

**SKRIPSI**

**PENGUJIAN *CALIFORNIA BEARING RATIO* (CBR) PADA STABILITAS  
TANAH LEMPUNG DI DESA LENTING KABUPATEN LOMBOK  
TIMUR DENGAN CAMPURAN SEMEN POTRLAND TIPE 1 DAN  
SERBUK BATU BATA**

**Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi  
Pada Program Studi Teknik Sipil Jenjang Strata 1  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Mataram**



**DISUSUN OLEH:**

**ANGGUN BELA SAPUTRI**

**2019D1B001**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM**

**TAHUN 2023**

**HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING**

**SKRIPSI**

**PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) PADA STABILITAS  
TANAH LEMPUNG DI DESA LENING DENGAN CAMPURAN SEMEN  
PORTLAND TIPE 1 DAN SERBUK BATU BATA**

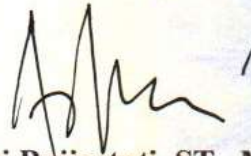
Disusun Oleh:

**ANGGUN BELA SAPUTRI**

**2019D1B001**

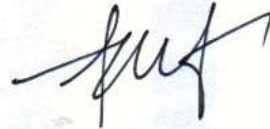
**Mataram, Juni 2023**

**Pembimbing I**



**Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT**  
**NIDN. 0828087201**

**Pembimbing II**



**Anwar Efendy, ST., MT**  
**NIDN.0811079502**

Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
FAKULTAS TEKNIK**



**Dekan,**



**Dr. H. Ail Svailendra Ubaidillah, ST., M.Sc**

**NIDN. 0806027101**

**HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI**

**SKRIPSI**

**PENGUJIAN *CALIFORNIA BEARING RATIO* (CBR) PADA STABILITAS  
TANAH LEMPUNG DI DESA LENTING DENGAN CAMPURAN SEMEN  
PORTLAND TIPE 1 DAN SERBUK BATU BATA**

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

**ANGGUN BELA SAPUTRI**

**2019D1B001**

Telah Dipresentasikan Di depan Tim Penguji  
Pada Hari Senin, 26 Juni 2023  
Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat

**Susunan Tim Penguji**

1. Penguji I : Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT
2. Penguji II : Anwar Efendy, ST., MT
3. Penguji III : Ari Ramdhan Hidayat, ST., M.Eng.

**Mengetahui,**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
FAKULTAS TEKNIK**

**Dekan,**

**Dr. H. Aji Syailendra Ubaidillah, ST., M.Sc.**

**NIDN.0806027101**



## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS

Dengan ini menyatakan :

1. Skripsi yang berjudul :  
“Pengujian *California Bearing Ratio (CBR)* Pada Stabilitas Tanah Lempung Di Desa Lenteng Kabupaten Lombok Timur Dengan Campuran Semen Portland Tipe 1 Dan Serbuk Batu Bata” ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Sumber yang saya gunakan dalam penelitian skripsi ini telah saya cantumkan sesuai ketentuan yang berlaku di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Jika dikemudian hari terbukti bahwa karya tersebut bukan hasil karya tulis asli atau plagiasi dari orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi yang berlaku pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram.

Mataram, 13 Juli 2023

Yang membuat pernyataan



**ANGGUN BELA SAPUTRI**

NIM. 2019D1B001



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN  
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT

Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram  
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : [perpustakaan@ummat.ac.id](mailto:perpustakaan@ummat.ac.id)

SURAT PERNYATAAN BEBAS  
PLAGIARISME

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ANGGUN BELA SAPUTRI  
NIM : 2019013001  
Tempat/Tgl Lahir : Bima, 7 Oktober 2001  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : TEKNIK  
No. Hp : 082 339503 007  
Email : [anggunbela0710@gmail.com](mailto:anggunbela0710@gmail.com)

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi/KTI/Tesis\* saya yang berjudul :

PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) PADA STABILITAS TANAH LEMPUNG  
DI DESA LENTING KABUPATEN LOMBOK TIMUR DENGAN CAMPURAN SEMEN PORTLAND TPE  
I DAN SERBUK BATU BATA

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 45%

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari Skripsi/KTI/Tesis\* tersebut terdapat indikasi plagiarisme atau bagian dari karya ilmiah milih orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dan disebutkan sumber secara lengkap dalam daftar pustaka, saya **bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum** sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikain surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Mataram, 13 Juli .....2023

Penulis



ANGGUN BELA SAPUTRI  
NIM. 2019013001

Mengetahui,

Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



Iskandar, S.Sos.,M.A. wly  
NIDN. 0802048904

\*pilih salah satu yang sesuai





**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN  
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT**

Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram  
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : [perpustakaan@ummat.ac.id](mailto:perpustakaan@ummat.ac.id)

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ANGGUN BELA SAPUTRI  
 NIM : 2019D1B001  
 Tempat/Tgl Lahir : Bimo, 7 Oktober 2001  
 Program Studi : TEKNIK SIPIL  
 Fakultas : TEKNIK  
 No. Hp/Email : 082 339503007  
 Jenis Penelitian :  Skripsi  KTI  Tesis  .....

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama ***tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta*** atas karya ilmiah saya berjudul:

PENGUJIAN CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) PADA STABILITAS TANAH LEMPUNG DI  
 DESA LENTING KABUPATEN LOMBOK TIMUR DENGAN CAMPURAN SEMEN PORTLAND  
 TIPE I DAN SERBUK BATU BATA.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Mataram, 13 Juli .....2023  
 Penulis



ANGGUN BELA SAPUTRI  
 NIM. 2019D1B001

Mengetahui,  
 Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



Iskandar, S.Sos., M.A.  
 NIDN. 0802048904

## HALAMAN MOTTO

Saat masalahmu jadi terlalu berat untuk ditangani, beristirahatlah dan hitung  
berkah yang sudah kau dapatkan.

(Ayah penulis)

Pendidikan Memiliki Akar yang Pahit, tapi Buahnya Manis.

(Aristoteles)

Ambilah kebaikan dari apa yang dikatakan, jangan melihat siapa yang  
mengatakannya.

(Nabi Muhammad SAW)

Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya.

(*Al-Baqarah 286*)



## HALAMAN PERSEMBAHAN

1. Untuk mama dan ayah tercinta yang telah banyak berkorban untuk membantu perjuangan menyelesaikan pendidikan ini, saya ucapkan terimakasih yang tak terhingga. Terimakasih banyak kepada seorang pahlawan sejati dan seorang wanita terkuat didunia ini atas do'a dan dukungan selama ini sehingga saya mampu bertahan dan menyelesaikan hal yang tak pernah dibayangkan akan benar-benar selesai. Juga ucapan terimakasih pula untuk adik kesayanganku yang selalu membuatku rindu. Permohonan maaf yang sebesar-besarnya apabila masih banyak hal yang belum bisa saya wujudkan demi kebahagiaan kalian. Tetap sehat selalu para manusia terkasih, do'aku selalu menyertai setiap langkah kalian.
2. Untuk Dosen Pembimbing I, Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT, saya ucapkan terima kasih banyak atas segala bimbingan, ilmu, arahan, dukungan dan dorongan untuk selalu bisa berusaha lebih berkembang serta kesabaran yang diberikan selama bimbingan penyusunan skripsi ini. Tanpa itu semua saya tidak mungkin bisa menyelesaikan tugas akhir saya dan semoga kebaikan ibu diberikan balasan yang berlimpah oleh Allah Swt.
3. Untuk Dosen Pembimbing II, Anwar Efendy ST., MT, saya ucapkan terima kasih banyak atas segala bimbingan, ilmu, arahan, dukungan dan dorongan untuk selalu bisa berusaha lebih berkembang serta kesabaran yang diberikan selama bimbingan penyusunan skripsi ini. Tanpa itu semua saya tidak mungkin bisa menyelesaikan tugas akhir saya dan semoga kebaikan ibu diberikan balasan yang berlimpah oleh Allah Swt.
4. Untuk keluarga kecilku dimataram yang selama ini telah senantiasa menemani, mendukung, memberikan nasehat dan motivasi.
5. Untuk teman-teman PKL Mandalika Lombok Tengah, yang selalu kebersamai perjuangan dari PKL hingga Skripsi, kepada Ananda Rizki Adijaya Nugroho dan Iis Indayanti saya ucapkan banyak terimakasih.
6. Untuk rekan pencari sampel tanah penelitian dan saya ucapkan terimakasih banyak atas sumbangan tenaga dan waktunya, kepada M. Khaerul Fanizi.



7. Untuk bapak dan ibu pemilik tanah dilokasi pengambilan sampel tanah lempung di Desa Lenting Kecamatan Sakra Timur juga saya ucapkan terima kasih banyak atas kerjasama dan kemurahan hatinya untuk mengizinkan saya mengambil sampel tanah uji di tanah sawahnya. Semoga kebaikan bapak dan ibu dibalas oleh Allah Swt.
8. Untuk seluruh civitas akademik Fakultas Teknik dan pihak-pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan semuanya saya ucapkan terima kasih atas bantuannya sehingga saya bisa menyelesaikan ini semua.



## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah- Nya, sehingga penulis dapat diselesaikan tepat pada waktunya dengan diberi judul “**Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) Pada Stabilitas Tanah Lempung di Desa Lenting dengan Campuran Semen Portland Tipe 1 dan Serbuk Batu Bata**”, walaupun yang sebenarnya tugas akhir ini masih jauh dari sempurna.

Skripsi ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan jenjang pendidikan Program Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram. Penyusunan skripsi ini berdasarkan data hasil penelitian yang dianalisis menjadi sebuah data yang *valid* sesuai dengan landasan teori-teori dari berbagai sumber.

Skripsi ini tidak akan mampu diselesaikan tanpa adanya dukungan moral dan fisik dari pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Maka dari itu penulis ingin menghanturkan ucapan dan rasa terima kasih yang besar-besarnya kepada :

1. Bapak Drs. Abdul Wahab, M.A. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Bapak Dr. Aji Syailendra Ubaidillah, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Bapak Adryan Fitrayudha, ST.,MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Ibu Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT., selaku dosen pembimbing I dan Bapak Anwar Efendy, ST., MT., selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan arahan, meluangkan banyak waktu dan memberikan bimbingan sampai tugas akhir ini selesai.
5. Segenap dosen dan karyawan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.



6. Kedua orang tua dan adik ku tercinta yang selalu memberikan dukungan dan doa untuk kesuksesan dan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi.
7. Teman- teman saya yang membantu saya saat melaksanakan penelitian, keluarga dan semua pihak terkait yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu yang telah begitu besar jasanya yang telah membantu dan memberikan dukungan yang sangat berharga sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Demikian ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya dari penyusun semoga kebaikan dari semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini dan di berikan balasan oleh Allah SWT dan semoga tugas akhir ini berguna dan bermanfaat bagi semua orang dalam mengembangkan ilmu di bidang teknik sipil.

Mataram, 13 Juli 2023

**ANGGUN BELA SAPUTRI**

NIM. 2019D1B001



## ABSTRAK

Tanah lempung merupakan tanah yang memiliki sifat kembang-susut yang tinggi dikarenakan adanya perubahan kadar air, sehingga mengakibatkan daya dukung sangat di pengaruhi oleh kadar air. Tanah di Desa Lenteng memiliki daya dukung tanah yang rendah mengakibatkan jalan diatasnya retak-retak, rusak seperti bergelombang. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperbaiki daya dukung tanah di Desa Lenteng dengan cara stabilisasi.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium mekanika tanah Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram, dengan pengujian CBR laboratorium berdasarkan SNI 1744-2012. Bahan stabilisasi yang digunakan yaitu semen portland tipe 1 dan serbuk batu bata, dengan variasi serbuk batu bata 3%, 5%, 7% dan semen portland tipe 1 yaitu 5%. Untuk pengolahan data dilakukan pengujian kadar air tanah, berat jenis tanah, berat isi tanah, batas cair tanah, batas plastis, analisa saringan dan hidrometer, batas-batas atterbag dan pengujian mekanik yaitu pengujian pemadatan dan uji *California Bearing Ratio* (CBR).

Berdasarkan penelitian hasil pengujian sifat fisik tanah asli yang telah dilakukan, tanah asli diklasifikasikan sebagai karakteristik *CH* (*clay high plasticity*) atau disebut juga dengan tanah lempung dengan plastisitas tinggi pada sistem klasifikasi USCS, sedangkan menurut AASHTO diklasifikasikan indeks kelompok A-7-6 ( $<30$ ). Hasil pengujian CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) pada tanah asli diperoleh 12,455%, nilai CBR rendaman (*soaked*) 3,796%. Setelah dilakukan penambahan semen dan serbuk batu bata diperoleh CBR optimum pada penambahan 5% serbuk batu bata dengan nilai CBR sebesar 19,573%. Hasil CBR dengan penambahan semen portland dan serbuk batu bata pada kadar campuran 5% serbuk batu bata dan 5% semen portland tipe 1 dapat digunakan untuk stabilisasi tanah lempung.

**Kata kunci :** Tanah Lempung, Semen Potrland Tipe 1 , CBR, Stabilisasi, Serbuk Batu Bata.



## ABSTRACT

Clay soil has high swelling and shrinkage properties due to changes in water content, so the carrying capacity is significantly influenced by water content. Lenteng Village's soil has a limited carrying capacity, causing the road above to be cracked and damaged like a wave.

