatkan kapasitas dukung tanah dengan alat bantu tertentu dengan menambahkan suatu bahan tertentu, sehingga kondisi tanah menjadi stabil. Metode stabilisasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu stabilisasi kimiawi. Stabilisasi kimiawi yaitu menambah kekuatan dan kapasitas dukung tanah dengan mengurangi atau menghilangkan sifat-sifat teknis tanah yang kurang menguntungkan dengan cara mencampur tanah dengan bahan kimia. Bahan kimia yang digunakan dapat berupa *Portland Cement (PC)*, *fly ash*, kapur, dan lain-lain.

Pada penelitian ini stabilisasi tanah lempung dengan menambahkan serbuk cangkang telur dan semen terhadap nilai *CBR*. Berdasarkan analisis data, secara teoritis serbuk cangkang telur dapat dijadikan pengganti kapur, karena dapat menaikkan pH tanah aluvial. Pupuk organik dari cangkang telur ini memiliki banyak sekali kandungan nutrisi seperti halnya jenis pupuk yang mengandung fosfor tinggi.

Semen adalah material yang mempunyai sifat-sifat adhesif dan kohesif sebagai perekat yang mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi suatu kesatuan yang kompak. Semen dikelompokkan ke dalam 2 (dua) jenis yaitu semen hidrolis dan semen non-hidrolis. Semen hidrolis adalah suatu bahan pengikat yang mengeras jika bereaksi dengan air serta menghasilkan produk yang tahan air. Contohnya seperti semen portland, semen putih dan sebagainya, sedangkan semen non-hidrolis adalah semen yang tidak dapat stabil dalam air.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana sifat fisik dan mekanik sampel tanah lempung Kelurahan Sail, Kec Tenayan Raya, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau ?
2. Bagaimana pengaruh penambahan serbuk cangkang telur dan semen dengan variasi tertentu pada stabilisasi tanah terhadap nilai CBR ?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui sifat fisik dan mekanik tanah Kelurahan Sail, Kec Tenayan Raya, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau.
2. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan cangkang telur dan semen dengan variasi tertentu.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan serbuk cangkang telur dan semen pada tanah lempung sebagai perkerasan jalan.
2. Pemanfaatan limbah serbuk cangkang telur sebagai bahan tambah untuk perbaikan tanah.
3. Perbaikan tanah lempung dengan metode stabilisasi menggunakan bahan tambah berupa serbuk cangkang telur dan semen menggunakan uji CBR.

## 1.5 Batasan Masalah

Batasan penelitian yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir adalah sebagai berikut :

1. Sampel tanah yang digunakan merupakan sampel tanah terganggu pada jenis tanah lempung asli di daerah Kec Tenayan Raya. Kota Pekanbaru, Provinsi Riau.
2. Bahan tambah (*additive*) yang digunakan adalah serbuk cangkang telur dan semen.
3. Variasi sampel stabilisasi tanah lempung dengan serbuk cangkang telur dan semen adalah sebagai berikut.
  - a. Tanah asli (*disturbed*).
  - b. Tanah asli + 3% serbuk cangkang telur + 5% semen.
  - c. Tanah asli + 6% serbuk cangkang telur + 5% semen.
  - d. Tanah asli + 9% serbuk cangkang telur + 5% semen.
4. Masa pemeraman yang digunakan pada tanah campuran adalah 1, 4, 7 hari, dan perendaman 7 hari.
5. Pengujian di laboratorium.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Umum

Tinjauan pustaka merupakan peninjauan kembali penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian yang telah dilakukan untuk memberikan solusi bagi penelitian yang sedang dilakukan agar mendapatkan hasil penelitian yang sangat memuaskan. Suatu tinjauan pustaka berfungsi sebagai peninjauan kembali pustaka tentang masalah yang berkaitan dengan bidang permasalahan yang dihadapi. Pada penelitian ini penulis menggunakan tinjauan pustaka dari penelitian-penelitian sebelumnya yang telah diterbitkan, buku-buku atau artikel-artikel yang ditulis para peneliti terdahulu.

### 2.2 Penelitian Terdahulu

Tecnikal (2016) telah melakukan penelitian mengenai stabilisasi tanah gambut dengan bahan tambah serbuk bata merah. Penelitian ini dilakukan untuk mencari pengaruh penambahan serbuk bata merah dengan beberapa varian prosentase terhadap tanah gambut, dengan pengujian CBR laboratorium terendam dan tidak terendam dengan mengacu pada standar ASTM. Hasil pengujian penambahan serbuk bata merah terhadap tanah gambut dapat menaikkan nilai CBR, baik terendam dan tidak terendam. Nilai CBR terendam bisa mencapai titik optimum pada nilai 4,97% dan CBR tidak terendam pada nilai 5,47%. nilai tersebut didapatkan pada varian campuran 11% serbuk bata merah.

Sauri (2016) telah melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan ampas tebu dan kapur pada tanah ekspansif di Bojonegoro terhadap nilai CBR, *swelling* dan durabilitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari aditif tersebut dapat menstabilisasi tanah lempung ekspansif dilihat dari CBR, *swelling* dan durabilitas dengan perlakuan siklus basah-kering. Tanah di campur dengan 3 variasi campuran yaitu tanah dengan 4% kapur, tanah dengan 8% abu ampas tebu, dan tanah dengan 4% kapur + 8%

abu ampas tebu. Masing-masing campuran tanah mengalami siklus basah-kering sebanyak 1 periode, 2 periode, dan 3 periode, 1 periode adalah 1 kali direndam selama 4 hari dan 1 diangin-anginkan selama 4 hari. Pengujian dilakukan setelah siklus basah-kering berakhir sesuai ketentuan. Hasil yang di dapat bahwa campuran terbaik adalah dengan kapur 4%, nilai CBR menunjukkan peningkatan yang signifikan sebesar 1181,49% pada periode pertama, peningkatan sebesar 8.877% di periode kedua dan penurunan yang kecil di periode ketiga serta nilai *swelling*-nya mengalami penurunan secara signifikan sekitar 99,237%, serta durabilitasnya paling baik dilihat dari perubahan volume tertinggi sekitar 3,05% dan perubahan berat tertinggi sekitar 0,5%.

(Faisal et al., 2018), telah melakukan penelitian dengan judul Stabilisasi Tanah Lempung Campur Kapur dan Abu Sekam Padi Berdasarkan Uji CBR Laboratorium. Tanah merupakan material yang sangat berpengaruh dalam suatu pekerjaan konstruksi jalan. Tanah memiliki sifat-sifat yang dapat mengganggu suatu konstruksi jalan seperti kembang susut relatif besar dan nilai CBR yang rendah. Tujuan utama dilakukannya penelitian stabilisasi ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan campuran kapur dan abu sekam padi terhadap nilai CBR tanah lempung. Pengujian dilakukan dengan cara mencampur tanah asli dengan kapur dan abu sekam padi, kemudian dilakukan pengujian sifat-sifat fisis dan mekanis tanah dengan menggunakan metode SNI. Sampel tanah lempung diambil dari quarry Cot Kayee Adang Desa Meunasah Manyang, Lhokseumawe, dengan klasifikasi Tanah A-7-5, bahan campuran abu sekam padi yang digunakan berasal dari Desa Rangkileh Geudong, kecamatan Meurah Mulia. Komposisi campuran Kapur dan Abu sekam padi 0%, 3+2%, 6+4%, dan 9+6%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi kenaikan daya dukung (CBR) *unsoaked* dan *soaked* seiring penambahan persentase. Nilai CBR tanah asli 0% *unsoaked* 10.7% dan *soaked* 3.9%, pada pencampuran Kapur dan Abu sekam Padi 3+2% meningkat menjadi 12,5% dan 5.1%, pada pencampuran persen Kapur dan Abu Sekam Padi 6+4% terjadi peningkatan nilai CBR *unsoaked* 14,2% dan *soaked* 5,6%, pada pencampuran 9+6% Kapur dan

Abu Sekam Padi *unsoaked* turun menjadi 11,9% dan *soaked* 7,9%. Pada pengujian Geser langsung tanah asli 0% Kapur dan Abu sekam Padi *unsoaked* =  $0.11 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\phi = 5.37^\circ$ .

(Gunawan, 2017) telah melakukan penelitian yang berjudul “Uji Nilai CBR Laboratorium Tanah dasar yang di Stabilisasi dengan Kapur”. Untuk mendapatkan suatu lapisan pondasi yang baik, kuat dan kokoh diperlukan daya dukung tanah yang baik, disamping prosedur pelaksanaannya yang benar. Besarnya nilai struktur dalam satuan CBR ( *California Bearing Rasio* ) yang merupakan nilai perbandingan antara beban yang diberikan dengan beban standar yakni 3000 Ibs dan 4500 Ibs masing-masing pada penetrasi 0,1 dan 0,2 inch. Semakin besar nilai CBR suatu bahan akan semakin besar pula nilai struktural bahan tersebut. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai kepadatan kering maksimum (MDD), nilai CBR laboratorium dan *swelling* yang distabilisasi dengan kapur. Kelurahan Kulim Kecamatan Tenayan Raya Pekanbaru merupakan material tanah lempung yang dicampur dengan variasi kapur dengan persentase 0%, 4%, 6%, 8%, 10, dan 12%, terdapat tiga tahapan: (1). Uji nilai properties tanah lempung (tanah asli), (2). Uji nilai properties campuran tanah lempung dengan kapur, (3). Uji nilai CBR *Unsoaked* (tanpa rendaman), CBR *Soaked* (rendaman) dan *swelling* tanah-kapur. Dengan lama masa penundaan pemadatan dan pemeraman pada benda uji 0 hari, 4 hari, dan 7 hari serta variasi perendaman 1 jam, 4 hari dan 7 hari. Menurut sistem klasifikasi *AASHTO* tanah Jl. Kulim-Badak Kecamatan Tenayan Raya Pekanbaru kelompok A-7-5 yaitu tanah yang berlempung. Nilai CBR tanah asli perendaman 7 hari sebesar 4,69% dan pemeraman 7 hari sebesar 13,72%. peningkatan terjadi seiring dengan penambahan kadar kapur 4%, 6%, 8%, 10%, dan 12%. Dari perendaman dan pemeraman 0 hari, dan 7 hari yang distabilisasi dengan kapur, Maka nilai maksimal 0 hari peram yaitu pada penambahan kapur 6% sebesar 18,48, dan nilai maksimal 0 hari rendam pada penambahan kapur 6% sebesar 16,56%. nilai maksimal 7 hari rendam sebesar 20,89%, nilai maksimal 7 hari peram sebesar 38,81. Dari pengujian tanah yang distabilisasi dengan kapur menyebabkan penurunan *swelling* tanah dengan masa perendaman 4 hari. Stabilisasi dengan menggunakan kapur sesuai untuk



penerapan dilapangan dan dapat direkomendasikan penggunaan tanah Jl. Badak-Kulim berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010 yang mensyaratkan nilai *CBR* perendaman  $\geq 6\%$ .

(Mohamed et al., 2017) telah melakukan penelitian dengan judul “Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Abu Ban”. Perencanaan, perancangan, konstruksi galian dan pondasi pada tanah lempung lunak sampai sangat lunak selalu sulit. Ini adalah tanah yang menyebabkan masalah untuk struktur yang dibangun dengan kekuatan geser yang rendah, kadar air yang tinggi, dan kompresibilitas yang tinggi. Pekerjaan menyelidiki perilaku geoteknik tanah lempung lunak ini dengan menggunakan bahan abu ban yang dibakar di udara. Penyelidikan berisi pengujian antara lain: uji fisik, uji kimia, uji konsolidasi, Uji pemadatan, uji geser, uji California Bearing Ratio *CBR*, dan uji model. Pengujian ini dilakukan pada sampel tanah yang dibuat dari tanah lempung lunak. Abu ban digunakan dalam empat persentase (2, 4, 6, dan 8%). Hasil dari pengujian sampel tanah yang memberikan nilai plastisitas tes adalah 2% (25), 4% (25.18), 6%(25.3), dan 8% (26.7). Sampel tanah yang memberi nilai berat jenis adalah 2% (2,65), 4% (2,61), 6% (2,5), dan 8% (2,36). Kepadatan kering maksimum dalam uji pemadatan diamati dengan persentase 2% memberikan nilai 15,8 kN/m<sup>3</sup>, 4% memberikan nilai 15,4 kN/m<sup>3</sup>, 6% memberikan 15,3 kN/m<sup>3</sup> dan 8% dengan 15,2 kN/m<sup>3</sup>. Sampel yang memberikan nilai uji kuat geser undrained adalah 2% (55 kN/m<sup>2</sup>), 4% (76 kN/m<sup>2</sup>), 6% (109 kN/m<sup>2</sup>), dan 8% (122 kN/m<sup>2</sup>). Yang terbaik adalah 8%. Sampel yang memberikan nilai terbaik untuk uji pengembangan adalah 8%. Nilai terbaik untuk kompresi indeks *C<sub>c</sub>* berada di 8%. Hasil uji *CBR*, membaik di semua sampel tanah. Contoh tanah yang memberi nilai untuk *CBR* 2% (3,507%), 4% (4,308%), 6% (5,586%), dan 8% (9,569%). Nilai terbaik diperoleh dari 8%



### 2.3 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan

Perbedaan penelitian Tugas Akhir yang akan dilakukan dengan penelitian terdahulu adalah sampel tanah yang digunakan berasal dari Kecamatan Tenayan Raya, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau. Bahan tambah yang digunakan adalah serbuk cangkang telur dan semen. Dengan presentase serbuk cangkang telur sebesar 3%, 6% dan 9% dan persentase semen sebesar 5%. Masa peram yang digunakan adalah 1, 4, 7 hari. Parameter yang diuji dalam penelitian Tugas Akhir adalah CBR, dan perendaman 7 hari.

