

**SKRIPSI**

**KORELASI NILAI HASIL UJI KUAT TEKAN BEBAS DENGAN NILAI  
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TANAH LEMPUNG**

**Oleh :**

**ADITIA PUTRA PRATAMA SITUMORANG  
NIM. DAB 115 134**



**JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA  
PALANGKA RAYA  
2022**

SKRIPSI

**KORELASI NILAI HASIL UJI KUAT TEKAN BEBAS DENGAN NILAI  
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TANAH LEMPUNG**

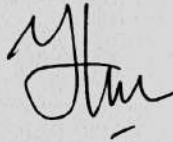
oleh

**ADITIA PUTRA PRATAMA SITUMORANG**  
NIM. DAB 115 134

**Disetujui sesuai dengan revisi dalam Form Rekomendasi  
dan Berita Acara Ujian Skripsi**

Palangka Raya, November 2021

Pembimbing Utama



**OKROBIANUS HENDRI, S.T., M.T.**  
NIP. 19751001 200604 1 003

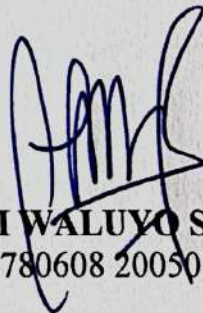
Pembimbing Pendamping



**M. IKHWAN YANI, S.T., M.T.**  
NIP. 19710225 199802 1 001

Mengetahui:

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya  
Ketua



**Dr. RUDI WALUYO S.T., M.T.**  
NIP. 19780608 200501 1 003

**KORELASI NILAI HASIL UJI KUAT TEKAN BEBAS DENGAN NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TANAH LEMPUNG**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Oleh :

**ADITIA PUTRA PRATAMA SITUMORANG**  
NIM. DAB 115 134

**Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada:**

Hari/Tanggal : Selasa, 30 November 2021  
Waktu : 13.00 – 15.00 WIB  
Tempat : Ruang Audiovisual (offline)

Tim Penguji :

1. **OKROBIANUS HENDRI, S.T., M.T.**  
NIP. 19751001 200604 1 003  
..... (Pembimbing Utama/Ketua Penguji)
2. **M. IKHWAN YANI, S.T., M.T.**  
NIP. 19710225 199802 1 001  
..... (Pembimbing Pendamping/Sekretaris)
3. **Dr. FATMA SARIE, S.T., M.T.**  
NIP. 19720219 199702 2 001  
..... (Penguji 3)
4. **Ir. H. SURADJI GANDI, M.M.**  
NIP. 19570706 198701 1 002  
..... (Penguji 4)

Mengetahui:

Fakultas Teknik  
Universitas Palangka Raya

Dekan,

**Ir. WALUYO NUSWANTORO, M.T.**  
NIP. 19651119 199302 1 001

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Ketua,

**Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.**  
NIP. 19780608 200501 1 003

## BIODATA MAHASISWA

### Data Pribadi

Nama : Aditia Putra Pratama Situmorang  
NIM : DAB 115 134  
Tempat, Tgl lahir : P.siantar, 18 Agustus 1997  
Status : Mahasiswa  
Agama : Kristen Protestan  
Pekerjaan : Mahasiswa  
Alamat : Jl. Lawu 1 No.031  
No. Telp. Rumah : -  
Alamat Asal : Rantau Kasai, kec.Tambusai Utara, Prov. Riau  
Email : [aditiasitumorang12@gmail.com](mailto:aditiasitumorang12@gmail.com)  
No. Hp : 082277896002  
No WA : 082277896002  
Facebook : Aditia Putra Pratama Situmorang  
Instagram : Aditia\_Situmorang  
Line : -  
Nama Ayah : Ever Reditus Situmorang  
Pekerjaan Ayah : Wiraswasta  
Alamat : Rantau Kasai, kec.Tambusai Utara, Prov. Riau  
No. Hp : 082353509846  
Nama Ibu : Lisbet Masro Jenniati Br. Hutagaol  
Pekerjaan Ibu : Ibu Rumah Tangga  
Alamat : Rantau Kasai, kec.Tambusai Utara, Prov. Riau  
No. Hp : 082284772339



### Riwayat Pendidikan\*)

- TK : -
- SD : SD KM YADIKA TAMBUSAI UTARA (2003-2009)
- SLTP : SMP KM YADIKA TAMBUSAI UTARA (2009-2012)
- SLTA : SMA NEGERI 01 TAMBUSAI UTARA (2012-2015)
- Mulai mengikuti perkuliahan Program Strata-1 pada jurusan/ Program Studi Teknik Sipil Universitas Palangkaraya bulan Agustus 2015

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan puji syukur saya ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah melimpahkan rahmat karunia nya serta kemudahan yang engkau berikan sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dan di ajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya. Terima kasih ku ucapkan untuk :

- ❖ Keluargaku tercinta mama, bapak, adik dan kekasihku Anastasia Dimas febyanti, S.Pd. dan keluarga besar di Sumatera terima kasih telah selalu membuatku termotivasi dan selalu menyirami kasih sayang, selalu mendoakanku, selalu menasehatiku serta selalu Menyemangati melakukan hal yang lebih baik sehingga aku dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
- ❖ Dosen Pembimbing Akademik saya Ibu Veronika Happy P., S.T.,M.T., Dosen Pembimbing Utama Okrobianus Hendri, S.T., M.T., Dosen Pembimbing Pendamping M. Ikhwan Yani, S.T., M.T., Dosen Pembahas 1 Dr. Fatma Sarie, S.T., M.T., Dosen Pembahas 2 Ir. Suradji Gandi, M.M., Dosen Moderator Ibu Ina Elvina, S.T., M.T., dan Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah membimbing saya selama ini.
- ❖ Teman-teman seperjuangan skripsi di Laboratorium Jeremi Sitinjak, Dedy Simamora, Rommy Anggara, Bang Hendi Triono Siringi-ringo, Friska Sitorus, Nana, tanpa kalian mungkin penelitian ini tidak berjalan dengan mulus..
- ❖ Teman-teman angkatan 2015 yang telah menolong dari awal sampai sekarang dari yang sulit hingga memecahkan masalah bersama di perkuliahan, kalian terbaik.
- ❖ Almamater saya, Universitas Palangka Raya

## RINGKASAN

**KORELASI NILAI HASIL KUAT TEKAN BEBAS DENGAN NILAI CALIFORNIA BEARING RATION (CBR) TANAH LEMPUNG**, Aditia Putra Pratama Situmorang, DAB 115 134, Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

Tanah merupakan material yang selalu berhubungan dengan konstruksi bangunan sipil, yang berpengaruh terhadap perencanaan konstruksi sipil. tanah lempung memiliki plastisitas yang tinggi, daya dukung yang rendah, dan nilai kembang susut yang tinggi. Tanah lempung umumnya memiliki sifat-sifat teknis tanah seperti daya dukung CBR (*California Bearing Ratio*) maupun kuat tekan bebas sangat rendah. Daerah Katingan Kalimantan Tengah dilihat dari Atlas Peta Sebaran Tanah Lunak di Indonesia umumnya didominasi dengan tanah lempung lunak yang memiliki daya dukung umumnya rendah sehingga dapat berpotensi menimbulkan kendala dalam pekerjaan konstruksi berupa perosokan (*settlement*). Oleh sebab itu pada penelitian ini dilakukan studi mengenai korelasi antara nilai CBR (*California Bearing Ratio*) dan Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung di Daerah Kampung Banjar Kecamatan Kasongan Kabupaten Katingan.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanis tanah asli. Pengujian pendahuluan meliputi pengujian kadar air, plastisitas, analisis saringan, dan *hydrometer* kemudian pengujian utama dilakukan di laboratorium dengan sampel tanah asli berasal dari lapangan. Pengujian utama ini meliputi kepadatan, CBR laboratorium, dan Kuat Tekan Bebas dari tanah asli lapangan yang diambil menggunakan cetakan untuk selanjutnya diuji di laboratorium. Data yang didapatkan kemudian dilakukan analisis data dengan mencari hubungan satu sama lain (korelasi) menggunakan regresi linear atau dengan menggunakan regresi yang paling sesuai untuk mendapatkan hubungan antar parameter yang berguna untuk memperkirakan nilai CBR laboratorium dan UCS.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai kuat tekan bebas pada 5 titik di daerah Kampung Banjar Kecamatan Kasongan Kabupaten Katingan yakni 0,580 kg/cm<sup>2</sup>, 0,485 kg/cm<sup>2</sup>, 0,518 kg/cm<sup>2</sup>, 0,550 kg/cm<sup>2</sup>, 0,548 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai %CBR pada masing-masing titik yakni 3,08%, 3,02%, 4,05%, 5,01%, dan 6,30%. Dari nilai tersebut didapatkan korelasi antara nilai kuat tekan bebas dan *California Bearing Ratio* (CBR) menggunakan persamaan regresi liner yakni  $\%CBR = 1,872 qu + 2,0102$ .

Kata Kunci : analisis saringan, *California Bearing Ratio*, *hydrometer*, kadar air, kepadatan, korelasi, kuat tekan bebas.

## *SUMMARY*

### **CORRELATION OF THE VALUE OF UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH WITH CALIFORNIA BEARING RATION (CBR) VALUE OF CLAY SOIL**, Aditia Putra Pratama Situmorang, DAB 115 134, Civil Engineering Department, Faculty of Technique Palangka Raya University.