This investigation aims to improve the soil's carrying capacity in Lenteng Village through stabilization. This investigation was conducted at the Soil Mechanics Laboratory, Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Muhammadiyah University of Mataram, with laboratory CBR testing based on SNI 1744-2012. The stabilizing agent used was Portland cement type 1 and brick powder, with variations of brick powder 3%, 5%, 7% and Portland cement type 1, 5%. For data processing, testing of soil water content, soil specific gravity, soil bulk density, soil liquid limit, plastic limit, sieving analysis and hydrometer, litterbag limits and mechanical testing, namely compaction testing and California Bearing Ratio (CBR) test.

Based on research on the results of evaluating the physical properties of native soil that has been carried out, native soil is classified as CH (high clay plasticity) characteristic or also known as clay with high plasticity in the USCS classification system. In contrast, according to AASHTO it is classified as index group A-7-6 ( $< 30$ ). The results of the CBR test without soaking (unsoaked) on native soil obtained 12.455%. The CBR value for soaking (soaked) was 3.796%. After adding cement and brick powder, the optimum CBR was obtained by adding 5% brick powder with a CBR value of 19.573%. CBR results with adding Portland cement and brick powder at a mixture content of 5% brick powder and 5% Portland cement type 1 can be used for clay soil stabilization.

**Keywords:** Clay, Portland Cement Type 1, CBR, Stabilization, Powdered Bricks.

MENGESAHKAN  
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA  
MATARAM 13 Juli 2023



## DAFTAR ISI

|                                              |          |
|----------------------------------------------|----------|
| HALAMAN SAMPUL.....                          | i        |
| HALAMAN PENGESAHANPEMBIMBING SKRIPSI.....    | ii       |
| HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI .....     | iii      |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS ..... | iv       |
| SURAT PERNYATAAN PLAGIARISME.....            | v        |
| SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI ILMIAH.....       | vi       |
| HALAMAN MOTTO .....                          | vii      |
| HALAMAN PERSEMBAHAN.....                     | viii     |
| KATA PENGANTAR.....                          | x        |
| ABSTRAK.....                                 | xii      |
| ABSTRACT .....                               | xiii     |
| DAFTAR ISI.....                              | xiv      |
| DAFTAR TABEL .....                           | xvii     |
| DAFTAR GAMBAR.....                           | xviii    |
| DAFTAR NOTASI .....                          | xix      |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>                | <b>1</b> |
| 1.1 Latar Belakang .....                     | 1        |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                    | 3        |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                  | 3        |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                 | 3        |
| 1.5 Batasan Masalah Penelitian .....         | 4        |
| <b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>           | <b>5</b> |
| 2.1 Tinjauan Pustaka .....                   | 5        |
| 2.1.1 Penelitian Terdahulu.....              | 5        |
| 2.1.2 Pengertian Tanah .....                 | 9        |
| 2.1.3 Jenis Tanah .....                      | 9        |
| 2.1.4 Tanah Lempung.....                     | 11       |
| 2.1.5 Semen Portland Tipe 1 .....            | 12       |

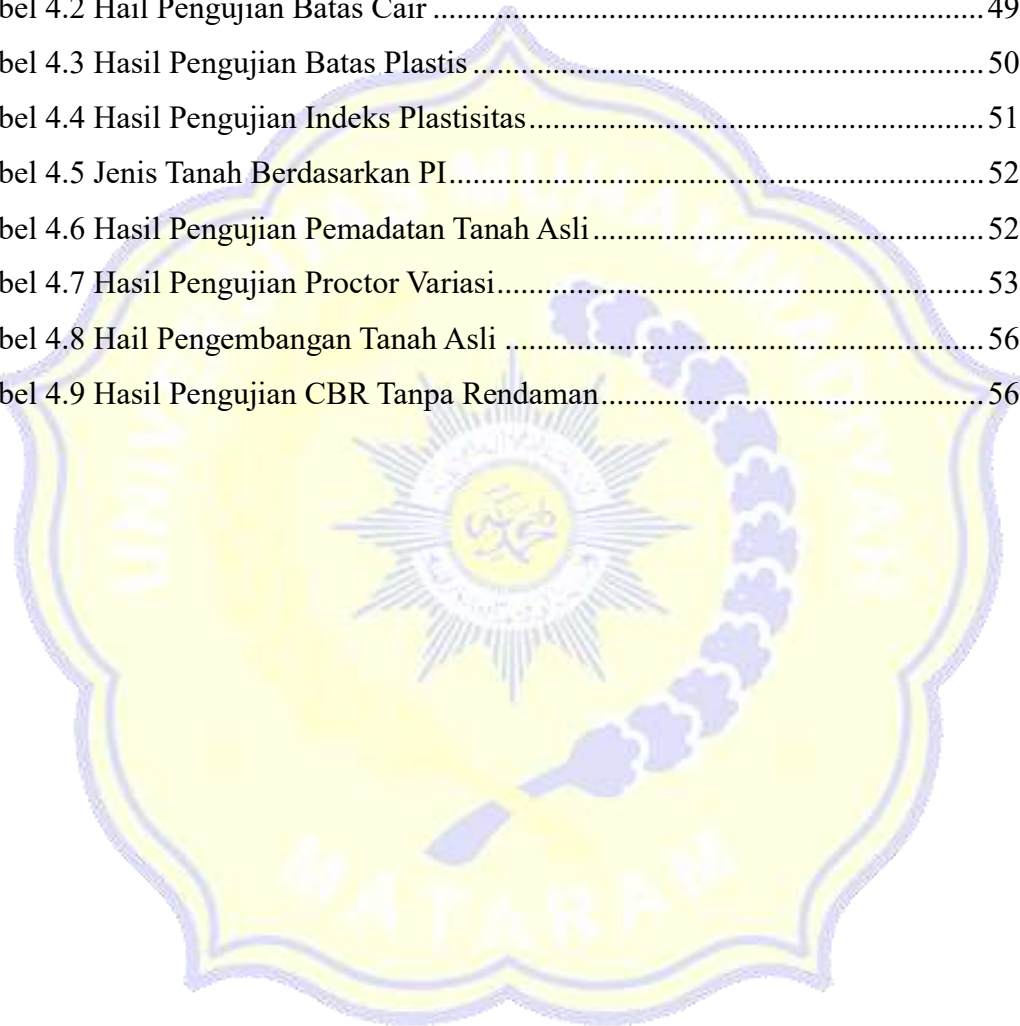


|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| 2.1.6 Batu Bata .....                                  | 13        |
| 2.1.7 Stabilitas Tanah .....                           | 13        |
| 2.2 Landasan Teori .....                               | 14        |
| 2.2.1 Klasifikasi Tanah .....                          | 14        |
| 2.2.1.1 Sistem Klasifikasi Unified .....               | 15        |
| 2.2.1.1 Sistem Klasifikasi AASHTO .....                | 16        |
| 2.3 Sifat Fisik Tanah .....                            | 18        |
| 2.3.1 Kadar Air .....                                  | 18        |
| 2.3.2 Berat Volume .....                               | 19        |
| 2.3.3 Berat Jenis .....                                | 19        |
| 2.3.4 Analisa Saringan dan Hidrometer .....            | 20        |
| 2.3.5 Batas Atterbag .....                             | 20        |
| 2.4 Sifat Mekanik Tanah .....                          | 21        |
| 2.4.1 Pemadatan .....                                  | 21        |
| 2.4.2 CBR ( <i>California Bearing Ratio</i> ) .....    | 22        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>                 | <b>25</b> |
| 3.1 Lokasi Penelitian .....                            | 25        |
| 3.2 Alat Penelitian .....                              | 25        |
| 3.2.1 Alat .....                                       | 25        |
| 3.2.2 Bahan .....                                      | 34        |
| 3.3 Uji Fisik Tanah .....                              | 34        |
| 3.3.1 Uji Kadar Air .....                              | 34        |
| 3.3.2 Uji Berat Volume .....                           | 35        |
| 3.3.3 Uji Berat Jenis .....                            | 36        |
| 3.3.4 Uji Analisa Saringan dan Hidrometer .....        | 37        |
| 3.3.5 Batas Cair .....                                 | 38        |
| 3.3.6 Uji Batas Plastis dan Indeks Plastis Tanah ..... | 39        |
| 3.4 Uji Sifat Mekanik Tanah .....                      | 40        |
| 3.4.1 Uji Pemadatan Standar Proctor .....              | 40        |
| 3.4.2 CBR ( <i>California Bearing Ratio</i> ) .....    | 41        |
| 3.5 Studi Pustaka .....                                | 43        |

|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| 3.5.1 Pengumpulan Data .....                           | 44        |
| 3.5.2 Analisis Data .....                              | 44        |
| 3.5.3 Rancangan Penelitian.....                        | 44        |
| 3.6 Bagan Alir Penelitian .....                        | 45        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                | <b>46</b> |
| 4.1 Pendahuluan.....                                   | 46        |
| 4.2 Hasil Pengujian Fisik .....                        | 46        |
| 4.2.1 Kadar Air Tanah .....                            | 46        |
| 4.2.2 Berat Isi Tanah .....                            | 46        |
| 4.2.3 Berat Jenis Tanah .....                          | 47        |
| 4.2.4 Analisa Saringan dan Hidrometer .....            | 47        |
| 4.2.5 Batas Cair Tanah .....                           | 48        |
| 4.2.6 Batas Plastis dan Indeks Plastis Tanah.....      | 49        |
| 4.2.7 Klasifikasi Tanah.....                           | 51        |
| 4.2.8 Uji Pemadatan Tanah .....                        | 52        |
| 4.3 Hasil Pengujian Mekanis Tanah.....                 | 55        |
| 4.3.1 Uji CBR Rendaman ( <i>soaked</i> ) .....         | 55        |
| 4.3.2 Uji CBR Tanpa Rendaman ( <i>unsoaked</i> ) ..... | 55        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                | <b>58</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                                   | 58        |
| 5.2 Saran .....                                        | 59        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                             | <b>60</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                                   | <b>62</b> |

## DAFTAR TABEL

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Komposisi Semen Portland .....                   | 12 |
| Tabel 2.2 Pengelompokkan Tanah .....                       | 16 |
| Tabel 2.3 Sistem Klasifikasi AASHTO.....                   | 17 |
| Tabel 2.4 Pengelompokkan Tanah Berdasarkan Nilai CBR ..... | 23 |
| Tabel 4.1 Hasil Pengujian Berat Isi Tanah .....            | 48 |
| Tabel 4.2 Hasil Pengujian Batas Cair .....                 | 49 |
| Tabel 4.3 Hasil Pengujian Batas Plastis .....              | 50 |
| Tabel 4.4 Hasil Pengujian Indeks Plastisitas.....          | 51 |
| Tabel 4.5 Jenis Tanah Berdasarkan PI.....                  | 52 |
| Tabel 4.6 Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Asli.....        | 52 |
| Tabel 4.7 Hasil Pengujian Proctor Variasi.....             | 53 |
| Tabel 4.8 Hasil Pengembangan Tanah Asli .....              | 56 |
| Tabel 4.9 Hasil Pengujian CBR Tanpa Rendaman.....          | 56 |





## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Tanah.....                                                                     | 25 |
| Gambar 3.2 Saringan.....                                                                                                 | 26 |
| Gambar 3.3 Timbangan Ketelitian 0,01 gram.....                                                                           | 26 |
| Gambar 3.4 Timbangan dengan Ketelitian 0,1 gram .....                                                                    | 27 |
| Gambar 3.5 Mold/Cetakan.....                                                                                             | 27 |
| Gambar 3.6 Centongan dan Baskom Pencampuran.....                                                                         | 28 |
| Gambar 3.7 Cawan.....                                                                                                    | 28 |
| Gambar 3.8 Pisau Perata .....                                                                                            | 29 |
| Gambar 3.9 Penumbuk.....                                                                                                 | 29 |
| Gambar 3.10 Jangka Sorong .....                                                                                          | 30 |
| Gambar 3.11 Dial Guage.....                                                                                              | 30 |
| Gambar 3.12 Oven Pengering.....                                                                                          | 31 |
| Gambar 3.13 Cawan Porselin.....                                                                                          | 31 |
| Gambar 3.14 Alat Cossagrande.....                                                                                        | 32 |
| Gambar 3.15 Pikonometer .....                                                                                            | 32 |
| Gambar 3.16 Alat Penguji Penetrasi CBR Laboratorium .....                                                                | 33 |
| Gambar 4.1 Distribusi Ukuran Butiran Tanah Asli .....                                                                    | 48 |
| Gambar 4.2 Hubungan Batas Cair dan Tanah + 5% Semen + Variasi Serbu Batu Bata<br>.....                                   | 49 |
| Gambar 4.3 Hubungan Batas Plastis dan Tanah + 5% Semen + Variasi Serbu Batu<br>Bata .....                                | 50 |
| Gambar 4.4 Hubungan Indeks Plastis dan Tanah + 5% Semen + Variasi Serbu Batu<br>Bata .....                               | 51 |
| Gambar 4.5 Hubungan Volume Kering dan Kadar Air Tanah Asli .....                                                         | 53 |
| Gambar 4.6 Hubungan Kadar Air Optimum dengan Tanah + 5% Semen + Variasi<br>Serbu Batu Bata .....                         | 54 |
| Gambar 4.7 Hubungan Berat Volume Kering Optimum dengan Campuran Tanah +<br>5% semen + Variasi Serbuk Batu Bata .....     | 54 |
| Gambar 4.8 Hubungan antara Nilai CBR tanpa Rendaman dengan Campuran Tanah<br>+ 5% semen + Variasi Serbuk Batu Bata ..... | 57 |

