

**STABILITAS CAMPURAN ABU VULKANIK GUNUNG SEMERU DAN
SEMEN PORTLAND TIPE I DENGAN TANAH LEMPUNG DI DESA
BONDIR KABUPATEN LOMBOK TENGAH TERHADAP NILAI CBR
(*CALIFORNIA BEARING RATIO*)**

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



DI SUSUN OLEH:

**ANANDA RIZKI ADIJAYA NUGROHO
2019D1B020**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
2023**

**HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING
SKRIPSI**

**STABILITAS CAMPURAN ABU VULKANIK GUNUNG SEMERU DAN
SEMEN PORTLAND TIPE I DENGAN TANAH LEMPUNG DI DESA
BONDIR KABUPATEN LOMBOK TENGAH TERHADAP NILAI CBR
(CALIFORNIA BEARING RATIO)**

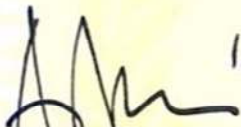
Disusun Oleh:

ANANDA RIZKI ADI JAYA NUGROHO

2019D1B020

Mataram, Juni 2023

Pembimbing I



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

Pembimbing II

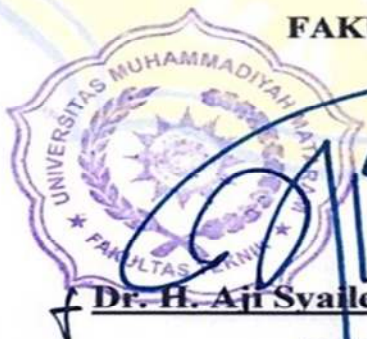


Anwar Efendy, ST., MT
NIDN.0811079502

Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**

Dekan,



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

NIDN. 0806027101

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

SKRIPSI

**STABILITAS CAMPURAN ABU VULKANIK GUNUNG SEMERU DAN
SEMEN PORTLAND TIPE I DENGAN TANAH LEMPUNG DI DESA
BONDIR KABUPATEN LOMBOK TENGAH TERHADAP NILAI CBR
(*CALIFORNIA BEARING RATIO*)**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

ANANDA RIZKI ADIJAYA NUGROHO

2019D1B020

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada Tanggal 26 Juni 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

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

Penguji II : Anwar Efendy, ST., MT

Penguji III : Adryan Fitrayudha, ST., MT

Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

FAKULTAS TEKNIK

Dekan,

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

NIDN. 0806027101

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir/skripsi dengan judul :

“STABILITAS CAMPURAN ABU VULKANIK GUNUNG SEMERU DAN SEMEN PORTLAND TIPE I DENGAN TANAH LEMPUNG DI DESA BONDIR KABUPATEN LOMBOK TENGAH 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. Bila terbukti di kemudian hari bahwa tugas akhir/skripsi ini merupakan hasil plagiasi, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya.

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

Mataram, 23 Juni 2023

Yang Membuat Pernyataan



Ananda Rizki Adijya Nugroho

2019D1B020



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 : ANANDA RIZKI ADIJAYA NUGROHO
NIM : 2019D1B020
Tempat/Tgl Lahir : AMPENAH, 1 JUNI 2000
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Fakultas : TEKNIK SIPIL
No. Hp : 0877 8558 2613
Email : anandarizki9f06@gmail.com

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

STABILITAS CAMPURAN ABU VULKANIK GUNUNG SEMERU DAN
SEMEN PORTLAND TIPE I DENGAN TANAH LEMPUNG DI DESA BONDIR
KABUPATEN LOMBOK TENGAH TERHADAP UKAI CBR (CALIFORNIA
BEARING RATIO)

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 483

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

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

Mataram, 13 JULI 2023
Penulis



ANANDA RIZKI ADIJAYA N.
NIM. 2019D1B020

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

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 : ANANDA RIZKI ADJAYA NUGROHO
NIM : 2019D1B020
Tempat/Tgl Lahir : Ampenan, 1 Juni 2000
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Fakultas : TEKNIK
No. Hp/Email : 087785582613
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:

STABILITAS CAMPURAN ABI VULKANIK GUNUNG SENERU DAN SEMEN PORTLAND
Tipe 1 DENGAN TANAH LEMPUNG DI DESA BONDIR KABUPATEN LOMBOK TENGAH
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, 13 Juli 2023
Penulis

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



ANANDA RIZKI ADJAYA M.
NIM. 2019D1B020



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

MOTTO HIDUP

“Segala hal yang membuatmu cemas sebenarnya berasal dari pikiranmu sendiri.”

(Penulis)

“Tidak ada kegagalan bila kau belum mencoba, kamu sudah pasti gagal bila tidak mencoba”

(Penulis)

"Semua orang memiliki masanya masing-masing. Tak perlu terburu-buru, tungguilah. Kesempatan itu akan datang dengan sendirinya."

(Gol D Roger)



UCAPAN TERIMA KASIH

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 Mulawarman Muslim Nugroho, Ibu saya Nurhidayati (Alm) dan adek kandung saya Adinda Mustika Nugroho 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. Anwar Efendy, ST., MT.. sebagai Dosen Pembimbing Kedua yang dengan bijaksana selalu membimbing penulis dalam menyusun tugas akhir ini.
8. Kepada Regita Sammara Supratin serta Rivaldi Umar dan Yusuf. Yang telah membantu penulis untuk menyediakan bahan pengujian.
9. Kepada Anggun Bela Saputri dan Iis Indayanti selaku sahabat dan tim PKL MUTIP 2 yang sama-sama berjuang dalam menyelesaikan segala urusan dalam perkuliahan maupun diluar perkuliahan.
10. Rekan-rekan dan sahabat mahasiswa keluarga besar Teknik Sipil khususnya untuk angkatan 2019 dan untuk semua kawan-kawan yang telah memberi motivasi dengan semnagat juang yang diberikan selama masa pekuliahan.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum, Wr. Wb

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas akhir ini dengan baik. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam rangka menyelesaikan Program Studi pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram. Adapun judul tugas akhir saya yang adalah **“Stabilitas Campuran Abu Vulkanik Gunung Semeru Dan Semen Portland Tipe I Dengan Tanah Lempung Di Desa Bondir Kabupaten Lombok Tengah Terhadap Nilai CBR (*California Bearing Ratio*)”** Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak masukan yang berguna dari berbagai pihak sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu dengan segala ketulusan serta keikhlasan hati, saya mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Drs. Abdul Wahab, MA, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Bapak Dr. Aji Syailendra Ubaidillah, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Bapak Adryan Fitrayudha, ST.,MT., selaku Kaprodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram
4. Ibu Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT., selaku dosen pembimbing I dan Bapak Anwar Efendy, ST., MT., selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan arahan, meluangkan banyak waktu dan memberikan bimbingan sampai tugas akhir ini selesai.
5. Segenap dosen dan para staff akademik yang selalu membantu dalam fasilitas ilmu serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian skripsi.
6. 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.

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

Walaikumsalam, Wr. Wb

Mataram, Juni 2023

Ananda Rizki Adijaya Nugroho



ABSTRAK

Indonesia merupakan Negara beriklim tropis yang memiliki dua musim yaitu musim hujan dan kemarau yang mengakibatkan banyaknya ruas jalan yang berlubang dan retak akibat air yang mengisi pori-pori tanah sehingga membuat lapisan tanah *supgrade* menjadi jenuh air. tujuan dilakukannya penelitian ini untuk melihat pengaruh dari penambahan campuran abu vulkanik dan semen terhadap stabilitas nilai CBR.

Stabilisasi tanah lempung pada penelitian ini menggunakan sampel tanah lempung yang berada di desa Bondir, Kecamatan Praya Barat, Kabupaten Lombok Tengah dengan variasi abu vulkanik 5%, 10%, 15%, dan penambahan semen sebanyak 5% pada setiap sampelnya. Selanjutnya dilakukan pengujian sifat fisik dan mekanik tanah untuk melihat pengaruh penambahan variasi. Pengujian dilakukan di laboratorium program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.

Dari hasil pengujian sifat fisik, didapat hasil kadar air asli 30,47% dan indeks plastisitas 41,42%. Sampel tanah yang di ambil dari desa Bondir, 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-7-5. Dari hasil uji standar *Proctor* menghasilkan nilai kadar air optimum tanah asli sebesar 30,91% , variasi 5% abu vulkanik dan 5% semen 1,235% kadar air optimumnya 29,46%. Variasi 10% kadar air 29,04%. Sedangkan 15% kadar air optimumnya 28,79%. Hasil pengujian CBR pada tanah asli diperoleh nilai 10,67% dan CBR rendaman 3.559%. Kadar optimum CBR variasi yang didapatkan adalah pada variasi 10% abu vulkanik Gunung Semeru dan 5% semen Portland tipe I dengan nilai presentase sebesar 21,055%. Sehingga dapat direkomendasikan bahwa abu vulkanik dan semen mampu menaikkan nilai CBR pada tanah lempung.

Kata kunci: Tanah Lempung, Abu Vulkanik Semeru, Semen Portland Tipe I, CBR Laboratorium, Stabilisasi.

ABSTRACT

Indonesia is a tropical country that has two seasons, namely the rainy and dry seasons which result in many roads being potholes and cracks due to water filling the pores of the soil so that the supgrade soil layer becomes saturated with water. The purpose of this study was to see the effect of adding a mixture of volcanic ash and cement on the stability of the CBR value.

Stabilization of clay in this study used clay samples in Bondir village, West Praya District, Central Lombok Regency with variations of volcanic ash 5%, 10%, 15%, and the addition of 5% cement in each sample. Then tested the physical and mechanical properties of the soil to see the effect of adding variations.

From the results of testing the physical properties, the clay soil in Bondir village has an original water content of 30.47% and a plasticity index of 41.42%. Soil samples taken from the village of Bondir, Central Lombok Regency according to the USCS original soil are classified as CH (clay high plasticity) or also known as clay with high plasticity and according to AASHTO are included in group A-7-5. From the results of the Proctor standard test, the optimum water content value in the original soil was 30.91%, the variation of 5% volcanic ash and 5% cement was 1.235%, the optimum moisture content was 29.46%. Variation 10% moisture content 29.04%. While 15% optimum water content is 28.79%. The results of CBR testing on native soil obtained a value of 10.67% and immersion CBR of 3,559%. The optimum CBR content for the variation obtained was 10% Mount Semeru volcanic ash and 5% Portland cement type I with a percentage value of 21.055%. So it can be recommended that volcanic ash and cement can increase the CBR value in clay soil.

