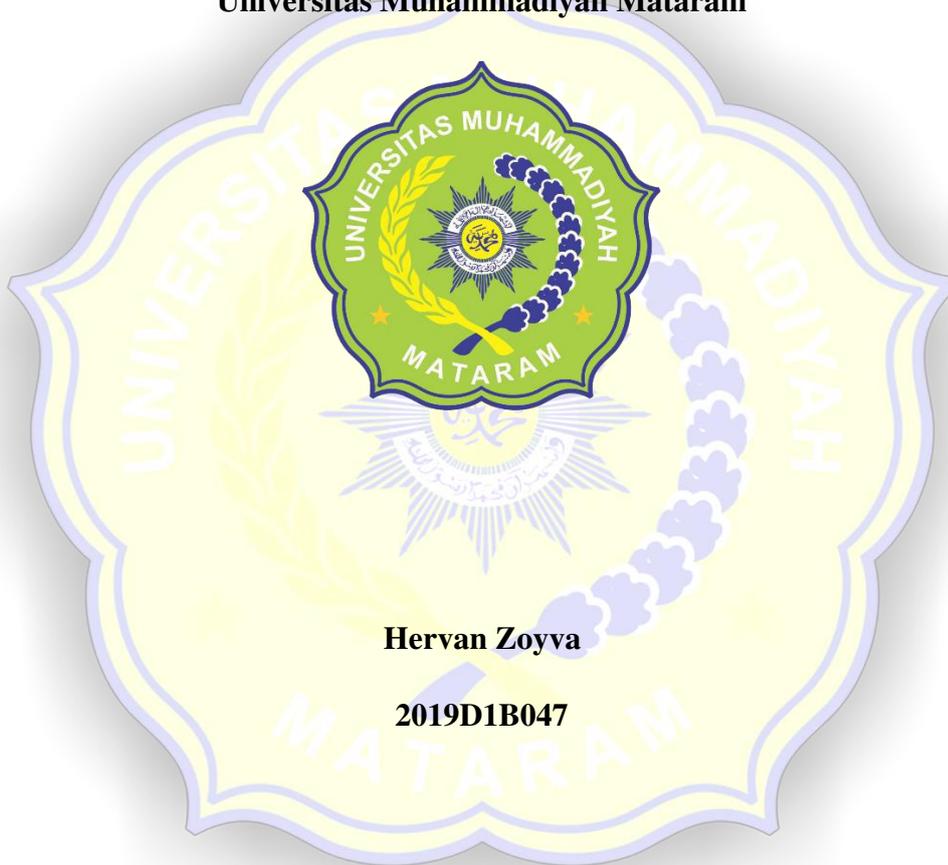


**SKRIPSI**  
**PERBAIKAN SIFAT FISIK DAN MEKANIK TANAH TIMBUNAN**  
**SAMPAH DI DAERAH KEBON KONGOK DENGAN BAHAN**  
**STABILISASI KAPUR**

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



**Hervan Zoyva**

**2019D1B047**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM**

**2023**

**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**PERBAIKAN SIFAT FISIK DAN MEKANIK TANAH TIMBUNAN**  
**SAMPAH DI DAERAH KEBON KONGOK DENGAN BAHAN**  
**STABILISASI KAPUR**

Oleh :

**Hervan Zoyva**

**2019D1B047**

Telah di periksa dan di setujui oleh:

1. Pembimbing Utama

Tanggal: , Oktober 2023



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

**NIDN. 0828087201**

2. Pembimbing Pendamping

Tanggal: , Oktober 2023



**Nurul Hidayati., ST., M.Eng.**

**NIDN. 0815049401**

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Mataram



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

**NIDN. 0806027101**

**HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI**  
**PERBAIKAN SIFAT FISIK DAN MEKANIK TANAH TIMBUNAN**  
**SAMPAH DI DAERAH KEBON KONGOK DENGAN BAHAN**  
**STABILISASI KAPUR**

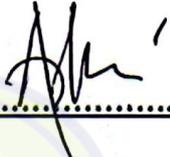
Disusun Oleh :

**Hervan Zoyva**  
**2019D1B047**

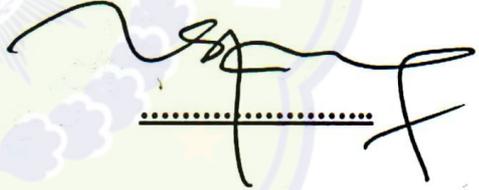
Telah dipertahankan oleh didepan Tim Penguji

Pada Hari/tanggal : , Oktober 2023

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

1. Penguji I : **Dr. Heni Pujiastuti., ST., MT.** 

2. Penguji II : **Nurul Hidayati., ST., M.Eng.** 

3. Penguji III : **Ir. Isfanari., ST., MT.** 

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Mataram



**Dr. H. Aji Syaillendra Ubaidillah., ST., M.Sc.**  
**NIDN. 0806027101**



**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 : Hervan ZOYUA  
 NIM : 201901B047  
 Tempat/Tgl Lahir : Batu keruk, 21 - Oktober - 2001  
 Program Studi : Teknik Sipil  
 Fakultas : TEKNIK  
 No. Hp : 087 861 514 274  
 Email : H20yua@gmail.com

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

Perbaikan Sifat Fisik dan Mekanik tanah timbunan sampah  
di daerah kebun konguk dengan bahan stabilisasi kapur

**Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 46%**

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari Skripsi/KTI/Tesis\* tersebut terdapat indikasi plagiarisme atau bagian dari karya ilmiah milik 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.

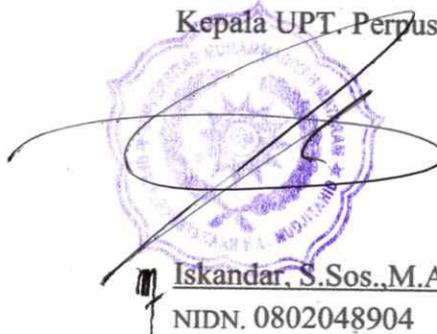
Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Mataram, 10. November.....2023  
 Penulis



Hervan ZOYUA  
 NIM. 201901B047

Mengetahui,  
 Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



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

\*pilih salah satu yang sesuai



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN  
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

UPT. PEPRUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT

Jalan K.H. Ahmad Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram

Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : [upt.perpustakaan@ummat.ac.id](mailto:upt.perpustakaan@ummat.ac.id)

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI KARYA ILMIAH

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

Nama : Hervan Zoyva  
NIM : 201901B047  
Tempat/Tgl Lahir : Batu keruk, 21, Oktober 2001  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : TEKNIK  
No. Hp/Email : 087 861 514 274  
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:

Perbaikan Sifat fisik dan Mekanik tanah timbunan sampah di daerah kebun kongok dengan bahan stabilisasi kapur

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, 10, November 2023

Penulis



Hervan Zoyva  
NIM. 201901B047

Mengetahui,  
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



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

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir/Skripsi dengan judul :

“PERBAIKAN SIFAT FISIK DAN MEKANIK TANAH TIMBUNAN SAMPAH DI DAERAH KEBON KONGOK DENGAN BAHAN STABILISASI KAPUR”

Benar-benar hasil karya saya sendiri dan merupakan bukan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide dan hasil penelitian maupun kutipan baik dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir/Skripsi ini disebut dalam daftar Pustaka. Apabila terbukti kemudian hari bahwa Tugas Akhir/Skripsi ini merupakan hasil plagiasi, saya menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat tanpa tekanan dari pihak manapun dan dengan kesadaran penuh terhadap tanggung jawab dan konsekuensi.

Mataram, 31, Oktober 2023

Yang membuat pernyataan



**Hervan Zoyva**  
**2019D1B047**

## MOTTO

**“Tidak masalah apabila Anda berjalan lambat, asalkan Anda tidak pernah berhenti berusaha”.**

**(Confucius)**

**“Masa depan tergantung pada apa yang kamu lakukan hari ini”.**

**(Mahatma Gandhi)**

**“Sukses tidak untuk orang pemalas”**

**(Hervan Zoyva)**



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah hirobbil alamin, puja beserta puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**Perbaikan sifat fisik dan mekanik tanah timbunan sampah di daerah Kebon Kongok dengan bahan stabilisasi kapur**”, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram (UMMAT).

Menyelesaikan laporan tugas akhir/skripsi ini banyak pihak yang telah membantu, oleh karena itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus kepada:

1. Drs. Abdul Wahab, MA. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Dr. H. Aji Syailendra Ubaidillah., ST., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Adryan Fitrayudha., ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Dr. Heni Pujiastuti., ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Utama.
5. Nurul Hidayati., ST., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Pendamping.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang membangun untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia Geoteknik Teknik Sipil.

## ABSTRAK

Sampah yang tertumpuk di TPA selama bertahun-tahun dengan volume yang cukup besar akan menghasilkan air rembesan sampah (*leachate*) yang mengandung unsur kimiawi yang dapat mencemari dan mempengaruhi kualitas tanah sebagai tempat tumpukan sampah. Kondisi ini kurang menguntungkan bagi konstruksi sipil sehingga diperlukan usaha perbaikan tanah terlebih dahulu. Tujuan pengujian adalah untuk memperbaiki sifat fisik dan mekanik tanah timbunan sampah dengan bahan stabilisasi kapur.

