

SKRIPSI

STABILISASI TANAH LEMPUNG DESA LAJUT KABUPATEN LOMBOK TENGAH DENGAN CAMPURAN ABU SEKAM PADI DAN KAPUR TERHADAP NILAI CBR (*CALIFORNIA BEARING RATIO*)

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



DISUSUN OLEH:
UTUH PUTRAJATI
2019D1B115

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

2024

**HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR/SKRIPSI**

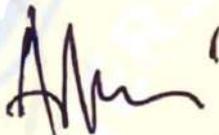
**STABILISASI TANAH LEMPUNG DESA LAJUT
KABUPATEN LOMBOK TENGAH DENGAN CAMPURAN
ABU SEKAM PADI DAN KAPUR TERHADAP NILAI CBR
(CALIFORNIA BEARING RATIO)**

Disusun Oleh :

UTUH PUTRAJATI
2019DIB115

Mataram, 14 November 2023

Pembimbing I



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

Pembimbing II

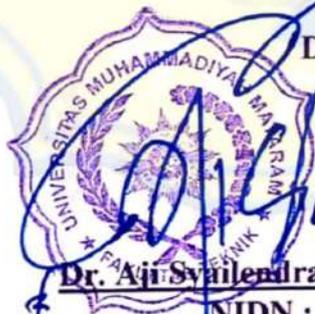


Hafiz Hamdani, ST.,MT
NIDN : 0808038701

Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**

Dekan,



Dr. Aji Syaileandra Ubaidillah, ST., M.Sc
NIDN : 0806027101

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI
STABILISASI TANAH LEMPUNG DESA LAJUT
KABUPATEN LOMBOK TENGAH DENGAN CAMPURAN
ABU SEKAM PADI DAN KAPUR TERHADAP NILAI CBR
(CALIFORNIA BEARING RATIO)

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

NAMA : UTUH PUTRAJATI

NIM : 2019D1B115

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada Tanggal: 17 November 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

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

Penguji II : Hafiz Hamdani, ST., MT

Penguji III : Nurul Hidayati, ST., M.Eng



Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK

Dekan



Dr. H. Aji Saallendra Ubaidillah, ST., M.Sc

NIDN : 0806027101

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir/Skripsi dengan judul “Stabilisasi Tanah Lempung Desa Lajut Kabupaten Lombok Tengah Dengan Campuran Abu Sekam Padi Dan Kapur Terhadap Nilai CBR (*California Bearing Ratio*)”

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide dan hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir/Skripsi ini disebut dalam daftar pustaka. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir/Skripsi ini merupakan hasil plagiasi, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukuman yang berlaku.

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

Mataram, 05 Februari 2024

Yang Membuat Pernyataan



UTUH PUTRAJATI

NIM: 2019D1B115



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

SURAT PERNYATAAN BEBAS
PLAGIARISME

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

Nama : UTUH PUTRAJATI
NIM : 2019D1B115
Tempat/Tgl Lahir : KARANG JUANING, 8 AGUSTUS 2000
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Fakultas : TEKNIK
No. Hp : 087 890 120 435
Email : putrautuh46@gmail.com

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

STABILISASI TANAH LEMPUING DESA LAJUT KABUPATEN LOMBOK
TENGAH DENGAN CAMPURAN ABU SEKAM PADI DAN KAPUR
TERHADAP NILAI CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. *Ug*

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, *5* Februari 2024
Penulis



Ug
UTUH PUTRAJATI
NIM. 2019D1B115

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

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



**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

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

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

Nama : UTUH PUTRAJATI
 NIM : 201901B115
 Tempat/Tgl Lahir : KARANG JURANG, 8 AGUSTUS 2000
 Program Studi : TEKNIK SIPIL
 Fakultas : TEKNIK
 No. Hp/Email : 087 840 120 345
 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:

STABILISASI TANAH LEMPUNG DESA LAJUT KABUPATEN
LOMBOK TENGAH DENGAN CAMPURAN ABU SEKAM PADI
DAN KARUP TERHADAP NILAI CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)

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, 5 Februari 2024
Penulis

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



UTUH PUTRAJATI
NIM. 201901B115



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

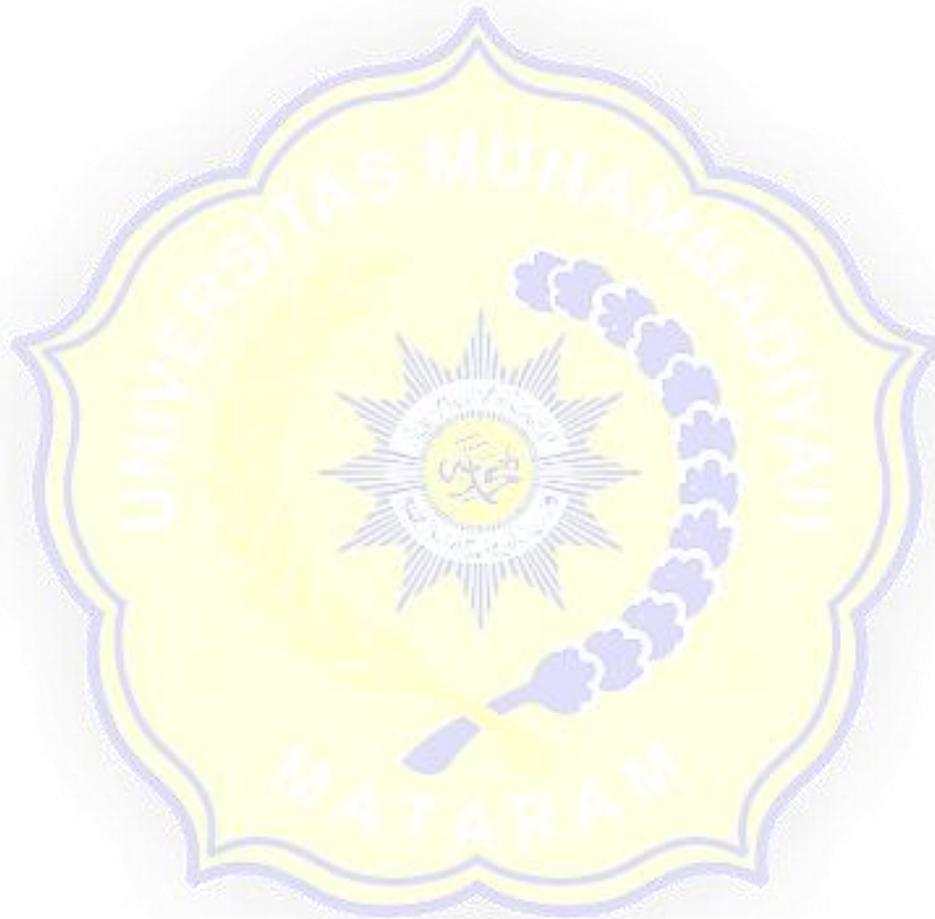
MOTTO

“Gagal hanya terjadi jika kita menyerah”

(B. J. Habibi)

“Lokasi lahir boleh di mana saja, tapi lokasi mimpi harus di langit”

(Anies Rasyid Baswedan)



UCAPAN TERIMAKASIH

Tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan dan dukungan secara moril maupun materil dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah Subhanhuwa Ta'ala yang telah memberi rahmat serta ridhonya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi.
2. Bapak saya Azrin, Ibu Mutinep dan ketiga kakak kandung saya Khaerul Gazali, Adrian Tamami, Husnan Haetami dan adek kandung Ayu Mutia Rahmatin yang selalu mendoakan yang terbaik untuk saya dan telah memberikan dorongan serta dukungan finansial dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Drs. Abdul Wahab, M.A. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Dr. Aji Syailendra Ubadillah, M.Sc. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
5. Adryan Fitrayudha, ST., MT. sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram
6. Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT. sebagai Dosen Pembimbing Utama yang selalu membimbing dan memberikan arahan dalam penelitian ini.
7. Hafiz Hamdani, ST., MT.. sebagai Dosen Pembimbing Kedua yang dengan bijaksana selalu membimbing penulis dalam menyusun tugas akhir ini.
8. Kepada teman-teman yang telah terlibat dalam membantu dari pengmabilan sampel dan membantu dalam pengujian
9. Rekan-rekan dan sahabat mahasiswa keluarga besar Teknik Sipil khususnya untuk angkatan 2019 dan untuk semua kawan-kawan yang telah memberi motivasi dengan semangat juang yang diberikan selama masa perkuliahan.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan penyusunan proposal/skripsi yang berjudul “Stabilisasi Tanah Lempung Desa Lajut Kabupaten Lombok Tengah Dengan Campuran Abu Sekam Padi Dan Kapur Terhadap Nilai CBR (*California Bearing Ratio*)” 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. Penyusun skripsi ini berdasarkan data hasil penelitian yang dianalisis menjadi sebuah data yang valid sesuai landasan teori-teori dari berbagai sumber.