## DAFTAR NOTASI

|            |                                                     |
|------------|-----------------------------------------------------|
| $w$        | : Kadar air tanah (%)                               |
| $G$        | : Berat jenis tanah                                 |
| $LL$       | : Batas cair tanah (%)                              |
| $PL$       | : Batas plastis tanah (%)                           |
| $PI$       | : Indeks plastisitas (%)                            |
| $m_1$      | : Berat tanah basah dalam cawan (gram)              |
| $m_2$      | : Berat tanah kering, oven (gram)                   |
| $v_1$      | : Volume tanah basah dalam cawan (cm <sup>3</sup> ) |
| $v_2$      | : Volume tanah kering, oven (cm <sup>3</sup> )      |
| $v$        | : Volume silinder (cm <sup>3</sup> )                |
| $\gamma_w$ | : Berat volume air (gram/cm <sup>3</sup> )          |
| $\gamma_m$ | : Berat volume basah tanah (gram/cm <sup>3</sup> )  |
| $\gamma_d$ | : Berat volume kering tanah (gram/cm <sup>3</sup> ) |



## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Tanah adalah partikel yang beragam ukuran dan bentuk tidak teratur, suatu sistem terdiri dari komponen padat, ruang pori berisi udara, dan kandungan air. Tanah terbentuk melalui proses pelapukan batuan secara mekanis dan kimiawi, (Mutalib 2011). Indonesia dengan wilayahnya yang sangat luas merupakan rumah bagi beragam jenis tanah yang tersebar di berbagai wilayahnya. Jenis tanah yang umum dijumpai adalah tanah lempung. Karakteristik tanah liat ini ditandai dengan tingkat plastisitas tinggi, yang berarti volumenya berubah seiring dengan meningkatnya kadar air. Disebut sebagai tanah kohesif, tanah ini sangat keras dan tampaknya tidak dapat dimampatkan saat kering, sedangkan saat jenuh dengan air, tanah tersebut menjadi lunak dan sangat dapat dimampatkan. Karakteristik tersebut dapat berkontribusi pada berbagai masalah, termasuk bencana alam seperti tanah longsor dan kerusakan struktur bangunan. Melihat keadaan tersebut, stabilisasi tanah menjadi perlu untuk memperbaiki sifat-sifat tanah (Braja, 1998).

Sebagian besar wilayah Indonesia memiliki tanah dengan jenis lempung yang dominan mengembang dan menyusut cukup besar, volumenya dapat berubah dan mengembang seiring dengan naiknya permukaan air. Volume tanah dapat meningkat saat basah dan menyusut saat kering.

Tanah lempung merupakan partikel-partikel mineral dengan ukuran diameter kurang dari 4 mikrometer, terutama terdiri dari silikat. Tanah lempung mengandung campuran silikat atau aluminium yang sangat halus, bersama dengan silikon, udara dan aluminium. Dalam infrastruktur jalan, jika tanah dengan karakteristik tidak menguntungkan harus di perbaiki, stabilisasi bisa meningkatkan daya dukung tanah dasar tersebut. Hal ini akan meningkatkan kekuatan dan kemampuan tanah untuk mendukung struktur jalan (Simanjuntak, dkk 2017). Salah satu cara menstabilisasi tanah lempung dengan mencampurkan serbuk batu bata dan semen portland tipe 1. Hal ini karena serbuk batu bata merupakan perbaikan gradasi butiran terhadap bahan lapis tanah dasar, dan untuk semen portland sebagai bahan



tambahan stabilisasi karena memiliki kemampuan mengeras dan mengikat partikel.

Dalam perencanaan jalan raya, penting untuk mempertimbangkan standar perencanaan dalam pembangunan jalan raya. Salah satu standar yang harus diperhatikan adalah nilai CBR yang tinggi. Semakin tinggi nilai CBR, semakin baik kondisi tanahnya. CBR sendiri yaitu menggambarkan perbandingan beban penetrasi antara lapisan tanah atau perkerasan dengan sebuah bahan standar, dengan tetap mempertahankan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sejajar. Temuan ini memberikan perspektif yang menarik dalam memahami respon dan karakteristik lapisan tanah atau perkerasan terhadap proses penetrasi, (Nengsih dkk, 2022).

Secara umum, stabilisasi tanah adalah suatu metode yang digunakan untuk meningkatkan karakteristik tanah dengan penambahan bahan tertentu, yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan daya tahan terhadap geseran tanah. Proses stabilisasi tanah memiliki tujuan yang sangat penting adalah untuk mengikat dan mengkonsolidasikan agregat material yang ada, hasil dari proses ini adalah pembentukan struktural jalan atau jembatan kokoh.

Desa Lenteng adalah desa yang berada di Kecamatan Sakra Timur, Kabupaten Lombok Timur. Mayoritas penduduk di Desa Lenteng adalah petani yang beraktivitas sehari-hari di sektor pertanian. Infrastruktur jalan sangat penting bagi masyarakat Desa Lenteng dalam mendukung perkembangan ekonomi. Oleh karena itu, pemerintah perlu memberikan perhatian khusus terhadap infrastruktur desa, terutama jalan sebagai akses utama. Akan tetapi, kondisi jalan di Desa Lenteng sering mengalami kerusakan pada permukaannya. Meskipun lalu lintas kendaraan di ruas jalan ini tidak terlalu ramai seperti jalan primer di Kecamatan Sakra Timur, Kabupaten Lombok Timur. Lapisan permukaan kebiasaan mengalami retakan dan ketidakrataan. Penyebab kerusakan ini adalah kelemahan subgrade, yang memiliki nilai CBR rendah dan tingkat plastisitas yang memiliki dampak yang signifikan terhadap kekuatan tanah. Tingkat kelembapan tanah dapat mempengaruhi kekuatan dasar tanah.

Berdasarkan permasalahan tersebut, sehingga dilakukannya penelitian karena penulis tertarik meneliti masalah kerusakan jalan dan solusinya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui stabilitas tanah lempung dengan campuran

semen portland tipe 1 dan serbuk batu bata, dengan mengatur tingkat konsentrasi yang berbeda pada setiap bahan uji. Variasi yang digunakan untuk serbuk batu bata meliputi 0%, 3%, 5%, dan 7%, sedangkan untuk menambah keragaman, penelitian ini juga memanfaatkan tambahan semen portland tipe 1 sebesar 5%.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, maka permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana karakteristik tanah lempung sebelum ditambah serbuk batu bata dan semen portland tipe 1?
2. Bagaimana besaran nilai CBR tanah asli dan yang telah distabilisasi dengan bahan campuran semen portland tipe 1 dan serbuk batu bata?
3. Berapa variasi campuran serbuk batu bata untuk mencapai nilai optimum yang dapat dihasilkan untuk dapat digunakan sebagai stabilisasi tanah lempung ?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan permasalahan yang telah disampaikan diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui karakteristik tanah lempung sebelum ditambahkan semen portland tipe 1 dan serbuk batu bata.
2. Untuk mengetahui besaran nilai CBR pada tanah asli dan tanah yang distabilisasi dengan bahan campuran semen portland tipe 1 dan serbuk batu bata.
3. Mengetahui proporsi campuran serbuk batu bata untuk mencapai nilai CBR optimum, sehingga dapat memberikan solusi yang efektif dalam stabilisasi tanah lempung.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Setelah penelitian ini ada beberapa manfaat yang didapatkan oleh penulis yaitu :

1. Menambah pengetahuan tentang karakteristik dari stabilisasi tanah lempung dengan campuran semen portland tipe 1 dan serbuk batu bata.
2. Mengetahui sifat fisik dan sifat mekanik tanah yang diuji dari Desa Lenteng

Kabupaten Lombok timur.

3. Menambah pengetahuan penggunaan semen portland tipe 1 dan serbuk batu bata sebagai bahan campuran stabilisasi tanah lempung sehingga dapat diaplikasikan untuk perencanaan stabilisasi tanah dasar pada jalan.

### **1.5 Batasan Masalah Penelitian**

Untuk melaksanakan penelitian ini secara optimal, diperlukan penyelesaian ruang lingkup pembahasan yaitu:

1. Objek penelitian ini adalah sampel tanah yang diperoleh dari Desa Lenteng yang terletak di Kecamatan Sakra Timur.
2. Dalam proses stabilisasi digunakan bahan campuran yang terdiri dari semen portland tipe 1 dan serbuk batu bata.
3. Penggunaan variasi dengan proporsi yang berbeda yaitu 0%, 3%, 5% dan 7%, dan lolos saringan no.200 (0,075 mm) dan semen yaitu sebesar 5 %.
4. Tidak akan dilakukan pengujian kandungan mineral pada tanah.
5. Pengujian laboratorium akan mencakup pengujian kadar air, analisis saringan, berat jenis tanah, batas Atterberg, kepadatan tanah, dan uji CBR.
6. Pengujian CBR laboratorium mengacu pada SNI 1744-2012.



## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka adalah referensi literatur relevan dengan permasalahan yang dihadapi studi kasus ini. Hasil penelitian terdahulu digunakan sebagai sumber untuk menyusun penelitian ini.

##### 2.1.1 Penelitian Terdahulu

###### 2.1.1.1 Nengsih, dkk (2022)

Stabilisasi tanah bisa dilakukan dengan cara penambahan campuran abu sabut kelapa, serbuk batu bata dan semen portland sebagai bahan stabilisasi untuk memperbaiki sifat tanah. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis hasil stabilisasi tanah dengan campuran abu sabut kelapa, serbuk batu bata dan semen portland yang telah ditambah dengan kadar campuran 3%, 5%, 7%, 0 hari dan 3 hari pemeraman. Untuk pengolahan data dilakukan di laboratorium dengan beberapa pengujian sifat fisik tanah asli yaitu uji kadar air, berat isi, uji berat jenis, batas-batas Atterberg, uji analisis saringan, uji analisis *hydrometer* dan untuk pengujian sifat mekanik tanah dilakukan pengujian pemadatan dan uji *California Bearing Ratio* (CBR). Hasil pengujian sifat fisik tanah yang dilakukan di laboratorium, Setelah dilakukan pengujian stabilisasi tanah Persentase nilai CBR rencana didapat 3, 13%. Tanah dengan campuran abu sabut kelapa, serbuk batu bata dan semen portland dengan variasi 3%, 5%, 7% dengan 0 hari pemeraman mengalami peningkatan nilai CBR rencana sebesar 4,38%, 4,94%, 5,20% dan untuk pemeraman 3 hari naik sebesar 5,54%, 6,69%, 6,84%.

###### 2.1.1.2 Reymondo, dkk (2021)

*Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis stabilisasi tanah dengan penambahan serbuk bata merah dan semen portland dengan variasi 5%, 10%, 15% dengan pemeraman 7 hari. Hasil pengujian fisik tanah asli diperoleh nilai, kadar air (w)=41,26%; berat isi kering 1,38 g/cm<sup>3</sup>; berat*

*jenis (Gs) 2,70; LL 40,40% ;PL 26,00%; PI 14,40%; SL 20,10%. Dari hasil pemeriksaan batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) didapat bahwa tanah tersebut menurut sistem USCS termasuk kelompok CL dan Menurut AASHTO diklasifikasikan sebagai tanah berlempung dalam kelompok A-7-5 (8). Hasil pengujian sifat mekanik tanah asli menunjukkan bahwa nilai kadar air optimum (OMC) 24,34%; berat isi kering  $1,437 \text{ g/cm}^3$ ; dan nilai CBR tanah asli adalah 2,03%. Campuran semen dan serbuk bata merah berdampak pada meningkatnya nilai CBR. Penambahan variasi campuran 5%, 10%, dan 15% meningkatkan nilai CBR rencana sebesar 3,20%; 3,40%; 8,80% di pemeraman 3 hari dan 3,95%; 5,05%; 5,90% dipemeraman 7 hari. Nilai CBR terbesar terjadi dipenambahan serbuk bata merah 15% dipemeraman 7 hari yaitu sebesar 5,90% meningkat 190,64% dari nilai CBR tanah asli.*

#### 2.1.1.3 Saputra (2021)

Penggunaan limbah abu ban sebagai bahan campuran dalam stabilisasi tanah dengan semen 5% dengan variasi kadar campuran 0%, 5%, 7,5%, dan 10% dari berat kering tanah asli dengan pemeraman 1,4 dan 7 hari serta perendaman 7 hari. Pengujian dilakukan dengan 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 abu ban 5% didapat nilai pemeraman 1 hari sebesar 17,50%, 4 hari sebesar 24,56%, dan 7 hari sebesar 15,57%. Pada variasi limbah abu ban 7,5% 1 hari didapat nilai sebesar 16,72%, 4 hari sebesar 25,22%, 7 hari sebesar 37,39%. Pada variasi limbah abu ban 10% 1 hari didapat nilai 23,11%, 4 hari sebesar 30,23%, 7 hari sebesar 37,32%. Rendaman 7 hari limbah abu ban 5% sebesar 18,82%, limbah abu ban 7,5% sebesar 12,67%, limbah abu ban 10% sebesar 11,72%.