Soil is a material that is always related to the construction of civil buildings, which affects the planning of civil construction. Clay soil has high plasticity, low bearing capacity, and high shrinkage value. Clay soils generally have soil technical properties such as the carrying capacity of CBR (California Bearing Ratio) and very low free compressive strength. The Katingan area, Central Kalimantan, as seen from the Atlas of Soft Soil Distribution Map in Indonesia is generally dominated by soft clay soils which have generally low bearing capacity so that they can potentially cause obstacles in construction work in the form of settlements. Therefore, in this study, a study was conducted on the correlation between the value of CBR (California Bearing Ratio) and the unconfined Compressive Strength of Clay in the Banjar Village, Kasongan District, Katingan Regency.

This test was conducted to determine the physical and mechanical characteristics of the original soil. Preliminary testing includes testing of moisture content, plasticity, sieve analysis, and hydrometer then the main test is carried out in the laboratory with original soil samples from the field. The main tests include density, laboratory CBR, and unconfined Compressive Strength of the original field soil taken using a mold for further testing in the laboratory. The data obtained are then analyzed by looking for relationships with each other (correlation) using linear regression or by using the most appropriate regression to obtain relationships between parameters that are useful for estimating laboratory CBR and UCS values.

Based on the tests that have been carried out, the value of the unconfined compressive strength at 5 points in the Banjar Village, Kasongan District, Katingan Regency is 0,580 kg/cm<sup>2</sup>, 0,485 kg/cm<sup>2</sup>, 0,518 kg/cm<sup>2</sup>, 0,550 kg/cm<sup>2</sup>, 0,548 kg/cm<sup>2</sup>. While the %CBR values at each point are 3,08%, 3,02%, 4,05%, 5,01%, dan 6,30%. From this value, the correlation between the value of unconfined compressive strength and the California Bearing Ratio (CBR) was obtained using a linear regression equation is %CBR = 1,872 qu + 2,0102.

Keyword : sieve analysis, California Bearing Ratio, hydrometer, moisture content, density and correlation

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan Karunia-Nya, sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi berjudul **“KORELASI NILAI HASIL UJI KUAT TEKAN BEBAS (UCS) DENGAN NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TANAH LEMPUNG”** disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi Program Strata-1 Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya (UPR).

Pada kesempatan ini, diucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Dr. Sutan P. Silitonga, STP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Tatau Wijaya Garib, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
6. Ibu Veronika Happy P., S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Bapak Okrobianus, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Skripsi.

8. Bapak M. Ikhwan Yani, S.T., M.T., S.T.,M.T.selaku Dosen Pembimbing II Skripsi.
9. Ibu Dr. Fatma Sarie, S.T., M.T. selaku Dosen Pembahas I Skripsi.
10. Bapak Ir. H. Suradji Gandhi, M.M. selaku Dosen Pembahas II Skripsi.
11. Ibu Ina Elvina, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembahas III Skripsi.
12. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil, Staf Tata Usaha dan Staf Akademik di Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
13. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil angkatan 2015 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi ini.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati dan menyadari bahwa penulisan Skripsi ini banyak terdapat kekurangan dan kelemahan, oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Terima Kasih.

Palangka Raya, Januari 2021

**Aditia Putra Pratama Situmorang**

NIM. DAB 115 134

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PENGESAHAN

PRAKATA..... i

DAFTAR ISI..... iii

DAFTAR TABEL ..... v

DAFTAR GAMBAR..... vi

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang..... 1

1.2 Rumusan Masalah ..... 3

1.3 Tujuan Penelitian..... 4

1.4 Manfaat Penelitian..... 4

1.5 Batasan Masalah..... 5

1.6 Lokasi Penelitian ..... 5

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengujian Sifat-Sifat Fisik (*Index Properties*) yang Berhubungan  
Dengan Pengujian..... 8

2.2 Sistem Klasifikasi Tanah ..... 10

2.3 Tanah Lempung ..... 17

2.4 CBR (*California Bearing Ratio*) ..... 19

2.5 UCS (*Unconfined Compression Test*) ..... 20

2.6 Penelitian Terdahulu..... 22

### BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pelaksanaan Penelitian .....	23
3.1.1 Pengambilan Sampel Tanah Asli Dari Lapangan .....	24
3.2 Pemeriksaan Sifat Tanah .....	25
3.2.1 Pengujian Kadar Air.....	25
3.2.2 Pengujian Berat Volume Tanah .....	25
3.2.3 Pengujian Berat Jenis Tanah .....	25
3.2.4 Pengujian Konsistensi Tanah .....	25
3.2.5 Pengujian Analisis Saringan ( <i>Sieve Analysis</i> ).....	26
3.3 Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah .....	26
3.3.1 Pengujian Pemadatan ( <i>Proctor Standard</i> ) .....	27
3.3.2 CBR Laboratorium.....	29
3.3.3 Pengujian UCS .....	31
3.4 Metode Dalam Rencana Penelitian.....	34
3.5 Cara Analisis Data .....	35
3.6 Bagan Alir Tahapan Penelitian.....	35

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Nilai Index Plastisitas dan Macam Tanah .....	10
2.2 Klasifikasi Sistem Tanah Menurut AASHTO .....	12
2.3 Sistem Klasifikasi Unified .....	15
2.4 Penelitian Terdahulu .....	22

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah Gambut.....	6
1.2 Lokasi Pengujian Sampel .....	7
2.1 Lingkaran Mohr dengan harga tegangan total utama kecil (total minorprincipal stress) adalah nol dan tegangan total utama besar adalah $\sigma_1$ ...	21
3.1 Kurva Pemadatan.....	28
3.2 Grafik Pembebanan Standar dan Koreksi Pembebanan Pada Nilai CBR.....	30
3.3 Grafik Penentuan Harga CBR Rencana.....	31
3.4 Bagan Alir Penelitian .....	35

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Tanah merupakan material yang selalu berhubungan dengan konstruksi bangunan sipil, yang berpengaruh terhadap perencanaan konstruksi sipil. Tanah dasar merupakan bagian yang sangat penting dalam membangun sebuah jalan, karena tanah dasar akan mendukung seluruh beban lalu lintas/beban konstruksi dari atasnya. Tanah yang sering mengalami masalah dalam pembangunan konstruksi sipil adalah tanah lempung (tanah lempung ekspansif), dimana tanah lempung memiliki plastisitas yang tinggi, daya dukung yang rendah, dan nilai kembang susut yang tinggi.

Kuat dukung tanah dasar sangat mempengaruhi tebal perkerasan, semakin tinggi kuat dukung tanah, maka tebal perkerasan yang diperlukan semakin tipis untuk menahan beban lalu lintas. Daya dukung tanah dasar (subgrade) dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, dan lain-lain (Hendarsin, 2000). Sesuai dengan peraturan desain jalan, daya dukung tanah dasar untuk kebutuhan perencanaan tebal perkerasan jalan ditentukan dengan mempergunakan pemeriksaan CBR (*California Bearing Ratio*) dan uji kuat tekan bebas tanah. CBR (*California Bearing Ratio*) diperoleh dari hasil pemeriksaan sampel tanah yang telah disiapkan di laboratorium atau langsung di lapangan (Sukirman, 1999).

Tanah lempung umumnya memiliki sifat-sifat teknis tanah seperti daya dukung CBR (*California Bearing Ratio*) maupun kuat tekan bebas sangat rendah. Daerah Katingan Kalimantan Tengah dilihat dari Atlas Peta Sebaran Tanah Lunak di Indonesia umumnya didominasi dengan tanah lempung lunak, menempati dataran pasang surut, dataran banjir, dataran aluvial sungai, dan dataran rawa, dengan kemiringan lereng  $<2\%$ , endapan umumnya berupa: lempung, lanau dan setempat-setempat terdapat pasir, sifat fisik: konsistensi sangat lunak (keluar di antara jari tangan jika diremas dalam kepalan tangan), sampai lunak (mudah dibentuk dengan jari tangan), kompresibilitas tinggi, (indeks kompresibilitas tercatat 0.35 - 1.69), daya dukung umumnya rendah sehingga dapat berpotensi menimbulkan kendala dalam pekerjaan konstruksi berupa perosokan (*settlement*). Oleh sebab itu pada penelitian ini dilakukan studi mengenai korelasi antara nilai CBR (*California Bearing Ratio*) dan Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung di Daerah Kampung Banjar Kecamatan Kasongan Kabupaten Katingan, sehingga diharapkan hasil penelitian dapat digunakan sebagai parameter dan alternatif lain dalam perencanaan di bidang teknik sipil.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat diambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana sifat-sifat fisik dan mekanik tanah lempung di daerah Kampung Banjar Kecamatan Kasongan Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah?

2. Bagaimana nilai CBR (*California Bearing Ratio*) dan nilai kuat geser  $c_u$  dari hasil uji kuat tekan bebas tanah lempung?
3. Bagaimana korelasi nilai CBR (*California Bearing Ratio*) dan nilai kuat tekan bebas pada tanah Lempung di daerah Kampung Banjar Kecamatan Kasongan Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis sifat fisik dan mekanik tanah lempung di daerah Kampung Banjar Kecamatan Kasongan Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah.
2. Menganalisis nilai CBR (*California Bearing Ratio*) dan nilai kuat geser  $c_u$  dari hasil uji kuat tekan bebas tanah lempung.
3. Menganalisis korelasi nilai CBR (*California Bearing Ratio*) dan nilai kuat tekan bebas pada tanah lempung di daerah Kampung Banjar Kecamatan Kasongan Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah.