Keywords: *Clay, Semeru Volcanic Ash, Type I Portland Cement, Laboratory CBR, Stabilization*

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA
MATARAM

KEPALA
UPT P3B
MUHAMMAADIYAH MATARAM



[Signature]
H. Maira, M.Pd
TLPN. 0803048601

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	v
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
MOTTO	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	viii
KATA PENGANTAR	x
ABSTRAK	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
DAFTAR NOTASI	xxi
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	 5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.1.1. Sifat Fisik Tanah	5
2.1.2. Penelitian Terdahulu.....	5

2.2. Landasan Teori	9
2.2.1. Klasifikasi Tanah	9
2.2.1.1 Sistem Klasifikasi <i>Unified</i>	9
2.2.1.2. Sistem Klasifikasi AASHTO	11
2.2.2. Tanah Lempung.....	13
2.2.3. Tanah Dasar (<i>Subgrade</i>)	14
2.3. Sifat Fisik Tanah	14
2.3.1. Kadar Air Awal	14
2.3.2. Berat Volume Tanah.....	14
2.3.3. Berat Jenis Tanah.....	15
2.3.4. Analisa Saringan dan Hdrometer.....	15
2.3.5. Batas <i>Atteberg</i>	16
2.4 . Sifat Mekanik Tanah.....	17
2.4.1. Pemadatan Tanah.....	17
2.4.2. CBR (<i>California Bearing Ratio</i>)	17
2.5. Abu Vulkanik Semeru.....	19
2.6. Semen Portland Tipe I.....	19
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 . Lokasi Penelitian.....	20
3.2 . Persiapan dan Tahap Penelitian	21
3.2.1. Pengambilan Sampel Tanah	21
3.2.2. Pengambilan Sampel Abu Vulkanik.....	22
3.2.3. Persiapan Semen Portland Tipe I.....	23
3.3 . Alat dan Bahan Penelitian.....	23
3.3.1. Alat-alat Penelitian	23
3.3.2. Bahan-bahan Penelitian	32
3.3.3. Diagram Alir Penelitian.....	34
3.4 . Tahapan Penelitian.....	35
3.4.1. Studi Pustaka	35

3.4.2. Pengumpulan Data.....	35
3.4.3. Analisis Data.....	35
3.4.4. Rancangan Penelitian	35
3.4.5. Jenis Pengujian	35
3.4.5.1. Uji Kadar Air	35
3.4.5.2. Uji Berat Volume.....	36
3.4.5.3. Uji Berat Jenis	37
3.4.5.4. Uji Abalisa Saringan dan Hidrometer	38
3.4.5.5. Uji Batas Cair	39
3.4.5.6. Uji Batas Plastis dan Indeks Pastisitas Tanah	40
3.4.5.7. Uji Pemadatan Tanah.....	41
3.4.5.8. Pengujian CBR	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah	44
4.1.1. Kadar Air Awal	44
4.1.2. Berat Volume Tanah	44
4.1.3. Berat Jenis Tanah	45
4.1.4. Analisa Saringan dan Hidrometer	46
4.1.5. Batas Cair Tanah	47
4.1.6. Batas Plastis	49
4.1.7. Indeks Plastisitas	50
4.2. Pengujian Sifat Mekanik Tanah	51
4.2.1. Uji Pemadatan (<i>Proctor Standart</i>)	51
4.2.1.1. Berat Isi Kering Maksimum	51
4.2.1.2. Kadar Air Optimum	53
4.2.2. CBR Rendaman Tanah Asli	54
4.2.3. Pengujian CBR Tanpa Rendaman	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57

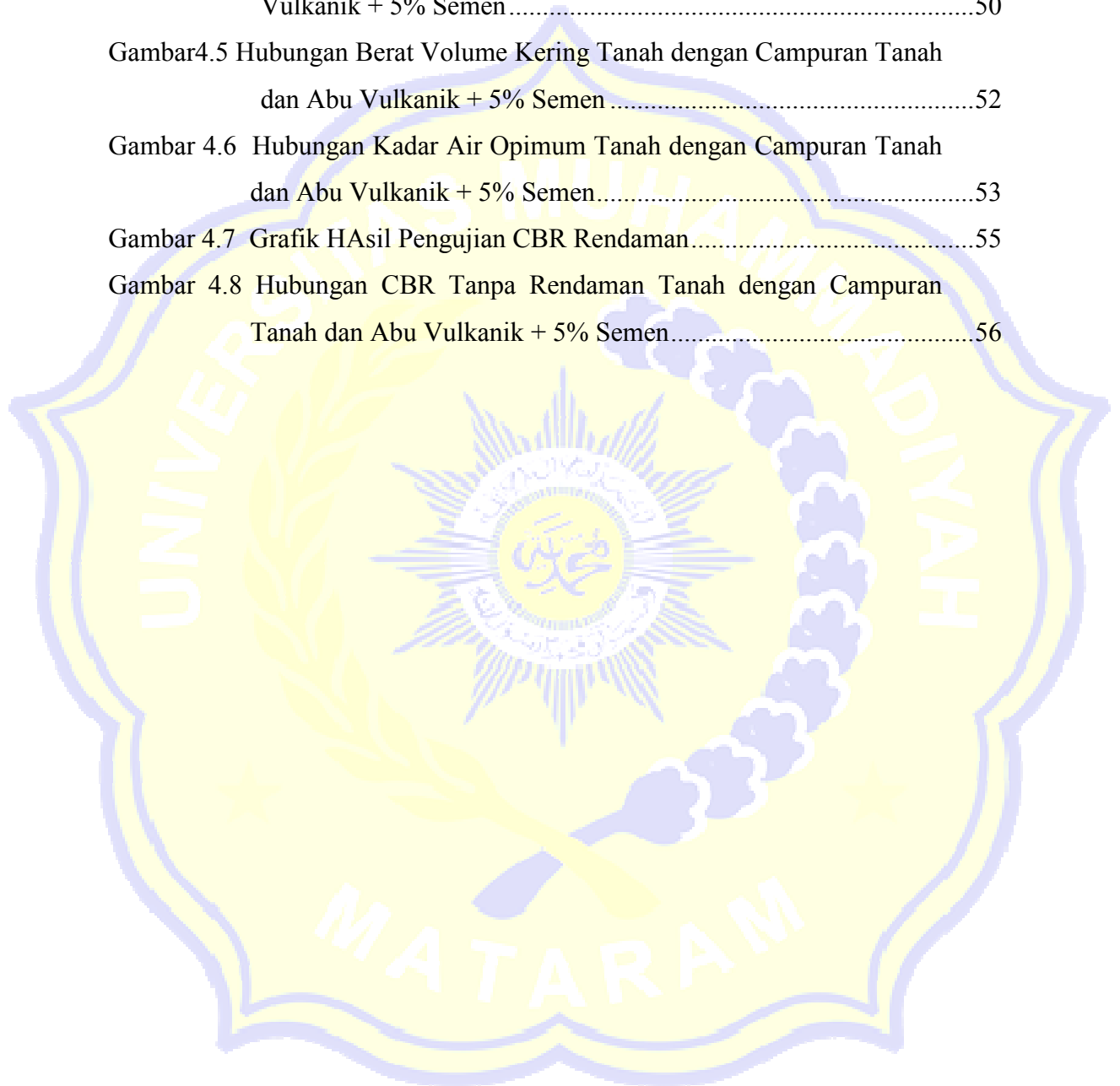
5.1.Kesimpulan	57
5.2.Saran	58
5.3.Daftar Pustaka	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Tanah	20
Gambar 3.2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Abu Vulkanik	21
Gambar 3.3 Pengambilan Sampel Tanah	22
Gambar 3.4 Pengambilan Sampel Abu Vulkanik	22
Gambar 3.5 Semen Portland Tipe I	23
Gambar 3.6 Centongan dan Baskom Pencampuran	23
Gambar 3.7 Wadah Plastik	24
Gambar 3.8 Penumbuk	24
Gambar 3.9 Cetakan	25
Gambar 3.10 Saringan	25
Gambar 3.11 Cawan	26
Gambar 3.12 Jangka Sorong	26
Gambar 3.13 Timbangan Dengan Ketelitian 0,01	27
Gambar 3.14 Timbangan Dengan Ketelitian 0,01	27
Gambar 3.15 Open Pengereng	28
Gambar 3.16 Alat Casagrande	28
Gambar 3.17 Alat Piknometer	29
Gambar 3.18 Dial Gauge	29
Gambar 3.19 Pisau Pemotong atau Perata	30
Gambar 3.20 Pelat Baja	30
Gambar 3.21 Kompor Listrik	31
Gambar 3.22 Botol Penyemprot	31
Gambar 3.23 Tabung Ukur 1000 cc	32
Gambar 3.24 Alat Penetrasi CBR Laboratorium	32
Gambar 4.1 Distribusi Ukuran Butiran Asli	47
Gambar 4.2 Hubungan Batas Cair Tanah dengan Campuran Tanah dan Abu Vulkanik + semen 5%	48

Gambar 4.3 Batas Plastis Tanah dengan Campuran Tanah dan Abu Vulkanik + 5% Semen	49
Gambar4.4 Indeks Plsatisitas Tanah dengan Campuran Tanah dan Abu Vulkanik + 5% Semen	50
Gambar4.5 Hubungan Berat Volume Kering Tanah dengan Campuran Tanah dan Abu Vulkanik + 5% Semen	52
Gambar 4.6 Hubungan Kadar Air Opimum Tanah dengan Campuran Tanah dan Abu Vulkanik + 5% Semen.....	53
Gambar 4.7 Grafik HAsil Pengujian CBR Rendaman.....	55
Gambar 4.8 Hubungan CBR Tanpa Rendaman Tanah dengan Campuran Tanah dan Abu Vulkanik + 5% Semen.....	56



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sistem Klasifikasi <i>Unified</i>	10
Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi AASHTO	12
Tabel 2.3 Standar Nilai CBR Untuk Tanah Dasar Jalan (<i>Supgrade</i>)	18
Tabel 3.1 Berat Minimum Benda Uji Kadar Air	36
Tabel 3.2 Pengujian CBR Tanah Lempung + Abu Vulkanik + Semen Tanpa Rendaman.....	43
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Asli	44
Tabel 4.2 Berat Volume Tanah	45
Tabel 4.3 Berat Jenis Tanah.....	45
Tabel 4.4 Analisa Saringan dan Hidrometer.....	46
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah	48
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Batas Plastis Tanah.....	49
Tabel 4.7 Nilai Berat Kering dan Kadar Air Optimum Pemadatan	51
Tabel 4.8 Hasil Pengembangan.....	54
Tabel 4.9 Hasil Pengujian CBR Rendaman Tanah Asli	54
Tabel 4.10 Hasil Pengujian CBR Tanpa Rendaman.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat-surat

Lampiran 2. Hasil Pengujian

Lampiran 3. Dokumentasi



DAFTAR NOTASI

A	= Luas rata-rata pada setiap saat (cm ²)
k	= Faktor Kalibrasi <i>proving ring</i>
N	= Pembacaan <i>proving ring</i> (div)
P	= Beban (kg)
V	= Volume tanah (cm ³)
IP	= Indeks plastisitas (%)
LL	= Batas cair (%)
PL	= Batas plastis (%)
SL	= Batas susut (%)
$V_{\square}$	= Volume butiran padat (cm ³)
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)
W_s	= Berat butiran padat (gr)
W_w	= Berat air (gr)
ω	= Kadar air (%)
n	= Porositas
e	= Angka pori
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)
 ϕ = *Sudut geser tanah* ($^\circ$)
 S_t = *Sensitivitas*
 ϵ = *Regangan axial* (%)
 ΔL = *Perubahan panjang* (cm)
 L_o = *Panjang mula-mula* (cm)
 A_o = *Luas mula-mula* (cm^2)
 σ = *Tegangan* (kg/cm^2)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara beriklim dengan dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau yang dimana banyak jalan yang berlubang dan retak akibat air yang mengisi pori-pori tanah sehingga membuat lapisan permukaan tanah menjadi jenuh air. Tanah lempung memiliki sifat kembang dan susut yang tinggi, oleh karena itu nilai CBR tanah cukup rendah, sehingga tanah lempung harus di stabilisasi untuk memenuhi persyaratan teknis.

Tanah lempung adalah salah satu material tanah yang ada di dunia. Jenis tanah lempung ini berbeda dengan jenis tanah lain. Selain warnanya yang hitam atau coklat, tanah ini juga memiliki karakteristik mudah untuk mengembang ketika ditambah air dan menyusut ketika kondisi kering. Tanah lempung ini tersebar luas di daerah Indonesia bahkan penyebarannya hampir merata, terlebih banyak ditemukan salah satunya di Pulau Lombok khususnya di desa Bondir, Kecamatan Praya Barat, Kabupaten Lombok Tengah.