Perbandingan beberapa penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat Tabel 2.1 berikut

**Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian terdahulu dengan Penelitian yang akan dilakukan**

Peneliti/Tahun	Peneliti/Tahun	Metode
Tecnikal (2016)	Penelitian ini dilakukan untuk mencari pengaruh penambahan serbuk bata merah dengan beberapa varian prosentase terhadap tanah gambut.	dengan pengujian CBR laboratorium terendam dan tidak terendam dengan mengacu pada standar ASTM
Sauri (2016)	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari aditif tersebut dapat menstabilisasi tanah lempung	dilihat dari CBR, <i>swelling</i> dan durabilitas dengan perlakuan siklus basah-kering. Tanah di campur dengan 3 variasi campuran yaitu tanah dengan 4% kapur, tanah dengan 8% abu ampas tebu, dan tanah dengan 4% kapur + 8% abu ampas tebu.

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian terdahulu dengan Penelitian yang akan dilakukan**

		Masing-masing campuran tanah mengalami siklus basah-kering sebanyak 1 periode, 2 periode, dan 3 periode, 1 periode adalah 1 kali direndam selama 4 hari dan 1 diangin-anginkan selama 4 hari. Pengujian dilakukan setelah siklus basah-kering berakhir sesuai ketentuan
(Faisal et al., 2018)	Tujuan utama dilakukannya penelitian stabilisasi ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan campuran kapur dan abu sekam padi terhadap nilai CBR tanah lempung.	Pengujian dilakukan dengan cara mencampur tanah asli dengan kapur dan abu sekam padi, kemudian dilakukan pengujian sifat-sifat fisis dan mekanis tanah dengan menggunakan metode SNI.
(Gunawan, 2017)	Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai kepadatan kering maksimum (MDD), nilai CBR laboratorium dan <i>swelling</i> yang distabilisasi dengan kapur.	terdapat tiga tahapan: (1). Uji nilai properties tanah lempung (tanah asli), (2). Uji nilai properties campuran tanah lempung dengan kapur, (3). Uji nilai CBR <i>Unsoaked</i> (tanpa rendaman), CBR <i>Soaked</i> (rendaman) dan <i>swelling</i> tanah-kapur.

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian terdahulu dengan Penelitian yang akan dilakukan**

		Dengan lama masa penundaan pemadatan dan pemeraman pada benda uji 0 hari, 4 hari, dan 7 hari serta variasi perendaman 1 jam, 4 hari dan 7 hari.
(Mohamed et al., 2017)	Pekerjaan menyelidiki perilaku geoteknik tanah lempung lunak ini dengan menggunakan bahan abu ban yang dibakar di udara.	Penyelidikan berisi pengujian antara lain: uji fisik, uji kimia, uji konsolidasi, Uji pemadatan, uji geser, uji California Bearing Ratio CBR, dan uji model. Pengujian ini dilakukan pada sampel tanah yang dibuat dari tanah lempung lunak. Abu ban digunakan dalam empat persentase (2, 4, 6, dan 8%).

#### 2.4 Keaslian Penelitian

Dari berbagai penelitian yang pernah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, dan tinjauan pustaka yang dipaparkan diatas maka Tugas Akhir ini memiliki kesamaan-kesamaan baik dalam bentuk teori-teori yang dipakai maupun prinsip-prinsip pengerjaannya yang berkaitan dengan judul, tetapi berbeda latar belakang, waktu dan lokasi penelitian. Lokasi penelitian yang dipilih peneliti adalah di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Pengertian Tanah

Tanah dari pandangan ilmu Teknik Sipil merupakan himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relative lepas (*loose*) yang terletak di atas batu dasar (*bedrock*) (Hardiyatmo, 1992).

Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap-ngendap diantara partikel- partikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat berisi air, udara, ataupun yang lainnya (Hardiyatmo, 1992).

Sedangkan pengertian tanah menurut Bowles (1984), tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut:

- a. Berangkal (*boulders*) adalah potongan batuan yang besar, biasanya lebih besar dari 250 sampai 300 mm dan untuk ukuran 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (*cobbles/pebbles*).
- b. Kerikil (*gravel*) adalah partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
- c. Pasir (*sand*) adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, yang berkisar dari kasar dengan ukuran 3 mm sampai 5 mm sampai bahan halus yang berukuran  $< 1$  mm.
- d. Lanau (*silt*) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,0074 mm.
- e. Lempung (*clay*) adalah partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm yang merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.
- f. Koloid (*colloids*) adalah partikel mineral yang diam dan berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

Istilah pasir, lempung, lanau atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas ukuran butiran yang telah ditentukan. Akan tetapi,



istilah yang sama juga digunakan untuk menggambarkan sifat tanah yang khusus. Sebagai contoh, lempung adalah jenis tanah yang bersifat kohesif dan plastis, sedangkan pasir digambarkan sebagai tanah yang tidak kohesif dan tidak plastis (Hardiyatmo, 2006).

### 3.2 Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa kedalam kelompok dan subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sebagian besar sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran dan plastisitas.

Ada beberapa macam sistem klasifikasi tanah yang umumnya digunakan sebagai hasil pengembangan dari sistem klasifikasi yang sudah ada. Beberapa sistem tersebut memperhitungkan distribusi ukuran butiran dan batas-batas *Atterberg*, sistem-sistem tersebut adalah sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) dan sistem klasifikasi tanah *unified* (USCS).

#### 1. Berdasarkan Sudut Pandang Teknis (Wesley,1997)

Tanah dapat digolongkan menjadi:

- a. Batu Kerikil ialah bebatuan kecil yang biasanya batu granit dipecahkan yang memiliki ukuran 2mm-75mm.
- b. Pasir (sand) merupakan bahan bangunan yang sering digunakan dari struktur paling bawah hingga struktur paling atas dalam bangunan.
- c. Lanau (silt) adalah tanah atau butiran penyusun yang berukuran diantara pasir dan lempung.

Tanah dapat dibedakan seperti tabel 3.1

**Tabel 3.1** Klasifikasi Tanah Berdasarkan Ukuran Butiran (Hardiyatmo, 2006)

No	Macam Tanah	Batas-batas ukuran
1.	Berakal ( <i>Boulder</i> )	>8 inchi ( 20 cm )
2.	Kerakal ( <i>Cobblestone</i> )	3 inchi – 8 inchi (8 – 20 cm)
3.	Batu Kerikil ( <i>Gravel</i> )	2mm – 8mm
4.	Pasir Kasar ( <i>Course Sand</i> )	0,6mm – 2mm
5.	Pasir Sedang ( <i>Med Sand</i> )	0,2mm – 0,6mm
6.	Pasir Halus ( <i>Fine Sand</i> )	0,06mm – 0,2mm
7.	Lanau ( <i>Silt</i> )	0,002mm – 0,06mm
8.	Lempung ( <i>Clay</i> )	<0,002mm

### 3.3 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO awalnya membagi tanah kedalam 8 kelompok, A-1 sampai A-8 termasuk subkelompok. Sistem yang direvisi (*Proc. 25 th Annual Meeting of Highway Research Board, 1945*) mempertahankan delapan kelompok dasar tanah tadi tapi menambahkan dua subkelompok dalam A- 1, empat kelompok dalam A-2, dan dua subkelompok dalam A-7. Kelompok A-8 tidak diperlihatkan tetapi merupakan gambut atau rawang yang ditentukan berdasarkan klasifikasi visual. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompok, yang dihitung dengan rumus-rumus empiris. Pengujian yang dilakukan hanya analisis saringan dan batas-batas Atterberg (Bowles, 1984).

Indeks kelompok (GI) digunakan untuk mengevaluasi lebih lanjut tanah-tanah dalam kelompoknya. Indeks kelompok dihitung dengan persamaan 3.1.

$$GI = (F-35) [0,2 + 0,005 (LL - 40)] + 0,01 (F - 15) (PI - 10) \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

GI = Indeks Kelompok (group indeks)

F = Persen Butiran Lolos Saringan no.200 (0,075mm)

LL = Batas Cair

PI = Indeks Plastisitas

Bila nilai indeks kelompok (GI) semakin tinggi, maka semakin berkurang ketepatan dalam penggunaan tanahnya. Tanah granuler diklasifikasikan kedalam klasifikasi A-1 sampai A-3 adalah pasir bersih yang bergradasi buruk. Tanah A-2 termasuk tanah granuler (kurang dari 35% lolos saringan no.200), tetapi masih mengandung lanau dan lempung, yaitu tanah lempung lanau.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

**Tabel 3.2** Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO (Hardiyatmo, 2006)

Klarifikasi umum	Tanah Berbutir						
	(35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
Klarifikasi Kelompok	A-1		A-3	A-2			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis ayakan (%lolos)							
No.10	Maks 50						
No.40	Maks 30	Maks 50	Min 51				
No.200	Maks 15	Maks 25	Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat Fraksi lolos ayakan No.40							
Batas Cair (LL)				Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41
Indeks Plastisitas (PI)	Maks 6		NP	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
Tipe Material paling dominan	Batu Pecah, Kerikil, dan Pasir		Pasir Halus	Pasir dan kerikil yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						
Klafisikasi Umum	Tanah Berbutir						
	(lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
Klasifikasi Kelompok	A-4	A-5	A-6	A-7		A-7-5	A-7-6
				A-7-5	A-7-6		
Analisis ayakan (%lolos)							
No.10	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
No.40							
No.200							
Sifat Fraksi lolos ayakan No.40							
Batas Cair (LL)	Maks 40	Min 41		Maks 40	Min 41		
Indeks Plastisitas (PI)	Maks 10	Maks 10		Min 11	Min 11		
Tipe material paling dominan	Tanah Berlanau			Tanah Berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek						



### 3.4 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan *Unified* (USCS)

Dalam sistem ini, (*Cassagrande*, 1942) membagi tanah atas 3 (tiga) kelompok (*Sukirman*, 1992) yaitu :

1. Tanah berbutir kasar, < 50% lolos saringan No. 200.
2. Tanah berbutir halus, > 50% lolos saringan No. 200.
3. Tanah organik yang dapat dikenal dari warna, bau dan sisa-sisa tumbuh-tumbuhan yang terkandung di dalamnya.

Klasifikasi berdasarkan *Unified System* (Dalam skripsi *Aria febriantama*, 2016), tanah dikelompokkan menjadi:

1. Tanah berbutir kasar adalah tanah yang lebih dan 50% bahannya tertahan pada ayakan No. 200. Tanah butir kasar terbagi atas kerikil dengan simbol G (*gravel*), dan pasir dengan simbol S (*sand*).
2. Tanah butir halus adalah tanah yang lebih dan 50% bahannya lewat pada saringan No. 200. Tanah butir halus terbagi atas lanau dengan simbol M (*silt*), lempung dengan simbol C (*clay*), serta lanau dan lempung organik dengan symbol O, bergantung pada tanah itu terletak pada grafik plastisitas. Tanda L untuk plastisitas rendah dan tanda H untuk plastisitas tinggi.

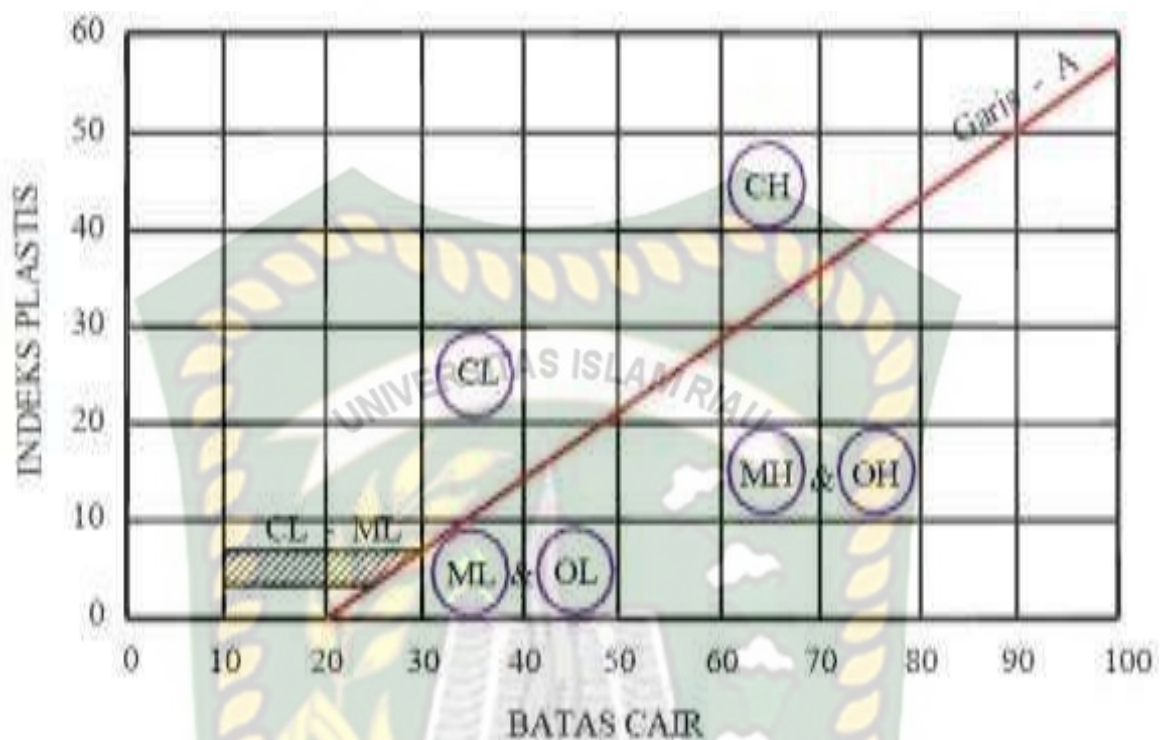
Adapun simbol simbol lain yang digunakan dalam klasifikasi tanah ini adalah :

W = *well graded* (tanah dengan gradasi baik)

P = *poorly graded* (tanah dengan gradasi buruk)

L = *low plasticity* (plastisitas rendah) (LL < 50)

H = *high plasticity* (plastisitas tinggi) ( LL > 50)



**Gambar 3.1.** Grafik Plastisitas USCS (Skripsi Aria febriantama, 2016)

Lanau adalah tanah berbutir halus yang mempunyai batas cair dan indeks plastisitas terletak dibawah garis A dan lempung berada diatas garis A. Lempung organis adalah pengecualian dari peraturan diatas karena batas cair dan indeks plastisitasnya berada dibawah garis A. Lanau, lempung dan tanah organis dibagi lagi menjadi batas cair yang rendah (L) dan tinggi (H). Garis pembagi antara batas cair yang rendah dan tinggi ditentukan pada angka 50 seperti:

1. Kelompok ML dan MH adalah tanah yang diklasifikasikan sebagai lanau pasir, lanau lempung atau lanau organis dengan plastisitas relatif rendah. Juga termasuk tanah jenis butiran lepas, tanah yang mengandung mika juga beberapa jenis lempung *kaolinite* dan *illite*.
2. Kelompok CH dan CL terutama adalah lempung organik. Kelompok CH adalah lempung dengan plastisitas sedang sampai tinggi mencakup lempung gemuk. Lempung dengan plastisitas rendah yang dikalsifikasikan CL biasanya adalah lempung kurus, lempung kepasiran atau

lempung lanau juga termasuk tanah jenis butiran lepas, tanah yang mengandung mika juga beberapa jenis lempung *kaolinite* dan *illite*.