Pengujian yang dilakukan untuk memperbaiki sifat fisik antara lain, Pengujian kadar air, berat isi tanah, berat jenis, batas cair, batas plastis, indeks plastisitas, analisa saringan dan hidrometer, serta pemadatan. Pengujian untuk memperbaiki sifat mekanik antara lain, pengujian CBR (*California bearing ratio*). Dalam penelitian ini digunakan variasi campuran kapur sebagai bahan stabilisasi dengan variasi campuran sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15%. Variasi campuran hanya ditujukan untuk untuk pengujian berat jenis, batas cair, batas plastis, indeks plastisitas, pemadatan dan CBR.

Dari penelitian yang sudah dilaksanakan nilai variasi campuran kadar kapur meningkat pada pengujian berat jenis, sedangkan untuk nilai batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas menurun setiap penambahan variasi kadar kapur. Pada pengujian pemadatan didapatkan nilai berat tanah kering dan kadar kapur optimum meningkat pada variasi campuran 10% namun menurun pada variasi campuran 15%. Hasil nilai CBR tanpa rendaman variasi kapur 0% sebesar 7,04% meningkat menjadi 12,76% pada kadar kapur optimum 10%. Pengujian CBR rendaman mengalami peningkatan nilai sebesar 2,46% dari tanah asli dengan variasi kadar kapur optimum 10%.

**Kata Kunci:** Tanah Timbunan Sampah, Stabilisasi, Kapur, Optimasi.

## ABSTRACT

The accumulation of waste in landfills over years, with a significant volume, generates leachate containing chemical elements that can contaminate and affect the quality of the soil as a waste disposal site. This unfavorable condition hinders civil construction, necessitating soil improvement efforts beforehand. The aim of the testing is to enhance the physical and mechanical properties of the landfill soil using lime stabilization. The tests conducted to enhance the physical properties included water content test, soil weight, specific gravity, liquid limit, plastic limit, plasticity index, sieve and hydrometer analysis, as well as compaction test. The tests conducted to improve the mechanical properties included the California Bearing Ratio (CBR) test. The study used variations of lime mixtures as stabilization materials in proportions of 0%, 5%, 10%, and 15%. The mixture variations were only intended for specific gravity, liquid limit, plastic limit, plasticity index, compaction, and CBR testing. From the conducted study, it was found that the lime content varied during the specific gravity test, while for the liquid limit, plastic limit, and plasticity index, the values decreased with the addition of lime variations. The compaction test indicated an increase in the dry soil weight and optimum lime content at the 10% lime mixture, but decreased at the 15% mixture. The CBR test results without lime variation showed a value of 7.04%, which increased to 12.76% at the optimum 10% lime content. The soaked CBR test experienced an increase of 2.46% from the initial soil condition with the 10% optimum lime content variation.

**Keywords:** Landfill Soil, Stabilization, Lime, Optimization.

MENGESAHKAN  
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA  
MATARAM \_\_\_\_\_

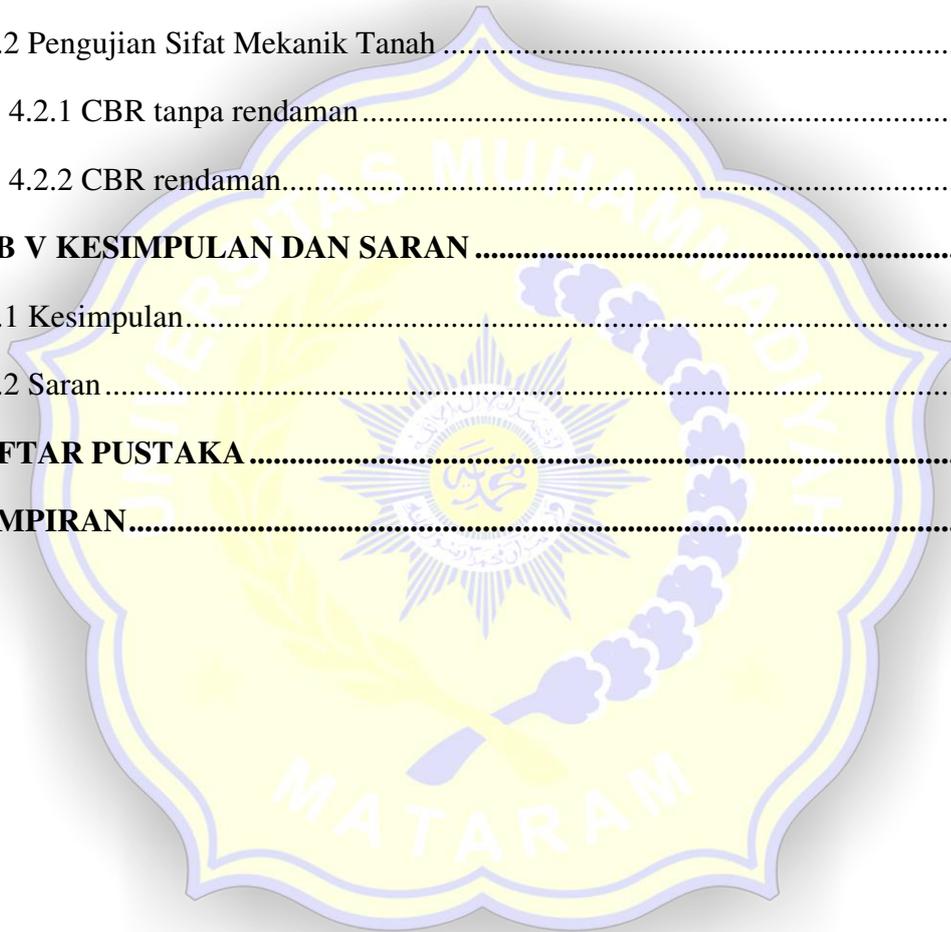


## DAFTAR ISI

COVER .....	i
HALAMAN SAMPUL DEPAN .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI .....	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME .....	v
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	vi
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....	vii
MOTTO .....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
ABSTRAK .....	x
ABSTRACT .....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR NOTASI.....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....</b>	<b>4</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	4

2.1.1 Penelitian Terdahulu.....	4
<b>2.2 Landasan Teori.....</b>	<b>5</b>
2.2.1 Jenis Tanah .....	5
2.2.2 Jenis Kapur .....	6
2.2.3 Sistem klasifikasi ( <i>USCS</i> ).....	7
2.2.4 Sistem klasifikasi <i>AASHTO</i> .....	10
2.2.5 Sifat fisik.....	12
2.2.6 Sifat mekanik.....	15
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
3.1 Lokasi Penelitian .....	18
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	19
3.3 Jenis pengujian .....	26
3.3.1 Uji kadar air .....	26
3.3.2 Uji berat volume .....	28
3.3.3 Uji berat jenis ( <i>Specific gravity</i> ).....	28
3.3.4 Batas <i>Atterberg</i> (batas cair) .....	29
3.3.5 Uji batas plastis dan index plastisitas tanah.....	30
3.3.6 Uji analisa saringan dan hidrometer .....	31
3.3.7 Uji pemadatan standar <i>proctor</i> .....	32
3.3.8 Uji <i>California Bearing Ratio (CBR)</i> .....	34
3.4 Bagan alir penelitian.....	35
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>36</b>
4.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah.....	36
4.1.1 Kadar air .....	36
4.1.2 Berat volume.....	36

4.1.3 Berat jenis ( <i>Specific gravity</i> ).....	37
4.1.4 Distribusi ukuran butir .....	38
4.1.5 Batas cair.....	40
4.1.6 Batas plastis .....	41
4.1.7 Indeks plastisitas .....	42
4.1.8 Uji pemadatan.....	42
4.2 Pengujian Sifat Mekanik Tanah .....	44
4.2.1 CBR tanpa rendaman.....	44
4.2.2 CBR rendaman.....	46
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>48</b>
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran .....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>51</b>



## DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1** Sistem klasifikasi *Unified*
- Tabel 2.2** Sistem klasifikasi *Unified* lanjutan
- Tabel 2.3** Sistem klasifikasi *AASHTO*
- Tabel 2.4** Ukuran ayakan standar *ASTM*
- Tabel 2.5** Nilai indeks plastisitas dan macam tanah
- Tabel 2.6** Nilai tekanan atau beban penetrasi pada material batu pecah
- Tabel 3.1** Berat minimum benda uji kadar air
- Tabel 4.1** Hasil Pengujian kadar air
- Tabel 4.2** Hasil pengujian berat volume tanah
- Tabel 4.3** Hasil pengujian berat jenis (*Spesifi gravity*)
- Tabel 4.4** Hasil pengujian gabungan analisa saringan dan hidrometer
- Tabel 4.5** Hasil pengujian batas cair tanah
- Tabel 4.6** Hasil pengujian batas plastis
- Tabel 4.7** Nilai berat kering dan kadar air optimum pemadatan tanah
- Tabel 4.8** Hasil pengujian CBR tanpa rendaman
- Tabel 4.9** Hasil pengembangan CBR rendaman 4 hari
- Tabel 4.10** Hasil pengujian CBR rendaman variasi campuran kapur