Desa Bondir berada di Kecamatan Praya Barat Kabupaten Lombok Tengah. Hampir sebagian besar penduduk Desa Bondir mata pencahariannya adalah sebagai petani. Sehingga jalan sangat berfungsi penting untuk keseharian masyarakat Desa Bondir, sehingga pemerintah perlu mencermati infrastruktur desa khususnya jalur yang berperan sebagai akses penghubung. Keadaan jalan di Desa Bondir kerap mengalami kerusakan pada struktur lapis permukaan jalan. Pada ruas jalan ini kendaraan yang melintas tidak sangat padat semacam ruas jalan utama di jalan Desa Bondir Kecamatan Praya Tengah Kabupaten Lombok Tengah, akan tetapi lapisan permukaan jalan mengalami kerusakan retak-retak serta bergelombang. Kerusakan ini mungkin diakibatkan oleh tanah dasar yang nilai CBRnya rendah serta plastisitasnya tinggi. Kekuatan tanah dasar (*subgrade*) diakibatkan oleh pergantian kandungan air serta dengan metode mengevaluasi nilai daya dukung tanah dasar, misalnya dengan mengetahui nilai CBR.

Uji CBR digunakan untuk mengetahui kekuatan daya dukung tanah

pada tanah dasar (*subgrade*) pada jalan raya. Ketika terjadi permasalahan kerusakan permukaan jalan seperti di desa Bondir Kecamatan Praya Barat Kabupaten Lombok Tengah ini terdapat jalan yang retak-retak dan bergelombang sehingga menimbulkan ketidaknyamanan serta memiliki potensi penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas, Oleh karena itu penulis tertarik untuk meneliti guna solusi dari permasalahan tersebut. Pembahasan pada tulisan ini dibatasi pada “Stabilitas Campuran Abu Vulkanik Gunung Semeru Dan Semen Portland Tipe I Dengan Tanah Lempung Di Desa Bondir Kabupaten Lombok Tengah Terhadap Nilai CBR (*California Bearing Ratio*)”.

Abu vulkanik adalah material yang terdiri dari fragmen batuan, mineral, dan kaca vulkanik, yang terbentuk selama erupsi gunung api dan berdiameter kurang dari 2 mm (0,079 inci). Istilah abu vulkanik juga sering disebut merujuk pada semua produk jatuhan erupsi eksplosif (*tephra*), termasuk partikel yang lebih besar dari 2 mm. Abu vulkanik sering dipandang sebagai limbah yang mengganggu masyarakat dan dapat mencemari lingkungan meskipun sebenarnya abu vulkanik mengandung material yang bermanfaat bagi masyarakat. Abu vulkanik memiliki kandungan silika yang tinggi sehingga dapat memperbaiki sifat tanah yang kurang baik (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 2021).

Semen Portland atau Ordinary Portland Cement (OPC) adalah semen hidrolis yang banyak digunakan dalam konstruksi umum, seperti konstruksi bangunan yang tidak memerlukan persyaratan khusus, antara lain bangunan tempat tinggal, gedung bertingkat, landasan pacu dan jalan raya.

Parameter tanah yang diperlukan untuk menentukan daya dukung tanah pada tanah dasar (*subgrade*) sering dinyatakan dalam bentuk nilai kuat tekan dan CBR (*California Bearing Ratio*). Penelitian sebelumnya pada sampel tanah lempung organik yang distabilisasi menggunakan abu Gunung Kelud dengan komposisi 3%, 6%, dan 9%. menunjukkan bahwa nilai CBR mengalami peningkatan pada kadar abu Gunung Kelud 6,15 % dan dapat digunakan sebagai (*subgrade*) pada konstruksi jalan (Farhan & Tanjung, 2016),

Dalam penelitian, ini menggunakan abu vulkanik Gunung Semeru dan semen portland sebagai bahan campuran variasi dengan membedakan kadar variasinya terhadap setiap benda uji. Kadar yang digunakan yaitu abu vulkanik sebesar 0%, 10%, dan 15%. Dan semen Portland Tipe I sebesar 5% pada setiap benda ujinya .

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka dapat ditentukan rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana klasifikasi tanah lempung di desa Bondir, Kecamatan Praya Barat, Kabupaten Lombok Tengah.
2. Apa pengaruh penambahan Abu vulkanik Gunung Semeru dan Semen Portland Tipe I terhadap tanah lempung di desa Bondir, Kecamatan Praya Barat, Kabupaten Lombok Tengah.
3. penentuan optimum kadar campuran variasi abu vulkanik Gunung Semeru dan Semen Portland Tipe I sebagai bahan campuran stabilisasi tanah lempung.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui klasifikasi tanah lempung di Desa Bondir, Kecamatan Praya Barat, Kabupaten Lombok Tengah.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan abu vulkanik Gunung Semeru dan Semen Portland Tipe I terhadap tanah lempung di desa Bondir, Kecamatan Praya Barat, Kabupaten Lombok Tengah.
3. Untuk mengetahui proporsi campuran abu vulkanik Gunung Semeru dan Semen Portland Tipe I untuk mencapai nilai kadar optimum CBR yang dapat dihasilkan untuk digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah lempung.

1.4 Batasan Masalah Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram lingkup pembahasan dan masalah pada penelitian yang dianalisis dibatasi dengan:

1. Sampel tanah lempung dalam kondisi *disturb* dari daerah desa Bondir Kabupaten Lombok tengah.
2. Tidak melakukan pengujian kimia dan mineral pada tanah.
3. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian sifat fisik dan mekanik tanah.
4. Bahan variasi tambahan yang digunakan sebagai stabilisasi adalah abu vulkanik gunung Semeru dan Semen Portlan Tipe I.
5. Kadar variasi abu vulkanik Gunung Semeru yang digunakan sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15%. Terhadap setiap berat pengujian dari sampel tanah lempung yang akan di uji. Serta penambahan Semen Portland Tipe I sebesar 5% pada setiap berat sampel tanah lempung.
6. Penelitian hanya meninjau dari segi pengujian stabisasi tanah lempung dengan campuran abu vulkanik Gunung Semeru.

1.5 Manfaat Penelitian

Setelah penelitian ini manfaat yang didapatkan adalah :

1. Menambah pengetahuan tentang karakteristik dari tanah lempung di desa Bondir, Kecamatan Praya Barat, Kabupaten Lombok Tengah..
2. Menambah pengetahuan tentang pengaruh penambahan abu vulkanik Gunung Semeru Semen Portland Tipe 1 terhadap nilai CBR tanah yang telah di stabilisasi.
3. Menambah pengetahuan penggunaan abu vulkanik Gunung Semeru dan Semen Portland Tipe 1 sebagai bahan variasi untuk stabilisasi tanah lempung sehingga dapat di aplikasikan sebagai bahan stabilisasi pada tanah dasar (*spgrade*).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKAN DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka adalah informasi yang berkaitan dengan permasalahan pada studi kasus dari hasil penelitian sebelumnya atau karya orang terdahulu yang dijadikan sebagai acuan dan pedoman dalam penyusunan studi.

2.1.1 Sifat Fisik Tanah

Merupakan kemampuan suatu bahan/material ditinjau dari sifat-sifat fisiknya. Sifat yang dapat dilihat atau tampak langsung dari suatu bahan/material. Sifat fisik ini relatif tidak dapat dirubah. Beberapa sifat fisik yang dimiliki suatu bahan/material, antara lain :

1. Warna

Pada umumnya semua bahan/material mempunyai warna yang khas. misalnya: Tembaga berwarna merah, besi berwarna hitam, besi cor kelabu berwarna abu-abu, aluminium berwarna perak, dan lain-lain.

2. Kepadatan (*density*)

Adalah satuan berat volume. Kebalikan dari densitas adalah volume spesifik. koefisien kedua besaran ini didapat dari volume atom. misalnya : massa jenis, berat jenis, dan lain sebagainya.

3. Ukuran dan Bentuk (Dimensi)

Setiap material pasti memiliki bentuk dan ukurannya tersendiri sesuai dengan kebutuhan penggunaan. merupakan tanah yang seragam.

2.1.2 Penelitian Terdahulu

2.1.2.1 Farhan dan Tanjung, 2016.

Kajian “Analisa Pengaruh Abu Vulkanik Gunung Kelud Terhadap Stabilisasi Lempung”. Dalam penelitian tersebut, abu vulkanik Gunung Kelud digunakan sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan daya dukung tanah lempung. Abu vulkanik Gunung Kelud digunakan pada

konsentrasi 3%, 6% dan 9%. Uji laboratorium yang dilakukan adalah uji kuat tekan bebas dan California Bearing Ratio (CBR). Berdasarkan uji batas Atterberg, tanah alam yang digunakan sebagai sampel uji termasuk dalam kelompok A-7-5 atau tanah lempung menurut klasifikasi AASHTO. Hasil kuat tekan bebas dan uji CBR menunjukkan peningkatan pada setiap penambahan abu vulkanik Gunung Kelud. Penambahan abu vulkanik di Gunung Kelud mengalami peningkatan signifikan sebesar 9% dengan peningkatan kuat tekan sebesar 36,6% - CBR meningkat sebesar 6,15%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan abu vulkanik Gunung Kelud dapat meningkatkan daya dukung tanah lempung.

2.1.2.2 Saputra, 2021

Pemanfaatan abu limbah ban bekas sebagai bahan pencampur dalam stabilisasi tanah dengan 5%semen yang kadar campurannya bervariasi antara 0%, 5%, 7,5% dan 10% dari berat kering tanah asal, curing 1, 4 dan 7 hari dan rendam selama 7 hari. Pengecekan dilakukan dengan menggunakan uji CBR berdasarkan SNI1738: 2011 tentang pengujian CBR. Berdasarkan penelitian, tanah campuran 0% pulih menjadi 1,51% setelah 1 hari, 4,72% setelah 4 hari, 1,95% setelah 7 hari dan 3,88% setelah 7 hari perendaman. Pada campuran tanah dan semen 5%, penyembuhan mencapai nilai (14,89%) dalam satu hari, (16,62%) setelah 4 hari penyembuhan dan (19,74%). Rendam selama 7 hari (5,67%). Pada variasi limbah abu ban 5%, nilai perlakuan 1 hari sebesar 17,50%, nilai perlakuan 4 hari sebesar 24,56%, dan nilai perlakuan 7 hari sebesar 15,57%. Variasi penurunan abu ban sebesar 7,5%, 1 hari mendapat nilai 16,72%, 4 hari 25,22%, 7 hari 37,39%. Variasi limbah abu ban sebesar 10%, 1 hari mendapat nilai 23,11%, 4 hari 30,23%, 7 hari 37,32%. Setelah 7 hari perendaman, diperoleh serpihan abu ban 5% 18,82%, serpihan abu ban 7,5% 12,67%, serpihan abu ban 10% 11,72%.