3. Kelompok OL dan OH adalah tanah yang ditunjukkan sifat-sifatnya dengan adanya bahan organik. Lempung dan lanau organik termasuk dalam kelompok ini dan mereka mempunyai plastisitas pada kelompok ML dan MH.

### 3.5 Tanah Lempung

Tanah liat atau lempung adalah partikel mineral berkerangka dasar silikat yang berdiameter kurang dari 2 mikrometer. Lempung mengandung leburan silika dan/atau aluminium yang halus. Unsur-unsur ini, silikon, oksigen, dan aluminium adalah unsur yang paling banyak menyusun kerak bumi. Lempung terbentuk dari proses pelapukan batuan silika oleh asam karbonat dan sebagian dihasilkan dari aktivitas panas bumi.

Lempung membentuk gumpalan keras saat kering dan lengket apabila basah terkena air. Sifat ini ditentukan oleh jenis mineral lempung yang mendominasinya. Mineral lempung digolongkan berdasarkan susunan lapisan oksida silikon dan oksida aluminium yang membentuk kristalnya. Golongan 1:1 memiliki lapisan satu oksida silikon dan satu oksida aluminium, sementara golongan 2:1 memiliki dua lapis golongan oksida silikon yang mengapit satu lapis oksida aluminium. Mineral lempung golongan 2:1 memiliki sifat elastis yang kuat, menyusut saat kering dan memuai saat basah. Karena perilaku inilah beberapa jenis tanah dapat membentuk kerutan-kerutan atau "pecah-pecah" bila kering

#### 3.5.1 Mineral Lempung

Mineral - mineral lempung merupakan produk pelapukan batuan yang terbentuk dari penguraian kimiawi mineral - mineral silikat lainnya dan selanjutnya terangkut ke lokasi pengendapan oleh berbagai kekuatan.

Mineral - mineral lempung digolongkan ke dalam golongan besar yaitu:

1. *Kaolinite* merupakan anggota kelompok *kaolinite serpentin*, yaitu *hidrus*



*alumino silikat* dengan rumus kimia  $Al_2 Si_2O_5(OH)_4$ . Kekokohan sifat struktur dari partikel *kaolinite* menyebabkan sifat- sifat plastisitas dan daya pengembangan atau menyusut *kaolinite* menjadi rendah.

2. *Illite* dengan rumus kimia  $K_yAl_2(Fe_2Mg_2Mg_3)(Si_4yAl_y)O_{10}(OH)_2$  adalah mineral bermika yang sering dikenal sebagai *mika tanha* dan merupakan mika yang berukuran lempung. Istilah *illite* dipakai untuk tanah berbutir halus, sedangkan tanah berbutir kasar disebut *mika hidrus*.
3. *Montmorilonite* Mineral ini memiliki potensi plastisitas dan mengembang atau menyusut yang tinggi sehingga bersifat plastis pada keadaan basah dan keras pada keadaan kering. Rumus kimia *montmorilonite* adalah  $Al_2Mg(Si_4O_{10})(OH)_2 \cdot xH_2O$ .

### 3.5.2 Sifat Tanah Lempung

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung adalah sebagai berikut (Hardiyatmo, 1992) :

1. Ukuran butir halus, yaitu kurang dari 0,002 mm.
2. Permeabilitas rendah.
3. Kenaikan air kapiler tinggi.
4. Bersifat sangat kohesif.
5. Kadar kembang susut yang tinggi.
6. Proses konsolidasi lambat.

Jenis-Jenis Lempung yang digunakan dalam Pembuatan Batu Bata. Berdasarkan tempat pengendapan dan asalnya, lempung dibagi dalam beberapa jenis :

1. Lempung Residual

Lempung Residual adalah lempung yang terdapat pada tempat dimana lempung itu terjadi dan belum berpindah tempat sejak terbentuknya. Sifat lempung jenis ini adalah berbutir kasar dan masih bercampur dengan batuan asal yang belum mengalami pelapukan, tidak plastis. Semakin digali semakin banyak terdapat batuan asalnya yang masih kasar dan belum lapuk.



## 2. Lempung Illuvial

Lempung illuvial adalah lempung yang sudah terangkut dan mengendap pada suatu tempat yang tidak jauh dari tempat asalnya seperti di kaki bukit. Lempung ini memiliki sifat yang mirip dengan lempung residual, hanya saja lempung illuvial tidak ditemukan lagi batuan dasarnya.

## 3. Lempung Alluvial

Lempung alluvial adalah lempung yang diendapkan oleh air sungai di sekitar atau di sepanjang sungai. Pasir akan mengendap di dekat sungai, sedangkan lempung akan mengendap jauh dari tempat asalnya.

## 4. Lempung Rawa

Lempung rawa adalah lempung yang diendapkan di rawa-rawa. Jenis lempung ini dicirikan oleh warnanya yang hitam. Apabila terdapat di dekat laut akan mengandung garam.

### 3.6 Limbah Cangkang Telur



**Gambar 3.2** Cangkang Telur

Kulit telur atau biasa yang disebut cangkang telur adalah lapisan terluar dari telur. Kulit telur sendiri biasanya dijadikan sampah atau bahan buangan bagi masyarakat sekitar. Karena kulit telur yang biasa dibuang menjadikan ini sebagai hal salah satu faktor yang dianggap negatif, dikarenakan kulit telur yang dibuang dianggap sampah. Untuk itu masyarakat berfikir agar menjadikan kulit telur yang biasa dianggap sampah menjadi sesuatu yang dianggap sampah menjadi sesuatu yang bisa digunakan atau difungsikan.

Pemberian tepung cangkang telur dapat dijadikan pengganti kapur, karena dapat menaikkan pH tanah aluvial. Pupuk organik dari cangkang telur ini karena cangkang telur memiliki banyak sekali kandungan nutrisi seperti halnya jenis pupuk yang mengandung fosfor tinggi. Kandungan pupuk organik dari cangkang telur terdiri dari Protein, Zinc, Magnesium, Fosfor, Kalsium, Kalsium Karbonat, Natrium, Mangan.

Banyaknya kandungan nutrisi pada pupuk organik cangkang telur inilah yang membuat pupuk memiliki khasiat yang lebih. Pengaplikasian pupuk menggunakan cangkang telur selain untuk memperdayakan sampah organik yaitu untuk inovasi yang berfungsi untuk memperbaiki unsur tanah dan meningkatkan kualitas tanah yang diberikan pupuk cangkang telur.

### 3.6.1 Penggunaan Limbah Cangkang Telur Terhadap Tanah

Kadar Air Optimum (%) memperlihatkan hubungan berat volume tanah maksimum dengan kadar air optimum (OMC) dengan variasi penambahan serbuk cangkang telur (ESP). Hasil menunjukkan bahwa pada campuran ESP 3% menghasilkan nilai pemadatan yang lebih baik dibandingkan tanah asli. Selanjutnya nilai pemadatan tanah mulai mengalami penurunan pada persentase 6% dan 9% walaupun masih di atas nilai pemadatan tanah asli Gambar 5. Hubungan Pertambahan ESP dengan Kadar Air Optimum (%). Berdasarkan 2% 4% 6% 8% 10% Persen *Eggshell Powder* (ESP) Tanah lempung yang distabilisasikan dengan serbuk cangkang telur (ESP) berdasarkan berat jenisnya mengalami kenaikan untuk persentase ESP yang rendah lalu mengalami penurunan untuk persentase yang lebih tinggi. Hasil pengujian batas cair juga menunjukkan penurunan seiring bertambahnya campuran ESP. Parameter Atterberg Limit secara umum mengalami penurunan seiring dengan pertambahan ESP. Secara umum nilai kepadatan tanah lempung Desa Cot Bagie Kecamatan Blang Bintang mengalami penurunan terhadap nilai OMC dan sebaliknya nilai berat volume kering maksimum mengalami kenaikan pada persentase ESP yang rendah (3%) lalu terjadi penurunan untuk persentase ESP 6% dan 9%. Namun secara umum dengan bertambahnya nilai persen ESP maka nilai berat volume

kering maksimum tanah mengalami kenaikan disbanding tanah tanpa campuran. Dengan demikian penggunaan ESP untuk stabilisasi tanah berdasarkan penelitian eksperimen laboratorium ini dapat meningkatkan daya dukung tanah menjadi lebih baik sehingga bermanfaat untuk konstruksi di lapangan. (Munirwansyah, Munirwan R P, Sungkar M, Fachrurrazi F, 2019)

### 3.7 Semen



**Gambar 3.3** Semen

Semen berasal dari bahasa latin *caementum* yang berarti bahan perekat. Secara sederhana, definisi semen bahan perekat atau lem, yang bisa merekatkan bahan-bahan material lain seperti batu bata dan koral hingga membentuk sebuah bangunan. Sedangkan dalam pengertian secara umum diartikan sebagai bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat. (Bonardo Pangaribuan, Holcim).

#### 1. Definisi semen Portland berdasarkan SNI

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 15-2049-2004, semen Portland adalah semen hidrolisis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak (*Clinker*) portland terutama yang terdiri dari kalsium silikat ( $x\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (*Mineral in Component*).

Hidrolis berarti sangat senang berinteraksi dengan air, senyawa yang bersifat hidrolis akan bereaksi dengan air secara cepat. Semen portland bersifat hidrolis



karena di dalamnya terkandung kalsium silikat ( $x\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) dan kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4\cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) yang bersifat hidrolis dan sangat cepat bereaksi dengan air. Reaksi semen dan air berlangsung secara *irreversible*, artinya hanya dapat terjadi satu kali dan tidak bisa kembali lagi ke kondisi semula.

## 2. Komposisi kimia semen

Seperti yang telah dibahas di atas, bahan kimia utama penyusun semen adalah kalsium silikat ( $x\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ), kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4\cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) dan bahan tambahan lain (Mineral in Component) yang akan berperan sebagai *cement filler*. Dimana kalsium silikat ( $x\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ) bersifat sangat hidrolis, didalam industri semen mineral-mineral penyusun semen diistilahkan sebagai C3S, C2S, C3A, C4AF yang berarti :



Inilah yang membuat industri semen berbeda dengan industri kimia pada umumnya, dimana pada industri kimia lain C dipakai untuk carbon, S untuk sulfur, dan F untuk Fluoro sedangkan pada industri semen dipakai hanya untuk kemudahan pelafalan.

## 3. Kuat tekan semen

Kuat tekan dapat diartikan sebagai kemampuan suatu material menahan suatu beban tekan. Kuat tekan merupakan sifat yang paling penting bagi semen. Perbedaan kuat tekan semen dapat dilihat dari komposisi mineral, kandungan kapur bebas, magnesium, kandungan gypsum, temperatur, perbandingan air dengan semen, kualitas agregat, cara pengerjaan, dan perlakuan. Kecepatan pengembangan kuat tekan semen sangat dipengaruhi oleh komposisi kimia mineral semen yang ada.

Gambaran umum untuk membedakan antara semen PPC, PCC, dan OPC.

1. OPC (*Ordinary Portland Cement*) adalah semen hidrolis yang dipergunakan secara luas untuk konstruksi umum atau bangunan yang tidak membutuhkan



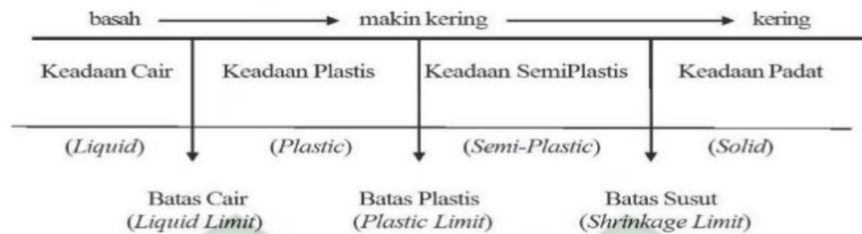
persyaratan khusus. Semen tipe ini memiliki kadar silika terbesar antara tipe PPC dan PCC.