Demikian, semoga skripsi ini bisa diterima sebagai ide atau gagasan yang menambah kekayaan intelektual. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan juga untuk penulis sendiri.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Mataram, 14 November 2023

UTUH PUTRAJATI

2019D1B115

ABSTRAK

Tanah lempung merupakan jenis tanah dengan karakteristik fisik yang rentan terhadap perubahan kembang susut yang tinggi dikarenakan adanya perubahan kadar air, sehingga daya dukung sangat dipengaruhi oleh kadar air. Hal ini untuk memperbaiki sifat tanah yang ada sehingga tanah mempunyai sifat yang memenuhi tuntutan teknis maka perlu dilakukan stabilisasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik tanah lempung sebelum dan sesudah ditambahkan abu sekam padi

Sampel tanah yang diuji pada penelitian ini adalah tanah lempung yang berasal dari Desa Lajut Kecamatan Peraya Tengah Kabupaten Lombok Tengah. Bahan stabilisasi yang digunakan yaitu abu sekam padi dan kapur, dengan Variasi abu sekam padi dan kapur 4%, 8%, 12%. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian sifat fisik dan mekanik dari tanah lempung. Adapun pengujian sifat fisik yang dilakukan antara lain adalah pengujian kadar air, berat volume, berat jenis, batas cair, batas plastis, indeks plastis, analisa saringan, hidrometer dan pemadatan. Untuk sifat mekanik dengan pengujian CBR tanpa rendaman (unsoaked) dan CBR rendaman (soaked). Penelitian ini dilakukan di laboratorium mekanika tanah Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram.

Dari hasil pengujian sifat fisik, didapat hasil kadar air asli 54.80% dan indeks plastisitas 29.66%. Sampel tanah yang di ambil dari Desa Lajut, Kabupaten Lombok Tengah menurut USCS tanah asli diklasifikasikan sebagai CH (clay high plasticity) atau disebut juga dengan tanah lempung dengan plastisitas tinggi dan berdasarkan AASHTO termasuk kelompok A-7-6 (54.14). Dari hasil uji standar Proctor menghasilkan nilai kadar air optimum tanah asli sebesar 32,93% dan volume berat kering 1.292gram/cm³, kadar optimum uji standar proctor didapatkan pada variasi 8%. Hasil pengujian CBR pada tanah asli diperoleh nilai 9.66% dan CBR rendaman 3.52%. Kadar optimum CBR variasi yang didapatkan adalah pada variasi 8% abu sekam padi dan kapur dengan nilai presentase sebesar 22.00%, dan Kadar optimum CBR rendaman variasi yang didapatkan adalah pada variasi 8% abu sekam padi dan kapur dengan nilai presentase sebesar 7.48% Sehingga dapat direkomendasikan bahwa abu sekam padi dan kapur mampu menaikkan nilai CBR pada tanah lempung.

Kata Kunci : Tanah Lempung, Abu Sekam Padi, Kapur, CBR, Stabilisasi Tanah

ABSTRACT

Moisture content has a significant impact on the bearing capacity of clay soil because of its physical features, which are particularly vulnerable to volume change as a result of variations in moisture content. Stabilization is required to enhance the current soil qualities and ensure that the soil satisfies technical criteria. Finding out the properties of clay soil both before and after rice husk ash was added is the aim of this investigation.

The soil samples tested in this study were clay soil sourced from Lajut Village, Praya Tengah, Central Lombok Regency. The stabilizing materials used were rice husk ash and lime, with variations of rice husk ash and lime at 4%, 8%, and 12%. The clay soil underwent tests for its mechanical and physical characteristics. Tests for physical characteristics included compaction, sieve analysis, hydrometer analysis, bulk density, specific gravity, liquid limit, plastic limit, and plasticity index. CBR tests, both drenched and un-soaked, were used to assess mechanical qualities. This research was conducted at the soil mechanics laboratory of the Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Muhammadiyah University of Mataram.

From the results of the physical property tests, the original moisture content was found to be 54.80%, and the plasticity index was 29.66%. The soil sample taken from Lajut Village, Central Lombok Regency, was classified as CH (clay high plasticity) according to the USCS (Unified Soil Classification System) or A-7-6 group according to AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) standards. The standard Proctor test yielded an optimum moisture content of the original soil at 32.93% and a dry unit weight of 1.292 grams/cm³, with the optimum moisture content obtained at 8% variation. The CBR test results for the original soil showed a value of 9.66%, and soaked CBR was 3.52%. The optimum CBR values were obtained at 8% variation of rice husk ash and lime, with percentages of 22.00% for un-soaked CBR and 7.48% for soaked CBR. Thus, it can be recommended that rice husk ash and lime are capable of increasing the CBR value of clay soil.

Keywords: Clay Soil, Rice Husk Ash, Lime, CBR, Soil Stabilization

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA
MATARAM _____



DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS	iv
SURAT PERNYATAAN PLAGIARISME	v
SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI ILMIAH	vi
MOTTO	vii
UCAPAN TERIMAKASIH	viii
KATA PENGANTAR	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR NOTASI	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.1.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.1.2 Definisi Tanah.....	8
2.1.3 Sifat Fisik Tanah.....	10
2.1.4 Tanah Lempung.....	10
2.1.5 Abu Sekam Padi.....	11
2.1.6 Kapur Dolomit.....	11
2.1.7 Stabilisasi Tanah.....	12
2.2 Landasan Teori.....	12
2.2.1 Klasifikasi Tanah.....	13

2.3 Sifat Fisik Tanah	17
2.3.1 Kadar Air	17
2.3.2 Berat Volume.....	18
2.3.3 Berat jenis (<i>Specific Weight</i>).....	19
2.3.4 Analisa Saringan dan Hidrometer.....	19
2.3.5 Batas Atterberg	20
2.4 Sifat Mekanik	21
2.4.1 Pemadatan.....	21
2.4.2 California bearing ratio (CBR)	22
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Lokasi Pengambilan Sampel dan Penelitian.....	25
3.1.1 Lokasi Pengambilan Sampel.....	25
3.1.2 Lokasi Penelitian.....	26
3.2 Persiapan dan Tahap Penelitian.....	26
3.2.1 Pengambilan sampel tanah.....	26
3.2.2 Pengambilan Abu Sekam Padi.....	26
3.2.3 Persiapan Kapur.....	27
3.3 Alat dan Bahan	27
3.3.1 Alat.....	27
3.3.2 Bahan	35
3.4 Uji Fisik Tanah	35
3.4.1 Pengujian kadar Air	36
3.4.2 Uji Berat Volume.....	36
3.4.3 Uji Berat Jenis.....	37
3.4.4 Uji Analisa Saringan dan Hidrometer.....	38
3.4.5 Pengujian Batas Cair.....	39
3.4.6 Uji Batas Plastis dan indeks Plastisitas Tanah.....	40
3.5 Uji Sifat mekanik Tanah.....	41
3.5.1 Uji Pemadatan Standar Proctor.....	41
3.5.2 CBR (<i>California Bearing Ratio</i>).....	42
3.6 Studi Pustaka	44
3.6.1 Pengumpulan Data.....	45
3.6.2 Analisa Data.....	45
3.6.3 Rancangan penelitian.....	45