2.1.2.3 Qurrahman, 2019

Kajian “Pengaruh stabilisasi tanah lempung menggunakan abu bata merah dan zeolit terhadap nilai CBR dan potensi pengembangan”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penambahan serbuk bata merah dan zeolit pada lempung dengan variasi tertentu pada stabilisasi sampel tanah pada CBR dan kembang susut (swelling). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar air sifat fisik tanah asal 13,446%, berat isi 1,595 g/cm³, berat jenis 1,229 g/cm³, batas cair 52,6% dan plastisitas. batas adalah 30,75%, batas susut 12,482% dan indeks plastis 21,85%. Penambahan bahan tambah terbesar pada tanah asli berpengaruh terhadap nilai CBR dengan penambahan serbuk bata merah 1N zeolit 3 non rendaman dan waktu pemeraman 3 hari meningkat sebesar 30.872 dibanding tanah asli. CBR rendaman setelah 4 hari perendaman menurun ketika 3% bubuk bata merah dan 3% zeolit ditambahkan ke 4,147% dari tanah asli. Dari hasil tersebut terlihat bahwa serbuk bata merah dan zeolit menurunkan CBR bila terkena air. Dan pengaruh terbesar bahan tambah terhadap potensi pengembangan asli tanah yaitu penambahan tanah asli dan serbuk bata merah 3% zeolit 3%, berkurang sebesar 29.635 ri dari tanah asli. Dari hasil uji potensi pengembangan terlihat bahwa semakin banyak campuran bubuk bata merah dan zeolit yang ditambahkan pada tanah asal, maka potensi pengembangan semakin menurun dari potensi pengembangan tanah semula.

2.1.2.4 Desmi, dkk, 2017

Kajian “Stabilisasi Tanah Lempung dengan Campuran Sabut Kelapa- Abu, Nilai CBR Direndam dan Tidak Direndam”. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana bahan tambah tersebut memiliki efek stabilisasi pada tanah lempung terhadap CBR basah dan tidak basah. Pada penelitian ini tanah diuji dengan cara memadatkan tanah dengan abu kelapa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat mekanik tanah

ditentukan dalam uji CBR bawah air. Campuran 0% memberikan CBR 5%, campuran 5% memberikan CBR 16,67%, campuran 10% memberikan CBR. Campuran 8%, 15% diperoleh CBR sebesar 6,33%. Sehingga dapat diketahui bahwa tanah tersebut dapat digunakan untuk meningkatkan nilai CBR dengan menambahkan 5% abu kelapa. Dan pada uji CBR non-embedded, CBR asli 6%, campuran 5% CBR 23,33%, dan campuran 15% CBR 7,2%. Sehingga terlihat bahwa abu kayu kelapa dengan penggabungan 5% dapat meningkatkan nilai CBR.

2.1.2.5 Maulana,dkk, 2016

Stabilisasi Tanah Liat dengan Campuran Renolith dan Kapur Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh campuran Renolith dan kapur sebagai bahan penstabil terhadap perbaikan tanah lempung yang mengembang dengan menggunakan uji laboratorium CBR standar ASTM. Saat menambahkan kapur ke tanah yang luas ini, campuran 5%, 6%, 7% dan 8% digunakan. Pada saat yang sama, penggunaan campuran Renolith memastikan penambahan yang sama sebesar 5% berat untuk setiap persentase penambahan kapur. Hasil pengujian penambahan campuran kapur Renolith menunjukkan peningkatan daya dukung tanah yang signifikan. Hal ini terbukti pada campuran kapur yang mengandung Renolith 8N hingga 5% selama waktu curing 3 hari dapat meningkatkan CBR undrained hingga 142,63%. Di sisi lain, pertumbuhan persentase CBR rendam sebesar 286,46%, menurunkan potensi pengembangan menjadi 96,75%. Campuran yang mengandung kapur 5% dan Renolith 5% memiliki persentase CBR (direndam) sebesar 9,64 n CBR (tidak direndam) 24,17%, sedangkan campuran yang mengandung kapur 6% dan Renolith 5% memiliki CBR 8% (direndam) 29.50n CBR (direndam)). 9,33%, kandungan CBR (diresapi) dari campuran 7% adalah 293,64n CBR (diresapi) 11,35%. Semakin lama waktu curing dan semakin tinggi rasio campuran, semakin banyak kapasitas beban lantai yang dapat meningkat dan kemungkinan pengembangan berkurang.

2.2 Landasan Teori

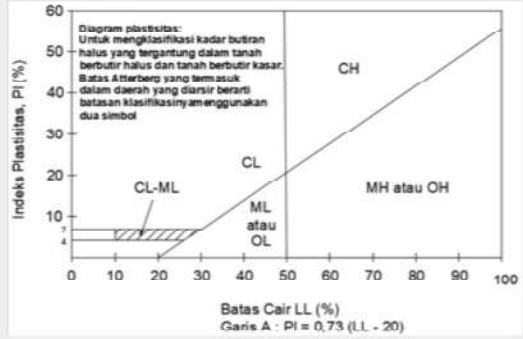
2.2.1 Klasifikasi Tanah AASHTO dan USCS

Ada dua sistem klasifikasi tanah yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan tanah menurut jenisnya, antara lain Unified Soil Classification System "USCS" dan Unified Soil Classification System "USCS". dan Asosiasi Pejabat Jalan Raya dan Transportasi Amerika (AASHTO). Sistem ini menggunakan sifat indeks tanah sederhana seperti distribusi ukuran partikel, batas cair dan indeks plastisitas.

2.2.1.1 Sistem klasifikasi *Unified*

Sistem klasifikasi tanah dari sistem *Unified* ini pertama kali diusulkan oleh Casagrande pada tahun 1942 dan kemudian di revisi kembali oleh teknisi dari USBR (*United State Bureau of Reclamation*). Dalam sistem klasifikasi tanah *Unified* dibagi menjadi beberapa kelompok dan sub kelompok yang dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Sistem Klasifikasi Tanah Unified

Divisi Utama				Simbol Kelompok	Nama Jenis	Kriteria Laboratorium		
Tanah berbutir kasar > 47,5 mm atau lebih tertahan saringan no. 200 (0,075 mm)	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar tertahan saringan no. 4 (4,75 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir - kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Klasifikasi berdasarkan persentase butiran halus kurang dari 5% lolos saringan no. 200 : GW, GP, SW, SP, lebih dari 12% lolos saringan no. 200 : GM, GC, SC, 5% - 12% lolos saringan no. 200 : batasan klasifikasi yang mempunyai simbol double	$Cu = D_{40}/D_{10} > 4$, $Cc = ((D_{30})^2)/(D_{10})$		
		Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir - kerikil, atau tidak mengandung butiran halus	GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir - kerikil, atau tidak mengandung butiran halus		Tidak memenuhi 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	
		Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir - lempung	GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir - lempung		Batas - batas Atterberg di bawah garis A atau $PI > 7$	plastisitas, maka dipakai simbol double	
	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan no. 4 (4,75 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus		$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$, $Cc = ((D_{30})^2)/(D_{10})$		
		Pasir gradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	SP	Pasir gradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus		Tidak memenuhi 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	
		Pasir berlempung, campuran pasir - lempung	SC	Pasir berlempung, campuran pasir - lempung		Batas - batas Atterberg di bawah garis A atau $PI > 7$	plastisitas, maka dipakai simbol double	
		Tanah berbutir halus < 47,5 mm atau lebih tertahan saringan no. 200 (0,075 mm)	Lanau dan Lempung batas cair 50% atau kurang	ML		Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung		
				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 plastisitas 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					
Tanah dengan kadar organik tinggi		P1	Gambut (*peat*) dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488				

(Sumber : Hardiyatmo, 2012)

2.2.1.1 Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi tanah berdasarkan *American Association of State Highway and Transport Officials Classification* (AASHTO) digunakan untuk menentukan kualitas tanah saat memilih tanah timbunan untuk digunakan pada timbunan, tanah dasar, dan pondasi jalan raya. Sistem klasifikasi AASHTO mengklasifikasikan tanah menjadi 8 kelompok mulai dari A-1 sampai A-8 termasuk juga dalam sub kelompoknya dapat dilihat pada **Tabel 2.2**. Pengujian yang dilakukan antara lain ialah menganalisis saringan dan juga batas *Atterberg*. Pengelompokan dilakukan dengan menentukan indeks kelompok (*Group Indeks*) yang dihitung dengan persamaan (2-1).

$$GI = (F - 35) [0.2 + 0.005 (LL - 40)] + 0.01 (F - 15) (PI - 10) \quad (2-1)$$

Dengan :

GI : Indeks kelompok (*group indeks*)

F : Persen butiran lolos saringan No. 200 (0.075mm)

LL : Batas cair

PI : Indeks plastisitas

Adapun beberapa aturan yang digunakan untuk menentukan nilai *GI*,

antara lain :

1. Bila $GI < 0$, maka dapat dianggap nilai $GI=0$
2. Nilai GI yang telah dihitung, dibulatkan pada angka yang terdekat.
3. Adapun nilai GI untuk kelompok tanah *A-1a*, *A-1b*, *A-2-4*, *A-2-5*, dan *A-3* nilainya selalu sebesar nol.
4. Untuk kelompok tanah *A-2-6* dan *A-2-7*, hanya pada bagian dari persamaan indeks kelompok yang dapat digunakan:

$$GI=0,01(F-15) (PI-10)$$

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-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi kelompok	A-1.a	A-1.b		A-2.4	A-1.5	A-2.4	A-1.5				A-7-5/A-7-6
Analisis saringan (% lolos)											
2,00 mm (no. 10)	50 maks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,425 mm (no. 40)	30 maks	50 maks	51 min	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075 mm (no. 200)	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat fraksi lolos saringan no. 40											
Batas cair (LL)	-	-	-	40 maks	41 maks	40 maks	41 maks	40 maks	41 maks	40 maks	41 maks
Indeks plastis (PL)	6 maks		Np	10 maks	10 maks	11 maks	11 maks	10 maks	10 maks	11 maks	11 maks
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				

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 = Nonplastis

Sumber:Hardiyatmo, 2012

2.2.2 Tanah lempung

Menurut (Das, 1985), Lempung (*clay*) adalah bagian dari tanah yang sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopik (yang tidak dapat dilihat secara jelas bila hanya dengan mikroskop biasa) yang berbentuk lempengan-lempengan datar dan merupakan partikel dari mika, mineral-mineral lempung (clay minerals), dan mineral-mineral yang halus lainnya. Lempung membentuk gumpalan keras saat dikeringkan dan menjadi lengket apabila terkena air dan memiliki sifat elastis yang kuat. Lempung juga menyusut saat kering dan mengembang pada kondisi basah. Karena perilaku inilah beberapa jenis tanah dapat pecah-pecah bila kering. Berbeda dengan Chen, (1975) mineral lempung terdiri dari tiga komponen utama yaitu montmorillonite, illit, dan kaolinit. Mineral montmorillonit memiliki luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan mineral yang lainnya, Sehingga tanah yang mudah peka terhadap air ini sangat mudah mengembang. Struktur kaolinit terdiri dari unit berlapis silikon dioksida dan aluminium yang terikat dengan ion hydrogen, kaolinit membentuk tanah yang stabil karena strukturnya yang terikat erat dapat menjauhkan molekul-molekul air sehingga tidak masuk kedalamnya. Struktur illite terdiri dari lapisan-lapisan unit silika-aluminium-silika yang dipisahkan oleh ion K^+ yang mempunyai sifat mengembang (Chen, 1975). Sedangkan menurut Terzaghi (1987), Lempung adalah tanah berukuran mikroskopis hingga submikroskopik yang terbentuk akibat proses pelapukan unsur-unsur kimia pembentuk batuan. Tanah lempung sangat keras saat kering dan tidak mudah hancur. Permeabilitas lempung sangat rendah dan berubah bentuk pada kadar air sedang. Sedangkan bila kadar air lebih tinggi, tanah liat bersifat lengket dan sangat lembek. Untuk menentukan jenis tanah liat tidak cukup hanya dengan melihat ukuran partikelnya saja, Anda juga perlu mengetahui mineral yang dikandungnya. Dari segi fisik, ukuran partikel tanah lempung bervariasi antara 0,002 mm dan 0,005 mm jika partikelnya adalah tanah kohesif.