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 3.1** Peta lokasi
- Gambar 3.2** Cawan/ring
- Gambar 3.3** Piknometer
- Gambar 3.4** Saringan
- Gambar 3.5** Pisau perata
- Gambar 3.6** Cawan porselen (mortar)
- Gambar 3.7** Gelas ukur dan pipet ukur
- Gambar 3.8** Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- Gambar 3.9** Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
- Gambar 3.10** Oven pengering
- Gambar 3.11** *Cassagrande*
- Gambar 3.12** Penumbuk
- Gambar 3.13** *Mold*
- Gambar 3.14** Mesin pengujian CBR
- Gambar 3.15** Mesin ayakan
- Gambar 3.16** Bagan alir penelitian
- Gambar 4.1** Grafik hubungan nilai berat jenis dengan penambahan variasi kapur
- Gambar 4.2** Grafik distribusi ukuran butir
- Gambar 4.3** Grafik hubungan nilai batas cair dengan variasi kapur
- Gambar 4.4** Grafik hubungan nilai batas plastis dengan variasi kapur
- Gambar 4.5** Grafik hubungan nilai indeks plastisitas dengan variasi kapur
- Gambar 4.6** Grafik hubungan nilai  $\gamma_{dry}$  dengan variasi kapur
- Gambar 4.7** Grafik hubungan nilai kadar air optimum dengan variasi kapur
- Gambar 4.8** Grafik hubungan nilai CBR dengan variasi kapur
- Gambar 4.9** Grafik hubungan nilai CBR rendaman dengan variasi kapur

## DAFTAR NOTASI

$W$	: Kadar air tanah (%)
$G_s$	: Berat jenis ( <i>Spesifi gravity</i> )
$LL$	: Batas cair tanah (%)
$PL$	: Batas plastis tanah (%)
$IP$	: Indeks plastisitas (%)
$W_1$	: Berat tanah basah dalam cawan (gram)
$W_2$	: Berat tanah kering, oven (gram)
$v$	: Volume silinder (cm <sup>3</sup> )
$\gamma_w$	: Berat volume air (gram/cm <sup>3</sup> )
$CBR$	: <i>California Bearing Ratio</i> (%)
$\gamma_{wet}$	: Berat isi tanah basah (gram/cm <sup>3</sup> )
$\gamma_{dry}$	: Berat isi tanah kering (gram/cm <sup>3</sup> )



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sampah merupakan limbah yang bersifat padat terdiri dari zat organik dan anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan (SNI 19-2454-1991). Menurut Undang-Undang No. 18 Tahun 2008, sampah juga diartikan sebagai sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padatan. Sampah spesifik adalah sampah yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau volumenya memerlukan pengelolaan khusus.

Terjadi penurunan luas lahan yang tersedia untuk pembangunan seiring dengan tumbuhnya pembangunan perkotaan yang intensif. Hal ini mendorong pembangunan ke arah pinggiran kota, sehingga menyebabkan terjadinya konversi lahan yang sebelumnya digunakan untuk persawahan, perkebunan, dan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah menjadi bangunan seperti perkantoran dan perumahan. bahkan sebagai persimpangan jalan raya, jalan raya, gerbang tol, dan moda transit lainnya. Sampah yang dihasilkan manusia, baik sampah domestik maupun industri, dikumpulkan dan dibuang pada tempat tertentu yang disebut Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA).

Tumpukan sampah di permukaan air tanah dapat menyebabkan pencemaran terhadap sumber daya alam tersebut. Penumpukan sampah yang tidak merata akan menimbulkan air lindi yang merupakan faktor utama penurunan kualitas air tanah di sekitar TPA. Ketika cukup banyak sampah yang menumpuk di tempat pembuangan sampah dalam jangka waktu yang lama, air lindi (air rembesan limbah) akan dihasilkan. Air lindi mengandung bahan kimia yang dapat mencemari dan merusak area penyimpanan limbah. Karena situasi yang tidak menguntungkan bagi bangunan sipil ini, maka pekerjaan perbaikan tanah harus dilakukan terlebih dahulu.

Kapur telah dimanfaatkan secara luas sebagai bahan stabilitas tanah dan cukup mudah didapat. Karena *pozzolan* kapur bereaksi dengan partikel tanah,

tanah yang diberi kapur seringkali memiliki kualitas tanah yang lebih tinggi dibandingkan tanah yang tidak diberi kapur. Dengan mempertimbangkan kemungkinan dan potensi penurunan kualitas lahan TPA.

Di Pulau Lombok, seiring dengan kemajuan pembangunan dan bertambahnya jumlah fasilitas transportasi, tempat pembuangan sampah di TPA Kebon Kongok kemungkinan akan digunakan untuk penimbunan kembali di jalan raya atau untuk bagian dasar timbunan. Peneliti tertarik untuk mencoba melakukan penelitian dengan judul **“Perbaikan sifat fisik dan mekanik tanah timbunan sampah di daerah Kebon Kongok dengan bahan stabilisasi kapur”** karena permasalahan yang diangkat diatas. Pemberian kapur dimaksudkan untuk meningkatkan kualitas tanah di TPA Kebon Kongok.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Seberapa besar meningkatnya sifat fisik dan mekanik tanah timbunan sampah setelah dilakukan stabilisasi menggunakan bahan kapur?
2. Berapa nilai kadar kapur optimum yang dibutuhkan untuk stabilisasi tanah timbunan sampah?
3. Bagaimana cara pemanfaatan tanah Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) sebagai bagian dasar dari timbunan atau penimbunan kembali pada jalan raya?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui besar peningkatan sifat fisik dan mekanik tanah timbunan sampah setelah dilakukan stabilisasi menggunakan bahan kapur.
2. Mengetahui nilai kadar kapur optimum yang dibutuhkan untuk stabilisasi tanah timbunan sampah.
3. Mengetahui pemanfaatan tanah bekas Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Masih bisa digunakan sebagai tempat pembangunan konstruksi bangunan.

#### 1.4 Batasan Masalah

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram.

1. Lokasi pengambilan sampel tanah adalah Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Kebon Kongok, Desa Suka Makmur, Kec. Gerung, Kab. Lombok Barat, NTB.
2. Melakukan pengujian terhadap sifat fisik dan mekanik material tanah 0% campuran kapur, 5% campuran kapur, 10% campuran kapur, 15% campuran kapur, dan 20% campuran kapur. Variasi campuran hanya ditujukan pada pengujian berat jenis (*Specific gravity*), batas cair, batas plastisitas, indeks plastisitas, uji pemadatan dan CBR (*California Bearing Ratio*).
3. Tidak melakukan pengujian kimia antara tanah dan kapur.
4. Pengujian yang akan dilakukan yaitu sifat fisik antara lain yaitu, uji kadar air, berat volume, berat jenis (*Specific gravity*), analisa saringan dan hidrometer, batas *Atterberg* (batas cair, batas plastis, dan indeks plastisitas), dan uji sifat mekanik antara lain yaitu, uji pemadatan dan uji CBR (*California Bearing Ratio*) rendaman dan tanpa rendaman.
5. Pengujian ini mengacu pada (SNI 03-3437-1994) Tata cara pembuatan rencana stabilisasi tanah dengan bahan kapur
6. Pada penelitian ini tidak memperhitungkan RAB.
7. Prosedur pengujian dilakukan berdasarkan buku pedoman mekanika tanah dasar dan mekanika tanah lanjut yang dikeluarkan oleh laboratorium Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

1. Hasil penelitian dapat menambah informasi keilmuan dalam bidang teknik sipil khususnya geoteknik, mengenai penggunaan kapur sebagai material penstabilisasi tanah.
2. Hasil penelitian dapat menambah pengetahuan penulis dan dapat menerapkan ilmu-ilmu yang telah diperoleh dari bangku kuliah. Khususnya dalam bidang geoteknik.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Informasi mengenai permasalahan dalam studi kasus dari temuan penelitian sebelumnya atau karya orang lain yang dikonsultasikan dalam penyusunan penelitian saat ini terdapat dalam tinjauan pustaka.

##### 2.1.1 Penelitian Terdahulu

Andajani dan Risdianto (2022), melakukan penelitian terkait penambahan kapur sebagai stabilisasi tanah ekspansif untuk lapisan tanah dasar. Stabilisasi tanah ekspansif dilakukan dengan menambahkan material yang lebih baik, sehingga mengurangi sifat plastisitas tanah tersebut. Stabilisasi menggunakan kapur, bertujuan memperkecil sifat plastisitas tanah, disamping untuk mengetahui batas minimum persentase kapur yang ditambahkan agar tanah ekspansif dapat digunakan sebagai lapisan tanah dasar (*subgrade*) untuk perkerasan jalan. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Unesa. Kadar Kapur yang ditambahkan adalah 0%, 2.5%, 5%, 7.5% dan 10%. Pengumpulan data dilakukan melalui tes *Atterberg Limit*, Pemadatan *Proctor Standart* dan *Calibration Bearing Ratio (CBR) test*. Hasil yang didapat penambahan 10% kapur menurunkan Nilai batas cair sebesar 18.62%, dan menurunkan Indeks Plastisitas Tanah sebesar 78.80%. Dengan penambahan 10% kapur nilai *CBR* untuk penetrasi 0,1 adalah 34,5 dan untuk penetrasi 0,2 adalah 31,54. Batasan minimum yang harus dipenuhi agar tanah dapat digunakan sebagai lapisan tanah dasar (*subgrade*) untuk perkerasan jalan yaitu harus ditambahkan 2.76% Kapur untuk *CBR* penetrasi 0,1 dan 3.23 % Kapur untuk *CBR* penetrasi 0,2.