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel tanah yang diambil untuk di uji bersifat tanah asli.
2. Untuk CBR (*California Bearing Ratio*) laboratorium dan pengujian sifat-sifat fisik tanah dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

3. Adapun lokasi penelitian tersebut dilakukan di daerah Kampung Banjar Kecamatan Kasongan Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman ilmu pengetahuan tentang tanah khususnya mengenai sifat fisik dan mekanik tanah lempung khususnya di daerah Kampung Banjar Kecamatan Kasongan Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah.
2. Data-data yang dihasilkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk pihak-pihak yang akan melakukan penelitian lebih lanjut khususnya mengenai korelasi hasil nilai CBR (*California Bearing Ratio*) dan kuat tekan bebas tanah lempung di daerah Kampung Banjar Kecamatan Kasongan Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah.

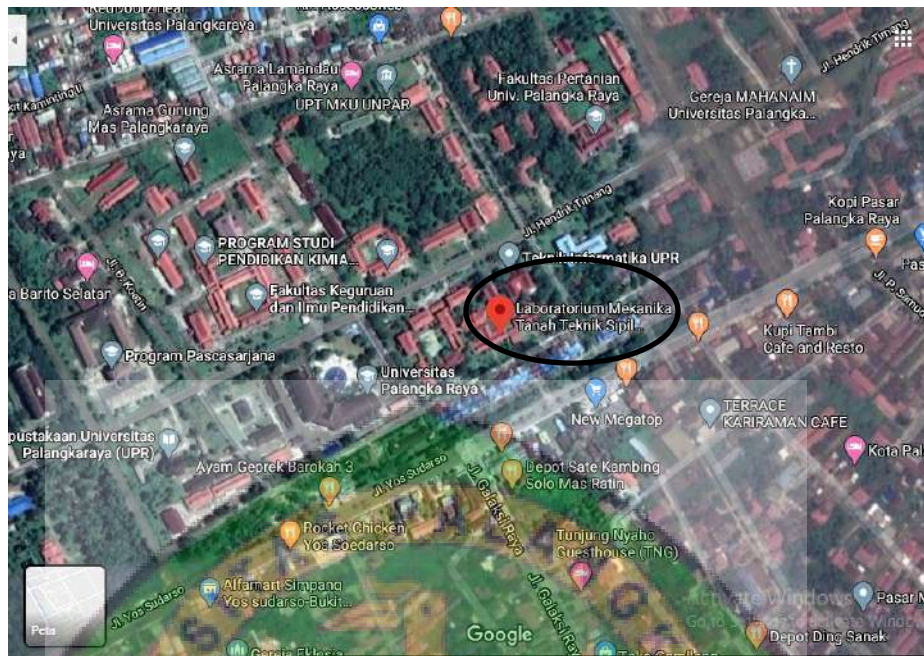
### **1.6 Lokasi Penelitian**

Lokasi pengambilan sampel tanah dilakukan di daerah Kampung Banjar Kecamatan Kasongan Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah.

**Gambar 1.1 : Lokasi Penelitian**



Adapun pengujian dilaksanakan pada Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.



**Gambar 1.2 Lokasi Pengujian Sampel**



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengujian Sifat-Sifat Fisik (*Index Properties*) yang Berhubungan Dengan Pengujian

Sifat-sifat fisik (*Index Properties*), dapat diartikan karakteristik fisik tertentu yang pada dasarnya digunakan untuk mengklasifikasi, tetapi juga untuk korelasi dengan sifat-sifat mekanis atau sifat-sifat keteknikan (*Engineering Properties*).

##### 1. Kadar Air ( $w$ )

Pengujian ini digunakan untuk menentukan tanah air tanah yaitu perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah dinyatakan dalam persen.

$$w = \frac{w_w}{w_s} \times 100 = \frac{w - w_s}{w_s} \times 100 \quad (2.1)$$

Keterangan:

$w$  = Kadar air (%)

$w_w$  = Berat air

$w_s$  = Berat butiran padat (gr)

##### 2. Berat Jenis Tanah ( $G_s$ )

Untuk mendapatkan nilai berat jenis suatu tanah. ( $G_s$ )

$$G_s = \frac{W_s}{V_s \cdot \gamma_w} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$G_s$  = Berat jenis

$\gamma_w$  = Berat volume air

$w_s$  = Berat butiran padat (gr)

$v_s$  = Volume butiran padat (cm<sup>3</sup>)

3. Berat isi tanah ( $\gamma$ )

Pengujian ini digunakan untuk mendapatkan berat isi tanah yang merupakan perbandingan antara berat tanah basah dengan volumenya dalam gram/cm<sup>3</sup>.

4. Batas Atterberg

Pengujian ini dimaksud untuk mengetahui Index Plastisitas dari suatu tanah yang diuji. Index Plastisitas (PI) adalah selisih dari batas cair dan batas Plastis. Plastisitas digambarkan sebagai kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak dan remuk.

$$PI = LL - PL \quad (2.3)$$

a. Batas Cair (LL)

Pengujian ini dimaksud untuk mengetahui batas cair tanah yang diuji. Batas Cair adalah kadar air dimana tanah berada dalam batas keadaan plastis dan cair.

b. Batas Plastis

Pengujian ini dimaksud untuk mengetahui batas plastis suatu contoh tanah, yaitu nilai kadar air terendah dari suatu contoh tanah dimana tanah tersebut masih dalam keadaan plastis.

Batasan mengenai Indeks Plastis, sifat, dan macam tanah dan kohesinya diberikan oleh *Atterberg* terdapat dalam tabel berikut :

**Tabel 2.1 Nilai Index Plastisitas dan Macam Tanah**

PI	Sifat	Macam tanah	Kohesi
0	Nonplastis	Pasir	Non Kohesif
<7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif Sebagian
7-17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
>17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

*Sumber : Wesley (1988)*

## 2.2 Sistem Klasifikasi Tanah

Sistem Klasifikasi Tanah adalah sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan sub kelompok berdasarkan pemakaiannya.

### 1. Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi ini dikembangkan dalam tahun 1929 sebagai *Public Road Administration System*. Pada sistem ini, tanah diklasifikasikan menjadi tujuh kelompok besar, yaitu A-1 sampai A-7. Tanah yang diklasifikasikan A-1 sampai A-3 adalah tanah berbutir kasar, sedangkan untuk A-4 sampai A-7 adalah tanah lanau – lempung. Sistem ini didasarkan pada kriteria dibawah ini .

#### 1) Ukuran butir

Kerikil : bagian tanah yang lolos saringan dengan diameter 75 mm (3 in) dan yang tertahan pada saringan No. 200 (2 mm).

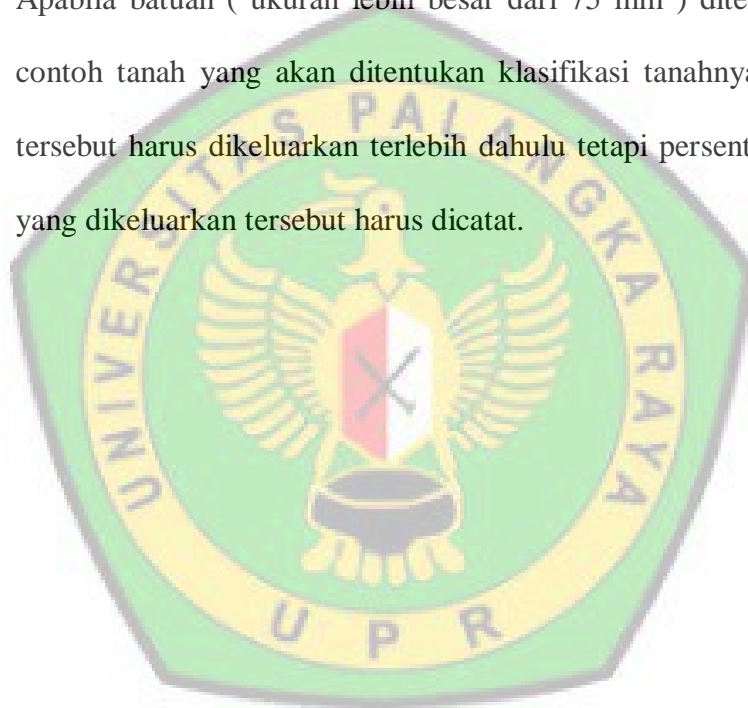
Pasir : bagian tanah yang lolos saringan No. 10 (2 mm) dan yang tertahan pada saringan No. 200 (0,075 mm).

Lanau dan lempung : bagian tanah yang lolos saringan No. 200

2) Plasisitas :

Nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas [*plasticity index ( PI )*] sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung dipakai bilamana bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastis sebesar 11 atau lebih.