#### 2.1.1.4 Qurrahman (2019)

Penelitian “Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Serbuk Bata Merah dan Zeolit Terhadap Nilai CBR dan Potensi Pengembangan”. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk bata merah dan zeolit terhadap tanah lempung dengan variasi tertentu pada stabilisasi sampel tanah terhadap nilai CBR dan kembang susut (*Swelling*). Hasil penelitian ini menunjukkan sifat fisik tanah asli memiliki kadar air sebesar 13,446%, berat volume 1,595 gr/cm<sup>3</sup>, berat jenis sebesar 1,229 gr/cm<sup>3</sup>, batas cair sebesar 52,6%, batas plastis 30,75%, batas susut sebesar 12,482%, dan Indeks Plastis 21,85%. Pengaruh peningkatan terbesar bahan tambah terhadap tanah asli pada nilai CBR yaitu penambahan serbuk bata merah 1% dan zeolit 3% dengan kondisi *unsoaked* dan waktu pemeraman 3 hari meningkat sebesar 30,872% dari tanah asli. Nilai CBR *soaked* dengan waktu perendaman 4 hari mengalami penurunan pada penambahan serbuk bata merah 3% dan zeolit 3% sebesar 4,147% dari tanah asli. Hasil tersebut dapat dilihat bahwa serbuk bata merah dan zeolit jika terkena air maka akan mengalami penurunan nilai CBR. Dan pengaruh terbesar bahan tambah terhadap tanah asli potensi pengembangan swelling yaitu penambahan tanah asli dan serbuk bata merah 3% dan zeolit 3% mengalami penurunan sebesar 29,635% dari tanah asli. Dari hasil pengujian potensi pengembangan dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan kadar campuran serbuk bata merah dan zeolit pada tanah asli maka potensi pengembangan mengalami penurunan dari potensi pengembangan tanah asli.

#### 2.1.1.5 Maulana, dkk (2016)

Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Campuran Renolith dan Kapur. penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari campuran renolith dan kapur sebagai bahan stabilisasi terhadap perbaikan tanah lempung ekspansif, dengan pengujian CBR Laboratorium dengan mengacu pada standar ASTM. Penambahan kapur pada tanah ekspansif ini



menggunakan campuran 5%, 6%, 7%, dan 8%. Sedangkan penggunaan campuran renolith untuk penambahan konsisten 5% dari berat masing persentase penambahan kapur. Hasil pengujian penambahan campuran renolith dan kapur menunjukkan peningkatan yang signifikan terhadap daya dukung tanah. Hal ini ditunjukkan pada campuran kapur sebanyak 8% dan renolith sebanyak 5% pada waktu pemeraman 3 hari dapat meningkatkan CBR *unsoaked* hingga 142,63%. Sedangkan untuk CBR *soaked* persentase kenaikannya sebesar 286,46% serta menurunkan potensi pengembangannya hingga 96,75%. Sedangkan untuk campuran 5% kapur dan 5% renolith memiliki persentase CBR (*soaked*) 9,64% dan CBR (*unsoaked*) 24,17%, campuran 6% kapur dan 5% renolith memiliki 8 persentase CBR (*unsoaked*) 29,50% dan CBR (*soaked*) 9,33%, campuran 7% memiliki persentase CBR (*unsoaked*) 293,64% dan CBR (*soaked*) 11,35%. Semakin lama waktu pemeraman dan semakin banyak persentase campuran akan dapat meningkatkan nilai daya dukung tanah dan menurunkan potensial pengembangannya.

#### 2.1.1.6 Yuliet, (2012)

Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit Terhadap Nilai CBR Tanah". Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh semen terhadap tanah lempung sehingga diketahui nilai CBR tanah sebelum dan setelah distabilisasi dengan semen, yaitu dengan cara mencampur tanah lempung dengan semen pada berbagai variasi dengan kadar semen 5%, 10%, 15%, 20% dan lama pemeraman 3 hari, dengan tujuan agar dapat mengetahui persentase kadar optimum. Hasil penelitian ini menunjukkan penurunan nilai Indeks Plastisitas (IP) tanah dimana IP tanah asli 26,553% bila dicampur dengan semen 10% kadar semen IP menjadi 4,557%. Penurunan nilai IP dapat mengurangi potensi pengembangan dan penyusutan tanah. Dari hasil uji pemadatan dengan proctor diperoleh nilai  $\gamma_{dr}$  maks = 1,23 gr/cm<sup>3</sup> dan kadar air optimum sebesar 37,5%. Penambahan semen dengan variasi penambahan sebesar 5%, 10%, 15%, 20% yang mengisi rongga pori tanah telah meningkatkan  $\gamma_{dr}$

maks masing-masing menjadi 1,262 gr/cm<sup>3</sup>, 1,291gr/cm<sup>3</sup>,1,319 gr/cm<sup>3</sup>, dan 1,35 gr/cm<sup>3</sup> dan kadar air optimum sebesar 36,65%, 34,98%, 34%, 32,9%. Penambahan semen telah meningkatkan daya dukung tanah secara signifikan. Nilai CBR tanah asli sebesar 8,204% dan terjadi peningkatan nilai CBR pada campuran optimum 20% semen dengan waktu pemeraman 3 hari dengan nilai CBR 64,138%.

### **2.1.2 Pengertian Tanah**

Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relative lepas (*loose*), yang terletak diatas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organic atau oksida-oksida yang mengendap diantara partikel-partikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat berisi air, udara maupun keduanya. Pembentukan tanah dari batuan induknya, dapat berupa proses fisik maupun kimia. Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil, terjadi akibat pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Partikel-partikel mungkin berbentuk bulat, bergerigi maupun bentuk-bentuk diantaranya. Umumnya, pelapukan akibat proses kimia dapat terjadi oleh pengaruh oksigen, karbon dioksida, air (terutama yang mengandung asam atau alkali) dan proses-proses kimia yang lain. Jika hasil pelapukan masih berada di tempat asalnya, maka tanah ini disebut tanah residual (*residual soil*) dan apabila tanah berpindah tempatnya, disebut tanah terangkut (Hardiyatmo, 2002).

### **2.1.2 Jenis Tanah**

Sebagian besar jenis tanah mengandung campuran beragam, termasuk lebih dari satu ukuran partikel. Tanah lempung tidak selalu terdiri hanya dari partikel lempung, tetapi juga bisa mencakup butiran ukuran lanau, pasir, serta mungkin mengandung bahan campuran organik. Rentang ukuran partikel tanah bisa sangat beragam, mulai dari lebih besar dari 100 mm hingga lebih kecil dari 0,001 mm. Menurut sumber Das (1995), terdapat beragam jenis tanah yang digunakan untuk melakukan klasifikasi di lapangan, yaitu :

### 1. *Hardpan*

*Hardpan* adalah jenis tanah yang memiliki ketahanan yang sangat tinggi terhadap penetrasi alat pemboran. Ciri-cirinya termasuk gradasi yang baik, sangat padat, dan terdiri dari agregat partikel mineral yang memiliki sifat kohesif yang tinggi.

### 2. Lanau anorganik (lanau anorganik)

Lanau anorganik adalah jenis tanah dengan butiran halus yang memiliki plastisitas kecil atau bahkan tidak ada. Jenis yang memiliki plastisitas paling kecil biasanya mengandung butiran kuarsa sedimen, sering disebut sebagai tepung batuan (*rockflour*), sedangkan yang memiliki plastisitas tinggi mengandung serpihan-serpihan dan dikenal sebagai lanau plastis.

### 3. Lanau organik (lanau organik)

Lanau organik adalah jenis tanah yang agak plastis, dengan butiran halus dan mengandung partikel bahan organik yang terpisah dengan baik. Warna tanah ini bervariasi dari abu-abu terang hingga abu-abu sangat gelap. Lanau organik mungkin mengandung gas seperti H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, dan gas lain yang dihasilkan dari peluruhan bahan organik, memberikan aroma khas pada tanah ini. Permeabilitas lanau organik sangat rendah sementara kompresibilitasnya sangat tinggi.

### 4. Lempung

Tanah lempung terdiri dari agregat partikel mikroskopik dan submikroskopik yang terbentuk melalui pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan. Lempung memiliki sifat plastis dalam rentang kadar air yang sedang hingga tinggi. Ketika dalam keadaan kering, lempung menjadi sangat keras dan sulit untuk terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung juga sangat rendah.

### 5. Lempung organik

Tanah lempung organik adalah jenis lempung yang sifat-sifat fisiknya dipengaruhi oleh adanya bahan organik yang terkandung di



dalamnya. Ketika lempung organik jenuh, ia cenderung memiliki sifat yang sangat kompresibel, namun saat kering, kekuatannya sangat tinggi. Warna tanah lempung organik ini cenderung berwarna abu-abu tua atau hitam, dan memiliki aroma yang khas.

#### 6. Gambut

Gambut adalah agregat tanah yang terdiri dari serpihan tumbuhan makroskopik dan mikroskopik. Warna gambut umumnya coklat terang atau hitam. Gambut memiliki sifat yang sangat kompresibel sehingga tidak mampu menahan bantalan.

#### 7. Pasir dan kerikil

Pasir dan kerikil adalah jenis tanah yang terdiri dari agregat tak berkoheisi yang terdiri dari regmin sub-anguler atau angular. Partikel dengan ukuran hingga 1/8 inchi disebut pasir, sedangkan partikel dengan ukuran 1/8 inchi hingga 6/8 inchi disebut kerikil. Pecahan dengan diameter lebih besar dari 8 inci disebut bongkah (batu besar).

### **2.1.4 Tanah Lempung**

Tanah dengan kandungan liat yang tinggi disebut sebagai tanah lempung yang terdiri dari partikel-partikel kecil yang terbuat dari mineral liat. Tekstur tanah lempung halus dan kohesif, serta memiliki kapasitas tersingkir udara yang tinggi. Karakteristik ini disebabkan oleh kandungan liat yang tinggi di dalam tanah lempung.

Salah satu sifat khas dari tanah lempung adalah kemampuannya untuk mengalami perubahan volume yang tinggi saat terjadi perubahan kadar air. Kekuatan dukung tanah lempung sangat dipengaruhi oleh kadar air. Saat tanah lempung basah, kandungan airnya meningkat dan menyebabkan tanah mengembang, menjadi lunak, dan memiliki kapasitas dukung beban yang rendah.

Tanah lempung termasuk dalam kelompok tanah kohesif yang memiliki karakteristik yang tidak menguntungkan dalam infrastruktur pembangunan, seperti kelemahan dalam kekuatan geser dan tingkat kompresibilitas yang tinggi. Kemampuan tanah untuk menahan beban dengan kekuatan lentur yang terbatas juga merupakan tantangan yang harus diatasi dapat ditopang oleh tanah lempung, baik

beban sementara maupun beban tetap. Kompresibilitas yang tinggi menyebabkan penurunan tanah setelah proses pekerjaan berakhir. Selain itu, tanah lempung juga dapat menyebabkan masalah seperti retak pada dinding.

Tanah lempung dikenal berdasarkan indeks plastisitasnya, yang menggambarkan kisaran kadar air di mana tanah masih bersifat plastis. Semakin tinggi Indeks Plastisitas (PI) tanah, semakin plastis sifatnya. Apabila tanah memiliki (PI) rendah, yang terdapat di tanah lanau, perubahan kandungan air dalam tanah akan mempengaruhi proses pengeringan tanah tersebut.

### 2.1.5 Semen Portland tipe I (*Ordinary Portland Cement*)

Semen portland tipe I adalah jenis semen yang secara umum digunakan dan tidak memerlukan persyaratan khusus seperti panas hidrasi, ketahanan terhadap sulfat, dan kekuatan awal. Proses pembuatan semen portland melibatkan penggilingan batu kapur (*limestone*) dan mineral lainnya yang dicampur dan dibakar dalam alat pembakaran. Hasilnya berupa bubuk yang akan membentuk dan membentuk ikatan yang kuat melalui reaksi kimia ketika dicampur dengan air (Putrowijoyo, 2006).

Menurut standar SNI 15-2049-2004, semen portland adalah jenis semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling terak semen portland, terutama yang mengandung kalsium silikat ( $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) yang dapat mengalami hidrolisis. Bahan tersebut digiling bersama-sama dengan tambahan kristal senyawa kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) dan mungkin juga bahan tambahan lainnya. Reaksi antara semen dan air terjadi secara *ireversibel*, yang berarti hanya dapat terjadi sekali dan tidak dapat dikembalikan ke kondisi semula. Komposisi senyawa kimia dari semen portland tipe 1 dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini :

**Tabel 2.1** Komposisi semen portland

| No | Oksidasi        | Lambang                        | Kode | Presentase |
|----|-----------------|--------------------------------|------|------------|
| 1. | Calcium Oxide   | CaO                            | C    | 60-65      |
| 2. | Magnesium Oxide | MgO                            | M    | 0-5        |
| 3. | Alumunium Oxide | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | A    | 4-8        |
| 4. | Ferrie Oxide    | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | F    | 2-5        |
| 5. | Silicon Oxide   | SiO <sub>2</sub>               | S    | 20-24      |
| 6. | Sulfur Oxide    | SI <sub>3</sub>                | S    | 1-3        |

*(Sumber: Putrowijoyo, 2006)*

### **2.1.6 Batu Bata**

Batu bata adalah sebuah material konstruksi yang digunakan dalam pembuatan dinding dan tembok. Bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan batu bata merah memiliki sifat plastis. Proses pembuatan batu bata merah melibatkan pembakaran tanah liat pada suhu tinggi di atas 800°C untuk menghasilkan kekerasan yang mirip dengan batu.

Menurut definisi yang tercantum dalam SNI 15-2094-2000, batu bata adalah bahan bangunan berbentuk prisma segiempat panjang, padat atau berlubang dengan volume lubang maksimal 15%. Batu bata ini digunakan dalam konstruksi dinding bangunan, dan dibuat dari tanah liat tanpa penambahan bahan aditif. Proses pembuatan batu bata juga melibatkan pembakaran pada suhu tertentu.