3.7 Diagram Alir Penelitian.....	46
BAB IV PEMBAHASAN	47
4.1 Pendahuluan	47
4.2 Hasil Pengujian Sifat Fisik	47
4.2.1 Kadar Air	47
4.2.2 Berat Isi Tanah.....	48
4.2.3 <i>Spesific Weight</i> (Berat jenis tanah)	48
4.2.4 Analisa Saringan dan Hidrometer.....	49
4.2.5 Batas Cair Tanah.....	51
4.2.6 Batas Plastis Tanah	52
4.2.7 Indeks Plastisitas Tanah.....	53
4.3 Hasil Pengujian Mekanik Tanah	55
4.3.1 Pemadatan Tanah (<i>Standar Proctor</i>)	55
4.3.2 CBR Tanpa Rendaman (<i>Unsoaked</i>).....	57
4.3.3 CBR Rendaman (<i>Soaked</i>).....	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengelompokan Tanah	14
Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi AASHTO	16
Tabel 2.3 Nilai indeks plastisitas tanah.....	21
Tabel 2.4 Pengelompokan Tanah Berdasarkan Nilai CBR	24
Tabel 4.1 Hasil Pengujian kadar air tanah asli.....	47
Tabel 4.2 Hasil Pengujian berat isi tanah.....	48
Tabel 4.3 Hasil pengujian berat isi tanah.....	49
Tabel 4.4 Analisa saringan dan hidrometer	50
Tabel 4.5 Hasil pengujian batas cair	51
Tabel 4.6 Hasil pengujian batas plastis.....	52
Tabel 4.7 Hasil pengujian indeks plastisitas	54
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Pemadatan standar proctor	55
Tabel 4.9 Hasil pengujian CBR tanpa rendaman	58
Tabel 4.10 Hasil pengembangan CBR rendaman	59
Tabel 4.11 Nilai CBR Rendaman	60



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Peta lokasi pengambilan sampel tanah.....	25
Gambar 3.2 Pengambilan sampel tanah lempung	26
Gambar 3.3 Pengambilan abu sekam adi.....	27
Gambar 3.4 Kapur jenis dolomit.....	27
Gambar 3.5 Saringan	28
Gambar 3.6 Timbangan ketelitian 0.01g.....	28
Gambar 3.7 Timbangan ketelitian 0.1g.....	29
Gambar 3.8 Molding/cetakan.....	29
Gambar 3.9 Centongan dan baskom pencampuran	30
Gambar 3.10 Cawan.....	30
Gambar 3.11 Pisau perata	31
Gambar 3.12 Penumbuk.....	31
Gambar 3.13 Jangka sorong.....	32
Gambar 3.14 Dial gauge	32
Gambar 3.15 Oven pengering	33
Gambar 3.16 Cawan porselen.....	33
Gambar 3.17 Alat cassagrande.....	34
Gambar 3.18 Piknometer	34
Gambar 3.19 Alat penguji penetrasi CBR laboratorium	35
Gambar 3.20 Bagan alir penelitian	46
Gambar 4.1 Distribusi ukuran butiran tanah asli	50
Gambar 4.2 Hubungan batas cair tanah asli dan menggunakan bahan tambah abu sekam padi dan kapur	51
Gambar 4.3 Hubungan batas plastis tanah dengan penambahan abu sekam padi dan kapur	53
Gambar 4.4 Hubungan indeks plastisitas tanah dengan penambahan abu sekam padi dan kapur	54
Gambar 4.5 Hubungan batas kering maksimum tanah dengan penambahan abu sekam padi dan kapur	56
Gambar 4.6 Hubungan batas kadar air optimum tanah dengan penambahan abu sekam padi dan kapur	57
Gambar 4.7 Hubungan antara nilai CBR tanpa rendaman dengan campuran abu sekam padi dan kapur	58
Gambar 4.8 Hubungan Hubungan antara nilai CBR tanpa rendaman dengan campuran abu sekam padi dan kapur.....	60

DAFTAR NOTASI

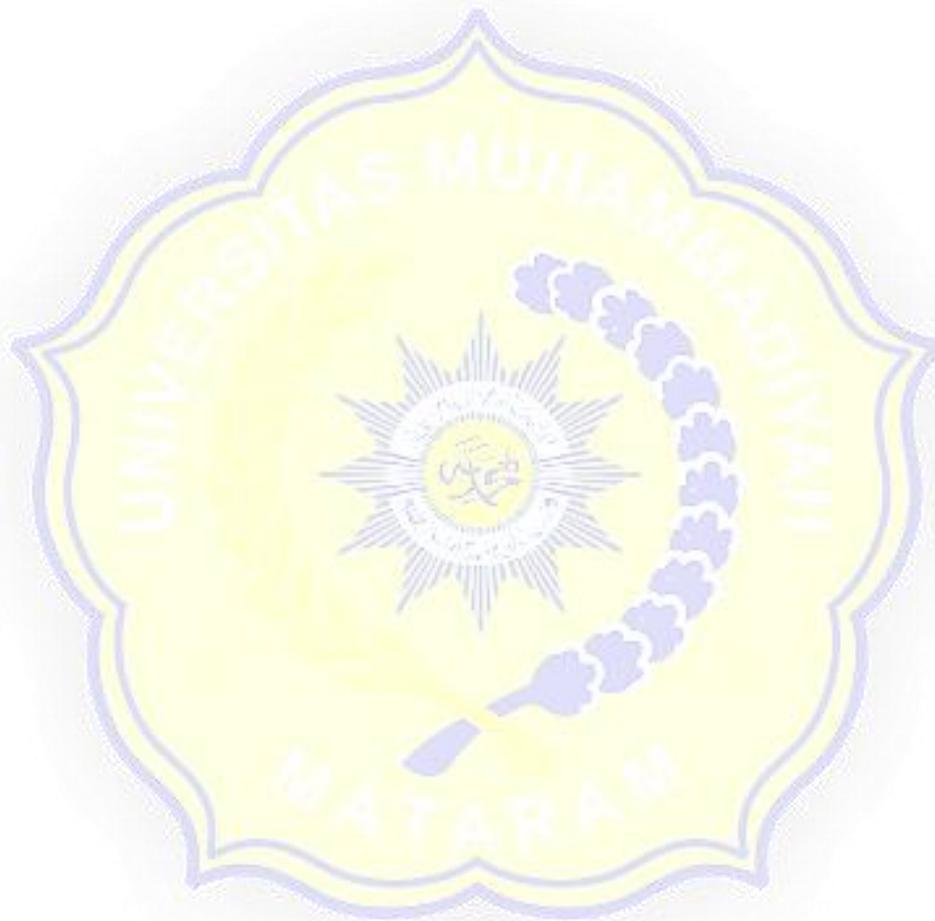


A	= Luas rata-rata pada setiap saat (cm^2)
K	= Faktor Kalibrasi proving ring
N	= Pembacaan proving ring (div)
P	= Beban (kg)
V	= Volume tanah (cm^3)
IP	= Indeks plastisitas (%)
LL	= Batas cair (%)
PL	= Batas plastis (%)
SL	= Batas susut (%)
V_v	= Volume pori (cm^3)
V_w	= Volume air di dalam pori (cm^3)
V_a	= Volume udara di dalam pori (cm^3)
W	= Berat tanah (gr)
WS	= Berat butiran padat (gr)
WW	= Berat air (gr)
ω	= Kadar air (%)
n	= Porositas
e	= Angka pori
γ_d	= Berat volum kering (gr/cm^3)
γ_b	= Berat volume basah (gr/cm^3)
γ_s	= Berat volume butiran padat (gr/cm^3)
G_s	= Berat jenis tanah
S_r	= Derajat kejenuhan (%)
C_u	= Kohesi (kg/cm^2)
θ	= Sudut geser tanah ($^\circ$)
S_t	= Sensitivitas
ϵ	= Regangan axial (%)
ΔL	= Perubahan panjang (cm)

L_0 = Panjang mula-mula (cm)