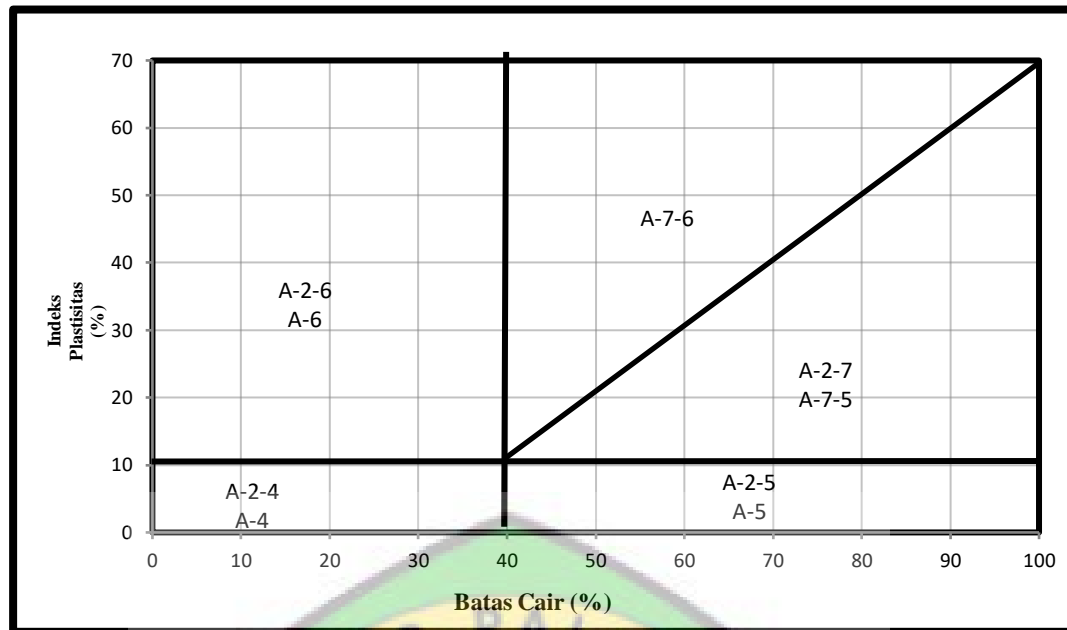
3) Apabila batuan ( ukuran lebih besar dari 75 mm ) ditemukan didalam contoh tanah yang akan ditentukan klasifikasi tanahnya, maka batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu tetapi persentase dari batuan yang dikeluarkan tersebut harus dicatat.



**Tabel 2.2 : Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO**

Klasifikas Umum	Tanah Berbutir ( 35 % Atau Kurang Dari Seluruh Contoh Tanah Lolos Saringan No. 200 )							Tanah Berbutir ( Lebih Dari 35 % Dari Seluruh Contoh Tanah Lolos Saringan No. 200 )			
	A-1			A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5* A-7-6+
Klasifikasi Kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Analisis Saringan (% lolos) No. 10 No. 40 No. 200	Maks 50 Maks 30 Maks 15	Maks 50 Maks 25	Min 51 Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Sifat fraksi yang lolos saringan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 6		NP	Maks 40 Maks 10	Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 11	Maks 40 Maks 10	Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 11
Indek Kelompok (GI)	0		0	0	4 Maks			8 Maks	12 Maks	16 Maks	20 Maks
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerkil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung				Tanah Berlana u	Tanah Berlempung	Tipe material yang paling domina n	Batu pecah, kerkil dan pasir
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik							Biasa sampai jelek			

Sumber : Das (1995)



**Gambar 2.1. Grafik Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO**

Sumber : Das (1995)

$$GI = (F - 35)[0,2 + 0,005(LL - 40)] + 0,001(F - 15)(PI - 10) \quad (2.4)$$

Keterangan :

GI = Indeks Kelompok

F = Persentase butir yang lolos saringan No. 200

LL = batas cair

PI = Indeks Plastisitas

## 2. Sistem Klasifikasi *Unified*

Sistem ini diperkenalkan oleh *Casagrande* (1942). Sistem ini mengelompokkan tanah ke dalam dua kelompok besar, yaitu :

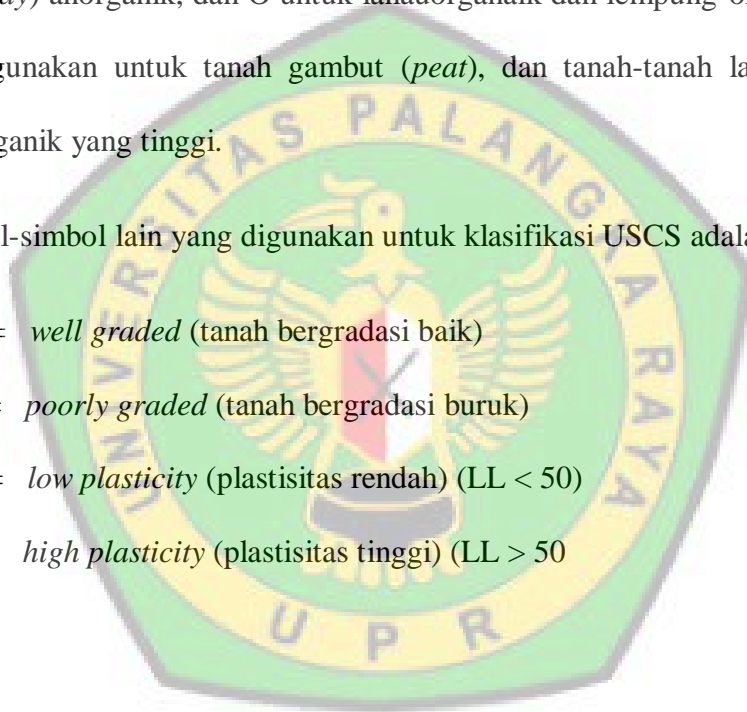
- 1) Tanah berbutir-kasar (*coarse-grained-soil*), yaitu : tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50 % berat total contoh tanah lolos saringan No. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dari huruf G atau S. G adalah untuk kerikil

(*gravel*) atau tanah berkerikil, dan S adalah untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir.

- 2) Tanah berbutir-halus (*fine-grained-soil*), yaitu : tanah dimana lebih dari 50 % berat total contoh tanah lolos saringan No.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau (*silt*) anorganik, C untuk lempung (*clay*) anorganik, dan O untuk lanauorganik dan lempung-organik. Simbol Pt digunakan untuk tanah gambut (*peat*), dan tanah-tanah lain dengan kadar organik yang tinggi.

Simbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi USCS adalah :

- W = *well graded* (tanah bergradasi baik)  
P = *poorly graded* (tanah bergradasi buruk)  
L = *low plasticity* (plastisitas rendah) ( $LL < 50$ )  
H = *high plasticity* (plastisitas tinggi) ( $LL > 50$ )



Tabel 2.3 Sistem Klasifikasi *Unified*

Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Umum
Tanah Berbutir Kasar Lebih dari 50 % butiran tertahan pada saringan No. 200 +	Pasir lebih dari 50 % fraksi kasar lolos saringan No.4	Kerikil bersih (hanya kerikil)	GW Kerikil bergradasi baik dan campuran kerikil pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus.
		Kerikil dengan butiran halus	GP Kerikil bergradasi buruk dan campuran kerikil pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
			GM Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir lanau
			GC Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir lempung.
	Kerikil 50 % atau lebih dari fraksi kasar tertahan pada saringan No. 4	Pasir bersih (hanya pasir)	SW Pasir bergradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus.
		Pasir dengan butiran halus	SP Pasir bergradasi buruk dan pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus.
			SM Pasir berlanau, campuran pasir lanau
			SC Pasir berlempung, campuran pasir lempung
	Tanah berbutir halus 50 % atau lebih lolos saringan No. 200	Lanau dan lempung Batas cair 50 % atau kurang	ML Lanau organik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung.
			CL Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung “kurus” (lean clay)
OL Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah.			
Lanau dan lempung Batas Cair Lebih dari 50 %		MH Lanau anorganik atau pasir halus diatomate, atau lanau diatomate, lanau yang elastis	
		CH Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung “gemuk” (fat clay)	

		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi		PT	Peat (gambut) dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi.
<p>Klasifikasi berdasarkan persentase butir halus Kurang dari 5% lolos saringan No. 200 GW, GP, SW, SP lebih dari 12% lolos saringan No. 200 GM, GC, SM, SC 5% sampai 12% lolos saringan No. 200</p> <p>Klasifikasi perbatasan yang memerlukan penggunaan dua simbol.</p>	$C_u = D_{60} / D_{10}$ Lebih besar dari 4 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3		
	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW		
	Batas-batas Atterberg di garis A atau $PI < 4$	Batas-batas Atterberg yang digambar dalam daerah yang diarsir merupakan klasifikasi batas yang membutuhkan simbol ganda.	
	Batas-batas Atterberg di atas garis A dengan $PI > 7$		
	$C_u = D_{60} / D_{10}$ Lebih besar dari 6 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3		
	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW		
Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Batas-batas Atterberg yang digambar dalam daerah yang diarsir merupakan klasifikasi batas yang membutuhkan simbol ganda.		
Batas-batas Atterberg di atas garis A dengan $PI > 7$			
<p>Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat dalam ASTM Designation D-2488</p>			

Sumber : Das, (1985)

\* Menurut ASTM (1982)

+ Berdasarkan tanah yang lolos saringan 75 mm ( 3 in)

Dari Tabel 2.3 diatas dapat ditentukan jenis tanah yang diteliti yaitu dengan memplotkan hasil dari uji analisa saringan kedalam Tabel 2.3 dan nilai batas – batas konsistensi kedalam grafik dalam Tabel 2.3. Dimana dalam grafik tersebut biasa menentukan jenis tanah berdasarkan besar nilai batas cair dan nilai indeks plastisitas kemudian ditarik garis, dari pertemuan antara kedua garis itulah bisa didapatkan jenis tanahnya.

### 2.3 Tanah Lempung

Definisi tanah lempung menurut beberapa ahli :

1. Terzaghi (1987) Merupakan tanah dengan ukuran mikrokonis sampai dengan sub mikrokonis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah, bersifat plastis pada kadar air sedang. Di Amerika bagian barat, untuk lempung yang keadaan plastisnya ditandai dengan wujudnya yang bersabun atau seperti terbuat dari lilin disebut “gumbo”. Sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak.
2. DAS (1988) Merupakan tanah yang terdiri dari partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat plastis apabila dalam kondisi basah.