Soehardi, dkk (2017), melakukan penelitian terkait stabilisasi tanah dengan variasi penambahan kapur dan waktu pemeraman. Penelitian bertujuan untuk pengaruh sifat-sifat fisik tanah lempung dan menentukan persentase yang efektif dalam penambahan kapur dan pengaruh waktu pemeraman terhadap peningkatan nilai *CBR*. Penelitian ini dilakukan di laboratorium, dengan melakukan pengujian sifat-sifat fisis tanah lempung dan kuat dukung tanah (*CBR*) dengan variasi penambahan kapur 0%,5%, 10% dan 15% dengan lama pemeraman 0, 4, 7 ,14

hari. Dari hasil penelitian menunjukkan pada penambahan kapur 15% nilai batas plastis meningkat yaitu 38,05 %, nilai Indeks plastisitas menurun yaitu 9,67% dan nilai batas cair menurun yaitu 50.07 %. lama waktu pemeraman berpengaruh terhadap peningkatan nilai *CBR*, peningkatan nilai *CBR* terbesar terjadi pada variasi penambahan kapur 15 % dengan lama waktu peram 14 hari yaitu sebesar 79.27%.

Rokhman dan Gita (2015), melakukan penelitian terkait perbaikan sifat fisik tanah bekas timbunan sampah dengan bahan stabilisasi kapur. Pada penelitian ini dilakukan perbaikan tanah dengan menambahkan bahan kapur dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Pada masing-masing variasi dilakukan pemeraman antara 0 hari, 7 hari, 10 hari dan 14 hari. Pengujian sifat fisik antar lain kadar air, batas cair (*LL*), batas plastis (*PL*), batas susut (*SL*), dan *specific gravity*, *direct shear*. Semakin tinggi kadar kapur akan menurunkan prosentase kadar air, nilai batas cair, nilai batas plastis, indek plastisitas namun akan menaikkan nilai *spesific gravity*. Dari pengujian *direct shear* nilai optimum didapatkan terjadi pada kadar kapur 15% yang terjadi pada semua kondisi pemeraman. Semakin tinggi kadar kapur akan menurunkan prosentase kadar air, nilai batas cair, nilai batas plastis, indek plastisitas. Semakin tinggi kadar kapur akan menaikkan nilai *specific gravity*. Nilai optimum untuk pengujian *direct shear* terjadi pada kadar kapur 15%. Sehingga untuk penambahan kapur yang optimum pada tanah bekas timbunan sampah yaitu berkisar 15%.

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Jenis Tanah**

Bagian kerak bumi yang tersusun atas komponen organik dan mineral disebut tanah. Karena tanah adalah fondasi kehidupan tumbuhan, tanah sangatlah penting bagi semua kehidupan di bumi. Akar didukung pertumbuhan dan perkembangannya oleh ketersediaan unsur hara dan air. Struktur tanah yang berongga menyediakan lingkungan yang ideal bagi akar untuk bernapas.

Mayoritas jenis tanah terdiri dari banyak kombinasi dengan ukuran partikel yang berbeda-beda. Tanah liat terdiri dari lebih dari sekedar partikel tanah liat. Meski begitu, bisa juga dikombinasikan dengan bahan organik dan butiran pasir

atau tanah liat. Ukuran partikel dalam tanah dapat berkisar lebih dari 100 mm hingga kurang dari 0,001 mm. (Fauizek, 2021).

1. Kerikil (gravel), yaitu potongan relief yang kadang juga berupa partikel mineral *kuarsa* dan *feldspar*.
2. Pasir, yaitu sebagian besar mineral *kuarsa feldspar*.
3. Lumpur, yaitu sebagian besar fraksi tanah yang mikroskopis (sangat kecil) terdiri atas butiran kuarsa yang sangat halus dan pecahan mika.
4. Tanah Liat, yang sebagian besar terdiri dari partikel-partikel mikroskopis (sangat kecil) dan sub-mikroskopik (tidak dapat dilihat, hanya dengan mikroskop). Lebih kecil dari 0,002 mm (2 mikron).

### 2.2.2 Jenis Kapur

Kapur berasal dari batuan sedimen halus berwarna putih yang sebagian besar terdiri dari mineral kalsium. Kalsium karbonat yang mendominasi pada batu kapur dan kapur tambang, kalsium oksida yang merupakan komponen utama kapur tohor, dan kalsium hidroksida yang mendominasi pada kapur sirih, merupakan tiga komponen utama kapur. Dimungkinkan juga untuk menggabungkan kapur alami dengan magnesium. Dolomit adalah sebutan untuk jenis kapur ini. Kapur adalah sumber daya yang harganya terjangkau dan sangat berharga dalam banyak upaya manusia. Mayoritas penerapannya ada di sektor bangunan dan pertanian. Karena kapur mengubah tampilan dan mempunyai sifat mengikat, maka kapur digunakan dalam campuran semen. Kapur bermanfaat sebagai kapur pertanian karena meningkatkan keasaman tanah dan memasok unsur kalsium.

Mengacu pada SNI 03-4147-1996 Spesifikasi kapur untuk stabilisasi tanah, ada beberapa tipe kapur yang bisa digunakan sebagai bahan stabilisasi diantaranya:

1. Kapur tipe I adalah kapur yang mengandung kalsium hidrat tinggi, dengan kadar Magnesium Oksida (*MgO*) paling tinggi 4% berat.
2. Kapur tipe II adalah kapur Magnesium atau Dolomit yang mengandung Magnesium Oksida lebih dari 4% dan paling tinggi 36%.

3. Kapur tohor ( $CaO$ ) adalah hasil pembakaran batu kapur pada suhu  $\pm 90^{\circ}C$ , dengan komposisi sebagian besar Kalsium Karbonat ( $CaCO_3$ ).
4. Kapur Padam adalah hasil pemadaman kapur tohor dengan air, sehingga membentuk hidrat [ $Ca(OH)_2$ ].

Sama halnya dengan stabilisasi dengan semen, stabilisasi dengan kapur juga mengakibatkan perubahan kualitas tanah. Tiga variasi utama terkait dengan pengaruh suhu, waktu pengeringan, dan beban aditif. Pada titik tertentu, biasanya sekitar 8% untuk tanah liat, kuat tekan tak terbatas dari campuran tanah yang mengandung kapur meningkat seiring dengan bertambahnya kapur. Ketika lebih banyak kapur ditambahkan, pertumbuhan khasnya berkurang hingga tidak ada lagi peningkatan kekuatan. Hal ini tidak terjadi pada stabilisasi semen, ketika kekuatan campuran meningkat hingga tingkat semen yang tinggi yaitu 20%.

### 2.2.3 Sistem klasifikasi (USCS)

Pada Sistem USCS (*Unified Soil Classification System*), Tanah di klasifikasikan ke dalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) jika kurang dari 50% lolos saringan no.200, dan sebagai tanah berbutir halus (lanau/lempung) jika lebih dari 50% lolos saringan no.200.

Lempung ( <i>clay</i> )	: C
Kerikil ( <i>gravel</i> )	: G
Pasir ( <i>sand</i> )	: S
Lanau ( <i>silt</i> )	: M
Lanau atau organik ( <i>organic silt or clay</i> )	: O
Tanah gambut dan tanah organik tinggi ( <i>peat and highly organic soil</i> )	: Pt
Gradasi baik ( <i>well-graded</i> )	: W
Gradasi buruk ( <i>poorly graded</i> )	: P
Plastisitas tinggi ( <i>high plasticity</i> )	: H
Plastisitas rendah ( <i>low plasticity</i> )	: L

**Tabel 2.1** Sistem klasifikasi *Unified*

Divisi Utama		Simbol kelompok	Nama Jenis		Nama Jenis		
Tanah berbutir kasar 50% butiran Tertahan saringan no. 200 (0,075mm)	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar tertahan saringan no. 4 (4,75mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus, kurang dari 5% lolos saringan no. 200: GW, GP, SW, SP. Lebih dari 12% lolos saringan no. 200: GM, GC, SM, SC. 5% - 12% lolos saringan no. 200. Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol dobel.	$Cu = \frac{D60}{D10} > 4, Cc = \frac{(D20)^2}{D20 \times D60}$ antara 1 dan 3	
			GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus		Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW	
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung		Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung		Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 7$	
	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar Lolos saringan no. 4 (4,75mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus		$Cu = \frac{D60}{D10} > 6, Cc = \frac{(D20)^2}{D20 \times D60}$ antara 1 dan 3	
			SP	Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus		Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau		Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol
			SC	Pasir berlempung campuran pasir-lempung		Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 7$	

(Sumber: Hardiyatmo, 2012)

**Tabel 2.2** Sistem klasifikasi *Unified* lanjutan

Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0.075mm)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	<p>Diagram plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar. Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang diarsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol</p> <p>Batas Cair LL(%) Garis A: PI = 0,73 (LL-20)</p>
		CL	lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ("lean clays")	
		OL	lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plasisitas rendah.	
	Lanau dan lempung batas cair >50%	MH	lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis	
		CH	lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk("fat clays")	
		OH	lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi	
Pt	Gambut ("peat") dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488		

(Sumber: Hardiyatmo, 2012)

#### 2.2.4 Sistem klasifikasi AASHTO

Tanggul jalan, *subbase*, dan *subgrade* dapat direncanakan dengan menggunakan sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials Classification*), yang mengukur kualitas tanah. Itulah cakupan utama yang dimaksud dengan sistem ini. Tanah diklasifikasikan menjadi tujuh kelompok (A-1 hingga A-7) oleh AASHTO, termasuk sub-sub pengelompokan. Tanah setiap kelompok dinilai sehubungan dengan indeks kelompoknya, yang ditentukan dengan menggunakan perhitungan empiris. Analisis saringan dan batas Atterberg adalah pengujian yang digunakan. Sistem klasifikasi AASHTO, dapat dilihat dalam **Tabel 2.3**.