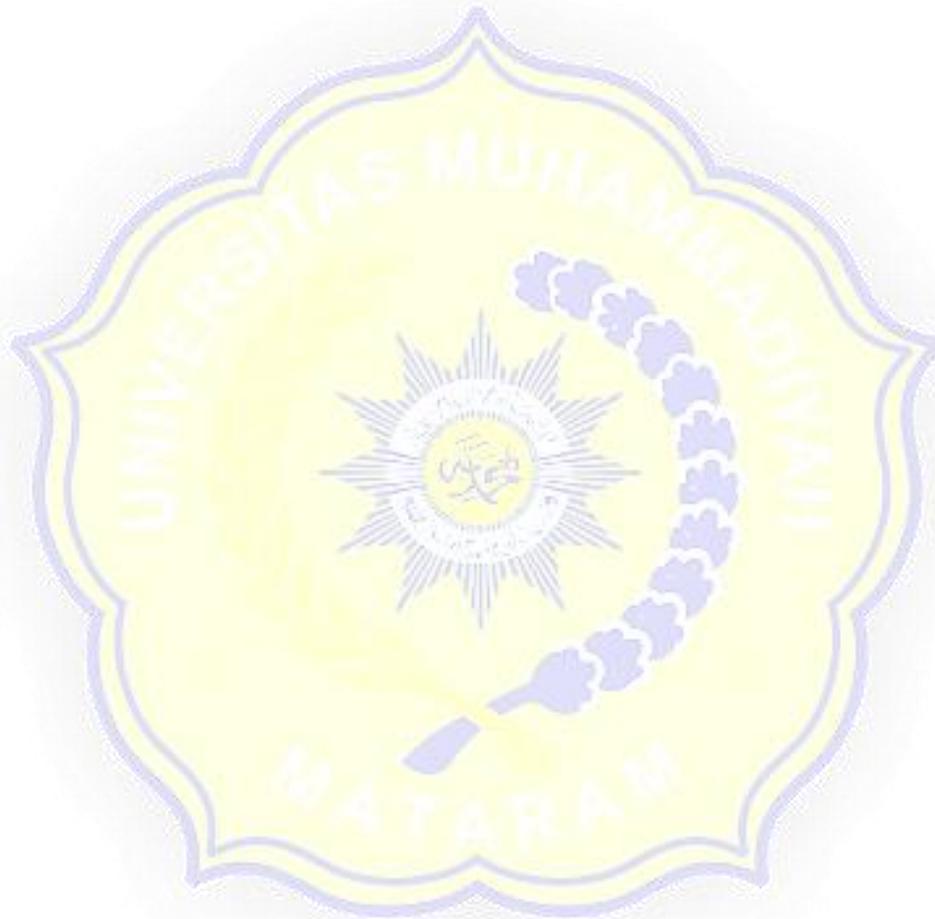
A_0 = Luas mula-mula (cm²)

σ = Tegangan (kg/cm²)



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Asistensi	
Lampiran 2. Hasil Pengujian Sifat Fisik tanah	
Lampiran 3. Hasil Pengujian Sifat mekanik Tanah.....	
Lampiran 4. Foto-foto Pengujian.....	



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan Indonesia dalam membangun infrastruktur semakin pesat dari hari ke hari. Infrastruktur dapat dianggap sebagai dasar yang kuat bagi suatu negara, dan keberadaannya yang memadai berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi nasional. Dengan adanya fasilitas infrastruktur yang memadai akan memberikan dampak positif bagi pertumbuhan suatu daerah. Pembangunan infrastruktur aspek pertama yang di pertimbangkan adalah kondisi wilayah dan jenis tanah yang mempengaruhi kuatnya struktur bangunan bawah (pondasi) bangunan.

Sebagian besar tanah di Indonesia adalah tanah butir halus, namun tidak semua wilayah memiliki tanah yang cocok untuk infrastruktur. Beberapa wilayah memiliki tanah dengan karakteristik yang kurang ideal, seperti tanah lunak dengan daya dukung yang rendah. Diperlukan suatu metode perbaikan tanah yang dapat mengatasi masalah ini, sehingga tanah yang kurang ideal tersebut bisa dimanfaatkan lebih efektif untuk memenuhi kebutuhan infrastruktur yang semakin mendesak di era modern ini (Sajati, dkk, 2020).

Tanah lempung merupakan jenis tanah dengan karakteristik fisik yang rentan terhadap perubahan kembang susut yang tinggi dikarenakan adanya perubahan kadar air, sehingga daya dukung sangat dipengaruhi oleh kadar air. Tanah ini memiliki sifat plastis ketika kadar airnya sedang hingga tinggi. Ketika kering, tanah lempung sangat keras dan sulit untuk dikelupas dengan jari tangan. Ukuran mineral lempung ini berkisar sekitar 0,002 mm, yang membuatnya hampir sejajar dengan ukuran lanau. Namun, perbedaan utama adalah bahwa mineral lempung tidak memiliki sifat lembab seperti lanau. Sifat khas dari tanah lempung adalah bahwa dalam keadaan kering tanah menjadi keras, tetapi saat basah, tanah ini menjadi lunak, plastis, dan memiliki sifat lekat antar partikelnya (Sajati, dkk, 2020). Tanah lempung banyak ditemukan di pulau Lombok, terutama di daerah Lajut, Kecamatan Peraya Tengah, Kabupaten Lombok Tengah.

Desa Lajut terletak di Kecamatan Peraya Tengah, Kabupaten Lombok Tengah. Infrastruktur jalan memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi masyarakat Desa Lajut, salah satu jenis tanah yang bermasalah terhadap tanah dasar karna tanah pada Desa Lajut bersifat lempung. Tanah dasar harus mempunyai kapasitas dukung yang optimal sehingga mampu menerima gaya akibat beban tanpa mengalami perubahan dan kerusakan yang berarti. Berdasarkan spesifikasi Bina Marga (2018) daya dukung tanah dasar untuk perencanaan tebal perkerasan jalan ditentukan dengan pemeriksaan CBR dengan nilai minimal CBR sebesar 6%.

Stabilisasi tanah adalah proses penggabungan tanah dengan bahan tertentu untuk meningkatkan sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi standar teknis yang ditentukan. Proses ini melibatkan pencampuran tanah dengan tanah lain untuk mencapai gradasi yang diinginkan, atau mencampur tanah dengan bahan-bahan buatan pabrik untuk meningkatkan kualitas teknis tanah. Tujuannya adalah untuk mengubah sifat-sifat teknis tanah seperti kapasitas dukung, kompresibilitas, permeabilitas, kemudahan pengolahan, potensi perubahan volume, dan sensitivitas terhadap perubahan kadar air. Proses penanganannya dapat bervariasi dari yang sederhana seperti pemadatan hingga metode yang lebih kompleks dan mahal (Hardiyatmo, 2012). Salah satu opsi yang lebih ekonomis untuk meningkatkan kualitas tanah adalah dengan menggunakan limbah abu sekam padi yang dicampur dengan kapur (Sajati, dkk, 2020).

Abu sekam padi adalah limbah pertanian yang dihasilkan dari hasil sampingan penggilingan padi dan menghasilkan sisa yang disebut sekam padi. Namun, penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa abu sekam padi memiliki kandungan kimia yang dapat berguna untuk stabilisasi tanah, terutama karena sifat pozolanik dari bahan kimia tersebut (Sajati, dkk, 2020).

Kapur merupakan mineral yang sangat efektif dalam melakukan proses stabilisasi tanah, dan penggunaannya cukup umum dalam proyek-proyek konstruksi jalan dan bangunan, terutama untuk berbagai jenis tanah seperti tanah lempung hingga tanah lempung ekspansif. Jenis kapur yang sering digunakan dalam stabilisasi tanah termasuk kapur hidup yang mengandung CaO dan $CaOH_2$.

Tujuan utama dari penggunaan kapur dalam stabilisasi tanah adalah untuk memodifikasi sifat-sifat tanah, seperti mengurangi plastisitas dan meningkatkan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) (Aryanto, dkk, 2021).

Berdasarkan uraian diatas, penelitian dilakukan karena penulis memiliki minat dalam menyelidiki permasalahan mengenai lapisan perkuatan tanah yang di diharapkan nantinya penelitian ini dapat menjadi salah satu alternatif dalam melakukan peningkatan perkuatan tanah dasar.

1.2 Rumusan Masalah

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

- 1) Bagaimana karakteristik dan besaran nilai CBR tanah lempung asli sebelum ditambah abu sekam padi dan kapur?
- 2) Berapa variasi campuran abu sekam padi dan kapur untuk mendapatkan hasil optimum sebagai stabilisasi tanah lempung?
- 3) Berapa besar pengaruh variasi campuran terhadap nilai CBR?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk mengetahui karakteristik tanah lempung sebelum ditambahkan abu sekam padi dan kapur,
- 2) Mengetahui proporsi campuran abu sekam padi dan kapur untuk mencapai nilai CBR optimum. Sehingga dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah lempung,
- 3) Untuk mengetahui besaran Pengaruh variasi campuran terhadap nilai CBR.

1.4 Manfaat Penelitian

Setelah penelitian ini manfaat yang di dapatkan adalah:

- 1) Menambah pengetahuan terkait karakter dari stabilisasi tanah lempung dengan campuran abu sekam padi dan kapur,
- 2) Mengetahui sifat fisik dan sifat mekanik tanah yang diuji dari Desa Lajut, Kabupaten Lombok Tengah,
- 3) Menambah pengetahuan penggunaan abu sekam padi dan kapur sebagai bahan campuran stabilisasi tanah lempung sehingga dapat diaplikasikan untuk perencanaan stabilisasi tanah dasar pada jalan.