3. Bowles (1991) Mendefinisikan tanah lempung sebagai deposit yang mempunyai partikel berukuran lebih kecil atau sama dengan 0,002 mm dalam jumlah lebih dari 50 %.
4. Hardiyatmo (1992) Mengatakan sifat-sifat yang dimiliki dari tanah lempung yaitu antara lain ukuran butiran halus lebih kecil dari 0,002 mm, permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi dan proses konsolidasi lambat.

Dengan adanya pengetahuan mengenai mineral tanah tersebut, pemahaman mengenai perilaku tanah lempung dapat diamati.

Dalam klasifikasi tanah secara umum, partikel tanah lempung memiliki diameter 2  $\mu\text{m}$  atau sekitar 0,002 mm (USDA, AASHTO, USCS). Namun demikian, dibebberapa kasus partikel berukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 mm masih digolongkan sebagai partikel lempung (ASTM-D-653). Disini tanah diklasifikasikan sebagai lempung hanya berdasarkan ukuran saja, namun belum tentu tanah dengan ukuran partikel lempung tersebut juga mengandung mineral-mineral lempung.

Jadi, dari segi mineral tanah dapat juga disebut sebagai tanah bukan lempung (non clay soil) meskipun terdiri dari partikel-partikel yang sangat kecil (partikel-partikel quartz, feldspar, mika dapat berukuran sub mikroskopis tetapi umumnya tidak bersifat plastis). Partikel-partikel dari mineral lempung umumnya berukuran koloid, merupakan gugusan kristal berukuran mikro, yaitu  $<1 \mu\text{m}$  (2  $\mu\text{m}$  merupakan batas atasnya). Tanah lempung merupakan hasil proses pelapukan mineral batuan

induknya, yang salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam atau alkali, oksigen, dan karbondioksida.

## **2.4 Pemadatan dan CBR (*California Bearing Ratio*)**

### **2.4.1 Pemadatan Tanah**

Pemadatan merupakan suatu usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemanfaatan partikel. Pada awalnya tanah dikerjakan dengan pengeringan, penambahan air, agregat, (butir-butir), atau dengan bahan-bahan stabilisasi seperti semen, gamping, abu batu bara, atau bahan lainnya. Setelah dilakukan salah satu kegiatan tersebut maka dilakukan usaha pemadatan. Tujuan pemadatan adalah memperbaiki sifat-sifat teknik massa tanah.

Di laboratorium menggunakan alat pemadatan untuk setiap jenis pemadatan tertentu, kepadatan yang tercapai tergantung pada kadar air di dalam tanah kecil. Jika kadar air di dalam tanah kecil, maka tanah akan sulit dipadatkan dan jika kadar air di dalam tanah bertambah, maka tanah akan mudah dipadatkan karena air berfungsi sebagai pelumas. Pada kondisi kadar air yang tinggi, maka tingkat kepadatan rendah karena air yang terjebak di dalam pori-pori tanah sulit dikeluarkan. Kepadatan tanah diukur dengan jalan menentukan berat isi keringnya, bukan dengan menentukan angka porinya. Makin tinggi berat isi kering, berarti makin kecil angka porinya dan makin tinggi derajat kepadatannya.

Percobaan-percobaan di laboratorium yang umum dilakukan untuk mendapatkan berat volume kering maksimum dan kadar air optimum adalah *Proctor Compaction Test*, Uji Pemadatan Proctor (Proctor, 1933). Percobaan pemadatan di laboratorium dibagi menjadi 2 macam, yaitu :

1. Percobaan Pemadatan Standard (*Standard Proctor Test*)

Percobaan ini dilakukan dengan memadatkan tanah di dalam suatu cetakan (*mold*) dengan volume  $1/30 \text{ ft}^3$  dengan menggunakan palu pemadat yang beratnya 5,5 lb (2,5 kg) dan ketinggian jatuh palu 12 in (304,8 mm). Cetakan diisi dengan tanah yang terdiri dari 3 (tiga) lapis, masing-masing lapisan dipadatkan sebanyak 25 kali tumbukan.

2. Percobaan Pemadatan *Modified* (*Modified Proctor Test*)

Cara melakukan percobaan ini kurang lebih sama dengan cara melakukan percobaan pemadatan *standard*. Ukuran cetakan dan jumlah tumbukan pada setiap lapisan sama dengan percobaan pemadatan *standard*, yang berbeda hanyalah berat palu pemadat yakni 10 lb (4,54 kg), tinggi jatuh palu 18 in (457,2 mm) dan jumlah lapisan tanah yang dipadatkan adalah 5 (lima) lapisan.

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

CBR (*California Bearing Ratio*) merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standard load*) dan dinyatakan dalam persentase dengan persamaan :

$$\text{CBR} = \frac{P_T}{P_S} \times 100 \quad (2.5)$$

Keterangan :

$P_T$  = Beban Percobaan (*test load*)

$P_S$  = Beban Standar (*standard load*)

Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanahnya, CBR dapat dibagi atas :

1. CBR lapangan

CBR lapangan disebut juga CBR *inplace* atau *field* CBR digunakan untuk memperoleh nilai CBR asli di Lapangan sesuai dengan kondisi tanah pada saat itu. Umumnya digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan yang lapisan tanah dasarnya tidak akan dipadatkan lagi. Pemeriksaan ini dilakukan dalam kondisi kadar air tanah tinggi (musim penghujan), atau dalam kondisi terburuk yang mungkin, secara rinci CBR Lapangan gunanya yaitu :

- 1) Untuk mengontrol apakah kepadatan yang diperoleh sudah sesuai yang diinginkan.
- 2) Pemeriksaan dilakukan dengan meletakkan piston pada kedalaman dimana nilai CBR hendak ditentukan, lalu dipenetrasi dengan menggunakan beban yang dilimpahkan melalui gandar truk.

2. CBR lapangan rendaman disebut juga *Undisturbed Soaked CBR*.

Gunanya untuk mendapatkan besarnya nilai CBR asli lapangan pada keadaan jenuh air, dan tanah mengalami pengembangan (*swell*) yang maksimum. Pemeriksaan dilakukan pada kondisi tanah dasar tidak dalam keadaan jenuh air.

3. CBR rencana titik disebut juga CBR laboratorium atau dengan CBR.

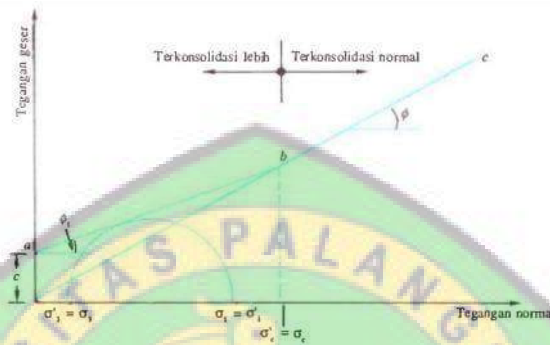
Tanah dasar (*subgrade*) pada konstruksi jalan baru merupakan tanah asli, tanah galian atau timbunan yang sudah dipadatkan sampai mencapai kepadatan 95% kepadatan maksimum. Dengan demikian daya dukung tanah dasar tersebut merupakan nilai kemampuan lapisan tanah memikul beban setelah tanah tersebut dipadatkan. CBR laboratorium dibedakan atas dua macam yaitu CBR laboratorium rendaman dan tanpa rendaman.

## 2.5 Kuat Tekan Bebas Tanah

Uji kuat tekan bebas tanah dimaksudkan untuk menentukan kuat tekan bebas contoh tanah yang memiliki kohesi, baik tanah tidak terganggu (*undisturbed*), dicetak ulang (*remolded*) maupun contoh tanah yang dipadatkan (*compacted*). Standar ini digunakan sebagai acuan atau pegangan, terutama bagi teknisi laboratorium, dalam melakukan uji kuat tekan bebas tanah kohesif. Pengujian ini adalah bentuk dari uji UU yang umum dilakukan terhadap sampel tanah lempung. Pada uji ini, tegangan penyekap  $\sigma_3$  adalah nol. Tegangan aksial dilakukan terhadap benda uji secara relatif cepat sampai mencapai keruntuhan. Pada titik keruntuhan, harga tegangan total utama kecil (*total minor principal stress*) adalah nol dan tegangan total utama besar adalah

$\sigma_1$  (Gambar 2.12). Karena kekuatan geser kondisi air termampatkan dari tanah tidak tergantung pada tegangan penyekap, maka :

$$\sigma = \frac{\sigma_1}{2} - \frac{qu}{2} = c_u \quad (2.6)$$



**Gambar 2.2 . Lingkaran Mohr dengan harga tegangan total utama kecil (total minorprincipal stress) adalah nol dan tegangan total utama besar adalah  $\sigma_1$**

$qu$  di atas kita kenal sebagai kekuatan tekan tanah kondisi tak tersekap. Secara teoritis, untuk tanah lempung jenuh-air yang sama uji tekanan tak tersekap mampu dalam kondisi air termampatkan tak terkendali (*unconsolidatedundrained*) akan menghasilkan harga  $C_u$  yang sedikit lebih kecil dari harga yang didapat dari pengujian UU.