2.2.3 Tanah Dasar (*subgrade*)

Tanah dasar atau (*subgrade*) merupakan struktur lapisan tanah pada perkerasan jalan raya paling dasar atau paling bawah yang berfungsi sebagai daya dukung tanah pada lapisan dasar guna menentukan perkerasan pada lapisan yang berada di atasnya seperti *subbase*, *basecourse*, dan *surface course*. Tanah dasar ini merupakan salah satu faktor yang menentukan kekuatan perkerasan jalan selain bertambahnya ketebalan pada perkerasan jalan itu sendiri.

2.3 Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah merupakan sifat yang berhubungan secara langsung terhadap sampel tanah tersebut. Adapun sifat-sifat tanah seperti kadar air, berat volume, berat jenis, dan analisa saringan dan *hydrometer*.

2.3.1 Kadar Air

Kadar air merupakan selisih massa air yang mengandung kesuburan pada tanah yang mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanah tersebut. Dinyatakan dalam nilai presentase yang berdasarkan SNI 1965:2008. Kadar air dapat dihitung menggunakan persamaan 2.2.

$$\text{Kadar Air } (w) = \frac{W_w}{W_s} = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\% \quad (2.2)$$

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 (*Unit Weight*)

Berat volume atau biasa disebut berat satuan tanah, didefinisikan sebagai perbandingan antara berat tanah dengan volume massa pada tanah. Untuk persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Berat volume tanah basah : } \gamma_b &= \frac{(W_2 - W_1)}{V} \\ \text{Berat volume tanah kering : } \gamma_{dry} &= \frac{\gamma_b}{(1 + W)} \end{aligned} \quad \{2.3\}$$

dengan,

- W : Kadar air (%)
- $W1$: Berat cincin (gram)
- $W2$: Berat cincin + tanah (gram)
- V : Volume berat tanah (cm^3)

2.3.3 Berat jenis tanah

Berat jenis tanah adalah massa tanah dalam kondisi kering yang mengisi rongga di dalam lapisan tanah. Pengujian berat jenis tanah juga dapat mengetahui jenis tanah berdasarkan hasil pengujiannya. erhitungan berat jenis tanah dapat dilihat pada persamaan 2.4 berikut.

$$G = \frac{\text{Berat butir}}{\text{Berat air dan volume yang sama}} = \frac{W}{Ww} \quad (2.4)$$
$$G = \frac{W2-W1}{(W4-W1)-(W3-W2)}$$

dengan,

- G : Berat jenis tanah
- $W1$: Berat piknometer kosong (gr)
- $W2$: Berat piknometer + tanah kering (gr)
- $W3$: Berat piknometer + tanah + air (gr)
- $W4$: Berat piknometer + air (gr)

2.3.4 Analisa Saringan dan Hidrometer

Analisa saringan dan hidrometer adalah proses pemeriksaan persentase berat butiran yang melewati unit ayakan dengan diameter lubang tertentu. (Hardiyatmo, 1992). Dalam analisa saringan beberapa saringan dengan ukuran berbeda disusun dari yang terbesar hingga yang terkecil. Pengayakan merupakan metode yang biasanya langsung menentukan ukuran partikel dari batas bawah ukuran lubang saringan yang digunakan (Kusuma dkk.2016). Analisis hidrometri adalah metode yang menghitung distribusi ukuran butir tanah berdasarkan sedimentasi tanah dalam air. Fungsi analisis areometrik menentukan distribusi ukuran partikel tanah berbutir halus.

2.3.5 Batas Atterberg

Atterberg (1911), memperkenalkan konsep Batas Atterberg pada tahun 1911 sebagai metode untuk mengklasifikasikan tanah berbutir halus dan menentukan sifat indeks tanah. Batas-batas tersebut ialah batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*) dan indeks plastisitas (*plasticity index*)

1. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Menurut Hardiyatmo (2002), Batas cair (LL) adalah kandungan air dalam tanah di titik di mana tanah berada pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yang merupakan batas atas dari daerah plastis. Batas cair ini biasanya ditentukan melalui pengujian Cassagrande (1948). Tujuan dari pengujian batas cair ini adalah untuk mengidentifikasi keadaan di mana tanah mencapai batas cair.

2. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Menurut Hardiyatmo (2002), batas plastis (PL) adalah kadar air dimana tanah berada di antara keadaan plastis dan setengah padat. Ini dinyatakan sebagai persentase kadar air di mana tanah dengan diameter silinder berdiameter 3 mm mulai retak saat digulung. Tes ini lebih bergantung pada penilaian subyektif pengguna daripada tes batas cair. Batas plastis adalah titik terendah plastisitas tanah.

3. Indeks plastisitas (*plasticity Index*)

Indeks plastisitas merupakan rentang kadar air yang dimana memiliki sifat plastis. Perhitungan indeks plastis dapat dilihat pada persamaan 2.5 dibawah ini.

$$IP = LL - PL \quad (2.5)$$

Dimana:

IP : indeks plastisitas (%)

LL : batas cair (%)

PL : batas plastis (%)

2.4 Sifat mekanik tanah

Sifat mekanik tanah adalah kekuatan dari tanah tersebut. Pengujian ini merupakan pengujian pendahuluan untuk mengetahui sifat mekanik tanah yang akan digunakan sebagai tanah dasar pada badan jalan.

2.4.1 Pemadatan tanah

Menurut Bowles (1991), pemadatan tanah (*compaction*) adalah proses meningkatkan kepadatan tanah dengan menggunakan energi mekanis untuk mengompaksi partikel-partikelnya. Tanah dapat dipadatkan melalui metode pengeringan, penambahan air, agregat (butiran-butiran), atau dengan penambahan bahan stabilisasi. Pemadatan terjadi ketika berat volume kering tanah meningkat akibat beban dinamis yang diterapkan. Sementara kadar air dapat dihitung pada persamaan 2.2 dan berat volume basah dapat dihitung pada persamaan 2.3.

2.4.2 CBR (*California Bearing Ratio*)

CBR (*California Bearing Ratio*) adalah rasio beban penetrasi tanah atau perkerasan terhadap material standar yang dikerahkan pada kedalaman dan kecepatan yang sama. Rancangan perkerasan yang termasuk dalam tiang penopang jalan didasarkan pada nilai CBR yang ditentukan, besarnya tergantung dari berapa banyak kelas jalan yang diinginkan. Kondisi tanah semakin baik bila nilai CBR total semakin tinggi.

Terdapat standar nilai CBR untuk tanah dasar jalan untuk mengetahui tanah tersebut dapat digunakan untuk mendukung perkerasan jalan di atasnya, seperti yang dapat kita lihat pada tabel 2.3 dibawah ini.

Table 2.3 standar nilai CBR tanah dasar (*supgrade*) jalan

Kriteria Material	Nilai CBR (%)
Sangat baik	20 – 30
Baik	10 – 20
Sedang	5 – 10
Buruk	< 5

Sumber: Raharjo, 1985 dalam Barnas dan Karopeboka, 2019

Uji CBR menggunakan sampel tanah yang telah disaring dengan saringan no,4. Sampel tanah kemudian dicampur dengan air dalam jumlah optimal berdasarkan hasil uji pemadatan sebelumnya. Campuran tanah-air kemudian diinkubasi selama 4 jam agar tanah dan air tercampur sempurna. Setelah 4 jam inkubasi, campuran tanah dan air ditumbuk sebanyak 56 kali dalam 3 lapis. Setelah pemadatan, sampel tanah di uji CBR di laboratorium dengan menggunakan alat CBR. Uji CBR perendaman dilakukan dengan merendam benda uji tanah selama empat hari dan membaca indikasi pengembangan yang ada pada sampel tanah uji. Nilai beban terkoreksi uji CBR untuk kedalaman indentasi 2,54 mm (0,10 in) dan 5,08 mm (0,20 in) harus ditentukan setiap kali dilakukan uji indent pada setiap benda uji. Nilai CBR dinyatakan sebagai persentase ketika nilai beban terkoreksi berturut-turut dibagi dengan beban konstan, mis. B. Kedalaman penetrasi 2,54 mm (0,10 in) dibagi 13 Kn (3000 lb) dan 5,08 mm (0,20 in) dibagi 20 Dengan beban konstan Kn (4500 lb), kemudian dikalikan dengan 100 seperti pada persamaan 2.7.

$$CBR = \frac{PT}{PS} \times 100 \quad (2.7)$$

dengan,

CBR : California Bearing Ratio (%)

PT : Beban percobaan (*test load*)

PS : Beban standar (*standar load*)

2.5 Abu Vulkanik Gunung Semeru

Abu vulkanik Gunung Semeru merupakan material yang dihasilkan oleh aktivitas gunung Semeru, pada saat gunung Semeru meningkat aktivitas vulkaniknya maka gunung Semeru akan mengeluarkan awan yang mengandung abu vulkanik Gunung Semeru. Senyawa kimia yang terkandung dalam Abu Vulkanik Semeru, Unsur kimia yang menyusun partikel debu vulkanik Gunung Semeru bermacam-macam, yang didominasi oleh unsur karbon (C), kemudian diikuti oleh unsur silikon (Si), Aluminium (Al), Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg).

2.6 Semen Portland Tipe I

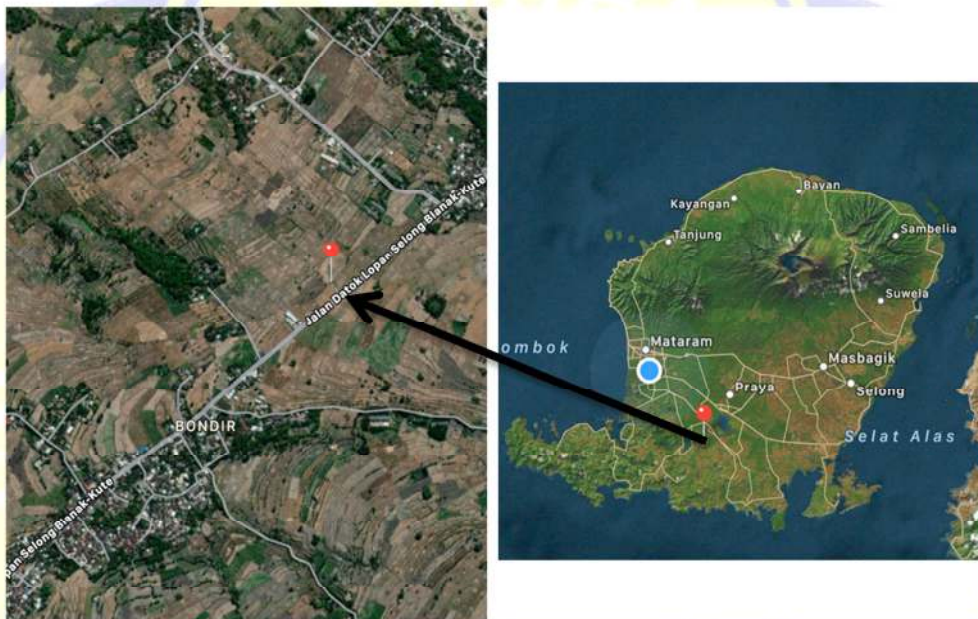
Semen Portland atau Ordinary Portland Cement (OPC) adalah semen hidrolik yang banyak digunakan dalam konstruksi umum, seperti konstruksi bangunan yang tidak memerlukan persyaratan khusus, antara lain bangunan tempat tinggal, gedung bertingkat, landasan pacu dan jalan raya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