Banyak penelitian yang telah memanfaatkan batu bata sebagai bahan pengisi dalam perkerasan jalan maupun dalam konstruksi bangunan beton, karena sifatnya yang kuat dan tahan terhadap tekanan. Batu bata mengandung lebih dari 70% SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, sehingga terkonsentrasi sebagai pozzolan aktif. Penting untuk mencapai standarisasi dalam proses pembuatan batu bata, karena hal ini merupakan syarat mutlak dan menjadi acuan penting dalam industri, terutama di Indonesia.

Menurut definisi dari Organisasi Internasional (ISO), standarisasi merupakan proses penyusunan dan penerapan aturan-aturan untuk melaksanakan kegiatan dengan cara yang teratur, dengan tujuan meningkatkan kerjasama dan keuntungan bagi semua pihak yang terlibat, terutama dalam upaya meningkatkan kondisi ekonomi secara optimal, sambil memperhatikan faktor-faktor fungsional dan persyaratan keamanan.

### **2.1.7 Stabilitas Tanah**

Apabila tanah yang ditemui di lokasi proyek memiliki karakteristik yang sangat lepas atau mudah tertekan, indeks konsistensi yang tidak sesuai, permeabilitas yang terlalu tinggi, atau sifat-sifat lain yang tidak diinginkan, diperlukan tindakan stabilisasi. Stabilisasi dapat dilakukan melalui beberapa cara berikut:

- a. Peningkatan kerapatan tanah,
- b. Penambahan bahan untuk menginduksi perubahan kimia dan fisik pada tanah,
- c. Penggantian tanah yang buruk,
- d. Perbaikan drainase tanah.

Secara umum, stabilisasi dapat dibagi kedalam dua kategori, yaitu mekanis dan bahan kimiawi. Stabilisasi mekanis dilakukan dengan meningkatkan kekuatan dan daya dukung tanah melalui pengaturan gradasi butir tanah yang tepat. Sedangkan stabilisasi kimiawi melibatkan penggunaan bahan penstabil yang dapat mengubah atau mengurangi sifat-sifat tanah yang tidak menguntungkan, sambil memperkuat ikatan antara butir-butir tanah (Soekoto, 1973).

## **2.2 Landasan Teori**

Landasan teori adalah rancangan awal yang secara umum dipaparkan untuk memberikan acuan dalam memecahkan dan memahami yang dihadapi didalam bidang penelitian yang bersangkutan,.

### **2.2.1 Klasifikasi tanah**

Tujuan utama dari sistem klasifikasi tanah adalah untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat fisik tanah dengan cara yang unik. Mengingat variasi yang luas dalam sifat dan perilaku tanah, sistem klasifikasi secara umum mengelompokkan tanah ke dalam kategori yang memiliki kesamaan sifat fisik tertentu. Selain itu, pengklasifikasian tanah juga memiliki peran penting dalam melakukan analisis yang lebih rinci tentang kondisi tanah dan menentukan kebutuhan pengujian untuk mengidentifikasi sifat-sifat teknis tanah seperti pemadatan, kekuatan, berat isi, dan lainnya (Joseph E. Bowles, 1989).

Klasifikasi tanah ini membantu perancangan dengan memberikan panduan melalui pengalaman empiris yang telah ada. Namun, perancangan harus berhati-hati dalam penerapannya karena penggunaan klasifikasi tanah dalam penyelesaian masalah stabilitas, penurunan, atau aliran udara seringkali dapat menyebabkan kesalahan yang signifikan. Dalam banyak kasus, klasifikasi tanah berdasarkan ukuran partikel yang diperoleh melalui analisis saringan dan uji sedimentasi, serta



plastisitas tanah. Terdapat dua sistem klasifikasi yang umum digunakan, yaitu USCS (*Unified Soil Classification System*) dan AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*).

Sistem-sistem ini menggunakan sifat-sifat indeks tanah yang relatif sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair, dan indeks plastisitas. Sistem klasifikasi tanah dari *Unified Soil Classification System* pertama kali diusulkan oleh Casagrande pada tahun 1942, kemudian mengalami revisi oleh kelompok teknisi dari *United States Bureau of Reclamation*. Dalam bentuknya yang sekarang, sistem ini banyak digunakan oleh berbagai organisasi konsultan geoteknik.

### **2.2.1.1 Sistem Klasifikasi Unified**

Pada sistem Unified, tanah diklasifikasikan ke dalam tanah berbutir kasar (pasir dan kerikil) jika lolos kurang dari 50 % saringan no. 200, dan sebagai tanah berbutir halus (lempung/lanau) jika lolos lebih dari 50% saringan no.200. Sistem klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*) menggunakan simbol-simbol tertentu untuk mengelompokkan tanah berdasarkan karakteristik fisik dan sifat mekaniknya. Berikut adalah beberapa simbol yang digunakan di USCS yang diklasifikasikan kedalam sejumlah kelompok dan sub kelompok dibawah ini :

G = kerikil (*gravel*)

S = pasir (*sand*)

C = lempung (*clay*)

M = lanau (slit)

O = lanau atau lempung organik (*organic silt or clay*)

W = gradasi baik (*well-graded*)

P = gradasi buruk (*poorly-graded*)

H = plastisitas tinggi (*high-plasticity*)

L = plastisitas rendah (*low-plasticity*)

Pt = tanah gambut dan tanah organik tinggi (*peat and highly organic soil*)

Pengelompokan tanah dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini :

**Tabel 2.2** Pengelompokkan tanah.

| Jenis Tanah | Prefiks | Sub Kelompok  | Sufiks |
|-------------|---------|---------------|--------|
| Kerikil     | G       | Gradasi Baik  | W      |
|             |         | Gradasi Buruk | P      |
| Pasir       | S       | Berlanau      | M      |
|             |         | Berlempung    | C      |
| Lanau       | M       |               |        |
| Lempung     | C       | WL < 50%      | L      |
| Organik     | O       | WL > 50%      | H      |
| Gambut      | Pt      |               |        |

Sumber : Bowles, 1984

#### 2.2.1.2 Sistem klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) digunakan untuk menggolongkan tanah berdasarkan karakteristik fisiknya. Tanah diklasifikasikan ke dalam kelompok-kelompok A-1 hingga A-8, termasuk sub-kelompok yang lebih spesifik. Setiap kelompok tanah dinilai berdasarkan indeks kelompok yang dihitung dengan menggunakan rumus-  
rumus empiris tertentu. Pengujian yang digunakan meliputi analisis penyaringan dan batas-batas Atterberg. Untuk menghitung indeks kelompok (GI), digunakan persamaan 2.1 sebagai berikut:

$$GI = (F-35) [0,2+0,005(LL-40)] + 0,001 (F-15) (PI-10) \quad (2.1)$$

Dengan :

GI = indeks kelompok (group index),

F = persen butiran lolos saringan no.200 (0,075 mm),

LL = batas cair, dan

PI = indeks plastisitas.

Saat indeks kelompok (GI) meningkat, tantangan dalam penggunaan tanah

juga semakin meningkat. Tanah granuler diklasifikasikan kedalam A-1 sampai A-3. Tanah A-1 merupakan tanah granuler bergradasi baik. Sedangkan A-3 adalah pasir bersih bergradasi buruk Tanah berbutir halus diklasifikasikan dari A-4 sampai A-7, yaitu tanah lempung lanau. Terdapat aturan untuk menggunakan nilai GI, yaitu:

- a. Bila  $GI < 0$ , maka dianggap  $GI = 0$ , Nilai GI dihitung dari Persamaan (2.1), dibulatkan pada angka terdekat, Nilai GI untuk kelompok tanah A-1a, A-1b, A-2-4, A-2-5, dan A-3 selalu nol,
- b. Untuk kelompok tanah A-2-6 dan A-2-7, hanya bagian dari persamaan indeks kelompok yang digunakan,  $GI = 0,01 (F-15) (PI-10)$ , dan Tidak ada batas atas nilai GI, GI maksimum 20.

Tabel sistem klasifikasi AASHTO dapat dilihat pada tabel 2.3 dibawah ini.

**Tabel 2.3** Sistem Klasifikasi AASHTO

| Klasifikasi umum                      | Material granuler<br>( $< 35\%$ lolos saringan no. 200) |         |             |                                            |              |              | Tanah-tanah lanau-lempung<br>( $< 35\%$ lolos saringan no.200) |                |         |                  |         |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------|-------------|--------------------------------------------|--------------|--------------|----------------------------------------------------------------|----------------|---------|------------------|---------|
|                                       | A-1                                                     |         | A-3         | A-2                                        |              |              |                                                                | A-4            | A-5     | A-6              | A-7     |
| Klasifikasi kelompok                  | A-1.a                                                   | A-1.b   |             | A-2.4<br>1.5                               | A-2.4<br>1.5 | A-2.4<br>1.5 | A-2.4<br>1.5                                                   |                |         |                  |         |
| Analisis saringan (% lolos)           |                                                         |         |             |                                            |              |              |                                                                |                |         |                  |         |
| 2,00 mm (no. 10)                      | 50 maks                                                 | -       | -           | -                                          | -            | -            | -                                                              | -              | -       | -                | -       |
| 0,425 mm (no. 40)                     | 30 maks                                                 | 50 maks | 51 min      | -                                          | -            | -            | -                                                              | -              | -       | -                | -       |
| 0,075 mm (no. 200)                    | 15 maks                                                 | 25 maks | 10 maks     | 35 maks                                    | 35 maks      | 35 maks      | 35 maks                                                        | 36 min         | 36 min  | 36 min           | 36 min  |
| Sifat fraksi lolos saringan no. 40    |                                                         |         |             |                                            |              |              |                                                                |                |         |                  |         |
| Batas cair (LL)                       | -                                                       | -       | -           | 40 maks                                    | 41 maks      | 40 maks      | 41 maks                                                        | 40 maks        | 41 maks | 40 maks          | 41 maks |
| Indeks plastis (PL)                   | 6 maks                                                  | Np      | 10 maks     | 10 maks                                    | 11 maks      | 11 maks      | 10 maks                                                        | 10 maks        | 11 maks | 11 maks          | 11 maks |
| Indeks kelompok (G)                   | 0                                                       | 0       | 0           | 4 maks                                     | 8 maks       | 12 maks      | 16 maks                                                        | 20 maks        |         |                  |         |
| Tipe material yang pokok pada umumnya | Pecahan batu, kerikil dan pasir                         |         | Pasir Halus | Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir |              |              |                                                                | Tanah berlanau |         | Tanah berlempung |         |
| Penilaian umum sebagai tanah          | Sangat baik sampai baik                                 |         |             |                                            |              |              | Sedang sampai buruk                                            |                |         |                  |         |

|       |  |  |
|-------|--|--|
| dasar |  |  |
|-------|--|--|

Sumber : Hardiyatmo 2017

## 2.2 Sifat Fisik Tanah

Karakteristik fisik tanah ditentukan oleh morfologi, dimensi, pigmen, dan aroma yang dimilikinya. Komponen-komponen pokok tanah terdiri dari udara, udara, dan bahan padat. Walaupun secara teknis udara dianggap memiliki pengaruh yang tidak signifikan, namun tetap memberikan dampak yang substansial terhadap sifat-sifat teknis tanah. Ruang di antara butiran-butiran tanah dapat terisi baik oleh udara maupun air, baik sebagian maupun seluruhnya. Jika rongga-rongga antar-butiran terisi penuh oleh udara, tanah dikatakan berada dalam kondisi jenuh. Namun, jika rongga-rongga tersebut diisi oleh udara dan udara, tanah berada dalam kondisi jenuh sebagian.

Dalam kondisi jenuh, udara mempengaruhi sifat-sifat teknis tanah seperti kekuatan, konsolidasi, dan permeabilitas. Sifat-sifat ini dapat berubah tergantung pada seberapa banyak udara yang mengisi rongga-rongga dalam tanah. Penting untuk memahami sifat fisik tanah karena ini memengaruhi perilaku tanah dalam berbagai aplikasi, seperti perencanaan dan desain struktur, irigasi, tata udara, dan konstruksi bangunan. Tanah kering adalah tanah yang tidak mengandung air sama sekali atau kadar airnya nol (Mutallib, 2011).