## 2.6 Penelitian Terdahulu

**Tabel 2.4 : Penelitian Terdahulu**

No.	Nama	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1	Farian Albajili, dkk	2014	KORELASI ANTARA NILAI CBR DAN NILAI KUAT GESER SEBAGAI TANAH TIMBUN	Hasil analisa data tidak terdapat perbedaan nilai yang signifikan antara nilai cu hitung dan cu uji sehingga dapat disimpulkan tingkat validasi dari persamaan ini cukup tinggi. Persamaan ini hanya berlaku dengan batasan nilai CBR dan cu paling besar yaitu 43,40 % dan 90,77 kPa, sedangkan CBR dan cu paling kecil yaitu 6,49 % dan 16,29 kPa.
2.	Anwar Muda Harahap	2016	PERBANDINGAN CBR DAN UCS TANAH LEMPUNG	Hasil didapatkan tanah ini termasuk lempung organik karena Gs hasil uji 2,645 berada pada interval $2,58 \pm 2,65$ (Hardiyatmo, 2006). Sedangkan dari kepadatan tanah diperoleh $1,415 \text{ gr/cm}^3$ pada kadar optimum 26,60%. Kemudian pada uji UCS diperoleh $0.41 \text{ kg/cm}^2$ . Menurut Bina Marga (dalam Hardiyatmo, 2010), bahwa tanah ini termasuk UCS dengan konsistensi tanah yang lunak dan untuk subgrade jalan raya.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Metode Pelaksanaan Penelitian**

Metode yang digunakan yaitu pendekatan pustaka dan metode eksperimen.

##### **1. Kajian Pustaka**

Pendekatan yang dianggap sesuai dalam menganalisa hasil korelasi dari nilai CBR Laboratorium dan UCS terhadap jenis tanah lempung. Pustaka yang dipakai adalah literatur mengenai Mekanika Tanah, Jalan Raya dan sebagainya.

##### **2. Metode Eksperimental**

Data yang diperoleh berupa data primer dan sekunder.

###### **a. Data Primer**

Yang termasuk data primer disini adalah data mengenai kondisi, sifat-sifat serta jenis tanah pada lokasi penelitian, yang didapat melalui penelitian di lapangan dan di laboratorium. Penelitian ini akan membantu untuk menganalisa nilai korelasi dari CBR Laboratorium dan Kuat Tekan Bebas pada tanah tersebut. Lokasi penelitian dilaksanakan di daerah Kampung Banjar Kecamatan Kasongan Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung dari data primer. Dari data sekunder ini dapat diketahui nilai korelasi yang terjadi didapat dari beberapa percobaan yang dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya.

3. Pengujian Pendahuluan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanis tanah asli. Pengujian pendahuluan meliputi : pengujian kadar air, berat jenis, pemeriksaan analisa saringan, pengujian Hidrometer, dan pemeriksaan bata-batas Atterberg.

4. Pengujian Utama

Pengujian utama ini dilakukan di laboratorium dengan sampel tanah asli berasal dari lapangan. Pengujian utama ini meliputi : Pemeriksaan Kuat Tekan Bebas, kepadatan, CBR Laboratorium. Dari tanah asli lapangan yang diambil menggunakan cetakan untuk selanjutnya diuji di laboratorium.

### 3.1.1 Pengambilan Sampel Tanah Asli Dari Lapangan

Pengambilan sampel tanah asli tidak boleh mengalami perubahan sifat mekanik dari tanah tersebut. Untuk mengambil tanah asli ini supaya tidak mengalami perubahan sifat mekaniknya, mengambil tanahnya menggunakan tabung yang berbentuk silinder yang diameternya sudah ditentukan. Pertama kali tabung dimasukkan kedalam tanah jangan langsung diangkat karena tanah tersebut belum stabil dan melekat ke dinding tabung yang dimasukkan. Tabung yang

sudah terisi oleh tanah diangkat dan ditutup rapat-rapat biar tidak mengurangi kadar airnya supaya tidak terjadi pengeringan.

## **3.2 Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah**

### **3.2.1 Pemeriksaan Kadar Air Tanah (*Water Content*)**

Pemeriksaan ini menggunakan ASTM D 2216-71 yang dimaksud untuk menentukan kadar air asli tanah. Kadar air adalah perbandingan antara berat air yang dikandung tanah dengan berat kering tanah yang dinyatakan dalam persen.

### **3.2.2 Percobaan Berat Volume (*Volumetric Weight*)**

Pemeriksaan ini menggunakan ASTM D-2216-73 yaitu untuk mengetahui berat volume tanah ( $\gamma$ ) keadaan tidak terganggu (*undisturbed*) dengan menggunakan alat ring silinder.

### **3.2.3 Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific gravity*)**

Pemeriksaan ini menggunakan ASTM D 854-58. Berat jenis adalah angka perbandingan antara berat isi butir tanah dengan berat isi air suling pada volume yang sama dari suhu tertentu. Pengujian berat jenis ini bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah ( $G_s$ ) yang mempunyai butiran lewat saringan No.40 dengan menggunakan piknometer.

### **3.2.4 Batas Konsistensi Tanah (*Atterberg Limit*)**

Pemeriksaan ini menggunakan ASTM D 432-66 yang bertujuan untuk mengetahui batas cair dan batas plastis .

#### **1. Pemeriksaan Batas Cair (*Liquid Limit*)**

Batas cair suatu tanah adalah kadar air tanah pada keadaan batas peralihan antara cair dan keadaan plastis. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan

batas cair tanah dengan menggunakan alat casagrande dengan cara memasukkan sampel tanah yang lolos saringan No.40 kedalam mangkok casagrande, lalu diputar dan hitung jumlah ketukan yang diperlukan untuk menutup celah tanah .

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

Batas plastis tanah adalah kadar air tanah pada keadaan peralihan antara plastis dan keadaan semi solid. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan batas plastis dengan cara tanah yang lolos saringan No.40 dan diberi air suling lalu gulung-gulung/dibentuk bulat panjang hingga mencapai diameter 3mm.

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

Mengetahui kadar air ( $W_s$ ) terhadap berat kering tanah setelah dioven.

### 3.2.5 Pemeriksaan Analisis Saringan (*Sieve Analysis*)

Pemeriksaan ini menggunakan ASTM D 421-72. Analisa saringan tanah adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan dengan ukuran diameter tertentu. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui gradasi pembagian butiran dari suatu contoh tanah berbutir kasar dan untuk mengklasifikasi tanah. Pemeriksaan ini menggunakan alat *seiveshaker* atau alat penguncang saringan.

## 3.3 Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah

Pemeriksaan sifat mekanik tanah dapat dilakukan dengan cara pemeriksaan kuat tekan bebas (*UCS*). Pemeriksaan ini menggunakan ASTM D 2166-06 untuk memperoleh kuat geser dari tanah kohesif. Kuat tekan bebas ( $q_u$ ) adalah harga

tegangan aksial maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji silindris ( dalam hal ini sampel tanah) sebelum mengalami keruntuhan geser. Derajat kepekaan/sensitivitas ( $S_t$ ) adalah rasio antara kuat tekan bebas dalam kondisi asli ( undisturbed) dan dalam kondisi teremas (remolded).

### 3.3.1 Pengujian Pemadatan (*Proctor Standard*)

#### 1. Tujuan Pengujian

- a. Untuk dapat menentukan hubungan kadar air dengan kepadatan tanah, sehingga diketahui kepadatan maksimum dan kadar air optimum
- b. Dapat Mengetahui bagaimana cara pemeriksaan pemadatan tanah (*proctor Standard*) di laboratorium.

#### 2. Benda uji

Melalui komposisi campuran yang telah diperoleh dari pengujian analisa saringan benda uji agregat seberat 2,5 kg (mold Ø 4") atau 5 kg (mold Ø 6") dibagi menjadi beberapa bagian lalu dimasukkan ke dalam kantong plastik. Tiap-tiap bagian dicampur air dan dicatat penambahannya. Kemudian benda uji tersebut disimpan dan diperam selama 24 jam.

#### 3. Langkah Kerja

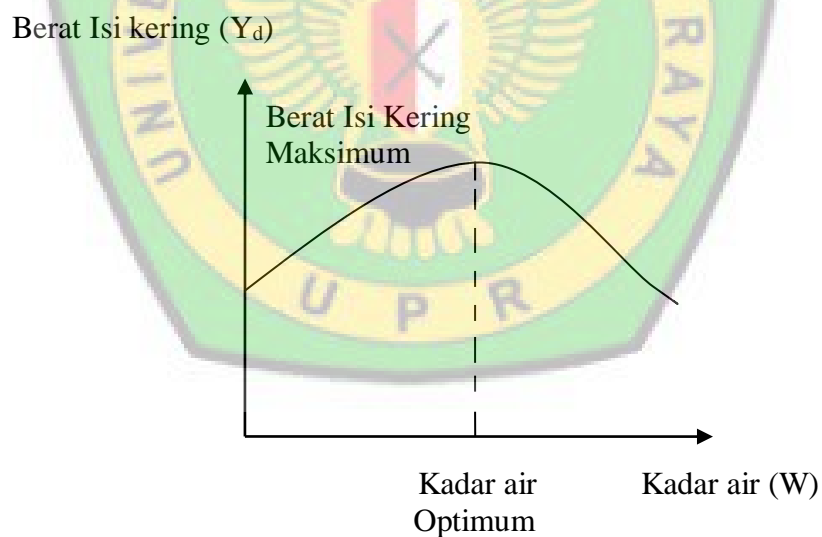
- a. Benda uji dimasukkan ke dalam mold, dibuat sebanyak 5 mold dengan variasi kadar air. Untuk tes *Proctor* standar digunakan mold berdiameter 4" dan benda uji dibagi menjadi lima lapis.
- b. Benda uji di dalam mold kemudian ditumbuk dengan menggunakan alat tumbuk logam dengan permukaan yang rata dilakukan sebanyak 25

pukulan/lapisan. Untuk tes *Proctor* standar digunakan alat penumbuk dengan berat kurang lebih 2,5 kg dan tinggi jatuh 12”.