1.5 Batasan Masalah Penelitian

Penelitian ini di lakukan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Prodi Teknik sipil Universitas Muhammadiyah Mataram. Lingkup pembahasan dan masalah yang di analisis yaitu:

- 1) Sampel tanah lempung dalam kondisi disturb dari daerah Lajut Kabupaten Lombok Tengah;
- 2) Dalam proses stabilisasi digunakan bahan campuran abu sekam padi dan kapur;
- 3) Penggunaan variasi dengan proporsi yang sama abu sekam padi 0%, 2%, 4%, 6% lolos saringan no 200 (0.075mm) dan kapur 0%, 2%, 4%, 6% ;
- 4) Tidak di lakukan 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

Sajati, dkk (2020) melakukan penelitian terkait Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Campuran Abu Sekam Padi Dan Kapur Dievaluasi Dari Nilai CBR tanpa Rendaman. Kualitas tanah asli di daerah Hambalang, Kecamatan Citeureup, Bogor, memiliki daya dukung yang rendah atau nilai CBR sebesar 1,9% dalam keadaan, mengakibatkan cepatnya terjadi kerusakan pada konstruksi jalan. Dalam penelitian ini, dilakukan stabilisasi tanah dengan metode kimiawi menggunakan campuran abu sekam padi (ASP) dan kapur (Lime). Pengujian dilakukan pada tanah lempung dengan penambahan campuran abu sekam dan kapur dalam variasi persentase berat lempung sebesar 0%, 4%, 8%, dan 12% dari berat kering tanah, dengan melakukan pengujian CBR tanpa perendaman. Perbandingan antara kapur dan abu sekam padi adalah 50%:50%, dan masing-masing campuran dibuat sebanyak 3 sampel. Kadar air pada tanah asli, yang semula sebesar 7,52%, turun menjadi 49,50% pada variasi 12%. Terjadi peningkatan nilai CBR tanah secara signifikan. Nilai CBR pada tanah asli yang awalnya sebesar 1,9% meningkat menjadi 8,0% pada campuran dengan 2% abu sekam padi dan 2% kapur, kemudian mengalami peningkatan pada campuran dengan 4% abu sekam padi dan 4% kapur menjadi 30,1%. Namun, pada campuran dengan 6% abu sekam padi dan 6% kapur, nilai CBR mengalami penurunan menjadi 10,7%. Dapat disimpulkan bahwa pada percampuran dengan 8% diperoleh nilai CBR tertinggi, yaitu 30,1%

Abdurozak, dkk, (2017) melakukan penelitian terkait Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi Dan Kapur Pada Subgrade Perkerasan Jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh California

Bearing Ratio (CBR) dengan penambahan abu sekam padi dan kapur untuk perbaikan tanah. Tanah liat berasal dari desa Kebonharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo. Penelitian ini menggunakan metode pengujian CBR pada laboratorium menggunakan 28 sampel. Sampel sampel Pengujian CBR tanpa rendaman dan dengan rendaman dilakukan pada sampel yang terdiri dari tanah asli dan tanah yang telah distabilkan dengan penambahan 3%, 5%, dan 7% abu sekam padi serta 4% kapur sebagai variabel. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai CBR tanah asli tanpa perendaman adalah 9,46%, sedangkan setelah direndam, nilai CBR tanah asli menjadi 1,16%. Penambahan 3% abu sekam padi dan 4% kapur menghasilkan peningkatan CBR yang signifikan hingga 212% dari kondisi tanah aslinya. Proses perendaman ternyata memberikan peningkatan CBR nilainya, dan pada pemeraman selama 7 hari menunjukkan bahwa nilai CBR akan mempunyai nilai konstan. Tambahan dari abu sekam padi hingga 7% terbukti meningkatkan nilai CBR dibandingkan dengan nilai CBR tanah asli. Dari uji pengembangan menunjukkan semakin tinggi persentase bahan abu sekam padi yang dihasilkan potensi pengembangan lebih kecil dari tanah asli sebesar 4,8% hingga 0,032% pada penambahan sekam padibu (7%) dan kapur (4%).

Maulana, dkk (2016) melakukan penelitian terkait Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Campuran Renolith dan Kapur. penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari campuranrenolith 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 terbukti dari hasil penelitian di mana campuran 8% kapur dan 5% renolith dengan pemeraman selama 3 hari mampu meningkatkan CBR (California Bearing Ratio) tanah yang belum direndam hingga mencapai 142,63%. Sementara itu, untuk CBR tanah yang telah direndam,

persentase kenaikannya mencapai 286,46%. Hal ini juga disertai dengan penurunan 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.

Riwayati, dkk, (2018) melakukan penelitian terkait Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Campuran Kapur Untuk Lapisan Tanah Dasar Konstruksi. Wilayah Palembang yang terletak di daerah rawa jelas tidak cocok untuk pembangunan konstruksi tanpa perlakuan khusus terhadap tanah dasarnya. Jika pembangunan infrastruktur jalan dilakukan tanpa perlakuan khusus, jalan tersebut akan cenderung tidak tahan lama, mudah rusak, atau bahkan mengalami amblas. Oleh karena itu, diperlukan perlakuan khusus untuk meningkatkan stabilitas tanah, salah satunya dengan menambahkan kapur pada tanah dasar. Kapur dapat meningkatkan daya ikatan terhadap air, sehingga stabilitas tanah akan lebih stabil. Dalam penelitian ini, penambahan kapur dilakukan sebesar 2%, 5%, dan 7% dari berat kering tanah yang dijadikan sampel.

Yuliana, dkk, (2022) melakukan penelitian terkait Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Serbuk Gypsum, Abu Sekam Padi, Dan Kapur. Tanah merupakan fondasi yang sangat penting dalam berbagai proyek konstruksi. Namun, tidak semua jenis tanah cocok untuk digunakan dalam pembangunan konstruksi. Sebuah struktur akan kokoh berdiri jika tanah dasarnya cukup kuat untuk mendukungnya. Salah satu contoh dari hal ini terjadi di Ruas Jalan BPP, Kecamatan Selat, Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah, di mana tanah lempung yang digunakan memiliki daya dukung yang rendah. Hal ini dapat berdampak negatif pada kestabilan bangunan yang dibangun di atasnya. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan pada tanah tersebut dengan menambahkan campuran serbuk gypsum, abu sekam padi, dan kapur. Tujuan dari penelitian ini

adalah untuk mengevaluasi pengaruh penambahan serbuk gypsum, abu sekam padi, dan kapur terhadap nilai CBR (California Bearing Ratio) pada tanah lempung melalui pengujian sifat-sifat fisik dan mekanik tanah asli. Berdasarkan klasifikasi AASHTO, tanah tersebut masuk ke dalam kelompok A-7-6(10), sedangkan berdasarkan USCS, tanah tersebut tergolong ke dalam kelompok CH, yaitu tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung berpasir, dan lempung berlanau. Hasil pengujian menunjukkan bahwa presentasi kadar air (w) tanah adalah sebesar 56,12%, berat isi (γ_d) adalah 0,98 g/cm³, berat jenis (G_s) adalah 2,69. Batas-batas Atterberg tanah tersebut adalah Batas Cair (LL) sebesar 51,20%, Batas Plastis (PL) sebesar 26,78%, Indeks Plastisitas (PI) sebesar 24,42%, dan Batas Susut (SL) sebesar 25,57%. Berdasarkan analisis saringan, persentase lolos saringan No.200 adalah 52,80%. Setelah dilakukan pengujian stabilisasi tanah, didapatkan nilai pemadatan untuk sampel tanah asli dengan OMC (Optimum Moisture Content) sebesar 32,18% dan γ_{dmax} (Maximum Dry Density) sebesar 1,28 g/cc. Hasil pengujian CBR menunjukkan bahwa persentase nilai CBR sampel tanah asli adalah sebesar 2,20%. Namun, setelah ditambahkan campuran serbuk gypsum, abu sekam padi, dan kapur dengan variasi 2%, 5%, 7%, dan 9%, dengan rendaman 0 hari, nilai CBR meningkat menjadi 3,05%, 3,80%, dan 4,51% secara berturut-turut.