### 2.3.1 Kadar air

Secara prinsip, tanah terdiri dari beberapa komponen, yakni yang padat dan yang pori. Agar mengetahui kadar air dalam tanah, dilakukanlah uji dengan membandingkan berat benda uji dengan berat gradasi tanah tersebut, yang kemudian diungkapkan kedalam persentase. Kadar air tanah adalah selisih antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut. Informasi mengenai kadar air tanah berguna dalam menghitung parameter karakteristik tanah. Sementara itu, proses pengeringan sampel tanah yang tidak terkandung bahan alami dapat dilakukan dengan memanaskan di atas kompor atau membakarnya setelah disiram dengan spirtus. Proses penimbangan dan pengeringan dilakukan berulang kali hingga mencapai berat yang konstan (Kusuma dkk., 2016). Kadar air dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.2.



$$\text{Kadar air } (w) = \frac{Ww}{Ws} = \frac{W2-W1}{W3-W1} \times 100\% \quad (2.2)$$

Dengan :

$w$  : Kadar air (%)

$W1$  : Berat cawan kosong (gram)

$W2$  : Berat cawan + tanah basah (gram)

$W3$  : Berat cawan + tanah kering (gram)

### 2.3.2 Berat Volume

Metode pengujian ini digunakan untuk menghasilkan nilai densitas tanah yang menunjukkan perbandingan antara berat tanah dalam keadaan basah dengan volumenya, yang diukur dalam  $\text{gram/cm}^3$ . Pengujian ini dilakukan secara simultan dengan pengujian sifat fisik lainnya. Untuk melakukan pengujian ini, gunakan metode silinder tipis yang dimasukkan ke dalam sampel tanah. Perhitungan densitas atau berat isi tanah dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.3 dan 2.4.

$$\text{Berat isi tanah basah} : \gamma_{wet} = \frac{W2-W1}{v} \quad (2.3)$$

$$\text{Berat isi tanah kering} : \gamma_{dry} = \frac{\gamma_{wet}}{1+W} \quad (2.4)$$

Dengan :

$w$  : Kadar air (%)

$W1$  : Berat cincin (gram)

$W2$  : Berat cincin + tanah (gram)

$V$  : Volume tanah = volume dalam cincin ( $\text{cm}^3$ )

### 2.3.3 Berat jenis (*Specific Weight*)

Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan *specific weight* zat dengan massa air terhadap volumenya. Menurut Kusuma dkk. (2020), Pengujian ini dapat dilakukan dengan alat piknometer yang dapat ditemukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram. Hasil pengujian berat jenis tanah juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis tanah yang sedang diuji. Perhitungan berat jenis dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2.5.

$$G = \frac{W2-W1}{(W4-W1)-(W3-W2)} \quad (2.5)$$

Dengan :

G : Berat jenis tanah

W1 : Berat piknometer kosong (gram)

W2 : Berat piknometer + tanah kering (gram)

W3 : Berat piknometer + tanah + air (gram)

W4 : Berat piknometer + air (gram)

#### **2.3.4 Analisa Saringan dan Hidrometer**

Analisis saringan tanah adalah proses untuk mengukur proporsi berat butiran tanah pada setiap saringan dengan diameter lubang yang spesifik. Dalam pengujian ini, saringan dengan lubang berukuran berbeda ditata dengan rapi, dengan saringan terbesar ditempatkan pada bagian atas yang lebih kecil. Menurut Kusuma dkk, (2020) metode penyaringan umumnya digunakan untuk mengukur partikel dengan memperhatikan batas minimum ukuran lubang saringan yang akan digunakan. Hal ini dilakukan secara langsung untuk memisahkan butiran berdasarkan ukuran.

Selain itu, analisis hidrometer juga digunakan untuk mengevaluasi distribusi ukuran butir tanah dengan menggunakan metode sedimentasi dalam air. Analisis hidrometer berfungsi untuk mengidentifikasi fraksi butiran halus dalam tanah dan memperoleh informasi tentang pembagian ukuran butir tanah.

#### **2.3.5 Batas Atterberg**

Atterberg (1911) memperkenalkan metode untuk mengilustrasikan batas konsistensi tanah berbutir halus berdasarkan kadar air. Batasannya yaitu batas cair dan batas plastis.

- *Batas Cair (Liquid Limit)*

Batas cair adalah kadar air minimum pada saat transisi tanah dari keadaan cair ke keadaan plastis. Nilai batas cair digunakan untuk menentukan sifat dan klasifikasi tanah. Untuk menentukan batas cair, tanah yang berhasil

melewati saringan dengan ukuran lubang No. 40 yang ditambah air suling dan diletakkan dalam cangkir Casagrande. Setelah itu, Batas Cair dimainkan, dengan pukulan yang dibutuhkan untuk menutup alur tanah dihitung. Setengah isi tanah tersebut kemudian diambil dan dikeringkan kedalam oven selama 1 hari untuk mengukur kadar airnya. (Kusuma dkk., 2016).

- Batas Plastis (*Plastic Limit*)

*Plastic Limit* (PL) merupakan titik di mana tanah berubah karakter, berpindah dari *fleksibel* seperti plastisin menjadi lebih padat. Penyelesaian batas plastis melibatkan selisih presentase air dengan massa kering sampel tanah. Dalam proses pengujian ini, sampel tanah yang telah melewati proses penyaringan menggunakan 0,425 mm (atau saringan No. 40) diambil sebagai objek eksperimen. Kemudian, sampel tersebut dicampur dengan air suling atau air mineral hingga mencapai keadaan yang plastis dan dapat digulung seperti benang dengan diameter 3 mm. Penggulungan ini bisa dilakukan dengan cermat secara manual ataupun dengan bantuan alat canggih yang diciptakan untuk penggulung batas plastis (metode alternatif). Jika sudah diameter 3mm, sampel tanah yang diambil kembali dipilih mengukur kadar airnya. Selanjutnya, untuk mencari nilai indeks plastisitas (IP), gunakan Persamaan 2.6 sebagai berikut:

$$\text{Batas plastis (PI)} = LL - PL \quad (2.6)$$

Dengan :

*IP* : Indeks Plastisitas

*LL* : Batas Cair

*PL* : Batas Plastis

## 2.3 Sifat Mekanik

Sifat mekanik mengacu karakteristik perilaku teknis dan massa mekanis tanah saat diberi tekanan atau gaya.

### 2.4.1 Pemadatan

Uji pemadatan merupakan suatu metode pengujian yang digunakan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan berat volume tanah, serta untuk mengevaluasi kekakuan tanah agar memenuhi persyaratan tertentu. Meskipun uji pemadatan tidak termasuk dalam Pengujian sifat mekanik tanah secara khusus sangat penting dilakukan karena memiliki fungsi utama dalam mencapai tingkat keseimbangan yang digunakan kedalam uji CBR (*California Bearing Ratio*), yaitu dalam kondisi terendam maupun tidak terendam. Selain itu, pemadatan tanah juga memainkan peran penting dalam mengurangi nilai penurunan tidak diharapkan.

Tanah sebagai bahan konstruksi dalam struktur seperti bendungan tanah, dan jalan permukaan harus mengalami proses pemadatan untuk meningkatkan sifat-sifatnya dan mencegah dampak buruk pada konstruksi. Proses pemadatan bertujuan untuk mencapai kepadatan yang optimal. Untuk mengukur kepadatan tanah, perhitungan melibatkan pengukuran kadar air, massa volume lembab tanah, dan massa volume kering tanah (Bawata dkk, 2015).

Berat volume basah dan volume kering dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.8 dan 2.9 sebagai berikut:

$$\text{Berat volume basah tanah } \gamma_b = \frac{W2-W1}{V} \text{ gram/cm}^3 \quad (2.8)$$

$$\text{Berat volume kering } \gamma_d = \frac{\gamma_b}{1+W} \text{ gram/cm}^3 \quad (2.9)$$

Dengan :

$\gamma_b$ : Berat volume basah

$\gamma_d$  : Berat volume kering

$W1$  : Berat silinder kosong (gram)

$W2$  : Berat silinder isi tanah basah (gram)

$V$  : Volume silinder (cm<sup>3</sup>)

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

(*California Bearing Ratio*) merupakan selisih beban penetrasi yang diberikan pada lapisan tanah dengan bahan standar, dengan menggunakan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Prosedur uji CBR ini ditetapkan spesifik didalam standar SNI 1744-2012.



Pengujian ini bertujuan untuk menentukan hubungan antara kadar air dengan kepadatan tanah. Metode CBR (*California Bearing Ratio*) merupakan Penggunaan kombinasi eksperimen pembebanan penetrasi, yang dapat dilakukan di lapangan maupun di laboratorium, membuka peluang luas. Melalui pemeriksaan CBR, nilai tanah yang terkait dengan karakteristik yang relevan dapat diidentifikasi dan dianalisis dengan cermat ditetapkan pada kadar air tertentu selama pengujian.

Dalam merancang jalan di Indonesia perlu mengacu pada standar Standar Nasional Indonesia (SNI) terkait dengan perencanaan dan konstruksi jalan. SNI yang terkait dengan daya dukung tanah dan CBR adalah SNI 1745:2011 tentang tata cara perhitungan struktur perkerasan jalan raya. Kondisi kelembapan tanah juga harus dipertimbangkan dengan cermat karena dapat mempengaruhi daya dukung tanah. Kondisi kelembapan yang berlebihan atau periode musim hujan yang panjang dapat mengurangi daya dukung tanah, sementara kondisi kekeringan yang parah juga dapat memengaruhi stabilitas pada tanah.

Dalam tahap perencanaan jalan baru yang inovatif, ketebalan perkerasan dapat dihasilkan melalui suatu pendekatan yang penuh kreativitas yaitu dengan mempertimbangkan presentase (*California Bearing Ratio*) dari tanah yang telah mengalami proses pemadatan. Manfaat dari nilai CBR ini adalah sebagai evaluasi terhadap potensi tanah dalam menjadi lapisan subbase atau base yang ideal dalam perkerasan jalan dan landasan bandara.

Pada perencanaan jalan baru, tebal perkerasan bisa ditentukan dengan menggunakan nilai CBR yang telah dipadatkan. Nilai CBR digunakan untuk mengevaluasi kemampuan tanah, terutama sebagai subbase atau base untuk perkerasan jalan dan lapangan terbang. Perhitungan nilai CBR sama halnya dengan perhitungan kadar air serta berat volume kering pada uji pemadatan tanah. Perbedaannya terletak pada perhitungan penetrasi CBR laboratorium yang dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.10 dan 2.11 dibawah ini.

$$\text{Penetrasi } 0,1'' \text{ (2,5 mm) } CBR = \frac{P_1}{3 \times 100} \times 100\% \quad (2.10)$$

$$\text{Penetrasi } 0,2'' \text{ (2,5 mm) } CBR = \frac{P_1}{3 \times 100} \times 100\% \quad (2.11)$$

Dengan :

P1 = Pembacaan arloji untuk penetrasi 0,1

P2 = Pembacaan arloji untuk penetrasi 0,2

**Tabel 2.4** Pengelompokan tanah berdasarkan nilai CBR

| CBR (%) | Tingkatan umum       | Kegunaan               |
|---------|----------------------|------------------------|
| 0-3     | Sangat rendah        | <i>Subgrade</i>        |
| 3-7     | Rendah sampai sedang | <i>Subgrade</i>        |
| 7-20    | Sedang               | <i>Subbase</i>         |
| 20-50   | Baik                 | <i>Base or Subbase</i> |
| > 50    | Sangat baik          | <i>Base</i>            |

Sumber : Bowles, 1992

Keadaan dasar tanah menjadi lebih bagus jika nilai CBR (*California Bearing Ratio*) semakin naik. Jika nilai CBR asli tanah rendah, maka jalan akan lebih rentan terhadap kerusakan. Untuk meningkatkan nilai CBR, diperlukan pemadatan tanah dengan memperhatikan kadar air optimum dan berat volume kering maksimum.

Pengujian CBR dilakukan untuk menentukan nilai CBR pada berbagai jenis bahan seperti tanah dan agregat yang telah dipadatkan, dengan menggunakan kadar air yang sesuai yang telah ditentukan di laboratorium.

Pengujian CBR pada rendaman melibatkan proses penetrasi air ke dalam pori-pori tanah, yang menyebabkan perubahan volume tanah. Besar perubahan volume ini dinyatakan dalam bentuk perbandingan proporsi perubahan sebelum dan sesudah direndam, yang diukur dengan persen dan dihitung menggunakan persamaan 2.12 berikut:

$$\text{Pengembangan (\%)} = \frac{S}{H} \times 100\% \quad (2.12)$$

Dengan :

S = Pembacaan dial

H = Tinggi benda uji awal

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel tanah lempung sebagai bahan penelitian sifat fisik dan mekanik tanah terletak di Desa Lenteng Kecamatan Sakra Timur Kabupaten Lombok Timur. Untuk lebih jelas lokasi pengambilan sampel penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.1** sebagai berikut :



**Gambar 3.1** Peta lokasi pengambilan sampel tanah

*Sumber : google eart 2023*

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram yang terletak di Jalan KH. Ahmad Dahlan No.1, Kelurahan Pagesangan, Kecamatan Mataram, Kota Mataram, Provinsi Nusa Tenggara Barat.

#### 3.2 Alat Dan Bahan Penelitian

##### 3.2.1 Alat

Beberapa alat yang digunakan dalam pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah, Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram tersedia di sana, yaitu :

### 1. Saringan.

merupakan sebuah alat dengan bertujuan mengklasifikasi dan memisahkan partikel-partikel tanah atau batuan berdasarkan ukurannya. Dalam penelitian ini, digunakan berbagai jenis saringan dengan rentang ukuran dari 37.5 mm hingga 0.075 mm. Fungsi utama saringan tersebut adalah untuk menyortir butiran-butiran berdasarkan gradasi yang diinginkan. Peralatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah ini.



**Gambar 3.2** saringan

### 2. Timbangan

Dalam pengujian ini, menggunakan dua timbangan digital dengan tingkat ketelitian yang berbeda. Ketelitian 0,01 gram digunakan untuk menimbang sampel dengan berat maksimal 200 gram, sedangkan ketelitian 0,1 gram digunakan untuk menimbang sampel dengan massa lebih 200 gram. Alat yang di gunakan selama pengujian ini adalah timbangan digital yang akurat dan mampu memberikan pengukuran yang presisi. Peralatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.3 dibawah ini.