Indeks kelompok (*group index*) (*GI*) digunakan untuk mengevaluasi lebih lanjut tanah-tanah dalam kelompoknya. Indeks kelompok dihitung dengan persamaan:

$$GI = (F - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(PI - 10) \quad (2.1)$$

Dengan:

*GI* : indeks kelompok (*group index*)

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

*LL* : batas cair

*PI* : indeks plastisitas

**Tabel 2.3** Sistem klasifikasi *AASHTO*

Klasifikasi umum	Material granuler (< 35% lolos saringan No.200)						Tanah-tanah lanau-lempung (> 35% lolos saringan No. 200)				
	A-		A- 3	A				A-4	A-5	A-6	A- A-7-5/A-7-6
Klasifikasi kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Analisis saringan (% lolos)											
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 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min
Indeks plastis (PI)	-	-	N	10 maks	10 maks	11 min	11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
	6 maks		p								
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 dasar	Sangat baik sampai baik						Sedang sampai buruk				

(Sumber: Hardiyatmo, 2012)

### 2.2.5 Sifat fisik

Sifat fisik tanah merupakan faktor lingkungan yang mempunyai pengaruh nyata terhadap ketersediaan udara dan air tanah, serta mempunyai pengaruh tidak langsung terhadap unsur hara tanaman. Ciri ini juga akan mempengaruhi kemampuan tanah untuk menghasilkan hasil terbaik.

#### 2.2.5.1 Kadar air (*Moisture content*)

Berat air dibagi berat butiran tanah, dinyatakan dalam persentase, disebut kadar air. Tujuan percobaan ini adalah untuk mengukur sifat fisik tanah dan membantu klasifikasi tanah.

Persamaan yang di gunakan dalam menentukan kadar air ( $W$ ) adalah Persamaan 2.2.

$$W = \frac{W_2 - W_1 - W_s}{W_s} \times 100\% \quad (2.2)$$

Dengan:

$W$  : Kadar air (%)

$W_1$  : Berat ring kosong (gram)

$W_2$  : Berat tanah Basah + Ring (gram)

$W_s$  : Berat tanah kering (gram)

#### 2.2.5.2 Berat isi tanah

Tujuan pengujian ini adalah untuk membandingkan berat dan volume tanah guna mengetahui berat volume tanah basah pada sampel tidak terganggu. Diperiksa menurut ASTM D 2167.

Persamaan yang digunakan dalam menentukan berat volume ( $\gamma$ ) adalah persamaan 2.3 dan 2.4

$$\gamma_{wet} = \frac{W_2 - w_1}{V} \quad (2.3)$$

$$\gamma_{dry} = \frac{\gamma_{wet}}{(1+w)} \quad (2.4)$$

Dengan:

$W$  : Kadar air (%)

$\gamma_{wet}$  : Berat isi tanah basah (gram/cm<sup>3</sup>)

$\gamma_{dry}$  : Berat isi tanah kering (gram/cm<sup>3</sup>)

$V$  : Volume tanah dalam cincin (cm<sup>3</sup>)

$W1$  : Berat cincin (gram)

$W2$  : Berat cincin dan tanah (gram)

### 2.2.5.3 Berat Jenis (*Specific gravity*)

Hubungan antara berat jenis tanah dan berat jenis partikel tanah disebut dengan berat jenis tanah. Pengujian menurut ASTM D-854-02.

Persamaan yang digunakan dalam menentukan berat jenis ( $G_s$ ) adalah persamaan 2.5.

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \quad (2.5)$$

Dengan:

$W1$  : Berat piknometer kosong (gram)

$W2$  : Berat piknometer + tanah kering (gram)

$W3$  : Berat piknometer + tanah + air (gram)

$W4$  : Berat piknometer + air (gram)

### 2.2.5.4 Analisa saringan

Ada dua metode untuk melakukan analisis saringan, analisis hidrometer dan analisis saringan. Tujuan pengujian ini adalah untuk memetakan sebaran tanah berbutir kasar dan mengelompokkannya berdasarkan kurva sebaran ukuran butir dan nilai koefisien keseragaman ( $C_u$ ). Sifat mekanik tanah sebagian besar ditentukan oleh bentuk butirannya, yang seringkali berbentuk bulat atau runcing. Bentuk butiran tidak diperhitungkan dalam pengujian ini.

Ketentuan ukuran diameter saringan harus mengikuti standar *ASTM*. Ukuran ayakan yang standar dapat dilihat pada **Tabel 2.4** berikut:

**Tabel 2.4** Ukuran ayakan standar *ASTM*

No. Saringan	Ukuran Lubang (mm)
4	4.750
10	2.000
20	0.850
40	0.425

No. Saringan	Ukuran Lubang (mm)
80	0.180
120	0.125
200	0.075

(Sumber: ASTM D1140)

#### 2.2.5.5 Batas *Atterbreg*

Tanah liat berbeda dalam perilaku, konsistensi, dan kualitas tekniknya tergantung pada konsentrasi air. Dengan demikian, pergeseran perilaku tanah liat dapat digunakan untuk mengidentifikasi batas-batas antara setiap kondisi. Batasan awal konsistensi tanah untuk klasifikasi tanah berbutir halus ditemukan oleh ilmuwan Swedia Albert Atterberg, dan kemudian diperbaiki oleh Arthur Cassagrande. Ada empat keadaan tanah yang berbeda tergantung pada jumlah air di dalamnya: cair, semi padat, plastis, dan padat. Menurut ASTM D4318, teknik ini masih digunakan untuk menghitung batas cair, batas plastis, dan batas penyusutan tanah. Baik lanau maupun lempung dapat dibedakan satu sama lain menggunakan batas Atterberg, dan berbagai jenis lanau dan lempung dapat dibedakan dari satu sama lain dengan lebih tepat.

#### 2.2.5.6 Batas cair (*liquid limit*)

Kandungan air tanah pada batas atas daerah plastis, atau batas antara wujud cair dan plastis, disebut dengan batas cair (*LL*).

#### 2.2.5.7 Batas plastisitas (*plastic limit*)

Kadar air pada titik pertemuan bagian plastis dan bagian semi padat, atau persentase kadar air pada tanah gulung yang retak diameter silinder 3,2 mm disebut dengan batas plastis (*PL*).

#### 2.2.5.8 Indeks plastisitas (*plasticity index*)

Indeks plastisitas (*IP*) adalah selisih batas cair dan batas plastis dengan persamaan:

$$IP = LL - PL \quad (2.6)$$

Dengan:

*IP*: Indeks Plastisitas (*Plasticity index*)

*LL*: Batas Cair (*Liquid Limit*)

*PL*: Batas Plastisitas (*Plastic Limit*)

Selang kadar air pada saat tanah masih lunak disebut indeks plastisitas (*IP*). Dengan demikian, plastisitas tanah ditunjukkan dengan indeks plastisitas. *IP* yang tinggi menunjukkan banyaknya butiran tanah liat di dalam tanah. Ketika *IP* rendah, seperti halnya lanau, penurunan kadar air sedikit pun akan menyebabkan tanah mengering. **Tabel 2.5** di bawah mencantumkan batasan Atterberg dalam hal kohesi, karakteristik, jenis tanah, dan indeks plastisitas.

**Tabel 2.5** Nilai indeks plastisitas dan macam tanah

PI	Sifat	Macam tanah	Kohesi
0	Non plastis	Pasir	Non kohesif
<7	Plastis rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7-17	Plastis sedang	Lempung Berlanau	Kohesif
>17	Plastis tinggi	Lempung	Kohesif

(Sumber: Hardiyatmo 2012)

### 2.2.6 Sifat mekanik

Karakteristik perilaku struktur massa tanah yang ditentukan secara mekanis di bawah tekanan atau gaya dikenal sebagai sifat mekanik tanah. Sifat mekanis lainnya adalah nilai kohesi ( $c = 0,24 \text{ kg/cm}^2$ ), sudut gesek dalam ( $\phi'15$ ), kuat dukung ( $qu = 0,68 \text{ kg/cm}^2$ ), dan berat kering ( $\gamma_d = 1,649/\text{cm}^3$ ).

#### 2.2.6.1 Pemadatan

Pengujian ini menggunakan alat penumbuk seberat 4,54 kg yang dijatuhkan bebas dari ketinggian 457 mm untuk mengukur hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah yang dipadatkan dalam cetakan dengan ukuran tertentu. Udara diekstraksi secara mekanis dari tanah dan pori-pori tanah ditutup selama proses pemadatan. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan SNI 1743:2008 sebagai pedoman.