2. PCC (*Portland Composite Cement*) adalah semen hasil dari penggilingan terak semen portland, gipsum dan satu atau lebih bahan anorganik. Untuk kontruksi beton umum, pasangan batu bata, plasteran, selokan, pembuatan elemen bangunan khusus seperti beton pracetak, beton pratekan dan paving blok.
3. PPC (*Portland Pozzolan Cement*) adalah semen hidrolis yang terbuat dari penggilingan terak semen portland dengan gipsum dan bahan pozzolan, untuk bangunan umum dan bangunan yang memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang seperti jembatan, jalan raya, perumahan, dermaga, beton massa, bendungan dan bangunan irigasi.

Dari segi kekuatan lekatan yang ada semen tipe OPC memiliki kekuatan lekatan lebih dari tiga tipe semen tersebut. Hal tersebut dikarenakan kandungan silika yang ada pada semen tipe OPC lebih banyak. Namun semen tipe OPC ini jarang ditemui langsung di pasaran (toko bangunan) melainkan harus memesan langsung ke pabrik atau ke provider *ready mixes* yang memiliki *batching plan* terdekat. Tipe semen yang tersedia di pasaran seringkali yang tipe PPC. Pada penelitian ini peneliti akan menggunakan campuran semen Portland terhadap daya kuat dukung tanah.

### **3.8 Batas Atterberg (Batas Konsistensi)**

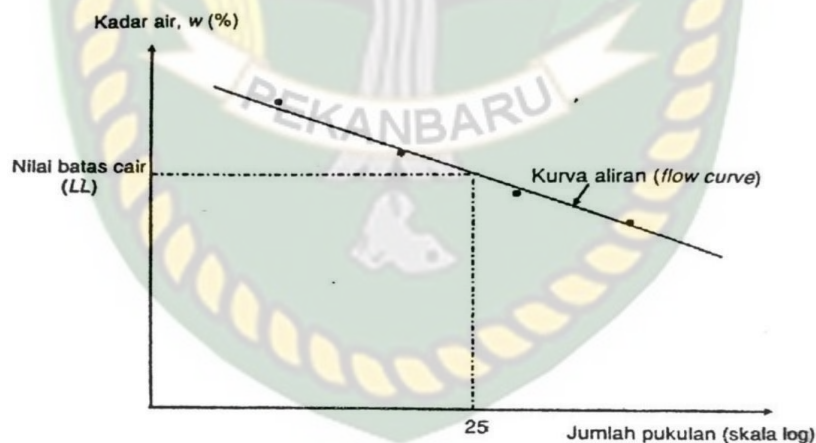
Batas Atterberg memberikan cara untuk menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan pertimbangan kandungan kadar airnya. Batas-batas tersebut adalah batas cair, Batas plastis dan batas susut. Kedudukan batas konsistensi tanah kohesi disajikan dalam gambar 3.1



**Gambar 3.4** Batas konsistensi tanah (Hardiyatmo, 2006)

1. Batas Cair (Liquid Limit)

Batas Cair (LL) adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis. Batas cair biasanya ditentukan dari uji Casagrande, yang dipisah selebar 3mm dan menyatu kembali selebar 0,5 inchi pada pukulan ke 25. Hubungan antara kadar air dan jumlah pukulan untuk batas susut, batas plastis, batas cair padat pukulan 25 dapat digambarkan pada grafik pada gambar 3.2



**Gambar 3.5** Kurva Penentuan Batas Cair Tanah Lempung (Hardiyatmo, 2006)

2. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas Plastis (PL) adalah kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi plastis, yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm maka akan mulai retak-retak ketika digulung.

### 3. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Batas susut adalah kadar air yang didefinisikan pada derajat kejenuhan 100%, dimana untuk nilai-nilai dibawahnya tidak akan terdapat perubahan volume tanah apabila dikeringkan terus. Diketahui bahwa batas susut makin kecil maka tanah akan lebih mudah.

### 4. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitas adalah antara batas cair dan batas plastis atau perbedaan antara batas cair dan batas plastis satu tanah.

Batasan mengenai indeks plastis, sifat, macam tanah, dan kohesinya dapat dilihat pada tabel 3.3

**Tabel 3.3** Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah (Hardiyatmo, 2006)

PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesi
< 7	Plastis Rendah	Lanau	Kohesi Sebagian
7 – 17	Plastis Sedang	Lempung Berlanau	Kohesi
> 17	Plastis Tinggi	Lempung	Kohesi

### 3.9 Pemadatan Tanah

Untuk menentukan hubungan kadar air dan berat volume, dan untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan kepadatan, maka umumnya dilakukan uji pemadatan. Tingkat kepadatan tanah diukur dari nilai berat volume keringnya ( $\gamma_d$ ). Untuk berbagai jenis tanah pada 30 umumnya, terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu mencapai berat volume kering maksimumnya. Berat volume kering tidak berubah oleh adanya kenaikan kadar air. Maksud dari pemadatan antara lain :

1. Mempertinggi kuat geser tanah,
2. Mengurangi sifat mudah mampat (compressibilitas),
3. Mengurangi permeabilitas, dan

4. Mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air.

Hubungan berat volume kering ( $\gamma_d$ ) dengan berat volume basah ( $\gamma$ ) dan kadar air ( $w$ ), dinyatakan dalam persamaan 3.2 berikut ini.

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w} \quad (3.2)$$

Keterangan untuk pengujian ini :

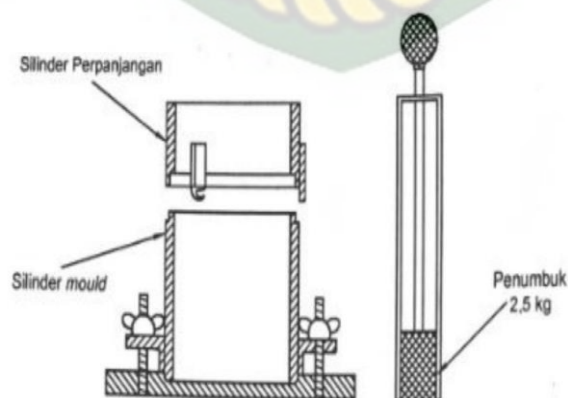
tegangan utama mayor total =  $0,3 + a_f - 0,1$

tegangan utama minor total =  $0,3$

persamaan kuat geser pada kondisi undrained dapat dinyatakan dalam persamaan :

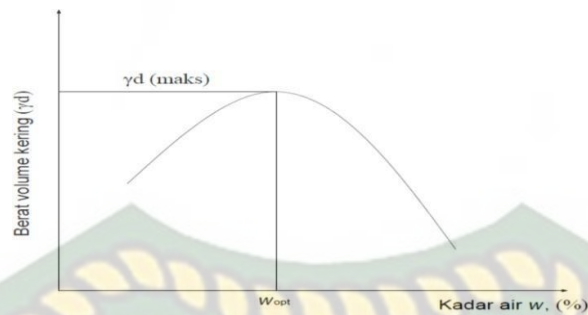
$$t = \frac{1}{2} (c + a_3) \sin 2\theta$$

Alat pemadat berupa silinder mould yang mempunyai volume 9,44 x. Tanah di dalam mould dipadatkan dengan penumbuk beratnya 2,5 kg dengan tinggi jatuh 30,5 cm (1ft). Tanah dipadatkan dalam tiga lapisan dengan tiap lapisan ditumbuk 25x pukulan. Pada uji proctor dimodifikasi, mould yang digunakan masih tetap sama, hanya berat penumbuknya diganti dengan 4,54 kg dengan tinggi jatuh penumbuk 45,72 cm. pada pengujian ini, tanah di dalam mould ditumbuk dalam 5 lapisan. Alat pengujian proctor standar dapat dilihat pada gambar 3.6 dan kurva hubungan kadar air dan berat volume dapat dilihat pada gambar 3.7.



**Gambar 3.6** Alat Uji Proctor Standar (Hardiyatmo, 2006)





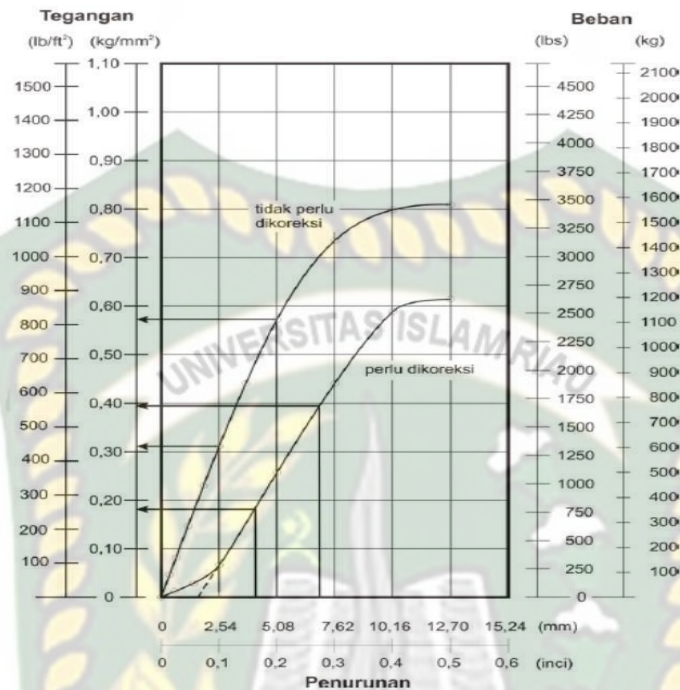
**Gambar 3.7** Kurva Hubungan Kadar Air dan Berat Volume Kering Pada Pengujian Proctor Standar (Hardiyatmo, 2006)

### 3.10 Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

Pengujian CBR adalah pengujian yang dimaksudkan untuk menentukan nilai CBR tanah atau campuran agregat yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu. CBR (*California Bearing Ratio*) adalah dapat berupa tanah atau material perkerasan jalan dengan bahan standar dengan kedalaman tertentu dengan kecepatan penetrasi yang sama.

Sampel tanah yang digunakan untuk benda uji pada pengujian CBR adalah sampel tanah yang lolos saringan No.4 dan yang dimasukkan kedalam mould berbentuk silinder dengan diameter 152 mm dengan dipadatkan dalam 3 lapis, dengan masing-masing ditumbuk dengan penumbuk standar sebanyak 56 kali. Letakkan benda uji beserta keping alas di atas mesin penetrasi dan letakkan keping pemberat di atas permukaan benda uji seberat minimal 4,5 kg. Arloji penunjuk penetrasi dan arloji penunjuk beban diatur sehingga menunjukkan angka nol. Berikan pembebanan secara teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm /menit. Pembacaan pembebanan dilakukan pada interval penetrasi 0,025 inch (0,64 mm), hingga mencapai penetrasi 0,5 inch (12,7 mm).

Pada kejadian permulaan kurva beban cekung akibat kurang ratanya permukaan pada saat pemadatan benda uji atau sebab-sebab yang lain, dalam keadaan ini titik nol nya harus dikoreksi seperti pada gambar 3.8



**Gambar 3.8** Kurva Hubungan Beban dan Penetrasi pada Pengujian CBR (SNI 1738 : 2011)

Pengujian CBR terbagi menjadi 2 yaitu, CBR *soaked* (terendam) dan CBR *unsoaked* (tidak terendam). Perbedaan pengujian hanya terletak pada kondisi tanah yang akan diujikan. Untuk pengujian CBR *soaked*, tanah berada dalam keadaan terendam selama 4 hari agar tidak dapat diukur pengembangannya setiap hari. Sedangkan untuk pengujian CBR *unsoaked*, tanah dibuat dalam keadaan tidak terendam.

Klasifikasi tanah berdasarkan nilai CBR dapat dilihat pada tabel 3.4.

**Tabel 3.4** Klasifikasi Tanah Dasar Berdasarkan CBR (Hardiyatmo, 2013)

Nilai CBR	Tingkatan (Kategori)	Penggunaan	Klasifikasi	
			USCS	AASHTO
0-3	Sangat buruk	<i>Subgrade</i>	OH,CH,MH,OL	A5, A6, A7
3-7	Buruk sampai sedang	<i>Subgrade</i>	OH,CH,MH,OL	A4, A5, A6, A7
7-20	Sedang	<i>Subgrade</i>	OL,CL,ML	A2, A4, A5, A7
20-50	Baik	<i>Base, Subgrade</i>	<i>Gravel</i>	A1, A2-5, A2-6
>50	Sangat baik	<i>Base</i>	<i>Gravel</i>	A1, A2, A3

## BAB IV

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Tinjauan Umum

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode Eksperimental. Hadi (1985) menyatakan bahwa penelitian eksperimental adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui akibat yang ditimbulkan dari suatu perlakuan setelah diberikan secara sengaja oleh peneliti. Dengan melaksanakan serangkaian kegiatan pemeriksaan dan pengujian tanah di Laboratorium sesuai dengan data-data yang diperlukan.

#### 4.2 Lokasi Pengambilan Sampel dan Penelitian

Lokasi pengambilan sampel tanah lempung diambil dari daerah Tenayan , Kota Pekanbaru, Riau. Selanjutnya dilakukan penelitian di Laboratorium Universitas Islam Riau, Fakultas Teknik Sipil.