2.1.2 Definisi Tanah

Menurut Hardiyatmo (2017) dalam pengertian teknik sipil, tanah didefinisikan sebagai gabungan mineral, bahan organik, dan endapan yang cenderung longgar, yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antara partikel-partikelnya yang relatif lemah bisa dihasilkan oleh zat organik, karbonat, atau oksida yang mengendap di antara partikel-partikel tersebut. Ruang di antara partikel-partikel ini dapat berisi udara, air, atau keduanya. Tanah terbentuk melalui proses pelapukan batuan atau geologi lainnya yang terjadi dekat permukaan bumi. Pembentukan tanah bisa melalui proses fisik, dimana batuan mengalami penguraian menjadi partikel-partikel kecil akibat pengaruh air, angin,

erosi, intervensi manusia, atau fluktuasi suhu dan cuaca. Bentuk partikel tanah dapat bermacam-macam, seperti bergerigi, bulat, atau bentuk lainnya.

Secara keseluruhan, pelapukan batuan dapat berlangsung secara kimia melalui pengaruh karbondioksida, oksigen, air (baik yang bersifat alkali atau asam), dan proses kimia lainnya. Jika hasil pelapukan telah terangkut oleh pergerakan, dikenal sebagai tanah terangkut (*transported soil*), sedangkan jika tanah masih berada di tempat asalnya, disebut sebagai tanah residu (*residual soil*). Menurut Hardiyatmo (2012) untuk jenis tanah dapat dikelompokkan menjadi 2 jenis yaitu:

1. Tanah yang terbentuk dari hasil penumpukan material-material pelapukan dan diam di tempat terjadinya pelapukan disebut tanah sisa (*residual soil*). Sifat yang paling penting dari tanah sisa adalah:
 - a. Pada umumnya gradasi ukuran butiran yang ada pada tanah lebih halus dipermukaan dan terlihat lebih kasar pada saat bertambahnya kedalaman permukaan.
 - b. Fragmen yaitu jenis batuan yang memiliki bentuk sudut runcing-runcing dan dapat ditemukan pada kedalaman yang paling dalam.
2. Tanah yang dibawa oleh unsur-unsur seperti es, air, angin dan gravitasi ketempat lain disebut tanah terangkut (*transported soil*). Terdapat beberapa kelompok tanah terangkut yang dapat di klasifikasikan berdasarkan jennies jenis pembawa dan cara penengendapannya, yakni:
 - a. Tanah Glacial, yaitu dapat terbentuk oleh pengangkutan dan pengendapan sungai es,
 - b. Tanah Alluvial, yaitu dapat terbentuk oleh pengangkutan air yang mengalir dan mengendap di sepanjang aliran Sungai,
 - c. Tanah Lacustrine, terbentuk karena pengendapan di area danau-danau yang tenang,
 - d. Tanah Marine, terbentuk karena pengendapan di laut.
 - e. Tanah Aeolian, terbentuk karena terangkut oleh angin dan kemudian mengendap,

- f. Tanah Colluvial, terbentuk karena pergerakan tanah dari tempat asalnya akibat gravitasi seperti yang terjadi pada saat tanah longsor.

2.1.3 Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah merujuk pada karakteristik suatu bahan atau material yang dapat diamati secara langsung. Sifat-sifat fisik ini umumnya tidak dapat diubah dan meliputi berbagai aspek. Beberapa sifat fisik yang dimiliki oleh suatu bahan atau material antara lain:

1. Warna: Secara umum, semua bahan atau material memiliki warna yang khas. Sebagai contoh, tembaga berwarna merah, besi berwarna hitam, besi cor kelabu berwarna abu-abu, aluminium berwarna perak, dan lain-lain.
2. Kepadatan (density): Merupakan satuan berat volume. Densitas adalah kebalikan dari volume spesifik, dan koefisien kedua besaran ini diperoleh dari volume atom, seperti massa jenis, berat jenis, dan sebagainya.

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. Tanah lempung merupakan jenis tanah dengan karakteristik fisik yang rentan terhadap perubahan kembang susut yang tinggi dikarenakan adanya perubahan kadar air, sehingga daya dukung sangat dipengaruhi oleh kadar air. 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 dukungan beban yang rendah.

Menurut Bowles (1993), tanah lempung memiliki konsistensi yang keras saat kering, dan sulit dipecah hanya dengan jari tangan. Permeabilitas tanah

lempung sangat rendah dan cenderung berplastisitas saat kadar air sedang. Namun, saat terkena air yang lebih banyak, tanah lempung akan menjadi lengket (kohesif) dan sangat mudah dibentuk.

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

2.1.5 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi adalah limbah yang dihasilkan dari proses pembakaran sekam padi. Sekam padi adalah bagian luar biji padi yang terpisah selama proses penggilingan beras. Biasanya, sekam padi dianggap sebagai limbah pertanian yang tidak memiliki nilai komersial utama dalam produksi beras. Namun, abu sekam padi, yang diperoleh melalui pembakaran sekam padi, memiliki berbagai penggunaan dan manfaat yang penting dalam berbagai bidang, termasuk pertanian, industri, dan konstruksi.

Senyawa kimia yang terkandung dalam abu sekam padi Silika (SiO_2), Kalsium (CaO), Kalium (K_2O), Fosfor (P_2O_2), Sulfur (S), Karbonat (CO_2), Kandungan senyawa kimia dalam abu sekam padi sangat bervariasi tergantung pada banyak factor.

2.1.6 Kapur Dolomit

Kapur adalah senyawa kimia dengan rumus kimia $CaCO_3$. Ini adalah senyawa yang sangat umum dalam alam dan memiliki berbagai penggunaan dalam berbagai bidang. Kapur sering ditemukan dalam bentuk batuan seperti kapur, marmer, dan dolomit, serta dalam bentuk mineral lainnya, Kandungan utama dalam kapur dolomit adalah kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan karbonat (CO_3). Komposisi ini berbeda dari kapur biasa, yang terutama terdiri dari kalsium karbonat ($CaCO_3$).

2.1.7 Stabilisasi 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.

Menurut Bowles (1991), ada beberapa langkah yang dapat dilakukan untuk menstabilkan tanah, antara lain: meningkatkan kerapatan tanah, menambahkan bahan yang tidak aktif untuk meningkatkan kohesi dan/atau tahanan gesek tanah, menggunakan bahan untuk menginduksi perubahan kimia atau fisik dalam tanah, menurunkan tingkat air tanah (drainase tanah), dan mengganti tanah yang tidak baik.

Stabilisasi tanah merupakan upaya untuk memperbaiki sifat-sifat tanah. Ada dua metode utama dalam stabilisasi tanah, yaitu stabilisasi mekanis dan stabilisasi kimiawi. Stabilisasi mekanis melibatkan perbaikan struktur dan sifat-sifat mekanis tanah untuk meningkatkan daya dukungnya. Sementara itu, stabilisasi kimiawi melibatkan penggunaan bahan kimia untuk meningkatkan kekuatan dan daya dukung tanah dengan cara mengubah atau menghilangkan sifat-sifat teknis tanah yang kurang menguntungkan melalui pencampuran dengan bahan kimia.

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

Pada dasarnya klasifikasi tanah menggunakan indeks pengujian sederhana untuk mendapatkan karakteristik tanah. Karakteristik tersebut dipergunakan untuk mendapatkan kelompok klasifikasinya, yang didasarkan pada hasil analisa saringan untuk ukuran partikel dan indeks plastisitas (Hardiyatmo, 2012).

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 (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 ke dalam sejumlah kelompok dan sub kelompok dibawah ini :

G = Kerikil (*gravel*)

S = Pasir (*sand*)

C = Lempung (*clay*)

M = Lanau (*silt*)

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 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1 Pengelompokan 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 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:

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

dengan:

GI = Indeks kelompok (*group index*),

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

LL = Batas cair, dan

PI = Indeks plastisitas.

Saat *group index* (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 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2 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-
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
Indeks kelompok (G)	0	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)

Catatan:

Kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6 bergantung pada batas plastisnya (PL)

Untuk $PL > 30$, klasifikasinya A-7-5

Untuk $PL < 30$, klasifikasinya A-7-6

Np = non plastis

2.3 Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah merupakan faktor dominan yang mempengaruhi penggunaan tanah, terutama yang berkaitan dengan ketersediaan oksigen, mobilitas air dalam tanah dan kemudahan penetrasi akar tanaman. Ada beberapa komponen penyusun sifat fisik tanah yaitu:

1. Warna Tanah

Warna tanah merupakan salah satu sifat fisik tanah yang paling mudah diidentifikasi. Warna tanah dapat memberikan petunjuk kualitatif mengenai kesuburan tanah, kandungan bahan organik, tingkat aerasi, dan drainase. Terdapat empat faktor utama yang mempengaruhi warna tanah, yakni:

- a. Kandungan bahan organik dalam tanah.
- b. Kadar air dan kondisi drainase tanah, baik dalam kondisi jenuh maupun tidak jenuh.
- c. Kehadiran oksida besi dan mineral tanah seperti kuarsa, hematit, limonit, dan glaukonit.
- d. Karakteristik fisiografi wilayah, seperti keberadaan cekungan atau dataran, serta topografi (Utomo, dkk, 2016).