Pemadatan tanah mengacu pada proses pemadatan partikel tanah dengan menggunakan energi mekanik atau pengambilan udara dari pori-

pori tanah secara mekanis dalam upaya meningkatkan kepadatan tanah. Dinyatakan dalam persamaan 2.7 dan 2.8.

$$\gamma_{wet} = \frac{w_2 - w_1}{v} \quad (2.7)$$

$$\gamma_{dry} = \frac{\gamma_m}{1+w} \quad (2.8)$$

Dengan:

$W_1$  : Berat silinder kosong (gram)

$W_2$  : Berat silinder isi tanah basah (gram)

$\gamma_{wet}$  : Berat volume basah tanah (gram/cm<sup>3</sup>)

$\gamma_{dry}$  : Berat volume kering (gram/cm<sup>3</sup>)

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

### 2.2.6.2 California bearing ratio (CBR)

Dengan menerapkan beban vertikal dengan penetrasi tertentu dan membandingkannya dengan nilai beban standar yang dinyatakan dalam persen, pengujian CBR digunakan untuk mengetahui daya dukung suatu material. Penetrasi dan beban standar, seperti terlihat pada **Tabel 2.6** di bawah ini:

**Tabel 2.6** Nilai tekanan atau beban dan penetrasi pada material batu pecah

Penetrasi		Tekanan Standar, p		Beban Standar, P	
In.	mm	Psi	kPa	lb	kN
0,1	2,5	1000	6890	3000	13,345
0,2	5,0	1500	10340	4500	20,017
0,3	7,5	1900	13100	5700	25,355
0,4	10,0	2300	15860	6900	30,693
0,5	12,5	2600	17930	7800	34,696

(Sumber: ASTM D-1883)

Pembacaan CBR biasanya diperoleh pada kedalaman penetrasi 0,1 inci (2,54 mm) atau 0,2 inci (5,08 mm). Di laboratorium, pengujian CBR dilakukan pada benda uji yang direndam selama empat hari berturut-turut. Grafik yang melewati titik data menunjukkan pembacaan beban dan penetrasi piston. Pada tahap pertama penetrasi, kurvanya sering kali lurus;

saat penetrasi semakin dalam, kurvanya cenderung melengkung. Nilai CBR pada penetrasi 0,1" biasanya digunakan dalam desain saat mengevaluasi pengujian CBR. Hal ini disebabkan fakta bahwa CBR biasanya menurun seiring dengan meningkatnya penetrasi karena nilai CBR pada penetrasi ini seringkali lebih tinggi daripada CBR pada penetrasi 0,2". Pengujian diulang jika nilai CBR pada penetrasi lebih tinggi dari 0,2". Namun, nilai CBR ini digunakan dalam desain jika tetap lebih tinggi pada penetrasi 0,2". Persamaan 2.9 dan 2.10 dapat digunakan untuk mendapatkan nilai CBR dalam persen, yaitu sama dengan tekanan atau beban dibagi tekanan atau beban standar batu pecah dikalikan 100.

Nilai *CBR* pada penetrasi 0,1":

$$CBR (0,1'') = \frac{P}{(3 \times 100)} \times 100 \quad (2.9)$$

Nilai *CBR* pada penetrasi 0,2":

$$CBR (0,2'') = \frac{P}{(3 \times 150)} \times 100 \quad (2.10)$$

Dengan:

*CBR* (0,1''): Nilai *CBR* pada penetrasi 0,1" (%).

*CBR* (0,2''): Nilai *CBR* pada penetrasi 0,2" (%).

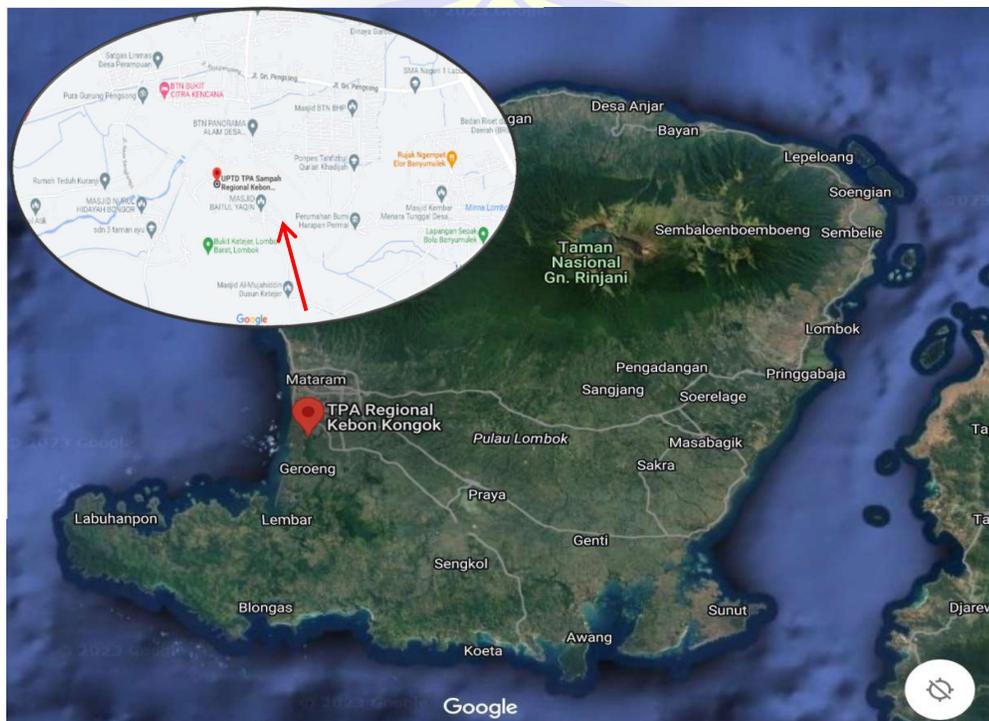
*P* : Beban pada piston (lb).

### BAB III

## METODE PENELITIAN

### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel tanah sebagai bahan penelitian perbaikan sifat fisik dan mekanik tanah timbunan sampah dengan bahan stabilisasi kapur, terletak pada TPA Regional Kebon Kongok, Desa Suka Makmur, Kecamatan Gerung, Kabupaten Lombok Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Untuk lebih jelas lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada **Gambar 3.1** sebagai berikut:



**Gambar 3.1** Peta lokasi  
(Sumber: Google Maps 2023)

Lokasi penelitian perbaikan sifat fisik dan mekanik tanah timbunan sampah dengan bahan stabilisasi kapur, berlokasi di Laboratorium Mekanika Tanah 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

Beberapa macam alat yang digunakan untuk pembelajaran di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Muhammadiyah Mataram, antara lain sebagai berikut:

#### 1. Cawan/ring

Penelitian ini akan dilakukan secara rutin, maka yang digunakan adalah cawan yang kokoh dan tahan karat serta mampu menahan berbagai suhu dan berat. cawan yang dimaksud digambarkan seperti berikut pada **Gambar 3.2**



**Gambar 3.2** Cawan

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

#### 2. Piknometer

Sebuah wadah ukur kaca berkapasitas 100 ml yang mampu menahan panas digunakan sebagai piknometer. Piknometer yang dimaksud digambarkan sebagai berikut pada **Gambar 3.3**



**Gambar 3.3** Piknometer  
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

### 3. Saringan

Penelitian ini mencakup saringan dengan kisaran diameter, dari 37,5 mm hingga 0,075 mm. saringan yang digunakan digambarkan sebagai berikut pada **Gambar 3.4**.



**Gambar 3.4** Saringan  
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

### 4. Pisau perata

Saat melakukan penelitian, pisau perata merupakan alat yang berguna untuk mencampur sampel bahan atau benda uji. Biasanya, pisau perata memiliki bilah plastik pada sepotong logam datar. **Gambar 3.5** menunjukkan pisau perata yang digunakan dengan sebagai berikut:



**Gambar 3.5** Pisau perata

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

5. Cawan porselen (mortar)

Untuk menggabungkan sampel atau benda uji dengan bahan kimia atau bahan lain untuk dipelajari atau diuji, cawan porselen adalah alat yang berguna. Cawan porselen yang dimaksud digambarkan seperti berikut pada **Gambar 3.6**.



**Gambar 3.6** Cawan porselen (mortar)

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

6. Gelas ukur

Gelas ukur adalah alat yang berguna untuk cairan atau larutan kimia yang volumenya perlu ditentukan tanpa ketelitian yang berlebihan. Pipet volume, juga dikenal sebagai pipet ukur, biasanya digunakan untuk melakukan pengukuran dengan akurasi tinggi. Ditunjukkan pada **Gambar 3.7** sebagai berikut:



**Gambar 3.7** Gelas ukur dan pipet ukur  
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

#### 7. Timbangan

Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram dan timbangan dengan ketelitian 0,1 gram merupakan dua jenis timbangan yang digunakan dalam penelitian ini. Sampel yang beratnya sampai dengan 200 gram harus ditimbang pada timbangan dengan ketelitian 0,01 gram, sampel dengan berat lebih dari 200 gram sebaiknya ditimbang pada timbangan dengan ketelitian 0,1 gram. Timbangan ditampilkan pada **Gambar 3.8** dan **3.9** berikut:



**Gambar 3.8** Timbangan ketelitian 0,01 gram  
(Sumber: Dokumentasi pribadi)



**Gambar 3.9** Timbangan ketelitian 0,1 gram  
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

8. Oven pengering

Sesuai dengan kriteria penelitian, sampel dikeringkan dalam oven pengering pada suhu tertentu untuk menghilangkan kandungan air. **Gambar 3.10** menunjukkan oven pengering yang digunakan sebagai berikut:



**Gambar 3.10** Oven pengering  
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

### 9. Alat *Cassagrande*

Pengujian batas cair dilakukan dengan peralatan *Cassagrande*. *Cassagrande* yang dimaksud digambarkan pada **Gambar 3.11** berikut:



**Gambar 3.11** *Cassagrande*  
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

### 10. Penumbuk

Alat penumbuk merupakan alat yang digunakan untuk memadatkan bahan uji. Alat penumbuk yang digunakan dapat dilihat pada **Gambar 3.12** sebagai berikut:



**Gambar 3.12** Penumbuk  
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

### 11. *Mold*

*Mold* disebut juga cetakan adalah cetakan yang didalamnya terdapat rongga yang diisi dengan bahan cair seperti logam, kaca, atau plastik. Cetakan yang digunakan terlihat seperti pada **Gambar 3.13** berikut:



**Gambar 3.13** *Mold*

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

### 12. Alat uji CBR (*California Bearing Ratio*)



**Gambar 3.14** Mesin pengujian CBR

(Sumber : Dokumentasi pribadi)

### 13. Mesin Ayakan



**Gambar 3.15** Mesin ayakan

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Agar percobaan dapat dilakukan sesuai dengan metode yang akurat dan baik, maka sampel tanah di area TPA Kebon Kongok digunakan sebagai sampel untuk penelitian ini. Kapur dolomit ( $CaO$ ) kemudian diblender dengan campuran kapur 0%, 5%, 10%, dan 15%.