**Gambar 4.1** Lokasi pengambilan sampel tanah lempung





**Gambar 4.2** Lokasi Penelitian

### 4.3 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini bersifat experimental dengan melakukan penelitian di Laboratorium tanah yang mengacu pada SNI 1738 : 2011. Benda uji setiap pengujian tanah asli dan tanah campuran dengan variasi 3%, 6% dan 9% dan semen 5% untuk semua variasi campuran sebanyak 52 buah sampel dari berat kering tanah asli dengan dilakukan pemeraman (*unsoaked*) selama 1 hari, 4 hari, 7 hari, dan perendaman (*soaked*) selama 7 hari.

### 4.4 Material Yang Digunakan

#### A. Tanah

Sampel tanah yang digunakan adalah tanah lunak (lempung) yang dalam kondisi tidak baik (*disturbed*) untuk pembangunan. Sampel tanah dikeringkan dengan cara dijemur dengan sinar matahari secara langsung. Kemudian tanah diayak hingga lolos saringan no.4.

#### B. Cangkang Telur

Cangkang telur yang digunakan yaitu cangkang telur yang diambil dari beberapa tempat rumah makan dan beberapa warung. Cangkang telur dibersihkan

lalu dikeringkan dengan cara dijemur dengan sinar matahari secara langsung. Kemudian cangkang telur yang sudah kering dihancurkan secara manual.



**Gambar 4.3** Cangkang Telur yang telah dihancurkan (*Tire Ash*)

Variasi campuran benda uji (tanah + cangkang telur) yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Tanah asli tanpa bahan tambahan apapun.
  2. Tanah asli + semen 5%.
  3. Tanah + cangkang telur 3% + semen 5%
  4. Tanah + cangkang telur 6% + semen 5%.
  5. Tanah + cangkang telur 9% + semen 5%.
- C. Semen

Untuk bahan tambahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah semen. Semen dapat diperoleh di Toko-toko material bangunan disekitar. Semen juga digunakan untuk bahan campuran pada penelitian yang akan dilakukan dengan variasi campuran 5% dari berat kering tanah.



**Gambar 4.4** Semen (*Cement*)

## 4.5 Tahapan Pelaksanaan Pengujian

### 4.5.1. Kadar Air

Pengujian ini dilakukan guna mengetahui jumlah air yang terkandung didalam sampel tanah. Adapun tahapan pelaksanaannya adalah:

- a) Siapkan sampel tanah yang akan digunakan pada pengujian ini didalam cawan yang telah diketahui beratnya.
- b) Timbang sampel tanah beserta cawan
- c) Cawan beserta sampel tanah yang telah ditimbang tersebut dikeringkan didalam oven dengan suhu 110° selama kurang lebih 24 jam.

Setelah dioven, sampel tanah beserta cawan didinginkan lalu ditimbang beratnya.

Perhitungan kadar air dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{W1-W2}{W2-W3} \times 100\% \quad 4.1$$

Dimana :

W1 = Berat cawan + tanah bersih (gram)

W2 + Berat cawan + tanah kering (gram)

### 4.5.2. Analisa Saringan

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) dengan menggunakan saringan. Adapun tahapan pelaksanaan dari analisa saringan adalah :

- a) Sampel tanah yang akan digunakan untuk analisa saringan ini dicuci terlebih dahulu guna menghilangkan lumpur yang masih ada.
- b) Setelah dicuci maka sampel tanah di keringkan menggunakan oven dengan suhu 110° C selama kurang lebih 24 jam
- c) Setelah dikeringkan, timbang sampel tanah tersebut.
- d) Siapkan ayakan (saringan) yang telah disusun sesuai penomoran yang digunakan mulai dari ukuran yang paling besar hingga ke yang kecil.
- e) Masukkan sampel tanah yang telah ditimbang kedalam ayakan.



- f) Lakukan pengayakan terhadap sampel tanah yang telah dimasukkan kedalam ayakan tersebut dengan menggunakan tangan atau mesin penggetar hingga sampel tanah telah terpisah sesuai ukuran. Pengayakan dilakukan kurang lebih selama 15 menit.
- g) Setelah pengayakan selesai, maka keluarkan sampel tanah yang masih tertinggal di setiap penomoran ayakan guna untuk ditimbang dari ukuran ayakan paling besar hingga yang terkecil. Usahakan pengeluaran sampel dari setiap nomor ayakan dilakukan dengan hati-hati dan teliti agar tidak ada butiran-butiran yang tertinggal di dalam ayakan.

Perhitungan analisa saringan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\alpha = \frac{A}{B} \times 100\% \quad 4.2$$

Dimana :

A = Berat benda uji yang tertahan di atas saringan  $\alpha$  mm

B = Berat benda uji total

#### 4.5.3. Konsistensi Tanah

##### A. Batas Cair

Pengujian ini dilakukan guna untuk menentukan kadar air sampel tanah pada keadaan batas cair. Batas cair adalah batas kadar air dimana suatu tanah berubah dari air menjadi keadaan plastis. Adapun tahapan pelaksanaannya adalah:

- Siapkan cawan yang telah berisikan sampel tanah yang akan digunakan pada pengujian ini.
- Sampel tanah diaduk dengan menggunakan spatula, dengan menambahkan air suling sedikit demi sedikit sampai keadaan sampel tanah homogeny.
- Setelah sampel tanah berada dalam keadaan homogeny, ambil sebagian sampel tanah dan diletakkan diatas mangkok alat batas cair, lalu ratakan permukaan sampel tanah hingga sejajar dengan dasar alat, bagian yang tebal harus kurang lebih 1 cm.
- Setelah sampel tanah rata, buat alur dengan membagi dua sampel tanah yang berada didalam mangkok benda uji dengan menggunakan grooving



tool melalui garis tengah pemegang mangkok dan simetris. Pada saat pembuatan alur, posisi grooving tool harus tegak lurus pada permukaan mangkok.

- e) Alat diputar sedemikian rupa sehingga mangkok naik turun dengan kecepatan 2 putaran per detik.
- f) Lakukan pemutaran sampai dasar alur sampel tanah bersinggungan lalu catat jumlah pukulannya pada waktu sampel tanah bersinggungan. Ambil sedikit sampel tanah dari mangkok, kemudian dimasukkan kedalam cawan yang telah diketahui beratnya untuk diperiksa kadar airnya.
- g) Ambil kembali sampel tanah yang ada didalam mangkok lalu masukkan kedalam cawan untuk diaduk kembali dengan merubah kadar airnya. Kemudian ulangi pekerjaan b s/d f dengan variasi kadar air yang berbeda, sehingga akan diperoleh perbedaan pukulan sebesar 8 sampai 10 pukulan.

Perhitungan batas cair menggunakan rumus sebagai berikut :

$$W_1 = W_n \times (N/25)^{0,121} \quad 4.3$$

Dimana :

$W_1$  = liquid limit

$W_n$  = kadar air pada ketukan ke N

N = Jumlah ketukan

#### B. Batas Plastis

Pengujian ini dilakukan guna untuk mengetahui kadar air sampel tanah pada keadaan batas-batas plastis. Batas plastis merupakan kadar air minimum dimana suatu tanah masih dalam keadaan plastis. Adapun tahapan pelaksanaannya adalah:

- a) Masukkan sampel tanah kedalam cawan kurang lebih sebanyak 20 gram kemudian diaduk sehingga kadar airnya rata.
- b) Setelah rata kadar airnya, buatlah bola – bola tanah dari sampel tanah tersebut seberat kurang lebih 8 gram, kemudian bola –bola tadi digiling diatas kaca, dilakukan ditelapak tangan dengan kecepatan 80 – 90 gilingan per menit.

- c) Lakukan penggilingan sampai sampel tanah membentuk batang dengan diameter 3 mm, apabila penggilingan mencapai diameter 3 mm sampel tanah sudah retak, maka sampel tanah disatukan kembali dan ditambah air suling sedikit dan aduk kembali sampai rata. Jika penggilingan sudah mencapai diameter 3 mm ternyata sampel tanah belum juga menunjukkan keretakan maka sampel tanah didiamkan beberapa saat diudara bebas agar kadar airnya berkurang sedikit.
- d) Berikan kadar air gilingan contoh tanah dilakukan ganda. Kadar air rata – rata dari 2 pengamatan diatas adalah merupakan batas plastisnya.

Perhitungan batas platis menggunakan rumus sebagai berikut :

$$PL = \frac{WA + WB}{2} \quad 4.4$$

Dimana :

WA = Nilai dari sampel 1

WB = Nilai dari sampel 2

#### 4.5.4. Berat jenis

Pengujian ini dilakukan guna mengetahui berat jenis tanah yang mempunyai butiran lewat saringan nomor 4 dengan piknometer. Adapun berat jenis merupakan perbandingan anatara berat butir tanah dengan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu. Adapun tahapan pelaksanaannya adalah:

- Siapkan piknometer yang telah dicuci dan dikeringkan untuk ditimbang dengan ketelitian 0,01 gram
- Masukkan sampel tanah kedalam piknometer lalu ditimbang dengan ketelitian 0,01 gram.
- Tambahkan air suling sehingga piknometer terisi 2/3 untuk bahan yang mengandung gelembung diamkan sampel tanah terendam selama sedikitnya 24 jam.
- Setelah didiamkan selama 24 jam, didihkan piknometer dengan hati – hati selama minimal 10 menit. Ketika pemanasan sedang berlangsung miringkan botol sekali – sekali untuk mempercepat pengeluaran udara yang tersekap.

- e. Isi piknometer dengan air suling, biarkan piknometer beserta isinya untuk mencapai suhu konstan (24 jam) didalam bejana air atau dalam kamar.
- f. Apabila suhu sudah konstan, tambahkan air suling seperlunya sampai tanda batas lalu timbang piknometer dengan ketelitian 0,01 gram.
- g. Bila isi piknometer belum diketahui, maka tentukan isinya dengan cara kosongkan piknometer dan bersihkan, isi piknometer dengan air suling lalu timbang dengan ketelitian 0,01 gram.

Perhitungan berat jenis menggunakan rumus sebagai berikut :

$$G_s = \frac{(W_2 - W_1)}{((W_4 - W_1) - (W_3 - W_2))} \quad 4.5$$

Dimana :

W1 = berat piknometer (gram)

W2 = berat piknometer dan bahan kering (gram)

W3 = berat piknomter, bahan dan air (gram)

W4 = berat piknomter dan air (gram)

#### 4.5.5. Pengujian *Proctor Standar*

Pengujian ini dilakukan guna mengetahui hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah. Adapun tahapan pelaksanaannya adalah:

- a. Siapkan sampel tanah kurang lebih 2,5 kg untuk satu silinder pemadatan. Selanjutnya menyampurakan air sesuai dengan variasi campuran yang digunakan kemudian masukkan sampel tanah kedalam plastic untuk menjaga kadar air agar tidak berkurang selama kurang lebih 24 jam agar pori – pori tanah terisi oleh air.
- b. Setelah didiamkan selama 24 jam, masukkan sampel tanah kedalam cetakan kemudian dipadatkan dalam tiga lapis, dan pada setiap lapisan dipadatkan dengan tumbukan 25 tumbukan.
- c. Setelah selesai dipadatkan dalam tiga lapisan, buka leher cetakan dan sampel tanah diratakan hingga bagian atas benda uji sejajar dengan permukaan cetakan.

- d. Timbang sampel tanah beserta cetakan. Kemudian keluarkan sampel tanah dari cetakan dan ambil bagian tengah dari sampel tanah dan masukkan kedalam cawan.
- e. Masukkan sampel tanah yang didalam cawan ke dalam oven selama kurang lebih 24 jam guna mengetahui kadar airnya.
- f. Pengujian ini dilakukan berulang dengan kadar air yang bervariasi. Data yang diperoleh dalam pengujian ini berupa berat volume basah, kadar air dan berat volume kering. Dari data tersebut kemudian dicari kadar air optimum dan berat volume kering maksimum.

$$y_b = W/V \quad 4.6$$

Dimana :

W = berat tanah yang dipadatkan dalam cetakan

V = volume cetakan

#### 4.5.6. Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

Pengujian ini dilakukan guna mengetahui nilai CBR (*California Bearing Ratio*) tanah dan campuran tanah yang dipadatkan pada kadar air tertentu. Adapun tahapan pelaksanaannya adalah:

- a. Siapkan sampel tanah kering udara seperti yang digunakan pada percobaan pemadatan dengan berat 5 kg.
- b. Campur sampel tanah tersebut dengan air sampai kadar air optimum sesuai hasil pemadatan.
- c. Masukkan sampel tanah tersebut kedalam plastik dan tutup dengan rapat agar tidak terjadi penguapan. Lakukan selama kurang lebih 24 jam.
- d. Setelah didiamkan selama 24 jam, pasang CBR Mold pada plat alas dan masukkan keeping pemisah (spacer disc).
- e. Masukkan sampel tanah kedalam Mold sebanyak tiga lapisan. Setiap lapisan lakukan pemadatan/penumbukan sebanyak 65 kali tumbukan.
- f. Ambil sisa sampel tanah untuk dilakukan pemeriksaan kadar airnya dengan dimasukkan kedalam oven selama kurang lebih 24 jam.