**Gambar 3.3** Timbangan Ketelitian 0,01 gram



**Gambar 3.4** timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

### 3. *Mold/Cetakan*

Pada pengujian *proctor* dan pengujian CBR, cetakan yang digunakan terdiri dari tiga komponen utama, yaitu cetakan alas, cetakan leher, dan cetakan bagian badan. Cetakan berperan sebagai wadah untuk menempatkan sampel tanah yang akan diuji. Peralatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.5 dibawah ini.



**Gambar 3.5** *Mold/Cetakan*

4. Sendok dan baskom pencampuran

Alat ini digunakan untuk memindahkan sampel ke lokasi dan proses pencampuran sampel bersama udara untuk menciptakan campuran yang merata, digunakan alat seperti yang ditunjukkan pada. Peralatan tersebut berguna untuk memudahkan pemindahan sampel dan mencampurkannya dengan udara secara efisien. Peralatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.6 dibawah ini.



**Gambar 3.6** Centongan dan baskom pencampuran

4. Cawan

Cawan yang digunakan dalam pengujian ini adalah jenis cawan yang tahan dengan kekuatan dan ketahanan terhadap karat. Cawan tersebut dirancang untuk mampu menahan dalam kondisi ekstrem yaitu panas, pendinginan, dan beban berat. Peralatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.7 dibawah ini.



**Gambar 3.7**Cawan

#### 6. Pisau Perata

Alat ini umumnya terdiri dari bilah logam pipih yang digunakan untuk meratakan dan mencampur material, serta memiliki gagang yang terbuat dari bahan plastik untuk kenyamanan pengguna. Pisau perata yaitu di dibawah ini. Peralatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.8 dibawah ini.



**Gambar 3.8** Pisau Perata

#### 7. Penumbuk

Penumbuk merupakan alat yang digunakan untuk pengujian sifat mekanik tanah termaksud pengujian pemadatan dan CBR (*California Bearing Ratio*). Peralatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.9 dibawah ini.



**Gambar 3.9** Penumbuk

#### 8. Jangka sorong

Jangka sorong adalah alat yang digunakan dalam penelitian untuk mengukur jarak, tinggi, dan diameter benda uji serta peralatan lainnya. Alat ini sangat berguna dalam mengumpulkan hasil yang diperlukan dalam penelitian. Peralatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.10 dibawah ini.



**Gambar 3.10** Jangka sorong

#### 9. Dial guage

*Dial gauge*, juga dikenal sebagai alat pengukur dial, digunakan untuk mengukur pengembangan tanah selama pengujian CBR rendaman selama 4 hari. Alat ini memungkinkan pengukuran presisi dari perubahan dimensi atau pergerakan yang terjadi pada tanah selama proses pengujian. Peralatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.11 dibawah ini.





**Gambar 3.11** Dial guage

10. Oven pengering

Alat ini digunakan dalam penelitian yaitu mengeringkan sampel dengan maksud menurunkan kandungan air yang ada di dalamnya. Oven ini memungkinkan pengeringan dilakukan pada suhu yang dapat diatur sesuai dengan persyaratan penelitian. Peralatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.12 dibawah ini.



**Gambar 3.12** Oven pengering

11. Cawan porselen (mortar)

Cawan porselen adalah alat yang digunakan sebagai tempat untuk mencampur benda uji dengan zat kimia atau bahan lainnya untuk kebutuhan pengujian. Cawan ini terbuat dari bahan porselen yang tahan

terhadap suhu tinggi dan reaktif terhadap bahan kimia. Peralatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.13 dibawah ini.



**Gambar 3.13** Cawan porselin

#### 12. Alat cassagrande

adalah alat yang digunakan dalam pengujian *Liquid limit*. Peralatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.14 dibawah ini.



**Gambar 3.14** Alat cassagrand

#### 13. Piknometer

Piknometer dalam penelitian ini merupakan botol ukur yang terbuat dari kaca dengan ruang tampung 100mL. Piknometer ini dirancang untuk dapat bertahan pada suhu panas/tinggi tertentu. Peralatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.15 dibawah ini.



**Gambar 3.15** Piknometer

14. Alat penguji penetrasi CBR laboratorium

Alat penetrasi umumnya alat uji CBR tanah. Alat ini biasanya berupa sebuah penetrator atau penetrometer yang digunakan untuk menentukan resistansi tanah terhadap penetrasi. Dalam pengujian nilai CBR, alat penguji penetrasi digunakan untuk mengukur kedalaman penetrasi pada sampel tanah dan digunakan untuk menghitung nilai CBR yang sesuai. Peralatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.15 dibawah ini.



**Gambar 3.16** Alat penguji penetrasi CBR laboratorium

### **3.2.2 Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel tanah lempung, semen portland tipe 1 dan serbuk bata yang akan dilakukan pengujian.

1. Tanah lempung yang akan diuji memiliki sifat kembang susut. Sampel tanah yang digunakan dalam pengujian ini berasal dari Desa Lenteng, Kecamatan Sakra Timur, Kabupaten Lombok Timur. Pengambilan sampel dilakukan pada kedalaman 30-50 cm, kemudian sampel tanah dikeringkan dengan menjemurnya dan diayak menggunakan saringan no.4 untuk mendapatkan butiran yang sesuai dengan kebutuhan pengujian.
2. Semen Portland Tipe 1 dan Serbuk bata dalam pengujian ini adalah sebagai bahan stabilisasi dari tanah lempung. Serbuk batu bata yang digunakan berasal dari bahan bangunan yang sudah tidak digunakan. Serbuk batu bata ditumbuk dan disaring menggunakan saringan no.200

### **3.3 Uji Fisik Tanah**

Pada pengujian sifat fisik tanah ini, beberapa uji yang dilakukan meliputi uji kadar air, batas plastis, batas cair, batas susut, berat jenis tanah, hidrometer, dan analisis saringan. Benda uji yang digunakan terdiri dari tanah yang lolos saringan no. 40, serta tanah asli yang diambil dari lokasi pengambilan sampel pada kedalaman 30-50 cm.

#### **3.3.1. Pengujian kadar air**

Pengujian ini dilakukan sebagai langkah pertama untuk menentukan keadaan air atau kadar air tanah yang terdapat dalam benda uji yang akan diuji. Berikut ini adalah langkah-langkah dan peralatan yang digunakan dalam pengujian tersebut:

1. Alat yang digunakan:
  - a. Oven dengan suhu dapat diatur konstan pada 105 – 100°C.
  - b. Timbangan dengan ketelitian 0,01.
  - c. Desikator.
  - d. Cawan timbang tertutup, terbuat dari gelas atau logam tahan karat.



## 2. Pelaksanaan:

- a. Bersihkan dan keringkan cawan kosong. Timbang cawan kosong tersebut untuk mendapatkan berat cawan kosong (W1).
- b. Siapkan sampel tanah uji kadar air. Masukkan contoh tanah (basah) ke dalam cawan kosong yang telah ditimbang sebelumnya, kemudian timbang sebagai berat cawan + tanah basah (W2).
- c. Tempatkan sampel tanah uji (basah) ke dalam oven dengan suhu (105 – 100°C) selama 16 sampai 24 jam dengan cawan terbuka. Pasang tutupan cawan di bawah cawan dengan menggunakan kertas penanda kode pembeda untuk masing-masing cawan. Setelah itu, ambil cawan dengan tanah kering dari dalam oven dan biarkan mendingin dalam desikator.
- d. Setelah tanah tidak panas lagi, timbang berat cawan + tanah kering (W3).
- e. Dengan mengikuti langkah-langkah tersebut, akan diperoleh data berat cawan kosong (W1), berat cawan + tanah basah (W2), dan berat cawan + tanah kering (W3) yang nantinya akan digunakan untuk menghitung kadar air tanah.

### 3.3.2 Uji berat volume

Untuk mendapatkan berat isi tanah, yang merupakan perbandingan antara berat tanah basah dengan volumenya dalam  $\text{gr/cm}^3$ , dilakukan dengan uji berat volume. Namun perlu diperhatikan bahwa metode ini hanya dapat dilakukan pada jenis tanah yang tidak lepas berpasir atau tidak terdapat banyak kerikil. Berikut adalah tahapan pelaksanaan uji berat volume tanah:

- a. Ambil cincin uji, lalu bersihkan dan timbang beratnya (W1).
- b. Letakkan bagian tajam cincin di permukaan tanah dan tekan dengan hati-hati hingga tanah masuk seluruhnya ke dalam cincin.
- c. Potong dan rata kedua sisinya dengan menggunakan pisau.
- d. Jika terdapat lubang kecil, tambal dengan menggunakan tanah yang sama

- e. Bersihkan sisa-sisa tanah yang menempel pada bagian luar cincin, kemudian timbang cincin beserta tanah di dalamnya.
- f. Menghitung volume tanah dengan mengukur dimensi dalam cincin dengan ketelitian 0,01 cm.
- g. Setelah selesai bersihkan peralatan yang digunakan dan simpan kembali pada tempatnya.
- h. Dengan mengikuti tahapan-tahapan di atas, akan memastikan bahwa uji berat volume tanah dilakukan dengan benar dan sesuai prosedur.

### 3.3.3 Uji berat jenis

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui massa jenis tanah yang menjadi sampel uji. Massa jenis tanah merupakan selisih berat butir dengan berat air pada volume yang sama di suhu tertentu pada suhu 27,5°C. Berikut langkah-langkahnya pengujian:

- a. Bersihkan piknometer baik bagian luar maupun dalam, lalu keringkan. Timbang piknometer kosong untuk mendapatkan beratnya (W1).
- b. Hancurkan contoh tanah dalam cawan porselen menggunakan pestel, lalu keringkan dalam oven. Ambil tanah kering dari oven dan masukkan langsung ke dalam piknometer yang sudah ditutup, kemudian timbang berat piknometer beserta tanah kering (W2).
- c. Isi 10 cc air ke dalam piknometer, pastikan tanah terendam sepenuhnya, dan biarkan selama 2-10 jam.
- d. Tambahkan air destilasi hingga sekitar setengah atau dua pertiga piknometer terisi penuh. Pastikan udara yang terperangkap di antara butiran-butiran tanah dikeluarkan dengan salah satu metode berikut
  - Masukkan piknometer berisi air dan tanah ke dalam ruang tertutup yang di-vacuum menggunakan pompa vakum dengan tekanan tidak melebihi 100 mmHg, sehingga gelembung udara keluar dan berubah menjadi air bersih.

- Rebus piknometer dengan hati-hati selama sekitar 10 menit, sesekali miringkan piknometer untuk membantu udara keluar, lalu dinginkan.
- e. Isi piknometer dengan air destilasi hingga penuh, lalu tutup. Keringkan bagian luar piknometer dengan kain kering. Timbang berat piknometer beserta tanah dan air (W3). Ukur suhu air dalam piknometer menggunakan termometer ( $T^{\circ}\text{C}$ ).
- f. Kosongkan dan bersihkan piknometer, lalu isi dengan air destilasi bebas udara di dalam tutupnya. Bersihkan bagian luar piknometer dengan kain kering. Timbang berat piknometer beserta air (W4). Proses ini harus dilakukan sesegera mungkin setelah tahap (poin e) selesai dijalankan.

#### **3.3.4. Uji Analisa Saringan Dan Hidrometer**

Uji analisis saringan dan hidrometer digunakan untuk menentukan ukuran butiran agregat tanah sesuai dengan ukuran saringan yang digunakan dalam penelitian ini. Selain itu, analisis saringan dan hidrometer juga membantu dalam mengklasifikasikan jenis tanah. Berikut ini adalah langkah-langkah pengujian analisis saringan dan hidrometer:

- a. Persiapkan 50 gram tanah untuk pengujian.
- b. Periksa dan koreksi miniskus serta koreksi nol pada alat hidrometer tipe 152 H dengan cara memasukkan alat ke dalam tabung kontrol dan mencatat pembacaannya.
- c. Kombinasikan tanah dan larutan dispersi yang telah direndam selama sekitar 18 jam ke dalam cangkir mixer. Gunakan pipet untuk menambahkan air suling secara perlahan hingga mencapai sekitar  $2/3$  dari volume mixer cup. Aduk rata campuran selama sekitar 10 menit. Kemudian, pindahkan campuran dari mixer cup ke dalam jar hidrometer, dan tambahkan air suling hingga mencapai volume total 1000 ml. Tutup tabung dengan karet penutup dan goyangkan secara horizontal selama sekitar satu menit hingga campuran homogen.

- d. Tabung ditempatkan dengan hati-hati dan hidrometer tipe 152 H dimasukkan segera setelah itu. Baca pengukuran awal hidrometer (R1) pada menit pertama, lalu catat pengukuran pada setiap menit berikutnya.
- e. Setiap kali membaca hidrometer, jangan lupa mencatat suhu di dalam tabung kontrol. Setelah mencatat semua sampel, tuangkan larutan dari setiap sampel ke dalam saringan No.200 tanpa mencampurnya. Butiran tanah yang tersaring akan digunakan untuk eksperimen analisis saringan berikutnya.
- f. Butiran tanah yang tertinggal di saringan dikeringkan dalam oven selama sekitar 2 jam. Setelah tanah benar-benar kering, susun butiran tersebut dalam urutan sesuai ukuran saringan yang telah ditentukan. Gunakan Sieve Shaker untuk mengayak butiran selama sekitar 10 menit.