#### 4. Perhitungan

Melalui grafik kepadatan kering terhadap kadar air dari hasil percobaan dapat digambarkan kurva yang paling mendekati dengan titik-titik yang digambarkan dan tentukan berat isi kering maksimum dari kurva. Kadar air yang sesuai dengan berat isi kering maksimum ini adalah kadar air optimum. Setelah itu tentukan nilai ZAVC (*Zero Air Void Contened*) yang dapat dihitung :

$$ZAVC = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{1 + w \cdot G_s / S_r} \quad (3.5)$$



Sumber : Das (1995)

**Gambar 3.1 Kurva Pemadatan Tanah (Soil Compaction Test)**

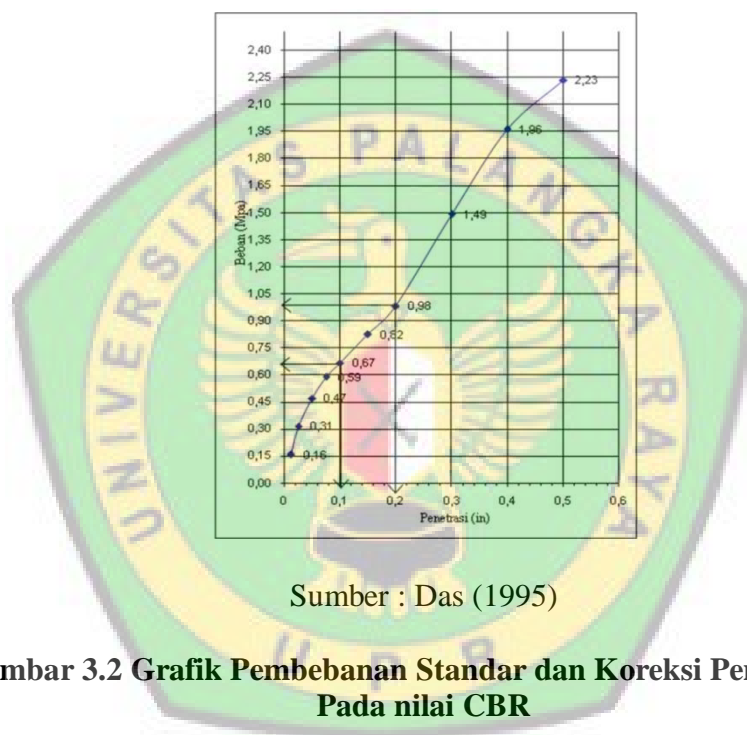
### 3.3.2 CBR Laboratorium

1. Tujuan Pengujian
  - a. Dapat menentukan besarnya daya dukung tanah pada kadar air tertentu
  - b. Dapat Mengetahui bagaimana cara pemeriksaan CBR lab di laboratorium.
  - c. Alat Dan Bahan Yang Digunakan
2. Peralatan yang digunakan
  - a. Mesin penetrasi (*loading machine*)
  - b. Cetakan logam berbentuk silinder
  - c. Piring pemisah dari logam
  - d. Alat penumbuk sesuai dengan cara pemeriksaan standard
  - e. Alat pengukur pengembangan atau swell yang terdiri dari keeping pengembangan yang berlubang – lubang dengan batang pengatur tripot logam, dan arloji penunjuk.
  - f. Keeping beban
  - g. Satu buah arloji beban dan satu buah arloji pemukul penetrasi, alat timbang dengan ketelitian 5 gr.
  - h. Peralatan lain seperti : talam, alat perata, tempat untuk merendam.
3. Langkah Kerja

Benda uji harus disiapkan menurut cara pemeriksaan pemadatan (*standard*).

  - a. Ambil contoh tanah kira – kira seberat 5 gram
  - b. Kemudian campur bahan tersebut dengan air sampai kadar air optimum.

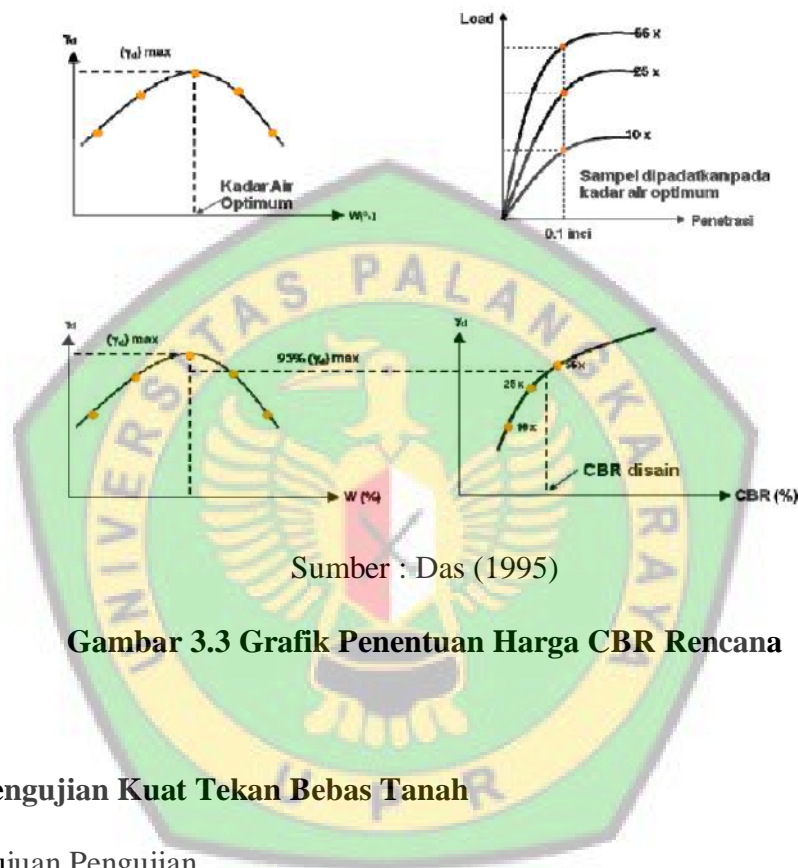
- c. Pasang cetakan pada keeping alas dan timbang, masukkan piringan pemisah diatas keeping alas dan pasang kertas saring diatasnya.
- d. Padatkan cetakan tersebut didalam cetakan sesuai dengan cara standar.
- e. Buka leher sambung ratakan dengan alat perata. Keluarkan piringan pemisah, balikkan dan pasang kembali cetakan yang berisi benda uji pada keeping alas dan timbang.



**Gambar 3.2 Grafik Pembebanan Standar dan Koreksi Pembebanan Pada nilai CBR**

Setelah didapat harga CBR laboratorium, untuk mendapatkan harga CBR rencana dilakukan dengan menghubungkan antara nilai CBR pada penetrasi yang menghasilkan nilai yang paling besar misalnya penetrasi 0,1”, dengan harga berat isi kering untuk percobaan mulai 10 kali tumbukan, 25 kali tumbukan, dan 56 kali tumbukan, sehingga diperoleh 3 buah titik, kemudian ketiga titik tersebut dihubungkan dengan membentuk garis lurus yang saling mewakili atau berimpit. Untuk mendapatkan harga CBR rencana maka harga berat isi kering maksimum

( $\gamma d_{max}$  pada percobaan pemadatan) kemudian tarik lurus memotong garis ketiga titik CBR, tarik ke bawah sehingga diperoleh harga CBR rencana. Nilai CBR inilah yang dicari dalam penelitian ini.



**Gambar 3.3 Grafik Penentuan Harga CBR Rencana**

### 3.3.3 Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah

#### 1. Tujuan Pengujian

Percobaan ini dilakukan untuk menentukan kuat tekan bebas tanah.

Pemeriksaan kuat tekan bebas dapat dilakukan pada tanah asli.

#### 2. Peralatan

Peralatan yang digunakan pada percobaan ini adalah:

- a. Pesawat *Unconfined Compression*
- b. Tabung cetak belah
- c. Timbangan dengan ketelitian 0,001 gram

d. *Stopwatch*

3. Prosedur Pelaksanaan

- a. Keluarkan contoh tanah dari tabung dengan alat pengeluar didorong masuk cetakan contoh belah.
- b. Potong benda uji, letakkan bagian bawah dan atasnya kemudian keluarkan dari cetakan
- c. Ukur diameter dan tinggi benda uji.
- d. Benda uji yang akan ditempatkan diselidiki pada alat tekan berdiri vertikal dan simetris pada plat dasar alat. Putar *handle* sehingga plat atas menyentuh benda uji.
- e. Atur arloji ukur pada beban dan arloji pengukur regangan pada pembacaan nol tepat pada saat tanah mulai tertekan.
- f. Putar *handle*, dengan kecepatan sekitar 30 putaran dalam satu unit (satu putaran dalam 2 detik). Pembacaan pada *proving ring* dilakukan tiap  $\frac{1}{2}$  menit dan 1 menit
- g. Percobaan terus dilakukan sampai dapat pembacaan *proving ring* yang konstan dari pada pembacaan berikutnya kembali menurun serta kelihatan tanah mulai retak.
- h. Buat sket dan catatan perubahan bentuk benda uji, ukur sudut kemiringan benda retak.