- g. Lepaskan colar lalu ratakan permukaan sampel tanah dengan alat perata.
- h. Keluarkan piringan pemisah, balikkan mold lalu pasang kembali pada plat untuk dilakukan penimbangan.
- i. Untuk pemeriksaan langsung sampel tanah ini siap diperiksa. Apabila dilakukan pemeraman tutup bagian atas dan bawah mold menggunakan pelastik agar tidak terjadi penguapan. Lakukan pemeraman dengan variasi lama pemeraman 1 hari dan 4 hari
- j. Apabila dilakukan perendaman, maka sampel tanah yang telah dilakukan sampai poin h diletakkan beban diatas permukaan sampel tanah sebesar 10 lbs, kemudian pasang pengembangan. Rendam cetakan tersebut dalam air hingga seluruh permukaan cetakan terendam agar dapat meresap dari atas maupun dari bawah. Lakukan perendaman dengan variasi lama perendaman 1 hari dan 4 hari
- k. Setelah selesai dilakukan pemeraman atau perendaman, timbang sampel tanah beserta mold dan plat.
- l. Pasang kembali keeping beban seberat 10 lbs diatas permukaan sampel tanah dan letakkan sampel tanah beserta mold dan plat di atas piringan penekanan pada alat penetrasi CBR untuk dilakukan pengujian CBR.
- m. Atur piston penetrasi supaya menyentuh permukaan benda uji, kemudian lakukan penetrasi sampai arloji beban menunjukkan beban permukaan sebesar 4,5 kg atau 10 lbs. pembebanan permukaan ini diperlukan untuk menjamin bidang sentuh yang sempurna antara arloji pengukur penetrasi di nol kan.
- n. Berikan pembebanan dengan teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm/menit atau 0,05"/menit.
- o. Catat pembacaan nilai penetrasi dari setiap waktu yang telah ditentukan.
- p. Setelah dilakukan pengujian penetrasi, maka keluarkan sampel tanah dari mold dan ambil bagian tengah dari sampel tanah untuk dioven guna mengetahui kadar air yang terkandung didalamnya.

Perhitungan proctor menggunakan rumus sebagai berikut :

#### 4.6 Peralatan Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan pada masing-masing pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

##### 4.6.1 Kadar Air Tanah

Alat-alat yang digunakan pada pengujian kadar air adalah :

- a. Cawan
- b. Timbangan
- c. Oven
- d. Desikator (*Desiccators*)



**Gambar 4.5** Cawan dan Timbangan

##### 4.6.2 Analisa Saringan

Alat alat yang digunakan pada pengujian analisa saringan adalah :

- a. Satu set saringan
- b. *Pan* dan *cover* (penutup)
- c. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- d. Oven yang dilengkapi pengatur suhu
- e. Wadah plastik, kuas, dan sikat



**Gambar 4.6** Satu Set Saringan

#### 4.6.3 Pengujian Konsistensi Tanah

##### 1. Pengujian batas cair (*Liquid Limit*)

Alat-alat yang digunakan :

- a. Ayakan no.40
- b. Cawan
- c. Pisau pengaduk (*spatula*)
- d. Alat *Cassagrande*
- e. Alat pembuat alur (*grooving tool*)
- f. *Dessicator*
- g. Oven dengan suhu yang dapat diatur
- h. Timbangan
- i. Botol tempat air suling
- j. Mangkuk tempat contoh tanah

##### 2. Pengujian Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Alat-alat yang digunakan adalah :

- a. Ayakan no. 40
- b. Plat kaca
- c. Mangkuk/cawan
- d. Colet/pisau
- e. Timbangan
- f. Botol tempat air suling
- g. Batang pembanding dengan diameter 3mm
- h. Oven dengan suhu yang dapat diatur

i. *Dessicator*



**Gambar 4.7** Alat Uji *Cassagrande*

4.6.4 Pengujian Berat Jenis

Alat-alat yang digunakan pada pengujian berat jenis adalah :

- a. Pikhnometer
- b. Neraca dengan ketelitian 0,01 gram
- c. Kompor listrik
- d. Cawan
- e. Botol tempat air suling



**Gambar 4.8** Sampel Hasil Uji *Atterberg Limit*



**Gambar 4.9** Pikhnometer



#### 4.6.5 Pengujian *Proctor Standar*

Alat-alat yang digunakan :

- a. Mold pemadatan  $\phi$  4"
- b. Palu pemadatan standar dengan berat 2,45 kg
- c. *Extruder mold*
- d. Pisau pemotong
- e. Palu karet
- f. Kantong plastik
- g. Cawan
- h. *Pan*
- i. Gelas ukur 1000 ml
- j. Saringan no. 4



**Gambar 4.10** *Mold Proctor Standar*

#### 4.6.6 Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian CBR adalah :

- a. Mesin penetrasi
- b. Mold CBR  $\phi$  6"
- c. *Collar*  $\phi$  6"
- d. *Alas mold*
- e. Piringan pemisah
- f. Palu pemadat standar
- g. Keping beban lubang bulat dan lubang alur

- h. Pengukur beban dan penetrasi
- i. Pisau perata
- j. Alat pengeluar sampel (*extruder mold*)
- k. Timbangan 20 kg
- l. Saringan no. 4
- m. Kantong plastik
- n. *Stopwatch*



**Gambar 4.11** Alat Uji CBR



**Gambar 4.12** Mold CBR

## 4.7 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ada beberapa tahapan yang dilakukan untuk mempermudah dalam pelaksanaan pengujian., diantaranya pengamatan visual terhadap sampel, pengukuran serta analisis data. Pengujian ini dilakukan supaya dapat mengetahui karakteristik sifat fisik tanah asli dan sifat fisik tanah yang telah dicampur dengan bahan tambah cangkang telur dan semen.

### 4.7.1 Persiapan Material

Melakukan persiapan bahan yang digunakan dalam melakukan pengujian ini berupa tanah lempung yang telah dikeringkan dengan dijemur dibawah sinar matahari dan diayak dengan menggunakan saringan no.4 dan ditambah dengan bahan campuran berupa cangkang telur yang didapat dari Rumah makan dan Warung-warung yang ada di Pekanbaru, khusus nya Marpoyan dan semen dari toko material.

### 4.7.2 Pengujian Tanah Asli

Pengujian sifat fisik tanah asli yang tanpa diberi bahan tambah campuran untuk mengetahui karakteristik tanah asli yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

- a. Pengujian kadar air
- b. Pengujian analisa saringan  
Pengujian ini bertujuan untuk menentukan jenis tanah yang diteliti
- c. Pengujian konsistensi tanah  
Pemeriksaan konsistensi tanah terdiri dari pengujian batas cair, batas plastis, dan indeks plastisitas
- d. Pengujian berat jenis  
Bertujuan untuk mengetahui berat jenis tanah yang diteliti
- e. Pengujian pemadatan standar  
Bertujuan untuk mengetahui kadar air optimum (OMC) dan berat isi kering maksimum ( $\gamma_{dmaks}$ )
- f. Pengujian daya dukung tanah (CBR)

Bertujuan untuk mengetahui daya dukung tanah asli yang diuji

#### 4.7.3 Pengujian Sifat Fisik Pada Tanah Campuran

Pengujian terhadap tanah yang telah diberi bahan campuran berupa cangkang telur dan semen yaitu pengujian daya dukung tanah (CBR).

#### 4.7.4 Pemeraman dan Perendaman Sampel

Mempersiapkan sampel yang sesuai dengan OMC dan  $\gamma_{dmax}$  yang telah diberi bahan campuran berupa cangkang telur dan semen untuk dilakukan pemeraman selama 1, 4, dan 7 hari dan perendaman 7 hari setelah itu akan dilakukan uji CBR untuk mengetahui pengaruh lamanya pemeraman dan perendaman terhadap nilai CBR tanah.

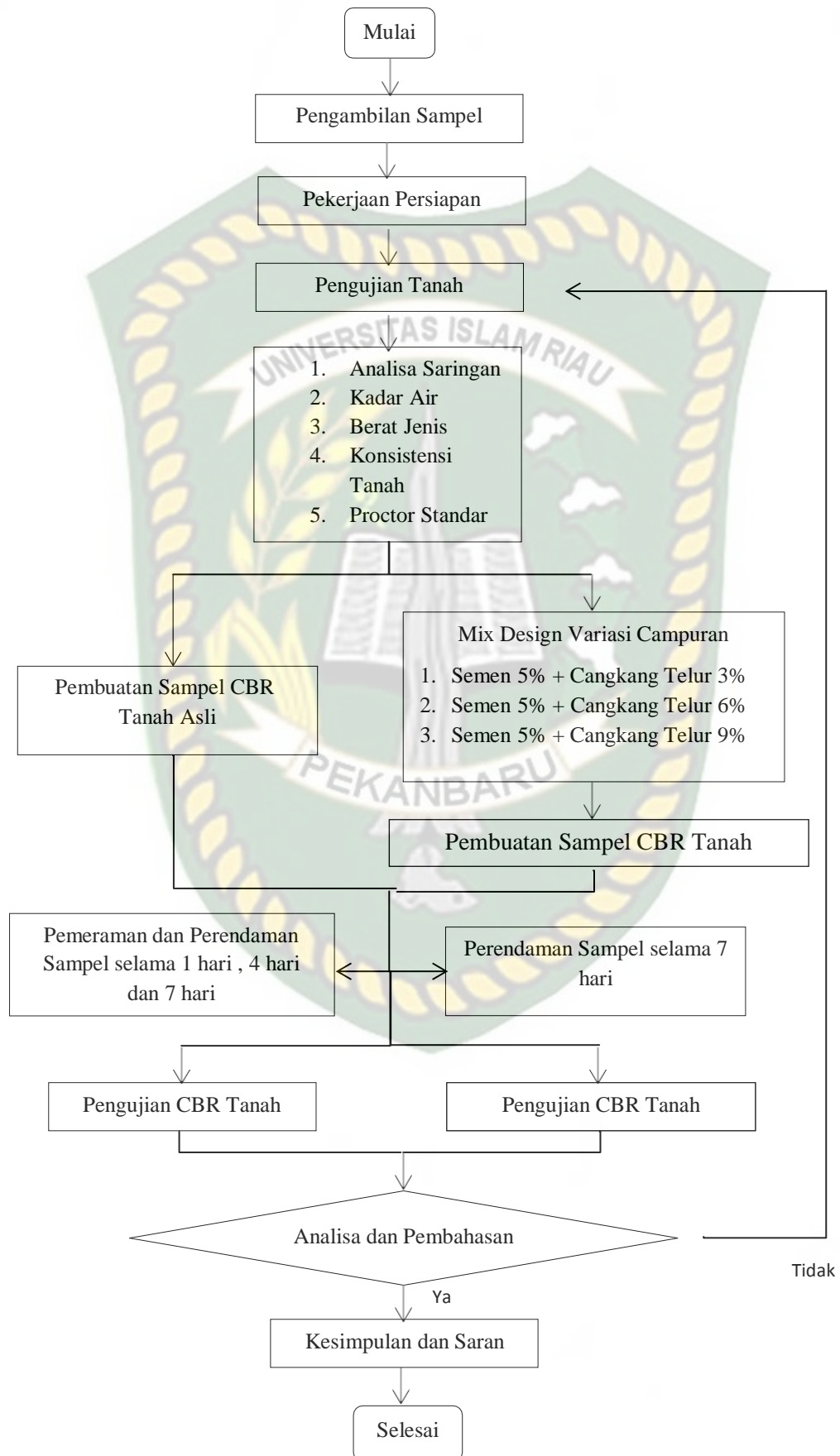
#### 4.7.5 Analisa dan Pembahasan

Langkah selanjutnya yang akan dilakukan merupakan analisa data hasil pengujian yang telah dilakukan dan selanjutnya melakukan pembahasan terhadap data-data tersebut. Secara umum bagan alir pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.11

### 4.8 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir (*flow chart*) pada penelitian Tugas Akhir dapat dilihat pada Gambar 4.11





## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini bertujuan untuk menjelaskan tentang hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap tanah lempung berdasarkan pengujian di Fakultas Teknik Laboratorium Universitas Islam Riau. Analisis dari pengujian ini dilakukan dengan penambahan limbah cangkang telur dan semen terhadap kekuatan tanah yang meliputi nilai CBR tanah.

#### 5.1 Pengujian Tanah Asli

Pengujian terhadap tanah asli meliputi pengujian kadar air, analisa saringan, berat jenis (Gs), batas plastis, pengujian pemadatan standar (*Proctor*), dan pengujian kuat tanah (CBR).

##### 5.1.1 Kadar Air Tanah asli

Berdasarkan prosedur pengujian kadar air yang telah dilakukan sesuai dengan ASTM D2216. Dari pengujian yang telah dilakukan terhadap tanah asli, ternyata tanah asli memiliki nilai kadar air sebesar 35,52%. Tanah asli yang kami uji kami ambil di daerah Tenayan, Pekanbaru, Riau. Hasil pengujian kadar air tanah asli dapat dilihat pada tabel 5.1

**Tabel 5.1** Kadar Air Tanah Asli

Nomor	Keterangan	Sampel	Sampel	Sampel
		I	II	III
A.	Berat Cawan	116,7	77,6	81
B.	Berat cawan + tanah Basah	137,0	342,1	298,7
C.	Berat Cawan + Tanah Kering	127,0	330,3	288,7
D.	Berat Air	10,0	11,8	10,0

**Lanjutan Tabel 5.1** Kadar Air Tanah Asli (Hasil Analisa)

Nomor	Keterangan	Sampel	Sampel	Sampel
		I	II	III
E.	Berat Tanah Kering	10,3	252,7	207,7
F.	Kadar Air	97,1	4,7	4,8
Kadar Air Rata-rata (%)		35,52		

Dari tabel 5.1 dapat diketahui jumlah sampel yang dipakai untuk pengujian kadar air tanah asli sebanyak 2 sampel. Untuk mengetahui kadar air pada tanah asli diambil rata-rata dari 2 sampel tersebut sehingga didapat kadar air rata-rata tanah asli sebesar 35,52%.