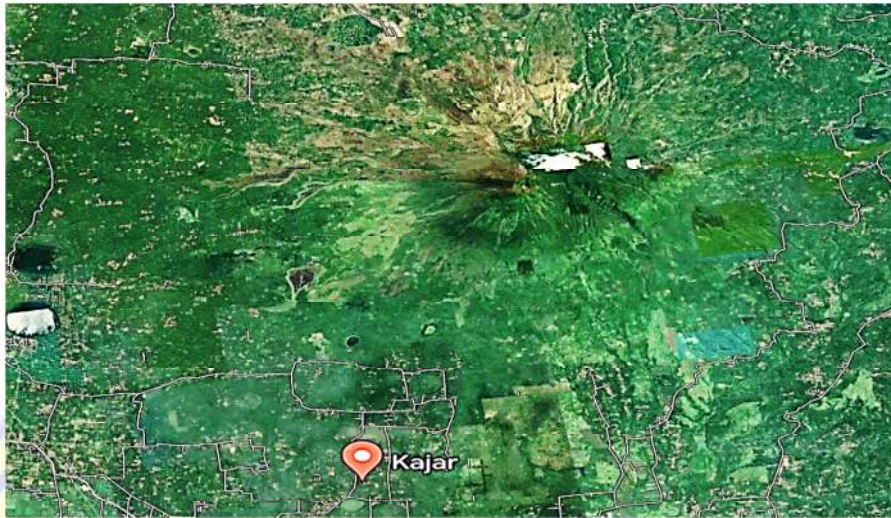
Lokasi pengambilan sampel tanah lempung untuk penelitian ini berada di lahan persawahan sekitar Lapangan Desa Bondir Kecamatan Praya Barat Kabupaten Lombok Tengah Provinsi Nusa Tenggara Barat. Lokasi pengambilan tanah lempung dapat dilihat pada **Gambar 3.1** sebagai berikut:



Gambar 3.1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

(sumber: Satelit Google Maps, 2023)

Terdapat juga bahan-bahan tambahan pada penelitian ini sebagai pencampuran tanah lempung yaitu berupa abu vulkanik Gunung Semeru yang diambil di pemukiman terdampak erupsi Gunung Semeru yang berada di Desa Kajar Kuning Kecamatan Candipuro Kabupaten Lumajang Jawa Timur. Lokasi pengambilan abu vulkanik Gunung Semeru ini dapat dilihat pada **Gambar 3.2** sebagai berikut:



Gambar 3.2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Abu Vulkanik

(sumber: Satelit Google Maps, 2023)

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram.

3.2 Persiapan dan Tahap Penelitian

3.2.1 Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan di daerah sekitaran persawahan dekat lapangan desa Bondir, Kecamatan Paya Barat, Kabupaten Lombok Tengah. Alat-alat yang digunakan untuk mengambil sampel tanah berupa kantong kresek, karung, cangkul, sekop, dan alat meteran. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan kedalaman 30 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 3.3** dibawah ini.



Gambar 3.3 Pengambilan sampel tanah lempung

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

3.2.2 Pengambilan Sampel Abu Vulkanik

Pengambilan bahan abu vulkanik dilakukan di daerah Kajar Kuning Kecamatan Candipuro Kabupaten Lumajang Jawa Timur. Alat-alat yang digunakan pada pengambilan sampel ni diantaranya adalah cepang, meteran, baskom, dan karung. Pengambilan sampel abu vukanik dilakukan dengan kedalaman 30cm untuk menghindari tercampurnya abu vulkanik dengan pasir dan batu kerikil yang berada di sekitaran lokasi. Foto pengambilan sampel abu vulkanik dapat dilihat pada **Gambar 3.4** berikut:



Gambar 3.4 pengambilan sampel abu vulkanik

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

3.2.3 Persiapan Semen Portland Tipe I

Jenis semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen Portland tipe I yang biasa didapat dari toko bangunan terdekat. Foto semen Portland tipe I bisa dilihat pada **Gambar 3.5** dibawah ini:



Gambar 3.5 Semen Portland Tipe I

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat-alat Penelitian

Alat alat yang akan digunakan dalam penelitian ini terdapat pada Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram yang di antaranya sebagai berikut:

1. Baskom plastik dan centong

Peralatan ini digunakan untuk mencampur tanah dan bahan lainnya dengan air. Peralatan tersebut bisa dilihat pada **Gambar 3.6** dibawah ini.



Gambar 3.6 Baskom Plastik dan Centong

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

2. Plastik keresek

Keresek ini digunakan pada saat proses pengeraman tanah yang telah di beri air pada saat pengujian pemadatan maupun CBR, foto keresek dapat dilihat pada **Gambar 3.7** dibawah ini.



Gambar 3.7 Plastik keresek

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

3. Alat penumbuk

Alat penumbuk ini digunakan sebagai alat untuk menumbuk sampel tanah pada saat pengujian pemadatan maupun pengujian CBR, yang bisa dilihat pada **Gambar 3.8** dibawah ini.



Gambar 3.8 Penumbuk

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

4. Silinder mold

Silinder mold atau alat pencetak tanah digunakan saat pengujian pemadatan maupun pengujian CBR yang bisa dilihat pada **Gambar 3.9** dibawah ini.



Gambar 3.9 Cetakan

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

5. Saringan/ayakan

Saringan atau ayakan digunakan untuk mengayak sampel tanah dengan butiran yang akan ditentukan. Alat pengayak saringan bisa dilihat pada **Gambar 3.10** dibawah ini:



Gambar 3.10 Saringan

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

6. Cawan

Cawan ini digunakan sebagai wadah atau tempat penyimpanan sampel tanah yang akan di open yang bisa dilihat **Gambar 3.11** dibawah ini.



Gambar 3.11 Cawan

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

7. Alat ukur jangka sorong

Alat ukur jangka sorong adalah alat yang digunakan untuk mengukur silinder mold yang dapat dilihat pada **Gambar 3.12** di bawah ini.



Gambar 3.12 Jangka Sorong

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

8. Timbangan.

Timbangan alat ini digunakan untuk menimbang berat sampel tanah hasil pengujian atau yang lainnya, dapat dilihat pada **Gambar 3.13 dan 3.14** di bawah ini.



Gambar 3.13 Timbangan

(Sumber: Dokumentasi, 2023)



Gambar 3.14 Timbangan

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

9. Oven

Oven digunakan sebagai alat media pengeringan sampel benda uji guna mengurangi kadar air yang ada pada sampel tanah yang telah di uji. Oven ini dapat dilihat pada **Gambar 3.15** berikut:



Gambar 3.15 Oven

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

10. Alat Cassagrande

Alat ini merupakan alat yang digunakan saat pengujian batas cair yang bisa dilihat pada **Gambar 3.16**.



Gambar 3.16 Alat casagrande

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

11. Piknometer

Alat piknometer biasanya terbuat dari kaca yang berguna untuk meloloskan gelembung udara dari tutup kacanya, alat ini digunakan pada saat pengujian berat jenis yang dapat dilihat pada **Gambar 3.17** dibawa ini.



Gambar 3.17 alat Picnometer

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

12. Dial Indicator

Alat ini biasanya digunakan untuk mengukur kerataan, daya tekan, daya kembang, dan lain-lain . alat ini digunakan pada pengujian CBR yang dapat dilihat pada **Gambar 3.18** dibawah ini.



Gambar 3.18 Dial Guage

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

13. Cetok dan Spatula

Cetok dan spatula biasanya digunakan untuk memotong atau meratakan sampel bena uji yang bisa dilihat pada **Gambar 3.19** dibawah ini.



Gambar 3.19 Cetok dan Spatula

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

14. Batang pelat baja

Alat ini digunakan untuk memotong kelebihan tanah pada benda uji saat pengujian pemadatan yang bisa dilihat pada **Gambar 3.20** dibawah ini.



Gambar 3.20 Batang Pelat Baja

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

15. Kompor Elektrik

Kompor elektrik ini berguna untuk memanaskan alat piknometer pada saat pengujian berat jenis yang dapat dilihat pada **Gambar 3.21** dibawah ini.



Gambar 3.21 Kompor Elektrik
(Sumber: Dokumentasi, 2023)

16. Botol Semprot

Botol semprot digunakan untuk menyemprot air ke alat uji atau benda uji lainnya yang bisa dilihat pada **Gambar 3.22** dibawah ini.



Gambar 3.22 Botol Semprot
(Sumber: Dokumentasi, 2023)

17. Gelas Ukur 1000cc

Gelas ukur atau tabung ukur berukuran 1000cc ini digunakan saat pengujian analisa hydrometer yang dapat dilihat pada **Gambar 3.23** dibawah ini.



Gambar 3.23 Gelas Ukur 1000cc

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

18. Mesin penetrasi CBR

mesin ini digunakan untuk mendapatkan nilai penetrasi pada saat pengujian CBR yang bisa dilihat pada **Gambar 3.24** dibawah ini.



Gambar 3.24 Mesin Penetrasi CBR

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

3.3.2 Bahan-bahan Penelitian

1. Tanah Lempung

Pada penelitian ini menggunakan tanah jenis lempung yang diambil langsung secara *disturb* pada kedalaman 30-50cm, tanah yang sudah diambil

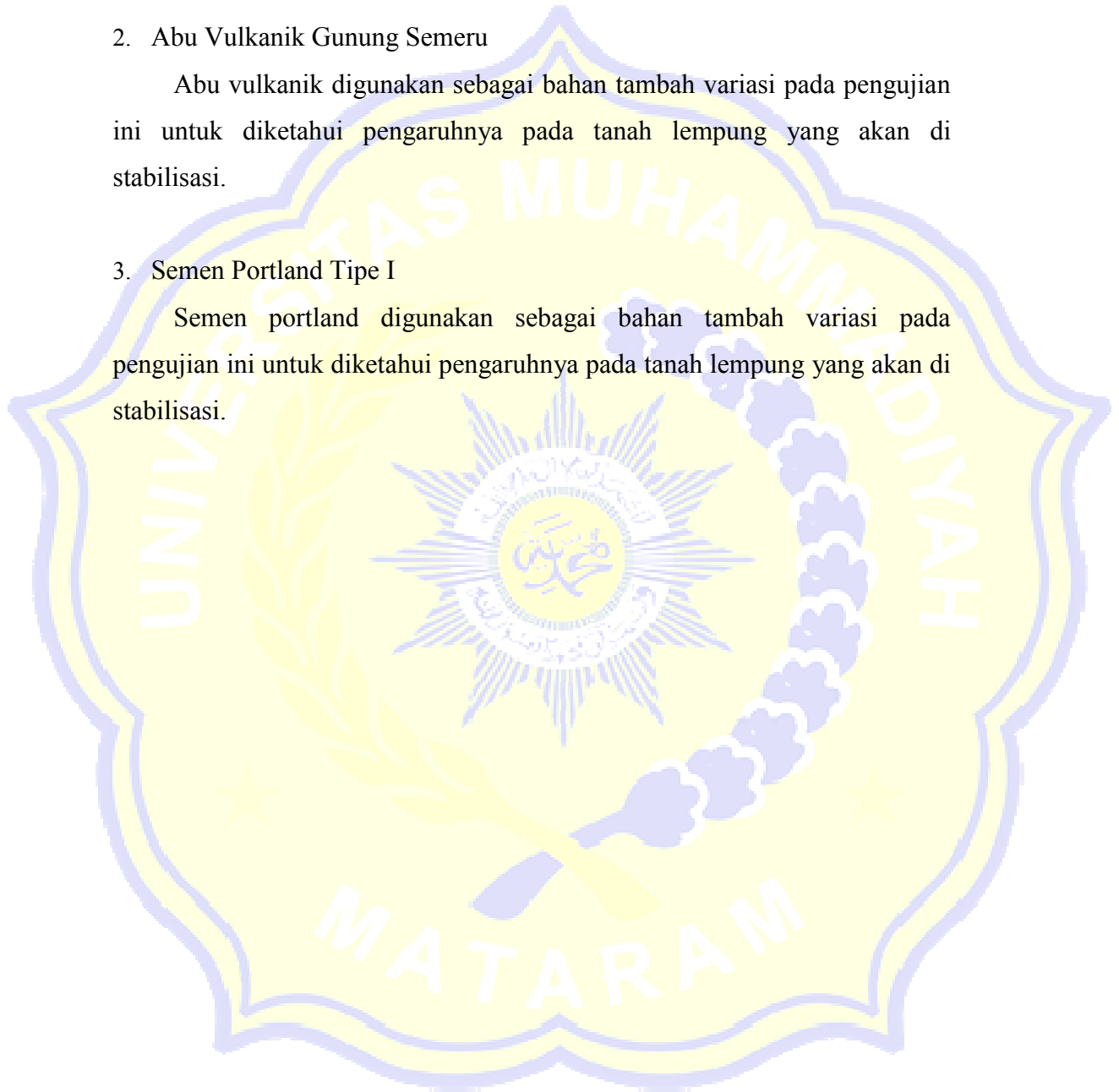
lalu dijemur hingga kering. Tanah yang sudah kering lalu ditumbuk menggunakan alat penumbuk hingga menjadi butiran kecil sehingga lolos saringan no. 4.