2. Tekstur Tanah

Tekstur tanah adalah hal yang perlu diperhatikan karena dapat memengaruhi berbagai sifat tanah. Tekstur tanah mempengaruhi seberapa cepat air dapat meresap ke dalam tanah, seberapa banyak air yang dapat disimpan oleh tanah, kemudahan dalam mengolah tanah, tingkat aerasi, dan kebutuhan pupuk tanah. Selain itu, tekstur tanah juga memengaruhi kapasitas tanah dalam menahan air. Tanah dengan tekstur liat mampu menahan air lebih banyak dibandingkan dengan tanah bertekstur pasir, hal ini terkait dengan luas permukaan adsorpsi tanah; semakin halus tekstur tanah, semakin besar kemampuannya dalam menyerap air (Haridjaja. dkk, 2013).

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.

$$\text{Kadar air : } W = \frac{w_2 - w_1}{w_3 - w_1} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

dengan :

- W : Kadar air (%)
- W_1 : Berat cawan kosong (gram)
- W_2 : Berat cawan + tanah basah (gram)
- W_3 : 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 gram/cm³. 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.

$$\text{Berat isi tanah basah} = \gamma_{wet} = \frac{w_2 - w_1}{v} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\text{Berat isi tanah kering} = \gamma_{dry} = \frac{\gamma_{wet}}{1 + w} \dots\dots\dots(2.4)$$

dengan :

- W : Kadar air
- W_1 : Berat cincin (gram)
- W_2 : Berat cincin + tanah (gram)
- V : Volume tanah = volume dalam cincin (cm³)

2.3.3 Berat jenis (*Specific Weight*)

Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan *specific weight* zat dengan massa air terhadap volumenya. Menurut Kusuma dkk. (2016), 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.

$$G = \frac{w_2 - w_1}{(w_4 - w_1) - (w_3 - w_2)} \dots \dots \dots (2.5)$$

dengan :

- G : Berat jenis tanah
- W_1 : Berat piknometer kosong (gram)
- W_2 : Berat piknometer + tanah kering (gram)
- W_3 : Berat piknometer + tanah + air (gram)
- W_4 : 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, (2016) 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.

a. 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).

b. Batas Plastisitas (*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:

$$\text{Batas plastis (IP)} = LL - PL \dots\dots\dots (2.6)$$

dengan:

IP : Indeks Plastisitas

LL : Batas Cair

PL : Batas Plastis

- c. Indeks plastisitas tanah juga dinyatakan sebagai NP (non plastic), jika hasil perhitungan batas plastis lebih besar atau sama dengan batas cair Batasan pada nilai PI ditentukan berdasarkan nilai indeks plastisitas dan jenis tanah seperti yang disajikan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Nilai indeks plastisitas tanah

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

(Sumber: Hardiyatmo, 2017)

2.4 Sifat Mekanik

Sifat mekanik adalah sifat-sifat teknis dan respons massa mekanis tanah ketika terkena tekanan atau gaya. Pengujian sifat mekanik ini antara lain; pemadatan dan CBR.

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 2.7 dan 2.8 sebagai berikut:

$$\text{Berat volume basah tanah } \gamma_b = \frac{w_2 - w_1}{v} \text{ gram/cm}^3 \dots\dots\dots(2.7)$$

$$\text{Berat volume kering } \gamma_d = \frac{\gamma_b}{1+w} \text{ gram/cm}^3 \dots\dots\dots(2.8)$$

dengan :

γ_b : Berat volume basah

γ_d : Berat volume kering

W_1 : Berat silinder kosong (gram)

W_2 : Berat silinder isi tanah basah (gram)

V : Volume silinder (cm³)

2.4.2 California bearing ratio (CBR)

CBR 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 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.

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.

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

Dalam perencanaan jalan baru, ketebalan perkerasan dapat ditentukan dengan menggunakan nilai CBR (California Bearing Ratio) yang telah dipadatkan. Nilai ini digunakan untuk mengevaluasi kemampuan tanah, terutama sebagai subbase atau base untuk perkerasan jalan dan landasan pesawat terbang. Perhitungan nilai CBR mirip dengan perhitungan kadar air dan berat volume kering pada uji pemadatan tanah. Perbedaannya terletak pada perhitungan penetrasi CBR di laboratorium, yang dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.9 dan 2.10 dibawah ini.

$$\text{Penetrasi } 0,1'' \text{ (2,5 mm) } CBR = \frac{p_1}{3 \times 100} \times 100\% \dots\dots\dots (2.9)$$

$$\text{Penetrasi } 0,2'' \text{ (2,5 mm) } CBR = \frac{p_2}{3 \times 100} \times 100\% \dots\dots\dots (2.10)$$

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:

$$\text{Pengembangan } 0\% = \frac{s}{h} \times 100\% \dots\dots\dots(2.11)$$

dengan:

S : Pembacaan dial

H : Tinggi benda uji awal

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Pengambilan Sampel dan Penelitian

3.1.1 Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel tanah lempung sebagai bahan penelitian sifat fisik dan mekanik tanah terletak di Desa Lajut, Kecamatan Praya Tengah, Kabupaten Lombok Tengah. 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 Earth 2023)

3.1.2 Lokasi Penelitian

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 Persiapan dan Tahap Penelitian

3.2.1 Pengambilan sampel tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan di daerah sekitaran persawahan dekat lapangan desa Lajut, Kecamatan Paya Tengah, Kabupaten Lombok Tengah. Alat-alat yang digunakan untuk mengambil sampel tanah berupa kantong kresek, karung, cangkul, sekop, dan alat meteran. Pengambilan sampel tanah dilakukan dari kedalaman 30 cm -50 cm yang bertujuan untuk menghindari tercampurnya tanah dengan sampah atau rumput yang berada disekitaran lokasi pengambilan sampel tanah. Dokumentasi pemngambilan sampel tanah dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah ini



Gambar 3.2 Pengambilan sampel tanah lempung

(Sumber: Dokumentasi pribadi 2023)

3.2.2 Pengambilan Abu Sekam Padi

Pengambilan bahan abu sekam padi dilakukan di daerah batu nyala Kecamatan Peraya Tengah Kabupaten Lombok Tengah. Alat-alat yang digunakan

pada pengambilan sampel ni diantaranya adalah cepang, baskom, dan plastic. Pengambilan sampel abu sekam padi ini diambil dari sisa pembakaran batu bata. foto pengambilan sampel abu sekam padi dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut:



Gambar 3.3 Pengambilan abu sekam adi

(Sumbe : Dokumentasi pribadi 2023)

3.2.3 Persiapan Kapur

Jenis kapur yang digunakan pada penelitian ini adalah kapur jenis dolomit yang bisa di dapat di toko pertanian. Gambar kapur jenis dolomit bisa dilihat pada Gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3.4 Kapur jenis dolomit

(Sumber: Dokumentasi pribadi 2023)

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

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

a. 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 3.5 dibawah ini.



Gambar 3.5 Saringan

(Sumber: Dokumentasi pribadi 2023)

b. 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 3.6 dan Gambar 3.7 dibawah ini.



Gambar 3.6 Timbangan ketelitian 0.01g

(Sumber: Dokumentasi pribadi 2023)



Gambar 3.7 Timbangan ketelitian 0.1g

(Sumber: Dokumentasi pribadi 2023)

c. *Molding/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 3.8 dibawah ini.



Gambar 3.8 *Molding/cetakan*

(Sumber: Dokumentasi pribadi 2023)

d. 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 proses pencampuran dengan udara secara efisien. Peralatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.9 dibawah ini.



Gambar 3.9 Centongan dan baskom pencampuran

(Sumber: Dokumentasi pribadi 2023)

e. 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 3.10 dibawah ini



Gambar 3.10 Cawan

(Sumber: Dokumentasi pribadi 2023)

- f. 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 3.11 dibawah ini.



Gambar 3.11 Pisau perata

(Sumber : Dokumentasi pribadi 2023)

g. 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 3.12 dibawah ini.



Gambar 3. 12 Penumbuk

(Sumber : Dokumentasi pribadi 2023)

h. 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 3.13 dibawah ini.