Rumus :

1. CBR per lapisan (%)

Konus dengan sudut  $30^\circ$  untuk bahan granular dengan rumus

$$\text{Log (CBR)} = 1,352 - 1,125 \log_{10} (\text{cm/tumbukan})$$

Konus dengan sudut  $60^\circ$  untuk tanah berbutir halus / hal-hal khusus

$$\text{Log (CBR)} = 2,8135 - 1,313 \log^{10} (\text{mm/tumbukan})$$

## 2. Perhitungan UCS

- 1) Regangan axial pada pembebanan yang dibaca

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Dimana  $\Delta L$  = pemendekan tinggi benda uji (cm)

$L_0$  = Tinggi benda uji semula (cm)

- 2) Luas rata-rata benda uji koreksi akibat pemendekan

$$A = \frac{A_0}{1+\varepsilon}$$

Dimana  $A_0$  = Luas penampang benda uji mula-mula ( $\text{cm}^2$ )

$\varepsilon$  = Regangan (%)

- 3) Tekanan axial yang bekerja benda uji pada setiap pembebanan

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dimana  $P$  = Gaya beban yang bekerja dihitung dari pembacaan arloji

ukur cincin (kg)

$A$  = Luas penampang tanah ( $\text{cm}^2$ )

## 3.4 Metode Dalam Rencana Penelitian

1. Alat

- a. Alat uji UCS

- b. Mould CBR untuk uji kepadatan dan pengujian CBR Laboratorium tanah asli.
- c. Satu set alat uji Klasifikasi tanah ( Analisis saringan, Atterberg limit, Hydrometer ) (ASTM (1982))

## 2. Bahan

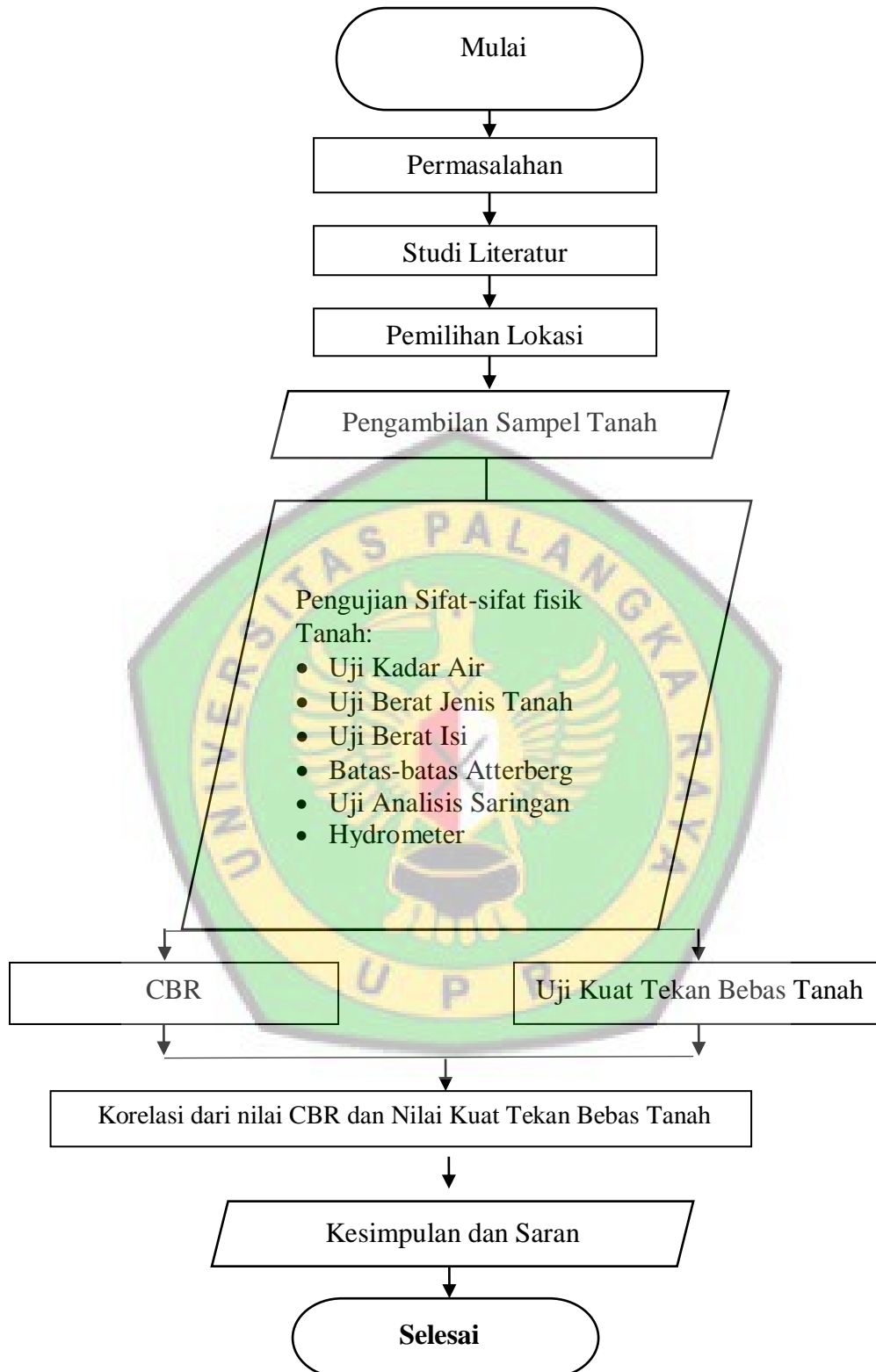
Tanah lempung diambil dari daerah Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah.

### 3.5 Cara Analisis Data

Analisis data hasil pengujian akan diperoleh dengan mencari hubungan satu sama lain (korelasi) menggunakan regresi linear atau dengan menggunakan regresi yang paling sesuai untuk mendapatkan hubungan antar parameter yang berguna untuk memperkirakan nilai CBR laboratorium dan UCS.

### 3.6 Bagan Alir Penelitian

Metode penelitian merupakan tata cara pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari penyelesaian atas permasalahan penelitian yang dilakukan. Skema penelitian dapat dilihat pada bagan alir berikut:



**Gambar 3.4 Bagan Alir Metode Penelitian**

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan yakni :

1. Berdasarkan sifat pemeriksaan fisik tanah di laboratorium didapatkan sistem klasifikasi tanah lempung daerah Kampun Banjar Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah pada kelima titik termasuk kelompok A-7-6 (Menurut AASTHO), dan termasuk kelompok CH (Menurut USCS).
2. Pada pengujian kuat tekan bebas tanah didapatkan nilai  $q_u$  pada masing-masing titik tanah yakni  $0,580 \text{ kg/cm}^2$ ,  $0,485 \text{ kg/cm}^2$ ,  $0,518 \text{ kg/cm}^2$ ,  $0,550 \text{ kg/cm}^2$ ,  $0,548 \text{ kg/cm}^2$ . Pada pengujian *California Bearing Ratio* didapatkan nilai %CBR pada masing-masing titik tanah yakni 3,10%, 2,95%, 2,92%, 3,08%, dan 3,02%.
3. Berdasarkan korelasi menggunakan persamaan regresi linier antara kuat tekan bebas tanah dan %CBR didapat persamaan  $y = 1,872x + 2,0102$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) = 0,7373. Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara CBR dengan Kuat Tekan Bebas Tanah, sehingga dapat dijelaskan bahwa semakin meningkat nilai % CBR maka nilai Kuat Tekan Bebas Tanah akan meningkat.

4. Persamaan  $\%CBR = 1,872 qu + 2,0102$  diambil tiga nilai CBR dari data secara acak, kemudian dimasukkan kedalam persamaan yang ada, lalu dibandingkan dengan yang didapat dari pengujian. Dengan memasukan nilai CBR sebesar  $0,580 \text{ kg/cm}^3$ ,  $0,518 \text{ kg/cm}^3$ , dan  $0,548 \text{ kg/cm}^3$  kedalam persamaan sehingga didapat nilai CBR 3,10%, 2,92%, 3,02%, tidak jauh berbeda dengan nilai % CBR yang didapatkan di Laboratorium.

## 5.2 Saran

Untuk menindak lanjuti penelitian ini kiranya perlu dilakukan beberapa koreksi agar penelitian ini selanjutnya lebih baik lagi. Adapun saran-saran untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Untuk jumlah data ditambah, agar mendapatkan hasil yang maksimal
2. Selanjutnya perlu adanya korelasi untuk kondisi tanah yang berbeda-beda agar lebih terlihat keberagaman korelasinya.
3. Ketelitian dalam penelitian data yang digunakan harus diperhatikan dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Albajiri, Farian, Ferry, dan Soewignyo. 2014. *Korelasi Antara Nilai CBR dan Nilai Kuat Geser Sebagai Tanah Timbun*. Teknik Sipil &Perencanaan, Vol1(2): 150-170.
- Canonica,Lucio. 2013. *Memahami Mekanika Tanah*. Bandung: C.V Angkasa
- Harahap, Anwar Muda. 2016. *Perbandingan CBR dan UCS Tanah Lempung*. JRSDD, Vol1(1): 158-171
- Hardiyatmo, H.Christady. 2017. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Nugroho, Agus. 2014.*Korelasi Antara Nilai CBR Dan Nilai Kuat Geser Sebagai Tanah Timbun*. Teknik Sipil &Perencanaan, Vol1(2): 161-170.
- Prasenda, Christian, Setyanto, danIswan. 2015.*Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan dan Daya Dukung Tanah Lempung Lunak*. JRSDD, Vol3(1): 91-102.
- Satria, Achmad, Iswan. 2015. *Komparasi Nilai Daya ukung Tanah Lempung Ditinjau dari Hasil Uji Skala Penetrasi Konus Dinamiis, Uji CBR Dan Uji Kuat Tekan Bebas*.JRSDD, Vol1(1): 193-204.
- Society, American. 1981. *American Society For Testing And Material*. USA : Easton
- Surendro,Bambang. 2014. *Mekanika Tanah*.Magelang: C.V AndyOffset.
- Yani, M. Ikhwan.2012. *Buku Penuntun Praktikum MekanikaTanah I.Laboratorium MekanikaTanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Palangka Raya*.