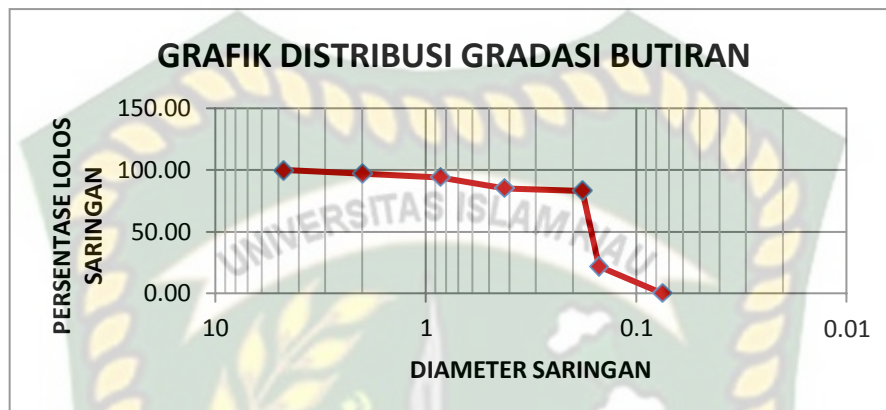
### 5.1.2 Analisa Saringan

Berdasarkan pengujian analisa saringan, tanah yang tertahan dan lolos pada uji saringan dapat dilihat pada tabel 5.2

**Tabel 5.2** Analisa Saringan (Hasil Analisa)

Saringan	Berat Cawan	Berat cawan + Berat Tertahan	Berat Tertahan	Jumlah Berat Tertahan	Persentasi	
					Tertahan	Lewat
No. #4	116,7 gr	116,7 gr	0 gr	0 gr	0	0
No. #10	116,7 gr	117,3 gr	0,3 gr	0,3 gr	2,97	97,03
No. #20	116,7 gr	117,3 gr	0,3 gr	0,6gr	5,94	94,06
No. #40	116,7 gr	118,5 gr	0,9 gr	1,5 gr	14,85	85,15
No. #80	116,7 gr	117,1 gr	0,2 gr	1,7 gr	16,83	83,17
No. #100	116,7 gr	129,1 gr	6,2 gr	7,9 gr	78,22	21,78
No. #200	116,7 gr	121,1 gr	2,2 gr	10,1 gr	100	0
Jumlah			10,1			

Dari tabel 5.2 dapat diketahui jumlah berat tertahan yang didapat dalam pengujian analisa saringan sebesar 10,1 gr tanah asli yang tertahan pada pengujian analisa saringan.



### 5.1.3 Berat Jenis (Gs)

Berdasarkan prosedur pengujian berat jenis (*Specific Gravity*) yang dilakukan sesuai dengan ketentuan ASTM D 854. Dari pengujian yang telah dilakukan terhadap tanah asli, tanah asli terdiri dari organik lainnya dan serat-serat kayu. Hal ini sangat berpengaruh terhadap berat jenis dari tanah asli, dari pengujian yang telah dilakukan tanah asli mempunyai berat jenis (Gs) 2,400.

**Tabel 5.3** Berat Jenis (Gs) (Hasil Analisa)

KETERANGAN	Unit	Sampel I	Sampel II
Nomor pignometer		A3	A4
Berat pignometer (W1)	Gram	70,70	70,70
Berat pignometer + sampel (W2)	Gram	122,30	126,30
Berat sampel (WT = W2 - W1)	Gram	51,60	55,60
Berat pignometer + air + sampel (W3)	Gram	203,20	199,70
Berat pignometer + air (W4)	Gram	168,80	168,80
Isi sampel, V = (W4 + WT - W3)	Cm <sup>3</sup>	17,20	30,90
Berat jenis sampel (Gs) = WT/V		3,000	2,251
Berat jenis (Gs) rata-rata = (Gs Sampel I + Gs sampel II) / 2		2,626	



Dari tabel 5.3 dalam pengujian berat jenis digunakan sebanyak 2 sampel. Sehingga berat jenis tanah asli yang didapat pada pengujian berat jenis tanah asli di rata-ratakan dari 2 sampel tersebut. Jadi untuk hasil yang didapat pada pengujian berat jenis tanah asli sebesar 2,626.

#### 5.1.4 Batas Cair

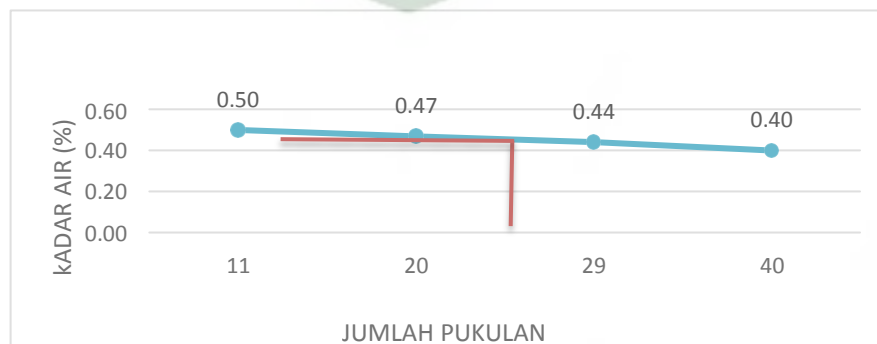
Hasil pengujian batas-batas konsistensi tanah asli yaitu nilai batas plastis sebesar 0,6%. Berdasarkan hasil pengujian batas cair yang telah dilakukan dapat dilihat secara lengkap pada tabel 5.4.

**Tabel 5.4** Pengujian Batas Cair

No	Keterangan	Sampel I	Sampel III	Sampel III	Sampel IV
A	Nomor Cawan	L16	L15	L18	L29
B	Banyak Pukulan	11	20	29	40
C	Berat Cawan	7,8	8,0	7,9	8,0
D	Berat Cawan + Tanah Basah	13,5	14,1	18,1	14,6
E	Berat Cawan + Tanah Kering	11,6	11,1	14,9	12,7
F	Berat Air (D-E)	1,9	3,0	3,2	1,9
G	Berat Contoh Tanah Kering (E-C)	3,8	6,4	7,0	4,7
H	Kadar Air (F/Gx100%)	0,50%	0,47%	0,44%	0,40%

Sumber : Hasil Analisa

Dari Tabel 5.4 pengujian batas cair dapat diketahui kadar air rata-rata tiap sampel sehingga dapat dilanjutkan untuk mencari nilai batas plastis.

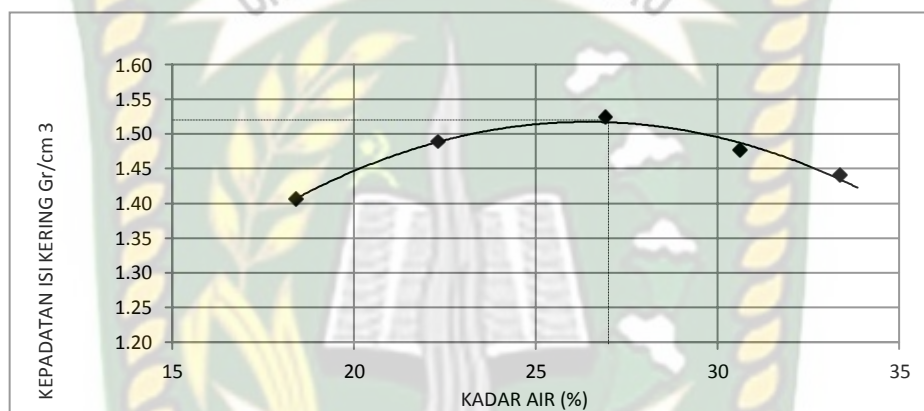


**Gambar 5.1** Grafik Batas Cair

Berdasarkan Gambar 5.1, didapat nilai batas cair yang dilihat dari persen kadar air pada pukulan ke 25 sebesar 0,46%. Nilai indeks Plastisitas dapat diperoleh dari selisih antara nilai batas cair dan batas plastisitas yaitu sebesar 0,14%.

### 5.1.5 Pemadatan Standar (*Proctor Test*)

Hasil pengujian Pemadatan Standar (*Proctor Test*) dapat dilihat pada gambar 5.2 dibawah ini.



**Gambar 5.2** Grafik *Proctor Standar*

Berdasarkan Gambar 5.2 pengujian pemadatan yang dilakukan dengan proctor standar sesuai dengan ketentuan ASTM D 698. Dari hasil pengujian didapatkan nilai berat isi kering ( $\gamma_d$  maks) (M.D.D) tanah asli sebesar 1,52 gr/cm<sup>3</sup> dan kadar air optimum (O.M.C) tanah asli sebesar 27%.

Kadar air optimum (OMC) yang didapat pada pengujian pemadatan proctor standar tanah asli ini akan menjadi kadar air yang akan dipakai untuk penambahan kadar air pada pengujian CBR pada tanah asli maupun tanah yang akan dicampur dengan limbah cangkang telur dan semen.

### 5.1.6 CBR (*California Bearing Ratio*) Tanah Asli

Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Pengujian CBR dilakukan dengan 2 kondisi, yaitu

tidak direndam (*Unsoaked*) dan perendaman (*Soaked*). Pengujian CBR dalam kondisi tidak direndam dilakukan dengan pemeraman 1 hari, 4 hari, dan 7 hari, sedangkan dalam kondisi terendam dilakukan perendaman selama 7 hari. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai CBR, yaitu perbandingan antara beban penetrasi tanah asli dan tanah yang telah dicampur dengan bahan limbah cangkang telur dan semen. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai CBR, yaitu perbandingan tanah asli dan tanah campuran yang telah distabilisasi yang berasal dari daerah Tenayan, Kota Pekanbaru, Riau.

Hasil yang didapatkan pada pengujian CBR pada tanah asli dengan pemeraman 1 hari, 4 hari, dan 7 hari. Kemudian dilakukan perendaman 7 hari, jadi hasil yang didapatkan pada CBR pemeraman 1 hari (1,51%), CBR pemeraman 4 hari (4,72%), dan CBR pemeraman 7 hari (1,95%), kemudian CBR perendaman 7 hari (3,88%).

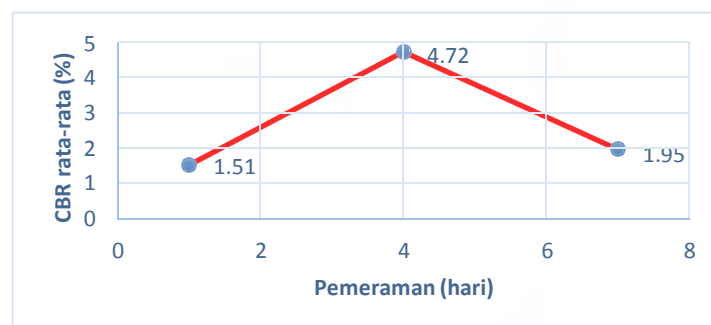
**Tabel 5.5** Hasil Pengujian CBR Tanah Asli

Lama Hari	Persentase Pemeraman	Persentase Perendaman
1	1,51%	-
4	4,72%	-
7	1,95%	3,88%

Sumber : Hasil Analisa

Hasil pengujian CBR tanah asli dan campuran dapat dilihat pada pada bagian Lampiran.

Untuk melihat grafik CBR tanah asli, dapat ditemukan pada gambar 5.3 dibawah ini.



### Gambar 5.3 Grafik Hasil Pengujian CBR Pemeraman Tanah Asli

Pada gambar di atas dapat dilihat pada pemeraman 1 hari tanah asli mempunyai nilai CBR sebesar (1,51%), dan pada 4 hari pemeraman terjadi kenaikan pada nilai CBR senilai (4,72%), dan pada pemeraman 7 hari terjadi penurunan nilai CBR senilai (1,95%). Untuk nilai CBR tanah asli pada pemeraman 4 hari mengalami kenaikan dikarenakan permukaan tanah menjadi kering, dan terindikasi adanya nilai CBR 0,1 inchi dan CBR 0,2 inchi. Sedangkan pada pemeraman 7 hari terjadi penurunan dikarenakan adanya proses penguapan pada air tanah sehingga keadaan menjadi badah maka nilai CBR tanah turun.

### 5.2 Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) Tanah Campuran

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan stabilisasi yaitu berupa limbah cangkang telur dan semen terhadap nilai CBR, oleh karena itu selain dilakukan kadar campuran limbah cangkang telur dan semen juga dilakukan pengujian CBR pemeraman 1,4, dan 7 hari dan CBR perendaman 7 hari.

Hasil pengaruh penambahan variasi kadar campuran yang dilakukan dan dihitung rata-ratanya dapat dilihat pada tabel 5.6.