Gambar 3 13 Jangka sorong

(Sumber : Dokumentasi pribadi 2023)

i. *Dial gauge*

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 3.14 dibawah ini.



Gambar 3.14 *Dial gauge*

(Sumber: Dokumentasi pribadi 2023)

j. 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 diatursesuai dengan persyaratan penelitian. Peralatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.15 dibawah ini.



Gambar 3.15 Oven pengering

(Sumber : Dokumentasi pribadi 2023)

k. 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 3.16 dibawah ini.



Gambar 3.16 Cawan porselen

(Sumber : Dokumentasi pribadi 2023)

l. Alat Cassagrande

Alat Casagrande adalah alat yang digunakan dalam pengujian *Liquid limit*. Gambar 3.17 Peralatan tersebut dapat dilihat pada dibawah ini.



Gambar 3.17 Alat cassagrande
(Sumber : Dokumentasi pribadi 2023)

m. 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 3.18 dibawah ini.



Gambar 3.18 Piknometer
(Sumber : Dokumentasi pribadi 2023)

n. 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 3.19 dibawah ini.



Gambar 3.19 Alat pengujian penetrasi CBR laboratorium

(Sumber : Dokumentasi pribadi 2023)

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel tanah lempung, abu sekam padi dan kapur yang akan dilakukan pengujian.

1. Tanah lempung yang akan diuji memiliki sifat kembang susut. Sampel tanah yang digunakan dalam pengujian ini berasal dari Desa Lajut, Kecamatan Peraya Tengah, Kabupaten Lombok Tengah. 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. Kapur dolomit dan abu sekam padi dalam pengujian ini adalah sebagaibahan stabilisasi dari tanah lempung. Abu sekam padi yang digunakan berasal dari sisa pembakaran bata merah yang sudah tidak digunakan. Abu sekam padi ditumbuk dan disaring menggunakan saringan no.200

3.4 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.

3.4.1 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 tutup 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.

3.4.2 Uji Berat Volume

Mendapatkan berat isi tanah, yang merupakan perbandingan antara berat tanah basah dengan volumenya dalam 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 (W_1).
- b. Letakkan bagian tajam cincin di permukaan tanah dan tekan dengan hati-hati hingga tanah masuk seluruhnya ke dalam cincin.
- c. Potong dan ratakan 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.

3.4.3 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 $27,5^{\circ}\text{C}$. Berikut langkah-langkahnya pengujian:

1. Bersihkan piknometer baik bagian luar maupun dalam, lalu keringkan. Timbang piknometer kosong untuk mendapatkan beratnya (W_1).
2. 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 (W_2).
3. Isi 10 cc air ke dalam piknometer, pastikan tanah terendam sepenuhnya, dan biarkan selama 2-10 jam.
4. 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

- a. 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.
- b. Rebus piknometer dengan hati-hati selama sekitar 10 menit, sesekali miringkan piknometer untuk membantu udara keluar, lalu dinginkan.
- c. Isi piknometer dengan air destilasi hingga penuh, lalu tutup. Keringkan bagian luar piknometer dengan kain kering. Timbang berat piknometer beserta tanah dan air (W_3). Ukur suhu air dalam piknometer menggunakan termometer ($T^{\circ}\text{C}$).
- d. 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 (W_4). Proses ini harus dilakukan sesegera mungkin setelah tahap (poin e) selesai dijalankan

3.4.4 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 152H 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.

3.4.5 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 ± 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 setiapgerakan.

- 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.

3.4.6 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.

3.5 Uji Sifat mekanik Tanah

3.5.1 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 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.

3.5.2 CBR (*California Bearing Ratio*)

Penelitian ini melibatkan pengujian CBR 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.
 - Siapkan lebih banyak benda uji untuk tanah lempung, mengingat kemungkinan kegagalan dalam pengujian.
- f. Bersihkan silinder pemadatan, timbang, dan catat beratnya (W1) dengan akurasi ± 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 tinggitanah 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 penunjukdial gauge. Tempatkan benda uji dalam wadah berisi air, membiarkan udara meresap ke dalam benda uji dengan tinggi air di atas penyangga dialgauge 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). Keluarkan benda uji dan periksa kadar airnya.

3.6 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.

3.6.1 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.

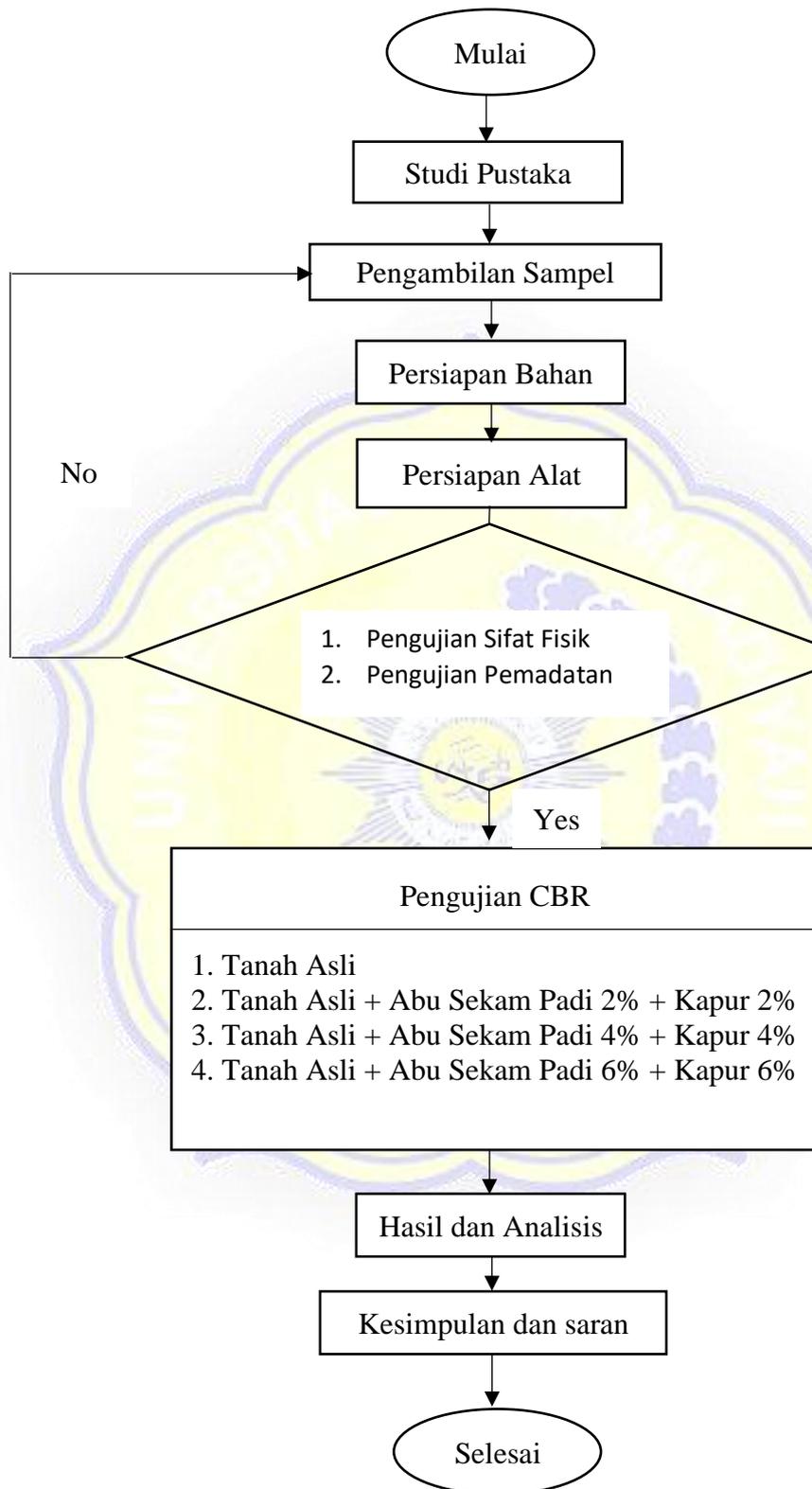
3.6.2 Analisa Data

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.

3.6.3 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. Penelitian ini, digunakan kapur dan abu sekam padi sebagai bahan campuran. Komposisi bahan campuran kapur adalah 0%, 2%, 4%, dan 6% sama dengan komposisi abu sekam padi adalah 0%, 2%, 4%, dan 6%.

3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.20 Bagan alir penelitian