2. Abu Vulkanik Gunung Semeru

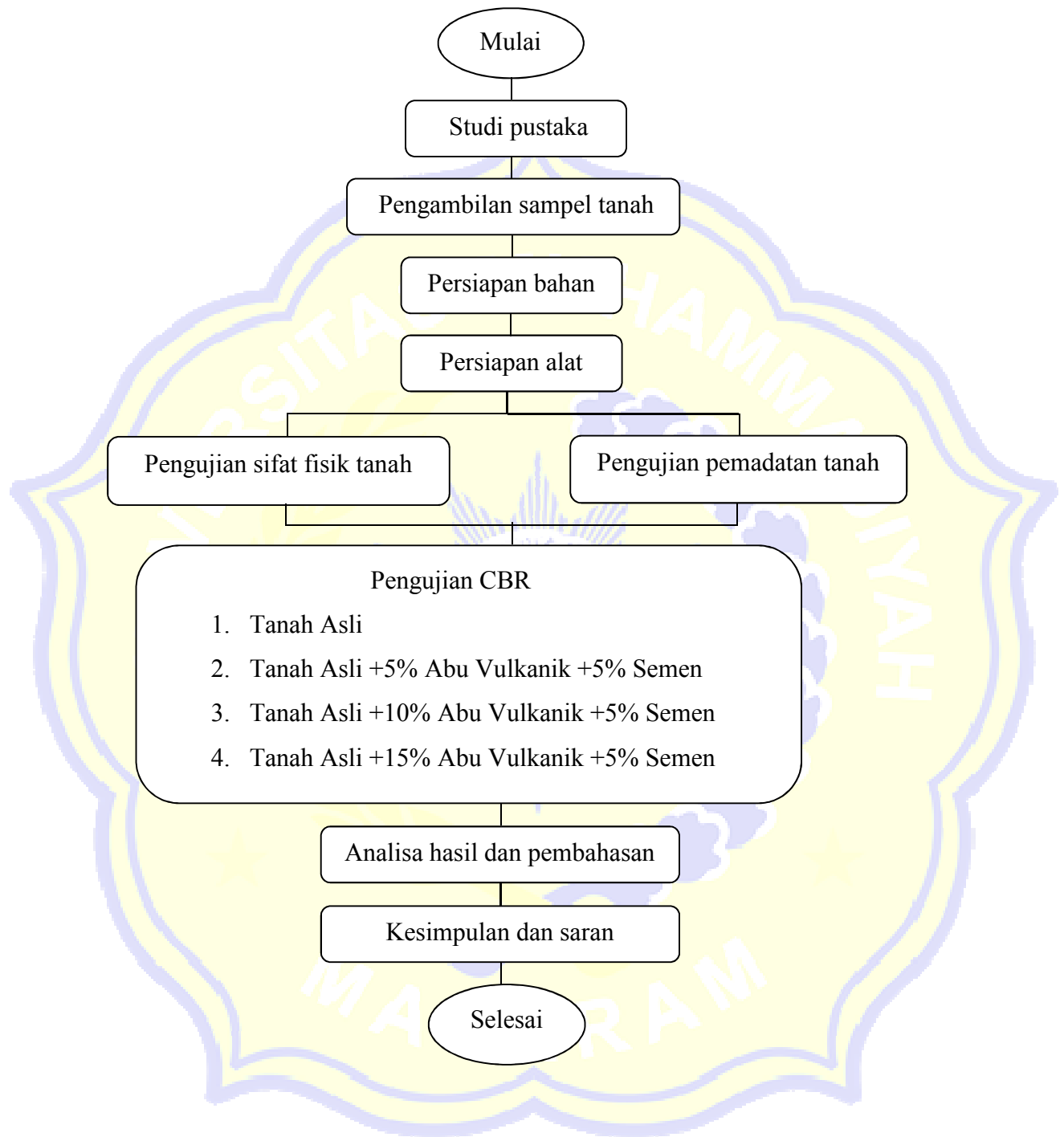
Abu vulkanik digunakan sebagai bahan tambah variasi pada pengujian ini untuk diketahui pengaruhnya pada tanah lempung yang akan di stabilisasi.

3. Semen Portland Tipe I

Semen portland digunakan sebagai bahan tambah variasi pada pengujian ini untuk diketahui pengaruhnya pada tanah lempung yang akan di stabilisasi.



3.3.3 Diagram Air Penelitian



3.4 Tahapan Penelitian

3.4.1 Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan teknik pengumpulan data dengan melakukan pengutipan terhadap penelitian terdahulu, buku, literatur, dan lain lain yang berkaitan dengan masalah yang akan di pecahkan

3.4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah kegiatan mencari data di lapangan yang akan digunakan pada penelitian ini. Pengumpulan data juga dilakukan dengan observasi lapangan untuk mendapatkan hasil pengujian sampel tanah yang akan digunakan pada penelitian ini.

3.4.3 Analisis Data

Data yang diperoleh dari percobaan pengujian yang telah dilakukan diolah dan ditampilkan dalam bentuk table grafik. Data ini berisi hasil pengujian sifat fisik dan mekanik tanah.

3.4.4 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen dengan melakukan percobaan terhadap beberapa sampel bahan uji untuk mengetahui pengaruh satu variabel terhadap variabel lainnya. Dalam penelitian tersebut tanah liat dicampur dengan 5%, 10%, dan 15% abu vulkanik Gunung Semeru dan 5% semen untuk meningkatkan CBR dasar jalan. Jenis pengujian

3.4.2.1 Uji kadar air

Pengujian ini merupakan pengujian awal yang tujuannya adalah untuk mengetahui kondisi air tanah asli atau kadar air tanah sebagai contoh uji untuk setiap benda uji. Menentukan berat minimum bahan basah saat pengujian kelembaban tanah tergantung pada ukuran butiran tanah dan harus memenuhi ketentuan yang telah disepakati pada Tabel 3.1.

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	3/4 in	2,5 gram	250 gram
5	37,5 mm	1 1/2 in	10 kg	1 kg
6	75,0 mm	3 in	50 kg	5 kg

(Sumber: SNI 1965 – 2008)

- a. Bersihkan dan keringkan cawan kosong, lalu timbang cawan kosong sesuai dengan berat cawan kosong (W1).
- b. Siapkan contoh tanah untuk uji kadar air dan masukkan contoh tanah (basah) ke dalam gelas kimia kosong sebelum ditimbang sebagai berat gelas + tanah basah (W2).
- c. Sampel tanah (basah) kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu (105°C - 110°C) dengan paruh terbuka selama 16-24 jam. Tutup mug dipasang di bagian bawah cawan dengan selebar kertas yang di atasnya tertulis kode identifikasi masing-masing cawan.
- d. Secangkir tanah kering dikeluarkan dari oven. Kemudian biarkan dingin di pengering saat tanah sudah tidak hangat lagi. Kemudian ditimbang sebagai berat cawan + tanah kering (W3).

3.4.5.2 uji berat isi volume

Uji berat isi bertujuan untuk menentukan berat isi tanah, yaitu perbandingan antara berat tanah basah dengan volumenya dalam satuan gr/cm^3 . Pengujian ini dilakukan dengan pipa tipis yang didorong ke dalam tanah, sehingga tidak dapat dilakukan pada tanah berpasir yang

gembur atau yang banyak terdapat kerikil. Berikut adalah langkah-langkah untuk melakukan uji berat volume:

- a. Gunakan cincin lalu di timbang beratnya ($W1$).
- b. Letakan bagian lubang kecil kedalam tanah lalu ditekan hingga cincin tersebut penuh dengan tanah.
- c. Lalu ratakan kedua sisi cincin dengan spatula.
- d. Tambal lubang yang ada pada sampel tanah menggunakan tanah yang tersisa.
- e. Bersihkan sisa tanah yang menempel pada badan cincin. Lalu timbang cincin yang berisi tanah tersebut.
- f. Lalu hitung volume tanah dengan ketelitian 0.01 cm.
- g. Lalu bersihkan peralatan yang kotor dan letakan kembali pada tempatnya.

3.4.5.3 Uji berat jenis

Berat jenis tanah merupakan perbandingan relatif antara berat jenis suatu zat dengan berat jenis air terhadap volumenya. Untuk mengetahui nilai berat jenis tanah, dilakukan pengujian menggunakan alat piknometer yang dipanaskan dengan cara direbus menggunakan wajan dengan suhu 28 derajat celcius. Berikut adalah langkah-langkah pengujian berat jenis :

- a. Alat piknometer dibersihkan dan ditimbang beserta tutupnya sebagai pikno kosong ($W1$).
- b. Tanah yang sudah dihancurkan lalu di saring menggunakan saringan no. 40 lalu masukan tanah kedalam alat piknometer, Setelah itu di timbang sebagai berat piknometer + tanah kering ($W2$).
- c. Isi air sebanyak 10cc lalu didiamkan selama 4-10 jam.
- d. Tambahkan air destilasi hingga dua pertiga pikno penuh. Lalu bersihkan gelembung udara dengan cara sebagai berikut:

- Piknometer ditempatkan dalam wadah tertutup bersama air dan tanah, yang dihisap dengan pompa vakum (tidak lebih dari 100 mmHg) sehingga gelembung udara terlepas ke dalam air bersih.
- Piknometer di panaskan diatas teplon dengan suhu 28 derajat hingga air dalam teplon kering.
- e. Air ditambahkan ke dalam piknometer hingga penuh lalu ditutup. Setelah itu timbang sebagai berat piknometer + tanah + air.
- f. Piknometer lalu di buang isinya, lalu masukan lagi air sampai memenuhi pikno lalu tutup dan timbang untuk mengetahui berat piknometer + air.