### 3.3 Jenis pengujian

#### 3.3.1 Uji kadar air

Pengujian pertama yang disebut “pengujian kadar air” bertujuan untuk mengetahui berapa banyak air atau kadar air tanah asli yang ada dalam sampel uji tanah pada setiap benda uji. Besar kecilnya butiran tanah akan menentukan berat minimum bahan basah yang diperlukan untuk pengujian kadar air tanah, yang harus mengikuti pedoman pada **Tabel 3.1** sebagai berikut:

**Tabel 3.1** Berat minimum benda uji kadar air

No	Ukuran partikel maksimum (100% lolos)	Ukuran saringan standar	Berat minimum benda uji basah yang di rekomendasikan untuk kadar air	
			$\pm 0,1\%$	$\pm 1\%$
1	$\leq 2,0$ mm	No. 10	20 gram	20 gram
2	4,75 mm	No. 4	100 gram	20 gram
3	9,5 mm	3/8 in	500 gram	50 gram
4	19,0 mm	$\frac{3}{4}$ in	2,5 gram	250 gram
5	37,5 mm	1 $\frac{1}{2}$ in	10 kg	1 kg
6	75,0 mm	3 in	50 kg	5 kg

(Sumber: SNI 1965 – 2008)

a. Alat

- Oven dengan suhu yang dapat diatur konstan pada 105-110°C
- Timbangan yang mempunyai ketelitian minimal
  - 0,01 gram, untuk taruhan kurang dari 100gr.
  - 0,10 gram, untuk berat antara 100gr-1000gr
  - 1,00 gram, untuk berat lebih dari 1000gr
- Cawan timbang dengan penutup terbuat dari kaca atau logam tahan karat

b. Pelaksanaan

- Setelah cawan kosong dibersihkan, siapkan dan timbang sesuai dengan beratnya (*W1*).
- Pertama siapkan benda uji yaitu tanah. Selanjutnya benda uji dimasukkan ke dalam cawan kosong dan timbang cawan tersebut ditambah tanah basah (*W2*).
- Setelah itu, sampel uji tanah basah dimasukkan ke dalam oven dengan cawan terbuka selama 16 hingga 24 jam dengan suhu antara 105 hingga 110 derajat Celcius. Selampar kertas dengan kode di atasnya digunakan untuk mengamankan tutup cangkir ke bagian bawah masing-masing cangkir.
- Cangkir yang berisi tanah kering dikeluarkan dari oven setelah selesai dimasak. ketika tanah sudah mendingin. kemudian diukur dengan menggunakan berat tanah kering ditambah cawan (*W3*).

### 3.3.2 Uji berat volume

Dengan membandingkan berat tanah basah dengan volumenya dalam gram per sentimeter, uji berat volume berupaya menentukan berat isi tanah. Pengujian ini tidak dapat dilakukan pada tanah yang gembur, berpasir, atau pada daerah yang banyak kerikil karena menggunakan teknik silinder tipis yang dimasukkan ke dalam tanah. Alat-alat dan langkah-langkah yang diperlukan untuk melakukan uji berat volume tanah adalah sebagai berikut:

a. Alat

- Pipa
- Pisau perata
- Timbangan ketelitian 0,1 gram
- Cawan

b. Pelaksanaan

- Ambil pipa, lalu bersihkan dan timbang ( $W1$ ).
- Letakkan di atas permukaan tanah dan tekan dengan hati-hati hingga tanah benar-benar masuk ke dalam pipa.
- Potong dan ratakan kedua sisinya dengan pisau.
- Jika lubangnya sedikit, isi dengan tanah yang sama.
- Kemudian ditimbang sebagai berat cangkir + tanah basah ( $W2$ ).

### 3.3.3 Uji berat jenis (*Specific gravity*)

Tujuan pengujian berat jenis adalah untuk memastikan berat jenis sampel tanah sebelum digunakan sebagai benda uji. Berat butir dibagi dengan berat air suling dalam volume udara yang sama pada suhu tertentu disebut berat jenis tanah. Biasanya dikonsumsi pada suhu  $27,5^{\circ}\text{C}$ . Alat dan tata cara pengukuran berat jenis tanah adalah sebagai berikut:

a. Alat

- Piknometer
- Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- Oven dengan suhu dapat diatur pada  $105-110^{\circ}\text{C}$
- Cawan
- Alat vacuum atau kompor

b. Pelaksanaan

- Lap bagian luar dan dalam piknometer hingga kering. Setelah itu ditimbang dengan menggunakan berat kosong piknometer ( $W1$ ).
- Selanjutnya benda uji dimasukkan ke dalam piknometer. Berat tanah kering ( $W2$ ) ditambah piknometer kemudian diukur.
- Tuangkan sekitar dua pertiga atau setengah air. Udara yang terperangkap di antara butiran harus dikeluarkan. Piknometer dan benda uji dimasak dengan hati-hati, dengan piknometer dimiringkan secara berkala untuk melepaskan udara yang terperangkap.
- Isi piknometer dengan air hingga tertutup dan penuh. Setelah bagian luar piknometer dikeringkan dengan kain kering, bagian luarnya diisi tanah dan air, lalu ditimbang dengan rumus berat piknometer ditambah tanah ditambah air ( $W3$ ). Termometer ( $T^{\circ}c$ ) digunakan untuk mengukur suhu air dalam piknometer.
- Setelah dikosongkan dan dibersihkan, piknometer diisi air, tutupnya dipasang kembali, dan bagian luarnya dilap dengan handuk kering. Selanjutnya piknometer diisi air seluruhnya dan ditimbang dengan rumus  $W4 = \text{piknometer} + \text{air}$ .

### 3.3.4 Batas *Atterberg* (batas cair)

Alat Cassagrande digunakan untuk memeriksa kadar air tanah pada titik transisi yang menjadi tujuan uji batas cair tanah. Alat dan tata cara penentuan batas cair tanah adalah sebagai berikut:

a. Alat

- Alat batas cair *Cassagrande*
- Alat pembarut (*grooving tool*)
- Cawan dan Cawan porselen (mortar)
- Spatel
- Saringan no.40
- Air dalam botol cuci (*wash bottle*)

b. Pelaksanaan

- Pindahkan 200 gram contoh tanah ke dalam mangkuk porselen dan aduk rata dengan air. Dengan spatula, aduk, peras, dan tusuk adonan untuk mendapatkan tekstur yang sangat rata.
- Masukkan item tes ke dalam mangkuk *Cassagrande*. Untuk memastikan tidak ada lubang pada tanah atau gelembung udara yang terperangkap, gunakan spatula untuk meratakan dan menekan kotoran dengan kuat. Permukaan tanah harus rata dan sejajar dengan tepi depan mangkuk. Isi mangkuk porselen dengan sisa kotoran.
- Buat alur lurus di garis tengah mangkuk *Cassagrande* yang tegak lurus terhadap sumbu alat agar dapat terbelah secara simetris menjadi dua. Ukuran dan bentuk alur harus sesuai dengan alat yang digunakan. Itu harus didefinisikan dengan baik. Untuk mencegah pergerakan tanah yang buruk atau alur di mangkuk *Cassagrande*.
- Putar kenop putar untuk membuat mangkuk *Cassagrande* naik dan turun pada alasnya hingga dua area tanah yang terpisah bersatu kembali. Catat jumlah pukulan yang diperlukan.
- Jumlah pukulan yang diperlukan pada percobaan pertama harus berada dalam salah satu rentang berikut: 1–10, 10–20, 20–25, 25–30, dan 30–40.

### 3.3.5 Uji batas plastis dan index plastisitas tanah

Tujuan dari uji batas plastis ini adalah untuk mengetahui kadar air terendah dimana tanah masih dapat dianggap plastis. Tanah plastis, yaitu mulai patah ketika digulung menjadi batang berdiameter 3 mm. Selisih antara batas plastis tanah dan batas cair disebut indeks plastisitas. alat dan tata cara penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah adalah sebagai berikut:

a. Alat

- Cawan dan Cawan porselen
- Saringan no. 40
- Pelat kaca
- Penggaris

b. Pelaksanaan

- Masukkan benda uji ke dalam cangkir porselen, kocok dengan sedikit air, dan proses hingga halus. Kadar air tanah yang ditentukan dicapai bila tanah cukup lunak untuk membentuk bola tanpa menjadi terlalu lengket ketika jari ditekan ke dalamnya.
- Peras untuk membuat bola. Berikan tekanan secukupnya dengan jari untuk menggelindingkan benda uji ini pada pelat kaca yang terletak pada bidang *horizontal* sehingga membentuk batang berdiameter genap.