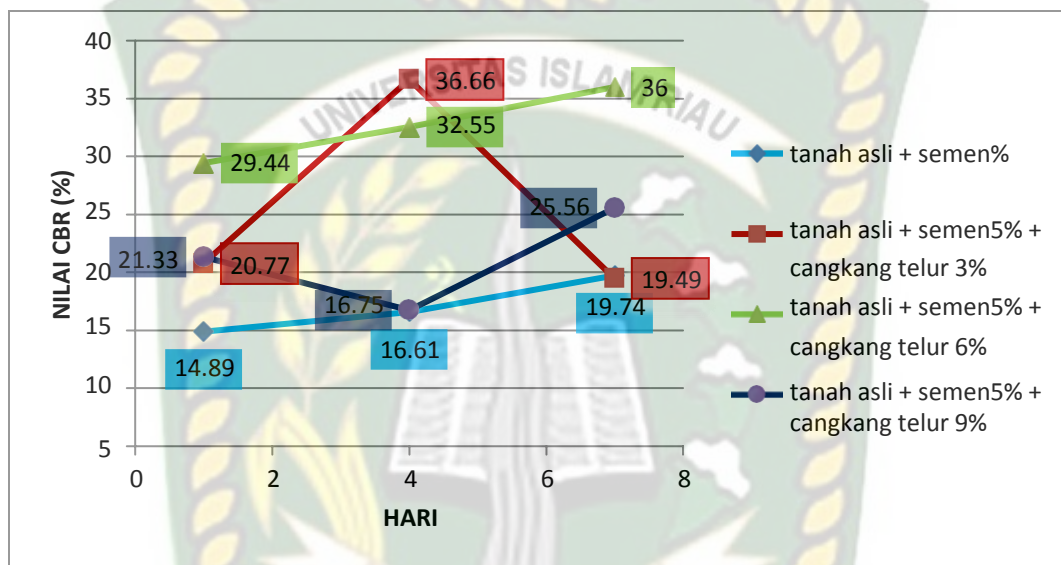
**Tabel 5.6** Hasil Pengujian CBR Tanah Campuran

Bahan Yang Digunakan	CBR (%)			
	pemeraman (hari)			Perendaman (hari)
	1	4	7	7
Tanah asli + semen 5%	14,89	16,62	19,74	3,65
Tanah asli + semen 5% + cangkang telur 3%	20,77	36,66	19,49	18,91
Tanah asli + semen 5% + cangkang telur 6%	29,44	32,55	36,00	18,44
Tanah asli + semen 5% + cangkang telur 9%	21,33	16,75	25,56	16,00



Sumber : Hasil Analisa

Hasil tertinggi pada pengujian yang telah dilakukan terdapat pada variasi kadar campuran Tanah asli + semen 5% + Cangkang telur 3% pada pemeraman 4 hari sebesar (36,66%). Dan hasil untuk perendaman tertinggi didapat dari Tanah asli + semen 5% + Cangkang telur 3% pada perendaman 7 hari sebesar (18,91%).



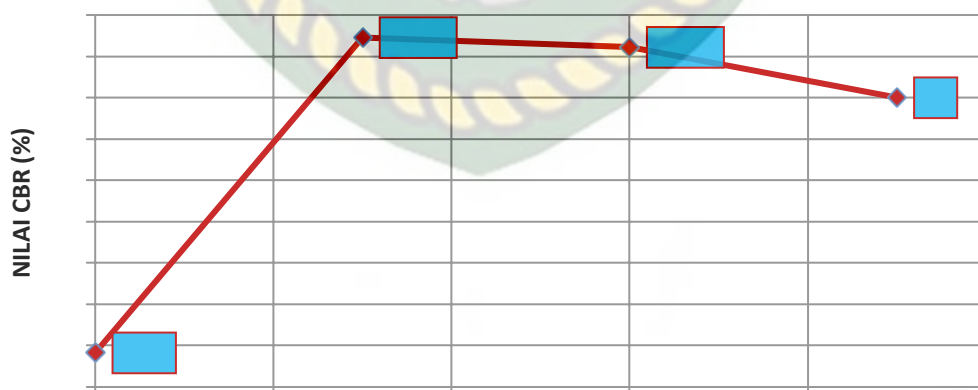
**Gambar 5.4** Grafik Hasil Uji CBR Tanah Campuran

Pada pengujian yang telah dilakukan, Pengaruh penambahan semen 5% pada tanah terhadap pengujian CBR pemeraman semakin naik berdasarkan bertambahnya umur pemeraman pada tanah tersebut dikarenakan bahan tambah semen memberikan peningkatan daya dukung baik terhadap porsi campuran maupun durasi pemeraman. Pada variasi kadar campuran tanah asli dengan cangkang telur 3% dan semen 5% mengalami kenaikan pada umur 4 hari dikarenakan permukaan tanah menjadi kering dan terindikasi adanya nilai CBR 0,1 inchi dan 0,2 inchi, sedangkan pada umur 7 hari mengalami penurunan dikarenakan adanya proses penguapan air dalam tanah sehingga permukaan tanah menjadi basah maka nilai CBR turun. Pada variasi campuran tanah asli dengan cangkang telur 6% dengan bahan tambah semen 5% mengalami kenaikan berdasarkan durasi pemeraman dikarenakan pengaruh penambahan semen 5%

meningkatkan daya dukung tanah terhadap porsi campuran maupun durasi pemeraman, pada tanah yang dicampur cangkang telur 6% dengan bahan tambah semen 5% meningkatkan daya dukung tanah akibat proses semen yang mengeras dan penambahan limbah cangkang telur 6% meningkatkan porsi campuran dalam durasi peram artinya pengaruh porsi campuran cangkang telur 6% cukup membantu peranan semen dalam mengikat partikel-partikel yang terdapat pada tanah sehingga nilai CBR mengalami kenaikan pada durasi pemeramannya.

Pada variasi kadar campuran tanah asli dengan cangkang telur mengalami kenaikan pada umur 4 hari dikarenakan permukaan tanah menjadi kering dan terindikasi adanya nilai CBR 0,1 inchi dan 0,2 inchi, sedangkan pada umur 7 hari mengalami penurunan dikarenakan adanya proses penguapan air dalam tanah sehingga permukaan tanah menjadi basah maka nilai CBR turun

Pada pengujian CBR dilakukan juga perendaman pada umur 7 hari, sehingga nilai CBR perendaman tanah campuran kadar variasi semen (5%) terdapat nilai sebesar (3,65%), variasi campuran semen (5%) dan cangkang telur (3%) terdapat sebesar (18,91%), variasi campuran semen (5%) dan cangkang telur (6%) terdapat nilai (18,44%), dan pada variasi kadar campuran semen (5%) dan cangkang telur(9%) terdapat nilai (16,00%). Grafik nilai CBR perendaman 7 hari dapat dilihat pada gambar 5.5.



**Gambar 5.5** Grafik Nilai CBR Perendaman

Berdasarkan pada gambar 5.5, nilai CBR terendah didapat dengan tanah campuran semen (5%) pada perendaman 7 hari dengan nilai (3,65). Nilai CBR tertinggi didapat dengan campuran semen (5%) dan cangkang telur (3%) mengalami kenaikan nilai CBR sebesar (18,91%), dan pada campuran semen (5%) cangkang telur 6% mengalami penurunan pada nilai CBR perendamannya sebesar (17,89%). Dan pada campuran semen (5%) cangkang telur (9%) mengalami penurunan lagi pada nilai CBR nya sebesar (16,00%).

Pada gambar diatas dapat ditarik kesimpulan, bahwa penambahan campuran semen dan limbah cangkang telur terhadap tanah asli dapat meningkatkan nilai CBR perendaman pada tanah tersebut tetapi akan terjadi penurunan nilai CBR apabila porsi bahan tambah campuran cangkang telur ditambah terlalu banyak.

**Tabel 5.7** Rekapitulasi Hasil Pengujian

No	Macam pemeriksaan Tanah			Nilai	
				Penelitian	Spesifikasi
<b>Sifat fisik tanah</b>					
1	Kadar Air	w	%	35,52	
2	Berat Jenis	Gs	%	2,626	
3	Batas Atterberg	LL	%	0,6	
		PL	%	0,46	
		PI	%	0,14	
4	Analisa Saringan		gr	10,1	
<b>Sifat mekanik tanah</b>					
5	Pemadatan Standar	w max		27	
		$\gamma_d$ max		1,52	
6	CBR	Pemeraman			
		1 hari	%	1,51	
		4 hari	%	4,72	
		7 hari	%	1,95	
		Perendaman			
		7 hari	%	3,88	

Berdasarkan tabel 5.7 dapat diketahui bahwa jenis tanah pada penelitian ini adalah tanah lempung sesuai dengan standar klasifikasi tanah pada masing-masing pengujian yang dilakukan.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pengujian sifat fisik yang telah dilakukan didapat nilai Kadar Air sebesar 35,52%, Berat jenis yang didapat 2,626%, Batas Atterberg didapat nilai LL 0,6%, PL 0,46%, PI 0,14%, Analisa Saringan didapat dengan nilai 10,1 gr. Dan berdasarkan sifat mekanik tanah yang telah dilakukan didapat nilai Proctor Standar  $w_{max}$  27%, dan  $\gamma_d$  max 1,52%, sedangkan nilai CBR didapat dengan nilai Pemeraman 1 hari 1,51%, 4 hari 4,72%, 7 hari 1,95%, dan Perendaman 7 hari didapat 3,88%.
2. Pada pengujian CBR tanah asli yang telah dilakukan pada pemeraman umur 1 hari didapat nilai sebesar (1,51%), pemeraman berumur 4 hari mengalami kenaikan sehingga didapat nilai sebesar (4,72%), dan pada CBR pemeraman 7 hari kembali mengalami penurunan sebesar (1,95%). Adapun dilakukan CBR perendaman 7 hari didapat nilai sebesar (3,88%). Sehingga nilai CBR tertinggi tanah asli terdapat pada umur pemeraman 4 hari.
3. Pada pengujian tanah campuran, tanah asli dengan campuran semen 5% didapat nilai CBR tertinggi pada pemeraman umur 7 hari sebesar (19,74%), seiring bertambahnya umur pemeraman pada pengujian CBR tanah asli dengan semen terjadi kenaikan nilai CBR sejak pada umur 1 hari (14,89) dan 4 hari (16,62), pada CBR perendaman 7 hari tanah asli dan semen didapat nilai sebesar (3,65%). Nilai CBR pemeraman tertinggi pada campuran semen (5%) dan limbah cangkang telur didapat pada campuran



CBR tanah asli, semen dan limbah cangkang telur (3%) senilai (36,66) didapat pada pemeraman berumur 4 hari. Nilai CBR terendah tanah campuran didapat pada variasi kadar campuran semen (5%) dan limbah cangkang telur (9%) sebesar (16,75%) yang dilakukan pada pemeraman berumur 4 hari. Berdasarkan umur perendaman 7 hari, nilai CBR tanah campuran tertinggi yang dilakukan terdapat pada nilai CBR tanah semen (5%), dan limbah cangkang telur (3%) senilai (18,91%), dan nilai CBR perendaman yang terendah didapat pada variasi tanah campuran semen (5%) dan limbah cangkang telur (9%) senilai (16,00%).

## 6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa saran yang diharapkan mampu menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian lebih lanjut, diantaranya :

1. Menggunakan komposisi yang berbeda untuk penelitian lebih lanjut.
2. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penambahan umur pemeraman menjadi 1, 3, dan 5 hari. Dan perendaman yang dilakukan selama 1, 4, dan 7 hari. Agar dapat diketahui apakah faktor umur pemeraman yang lebih lama dapat meningkatkan nilai CBR pada tanah tersebut, dan juga apakah pengurangan hari pemeraman dapat menaikkan nilai CBR.
3. Penggunaan limbah cangkang telur secara langsung tidak direkomendasikan karena pada hasil yang dilakukan campuran cangkang telur pada tanah tidak terlalu mengikat sehingga tidak menambah CBR yang signifikan. Pada pengujian selanjutnya diharapkan pengujian tidak hanya pada nilai CBR saja, namun juga dilakukan pengujian USCS agar lebih memahami sifat dari tanah lempung yang distabilisasi dengan campuran yang lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Maulana, dkk. 2016. *Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Menggunakan Campuran Renolith dan Kapur*
- Desmi, dkk. 2017. *Pengaruh Campuran Abu Sabut Kelapa Dengan Tanah Lempung Terhadap Nilai CBR Terendam (Soaked) dan Tidak Terendam (Unsoaked).*
- Kusuma, dkk. 2020. *Stabilisasi Tanah Lempung Organik Menggunakan Semen Slag Terhadap Nilai CBR Berdasarkan Variasi Kadar Air Optimum.*
- Yuliet, dkk. 2012. *Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit Terhadap Nilai CBR Tanah.*
- Qurrahman, 2019. *Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Serbuk Bata Merah dan Zeolit Terhadap Nilai CBR dan Potensi Pengembangan.*
- Heitzamm, 1992. *Klasifikasi Partikel Limbah Ban Karet*
- Cal, Recovery, 2004. *Wet-Ambient Grinding Proses Melarutkan Limbah Ban Karet*  
Pangaribuan Bonardo, Holcim. *Definisi Semen Menjadi Bahan Perekat Untuk Bahan Material Lainnya*
- Febriantama Aria, 2016. *Grafik Plastisitas USCS*
- Hardiyatmo, H. C. 2006. *Mekanika Tanah I*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

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

Bowles, J. E. 1989. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Erlangga.Jakarta.

Tecnikal, 2016. Melakukan penelitian mengenai stabilisasi tanah gambut dengan bahan tambah serbuk bata merah. Penelitian ini dilakukan untuk mencari pengaruh penambahan serbuk bata merah dengan beberapa varian prosentase terhadap tanah gambut, dengan pengujian CBR

Sarno,H. 1983. *Endapan Zeolit, Penggunaan dan sebarannya di Indonesia*, Bandung: Direktorat Sumberdaya Mineral Departemen Pertambangan dan Energi.

Sauri. 2016. *Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Dan Kapur Pada Tanah EkspansifDi Bojonegoro Terhadap Nilai CBR, Swelling Dan Durabilitas*.

Faisal et al. 2018. *Stabilisasi Tanah Lempung Campur Kapur dan Abu Sekam Padi Berdasarkan Uji CBR Laboratorium*.

Gunawan, 2017. *Uji Nilai CBR Laboratorium Tanah dasar yang di Stabilisasi dengan Kapur*.

Mohamed et al., 2017. *Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Abu Ban*.

Wesley. L.D. 1997. *Mekanika Tanah*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum.Jakarta