### **3.3.5 Pengujian batas cair**

Pengujian ini adalah proses untuk menentukan kadar air di mana berada tanah pada transisi yang diperiksa menggunakan alat Casagrande. Berikut ini adalah pelaksanaan pengujian batas cair tanah yang dapat diikuti :

- a. Ambil sampel tanah sekitar  $\pm 200$  gram dan letakkan di dalam mangkuk porselen. Campurkan tanah dengan air destilasi sebanyak 15cc-20cc. Aduk, tekan, dan tusuk tanah dengan spatel. Jika perlu, tambahkan sedikit air sekitar 1cc-3cc dan terus aduk hingga campuran tanah dan air merata.
- b. Setelah campuran tanah dan air merata, ambil sebagian tanah tersebut dan letakkan ke dalam mangkuk Casagrande. Gunakan spatel untuk meratakan dan menekan tanah dengan baik, sehingga tidak ada rongga atau gelembung udara di dalam tanah. Ratakan permukaan tanah dan buatlah datar dengan ujung depan mangkuk. Kembalikan tanah yang berlebih ke dalam mangkuk porselen.
- c. Gunakan alat pembarut untuk membuat alur lurus di garis tengah mangkuk Casagrande sejajar dengan sumbu alat. Alur harus baik dan tajam, dengan ukuran yang sesuai dengan alat pembarut. Agar terhindar dari alur yang buruk atau pergeseran tanah dalam mangkuk Casagrande, gerakkan



pembarut maju dan mundur beberapa kali dengan sedikit lebih dalam setiap gerakan.

- d. Putar pemutar sehingga mangkuk Casagrande terangkat dan jatuh ke alasnya dengan kecepatan 2 putaran per detik, hingga kedua bagian tanah bertemu sepanjang sekitar 12,7mm (1/2") Catat jumlah pukulan yang diperlukan untuk mencapai titik ini.
- e. Jumlah pukulan yang diperlukan seharusnya berkisar antara 30-40 pukulan. Jika lebih dari 40 pukulan, berarti tanah terlalu kering. Dalam hal ini, tanah dari mangkuk Casagrande harus diretur ke dalam mangkuk porselen. Tambahkan air sedikit demi sedikit dan aduk hingga merata seperti pada proses sebelumnya.
- f. Cuci mangkuk Casagrande dengan air dan keringkan dengan kain. Kemudian ulangi langkah-langkah dari b hingga d.
- g. Ambil sebagian tanah dari mangkuk Casagrande dengan spatel secara melintang tegak lurus terhadap alur, termasuk bagian tanah yang bertemu. Periksa kadar air tanah tersebut.
- h. Ambil sisa tanah yang masih ada di dalam mangkuk porselen dan tambahkan air sedikit demi sedikit sambil diaduk secara merata. Cuci dan keringkan mangkuk Casagrande.
- i. Ulangi langkah-langkah dari b, c, d, g, dan h hingga Anda memperoleh 3 atau 4 data hubungan antara kadar udara dan jumlah pukulan antara dari 15 hingga 35 pukulan, dengan selisih yang hampir sama. Percobaan ini harus dilakukan mulai dari keadaan tanah yang kurang cair hingga semakin cair.

#### **3.3.4 Uji batas plastis dan indeks plastisitas tanah**

Pengujian ini digunakan agar mengetahui kadar air minimum yang diperlukan agar suatu kondisinya mencapai tahap plastis. Jika tanah dapat digulung menjadi bola, tidak menempel di bawah tekanan manual, dan retak saat dipelintir menjadi batang berdiameter 3 mm, dikatakan plastis.. Perbedaan antara batas cair dan batas plastis tanah dikenal sebagai indeks plastisitas. Langkah-

langkah penentuan indeks plastisitas dan batas plastis tanah adalah sebagai berikut:

- a. Masukkan sedikit air ke dalam cangkir porselen dengan sampel tanah. Aduk rata. Pastikan tanah memiliki kelembapan yang cukup untuk menjadi plastis, artinya dapat dengan mudah dibentuk menjadi bola dan tidak hancur.
- b. Ambil sampel tanah seberat 8 gram dengan diameter 13 mm, peras, dan bentuk menjadi bola atau ellipsoid. Agar batang dengan diameter yang konsisten terbentuk, gulung spesimen di atas pelat kaca datar dengan kekuatan yang cukup. Dengan kecepatan sekitar setengah detik per gerakan bolak-balik, operasi penggilingan dilakukan
- c. Jika setelah penggilingan batang memiliki diameter sekitar 3 mm (bandingkan dengan batang kawat pembanding) dan masih terasa licin, ambil dan potong menjadi 6 hingga 8 bagian, lalu peras hingga bulat. Jalankan penggilingan sama dengan sebelumnya. Jika hasil penggilingan menghasilkan batang dengan diameter 3 mm dan masih terasa licin, ulangi proses remas dan bentuk menjadi bola, lalu giling kembali. Ulangi proses ini hingga batang tanah tampak retak-retak dan tidak dapat digiling lagi menjadi batang yang lebih kecil, meski belum mencapai diameter 3 mm.
- d. Kumpulkan tanah yang telah retak-retak atau terputus-terputus tersebut, dan segera lakukan pemeriksaan kadar air.

### **3.4 Uji Sifat Mekanik Tanah**

#### **3.4.1 Uji pemadatan standar Proctor**

Pengujian menggunakan tanah lempung sebagai bahan uji untuk uji proctor. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menganalisis sifat mekanik tanah dalam kondisi kadar air tertentu, serta berat isi kering tanah asli maupun setelah dicampur. Berikut adalah langkah-langkah dalam pengujian ini:

1. Persiapan Alat:
  - a. Cetakan (alat cetak).
  - b. Hammer berat 2,5 lbs, dengan tinggi jatuh 30 cm.

- c. Plat baja pemotong.
- d. Plat besi penggaris.
- e. Jangka sorong.

2. Langkah Pengujian:

- a. Siapkan mould, collar (bagian tambahan pada mould), dan base plate (plat dasar).
- b. Timbang cetakan dan ukur dimensinya untuk mengetahui volume tanah setelah pemadatan.
- c. Oleskan sedikit minyak pada bagian dalam cetakan agar tanah mudah dikeluarkan. Masukkan sampel tanah ke dalam cetakan, dengan perkiraan jumlah yang memungkinkan tinggi sampel mencapai  $\frac{1}{3}$  tinggi cetakan (karena akan ada 3 lapisan pemadatan).
- d. Tumbuk tanah dengan hammer seberat 2,5 lbs sebanyak 25 kali pada setiap lapisan, secara merata.
- e. Setelah pemadatan lapisan ketiga selesai, buka kerah dan ratakan kelebihan tanah pada cetakan dengan plat pemotong.
- f. Timbang berat tanah beserta cetakan.
- g. Keluarkan sampel tanah dari mould menggunakan ekstruder, ambil bagian atas tengah bawah lalu periksa kadar air pada tanah.

Dengan mengikuti langkah-langkah di atas, akan diperoleh informasi mengenai sifat mekanik tanah pada kadar air tertentu dan berat isi kering tanah baik sebelum maupun sesudah dicampur dengan bahan stabilisasi.

### 3.4.2 CBR (*California Bearing ratio*)

Penelitian ini melibatkan pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) setelah pemeraman selama 168 jam dan 336 jam. CBR adalah metode yang digunakan untuk membandingkan beban penetrasi suatu lapisan tanah atau perkerasan dengan bahan standar, dengan menggunakan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Dalam penelitian ini, kadar air optimum yang diperoleh selama pengujian pemadatan tanah digunakan untuk mencampur benda uji. Berikut adalah tahapan pengujian CBR tanah yang telah saya ubah agar terdengar lebih kreatif:

- a. Jika sampel tanah masih lembab, keringkan udara tersebut atau gunakan perangkat pengering dengan suhu maksimal 60°C. Pengeringan dilakukan sampai sampel tanah mudah hancur menjadi butiran tanah.
- b. Saring butiran tanah dengan saringan no.4. Buang butiran besar yang tertahan di atas saringan, kecuali jika masih berupa fragmen yang memerlukan analisis lebih lanjut.
- c. Gunakan butiran tanah yang lolos saringan sebagai benda uji, pastikan jumlahnya mencukupi, minimal 4000 gram untuk setiap benda uji.
- d. Campurkan tanah dengan air sampai mencapai kadar air optimum yang didapatkan dari pengujian pemadatan tanah sebelumnya.
- e. Jika tanah yang diuji adalah lempung, proses pernapasan udara akan terjadi dengan lambat. Untuk tanah lempung, langkah-langkah berikut perlu dilakukan:
  - Setelah dicampur dengan udara, simpan sampel didalam ruang tertutup selama setidaknya setengah hari sebelum melakukan pemadatan.
  - Persiapkan lebih banyak benda uji untuk tanah lempung, mengingat kemungkinan kegagalan dalam pengujian.
- f. Bersihkan silinder pemadatan, timbang, dan catat beratnya (W1) dengan akurasi  $\pm 5$  gram.
- g. Pasang pelat alas dan sambungkan silinder. Saat melakukan penumbukan, pastikan silinder diletakkan pada dasar yang kokoh dan jika perlu, sediakan balok beton dengan berat minimal 91 kg.
- h. Masukkan tanah yang sudah lembab ke dalam silinder dalam lapisan-lapisan dengan ketebalan yang sama (3 lapisan), sehingga mencapai tinggi tanah padat sekitar 0,50 cm di atas silinder utama. Tiap lapisan ditumbuk sejumlah kali tertentu secara merata.
- i. Lakukan penumbukan menggunakan alat penumbuk berat. Pada sampel uji ini, lakukan penumbukan hingga 56 kali per lapis. kemudian penumbukan selesai, lepas bagian atas silinder dengan sambungannya agar lapisan atas tanah pada silinder awal bisa diratakan dengan pisau. Angkat silinder



setelah diratakan dengan plat alasnya, kemudian timbang.

- j. Untuk pengujian CBR tanpa perendaman, sampel uji langsung dibawa ke alat pengujian CBR dan diuji. Selain itu, lakukan juga pengujian nilai CBR dengan perendaman selama 168 dan 336 jam dengan menguji alat penetrasi setelah periode perendaman selesai. Untuk pengujian CBR dengan perendaman, angkat silinder dan buang kertas pembatas antara tanah dan pelat alas tebal yang berfungsi sebagai alas di bagian bawah silinder utama. Pasang kepingan beban.
- k. Setelah itu, pasang alat pengukur perluasan tanah (*dial gauge*) sebagai alat pengukur pengembangan tanah. Atur dan catat pergerakan jarum penunjuk dial gauge. Tempatkan benda uji dalam wadah berisi air, membiarkan udara meresap ke dalam benda uji dengan tinggi air di atas penyangga dial gauge sekitar 2,5 mm.
- l. Setelah 1 jam, catat perluasan tanah yang terjadi. Rendam benda uji selama 4 hari.
- m. Setelah 4 hari (336 jam), keluarkan benda uji dari wadah, lepaskan tangkai besi dari kepingan beban, dan pasang kembali kepingan beban.
- n. Lakukan pengujian dengan meletakkan benda uji pada piring penekan di alat penetrasi CBR. Catat nilai yang ditunjukkan oleh dial gauge pada waktu  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ , 1,  $1\frac{1}{2}$ , 2, 3, 4, 6, 8, dan 10 menit, atau jika alat penetrasi dial gauge menunjukkan 0,32 mm (0,0125 inci), 0,64 mm (0,025 inci), 1,27 mm (0,050 inci), 1,91 mm (0,075 inci), 2,54 mm (0,10 inci), 3,81 mm (0,15 inci), 5,08 mm (0,20 inci), 7,62 mm (0,30 inci), 10,16 mm (0,40 inci), dan 12,70 mm (0,50 inci).
- o. Keluarkan benda uji dan periksa kadar airnya.

### **3.5 Studi pustaka**

Studi pustaka merupakan metode yang digunakan oleh para peneliti untuk mencari referensi yang akan digunakan sebagai dasar pemahaman dalam melakukan penelitian. Studi pustaka memiliki manfaat sebagai sumber informasi tentang data yang terdapat dalam referensi studi pustaka, yang akan menjadi panduan dalam analisis dan tahap pengujian.

### **3.5.1 Pengumpulan data**

Pengumpulan data adalah langkah yang dilakukan dalam proses penelitian untuk mencatat semua hasil pengujian yang relevan. Setelah itu, data yang terkumpul akan melalui proses analisis dan perbandingan dalam tahap pengolahan data

### **3.5.2 Analisis data**

Proses analisis data seringkali menjadi langkah penting dalam penelitian, yang membantu dalam merumuskan strategi penelitian serta menganalisis hasil-hasil pengujian yang diperoleh dari laboratorium. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah yang terletak di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram. Penelitian ini melibatkan serangkaian tahapan pengujian yang mencakup pengujian berat jenis, kadar air, batas Atterberg, kepadatan, dan nilai CBR. Hasil-hasil pengujian ini akan dianalisis secara mendalam untuk mengungkap temuan-temuan yang dihasilkan dari penelitian ini

### **3.5.3 Rancangan penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dengan tujuan untuk mengeksplorasi variasi dalam campuran sampel pengujian dengan membandingkan berbagai variabel sebagai hasil dari penelitian. Fokus dari penelitian ini adalah pencampuran tanah lempung dengan variabel lain yang akan ditentukan dalam penelitian tersebut. Dalam penelitian ini, digunakan semen portland tipe 1 dan serbuk batu bata sebagai bahan campuran. Komposisi bahan campuran semen portland tipe 1 adalah 5%, sementara komposisi campuran serbuk batu bata adalah 0%, 3%, 5%, dan 7%.

### 3.6 Bagan Alir Penelitian