### 3.3.6 Uji analisa saringan dan hidrometer

Uji analisis saringan dilakukan untuk memastikan ukuran butir agregat tanah. Analisis hidrometer dan saringan adalah dua alat lain yang digunakan dalam klasifikasi jenis tanah. Instrumen dan tata cara pengujian hidrometer dan analisa saringan adalah sebagai berikut:

a. Alat

- Penumbuk
- Oven
- Saringan (no 4, 10, 16, 40, 60, 100, dan 200)
- Mesin pengguncang
- Cawan dan Cawan porselen
- Saringan
- Gelas beaker (glas ukur)
- Mangkok mixer
- Alat hydrometer

b. Pelaksanaan

- Menyiapkan benda uji berdasarkan ukuran butir maksimum ( $W_1$ ) yang merupakan batas minimal benda uji.
- Siapkan sejumlah saringan, nomor 4 sampai 200, dan tempatkan secara berurutan.
- Selama sepuluh sampai lima belas menit, letakkan benda uji pada ayakan yang telah disiapkan dan disiapkan di dalam mesin ayakan. Saat mesin mencapai tanda 10 hingga 15 menit, matikan.

- Timbang setiap contoh tanah yang lolos saringan No. 4 sampai 200.
- Contoh tanah yang lolos filter no. 200, hasil uji analisa ayakan, selanjutnya disiapkan untuk uji analisa hidrometer.
- Untuk membuat *diflokulator* (zat pendispersi), campurkan natrium heksametafosfat dengan air suling atau 1-1,5 CC gelas air dengan komposisi 5 gr: 125 ml.
- Setelah contoh tanah yang lolos saringan No. 200 dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berisi larutan Bahan *Diflokulasi*, aduk rata dengan spatula, dan biarkan terendam sehari penuh.
- Setelah direndam, tuang seluruh adonan ke dalam mangkuk mixer, kocok selama dua menit, lalu tambahkan air suling dari pencuci kaca.
- Tuang seluruh adonan ke dalam gelas takar yang menampung 1000 mililiter. Tambahkan air sulingan dengan hati-hati dari mangkuk pengaduk pembersih sehingga volume total larutan lebih besar dari 1000 mililiter. Anda bisa menambahkan aquades hingga 1000 cc jika dirasa kurang.
- Dengan menggunakan telapak tangan Anda, tutup mulut tabung dengan rapat dan kocok berulang kali selama kurang lebih satu menit. Untuk memastikan tidak ada campuran yang tumpah atau menempel pada dasar tabung, kocok campuran secara hati-hati.
- Setelah dikocok, masukkan hidrometer dengan hati-hati ke dalam tabung dan masukkan ke dalam penangas air. Tekan stopwatch setelah membiarkan hidrometer melayang bebas.
- Pada menit ke 1, 2, 5, 10, 15, 30, 60, 120, 180, 240, 300, 360, dan 1440, lakukan pembacaan pada termometer dan hidrometer (Ra).

### 3.3.7 Uji pemadatan standar *proctor*

Pengujian pemadatan tanah dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kadar air dan volume kering tanah sehingga diperoleh kadar air optimum dan kepadatan tanah maksimum. Berikut alat dan langkah pengujian pemadatan tanah:

#### a. Alat

- Saringan no. 4
- *Mold*

- Penumbuk
- Cawan dan Cawan porselen
- Timbangan

b. Pelaksanaan

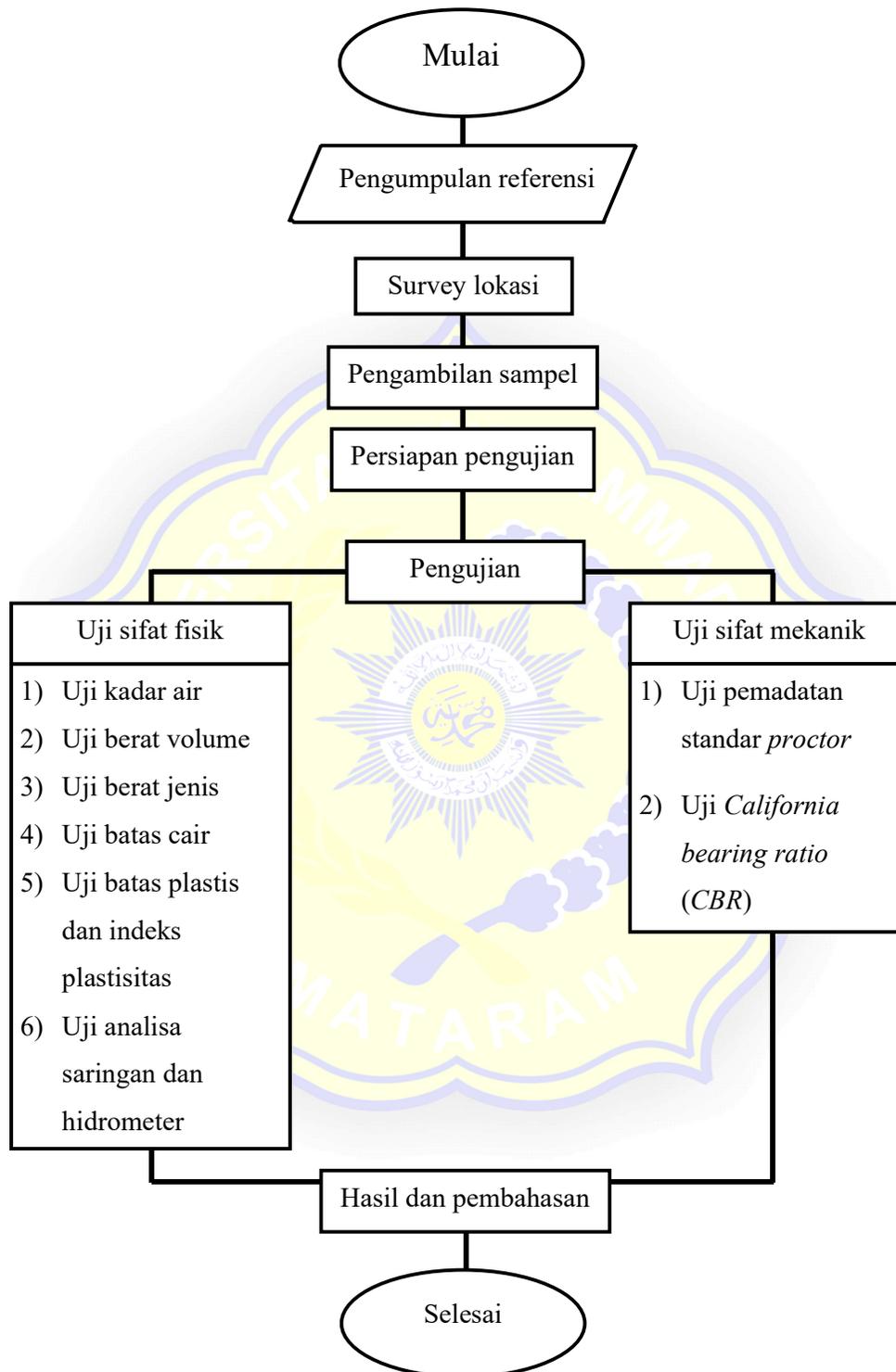
- Siapkan benda uji kemudian disaring menggunakan saringan no. 4.
- Bagian-bagian yang lolos saringan akan dijadikan benda uji dan jumlah yang dikumpulkan harus mencukupi yaitu minimal 2 kg untuk setiap benda uji.
- Kemudian campurkan benda uji dengan air perkiraan untuk memperoleh hasil kadar air yang optimal.
- Setelah tercampur rata dengan air, simpan tanah di tempat tertutup minimal 12 jam sebelum dipadatkan (bisa menggunakan kantong plastik). Sebab pemadatan akan dilakukan kurang lebih sebanyak 5 kali dengan ketinggian air yang berbeda-beda setiap waktunya.
- Bersihkan silinder pemadatan yang akan digunakan, kemudian timbang dan catat sebagai berat ( $W1$ ).
- Pasang dan klem pelat dasar dan silinder sambungan.
- Tanah lembab yang telah disiapkan dalam jumlah tertentu dipadatkan dalam silinder berlapis-lapis dengan ketebalan yang sama (3 lapis).
- Setiap lapisan ditumbuk dengan jumlah tumbukan yang telah ditentukan secara merata pada seluruh permukaan. Alat penumbuk yang digunakan merupakan alat penumbuk standar dengan berat 2,5 kg.
- Lepas silinder penghubung (silinder atas), lalu potong tanah dengan pisau lurus agar tanah rata dengan permukaan silinder, bila perlu isi lubang-lubang kecil pada permukaan tanah agar permukaan menjadi lebih halus. Lepas pelat dasar, kemudian timbang silinder dan tanah ( $W2$ ).
- Buang tanah padatnya, lalu belah dan ambil sampel secukupnya dari atas, tengah dan bawah untuk memeriksa kadar airnya. Kemudian timbang dan catat beratnya ( $W3$ ).
- Pekerjaan ini dilakukan sebanyak 5 kali sehingga diperoleh 5 data.

### 3.3.8 Uji *California Bearing Ratio* (CBR)

Ada dua metode yang digunakan untuk melakukan pengujian CBR ini: pengujian nilai dan pengujian CBR tanpa pencelupan langsung. Pengujian nilai dilanjutkan dengan perendaman selama empat hari. California Bearing Ratio, atau CBR, membandingkan beban penetrasi lapisan perkerasan atau tanah dengan material standar jika kedalaman dan kecepatan penetrasi sama. Dalam penelitian ini, benda uji dicampur menggunakan kadar air ideal yang diperoleh pada uji pemadatan tanah.



### 3.4 Bagan alir penelitian



Gambar 3.16 Bagan alir penelitian