3.4.5.4 Uji analisa saringan dan hidrometer

Analisa saringan dan Hidrometer merupakan proses pengujian persentase berat butiran lolos dalam suatu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu. Berikut adalah langkah-langkah pengujian analisa saringan dan hidrometer :

- a. Siapkan sampel tanah lalu giling menggunakan mesin penghancur.
- b. Setelah tanah hancur lalu dimasukan kedalam oven hingga kering untuk menghilangkan kadar air.
- c. Siapkan beberapa saringan, mulai dari saringan no.4 hingga saringan no. 200 dan saringan disusun berurutan.Masukkan benda uji pada saringan yang sudah disusun dan dipasang pada mesin pengayak selama 10 sampai 15 menit. Lalu hentikan mesin setelah mencapai waktu 10 sampai 15 menit tersebut.
- d. Masukkan benda uji ke dalam saringan yang sudah disiapkan yang dipasang di *shaker* selama 10-15 menit. Kemudian hentikan mesin saat waktunya tercapai selama 10-15 menit.
- e. Selanjutnya dilakukan uji analisis hidrometri dengan menyiapkan sampel tanah yang lolos saringan no.200 dengan menggunakan hasil uji analisis ayakan.

- f. Siapkan campuran natrium heksametafosfat dan air suling atau segelas air 1-1,5 ml dengan komposisi 5g; 125ml, digunakan zat diflokulan.
- g. Tuangkan larutan diflokulan ke dalam gelas kimia dan tambahkan potongan uji kotoran yang lolos saringan no.200, aduk dengan spatula hingga rata dan rendam selama 24 jam.
- h. Beri larutan disflocculating agent dengan komposisi seperti di atas (langkah h), masukkan ke dalam gelas ukur 1000 mL, tambahkan air suling hingga 1000 mL dan campurkan campuran larutan hingga benar-benar halus.
- i. Setelah di campur larutan lalu mixer menggunakan alat mixer selama 2 menit.
- j. Pindahkan campuran tanah yang sudah di mixer kedalam gelas ukur.
- k. Tutup rapat gelas ukur dengan tangan lalu di kocok selama 1 menit.
- l. Setelah dikocok masukan pelampung kedalam gelas ukur dan nyalakan alat penghitung waktu.
- m. Catat nilai pada waktu yang sudah ditentukan.
- n. Setelah pengujian selesai bersihkan dan letakan kembali pada tempatnya.,

3.4.5.5 Uji batas cair

Batas cair tanah didefinisikan sebagai kadar air minimum di mana batas tanah berubah dari keadaan cair menjadi plastis. Batas cair digunakan untuk menentukan sifat dan klasifikasi tanah, berikut adalah langkah-langkah pengujian batas cair:

- a. Siapkan sampel tanah pada mangkuk dan beri air secara bertahap sekitar 1-3 ml jika perlu. bergerak, tekan dan aduk dll. Ini akan mendapatkan campuran yang benar-benar merata.
- b. Saat campuran tanah sudah halus dan sudah teruji pada 30-40 ketukan, tambahkan lagi sampel tanah kedalam alat cassagrande. Sebarkan dengan

alat spatula lalu tekan agar tidak ada lubang dan gelembung udara tidak terbentuk. Lalu ratakan permukaan tanah.

- c. Buat alur di bagian tengah tanah menggunakan alat pengikis sehingga terbelah menjadi 2 bagian secara simetris.
- d. Lalu nyalakan alat cassagrande hingga bagian yang terbelah sebelumnya menyatu kembali.
- e. Jumlah pukulan yang diperlukan pada percobaan pertama harus bervariasi antara 30 dan 40 pukulan. Selama lebih dari 40 pukulan, tanah tidak cukup lembab dan tanah dari mangkuk Casagrande harus dikembalikan ke mangkuk porselen untuk menambahkan air secara bertahap dan aduk hingga merata seperti pada operasi sebelumnya
- f. Bersihkan isi mangkuk cassagrande lalu ulangi cara b dan d.
- g. Ambil bagian tanah sebagai sampel lalu periksa kadar airnya.
- h. Bersihkan sisa tanah yang ada di mangkuk cassagrande, lalu tambahkan air secara bertahap dan aduk hingga rata. Lalu bersihkan mangkuk cassagrande
- i. Ulangi pekerjaan di b, c, d, g dan h untuk mendapatkan 3 atau 4 data dengan jumlah ketukan antara 10 hingga 40 ketukan.

3.4.5.6 Batas plastis dan indeks plastis

Batas plastis adalah kadar air dimana tanah berada pada keadaan antara plastis dan semi padat. Batas Plastis dihitung berdasarkan persentase berat air terhadap berat tanah kering. Indeks plastisitas (*PI*) adalah selisih antara batas cair dengan batas plastis. Berikut adalah langkah langkah pengujian batas plastis dan indeks plastisitas :

- a. Letakan tanah dalam mangkuk, tambahkan air lalu aduk hingga tanah menjadi elastis.
- b. Tekan tanah dan gumpalkan menggunakan tangan dan bentuk seperti kelerang. Setelah itu gulung tanah menjadi seperti batang korek dengan diameter 3mm hingga retak.
- c. Kumpulkan tanah yang retak lalu oven hingga didapatkan nilai kadar airnya.

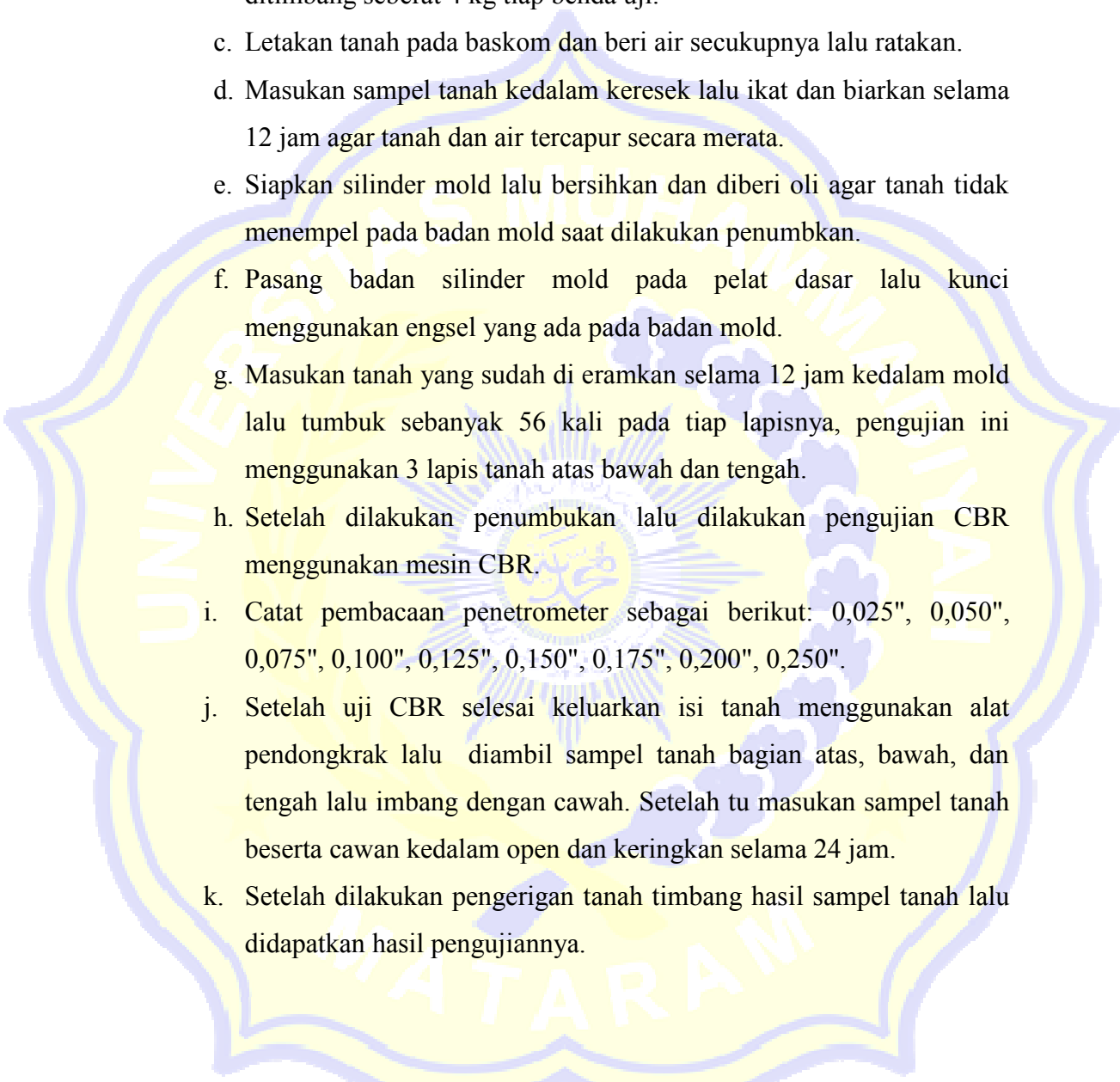
3.4.5.7 Pemadatan Tanah

Pemadatan tanah dilakukan untuk mengetahui kadar optimum kadar air yang akan di gunakan pada saat pengujian CBR, berikut adalah langkah-langkah pengujian pemadatan tanah:

- a. Tanah yang sudah dikeringkan disaring menggunakan saringan no.4.
- b. Tanah yang lolos saringan no.4 digunakan sebagai sampel dan ditimbang seberat 2 kg tiap benda uji.
- c. Letakan tanah pada baskom dan beri air secukupnya lalu ratakan.
- d. Masukkan sampel tanah kedalam keresek lalu ikat dan biarkan selama 12 jam agar tanah dan air tercapur secara merata.
- e. Siapkan silinder mold lalu bersihkan dan diberi oli agar tanah tidak menempel pada badan mold saat dilakukan penumbukan.
- f. Pasang badan silinder mold pada pelat dasar lalu kunci menggunakan engsel yang ada pada badan mold.
- g. Masukkan tanah yang sudah di eramkan selama 12 jam kedalam mold lalu tumbuk sebanyak 25 kali pada tiap lapisnya, pengujian ini menggunakan 3 lapis tanah atas bawah dan tengah.
- h. Setelah penumbukan selesai lepas mold dan timbang hasil pemadatan setelah itu keluarkan isi tanah menggunakan alat pendongkrak lalu diambil sampel tanah bagian atas, bawah, dan tengah lalu imbang dengan cawan. Setelah tu masukan sampel tanah beserta cawan kedalam oven dan keringkan selama 24 jam.
- i. Setelah dilakukan pengerigan tanah timbang hasil sampel tanah lalu didapatkan hasil pengujiannya.

3.4.5.8 Pengujian CBR

Pengujian CBR dilakukan dengan meyiapkan sampel tanah dan bahan bahan variasi untuk mengetahui pengaruhnya pada penelitian ini. Berikut adalah langkah-langkah pengujian CBR:

- 
- a. Tanah yang sudah dikeringkan disaring menggunakan saringan no.4.
 - b. Tanah yang lolos saringan no.4 digunakan sebagai sampel dan ditimbang seberat 4 kg tiap benda uji.
 - c. Letakan tanah pada baskom dan beri air secukupnya lalu ratakan.
 - d. Masukkan sampel tanah kedalam keresek lalu ikat dan biarkan selama 12 jam agar tanah dan air tercapur secara merata.
 - e. Siapkan silinder mold lalu bersihkan dan diberi oli agar tanah tidak menempel pada badan mold saat dilakukan penumbukan.
 - f. Pasang badan silinder mold pada pelat dasar lalu kunci menggunakan engsel yang ada pada badan mold.
 - g. Masukkan tanah yang sudah di eramkan selama 12 jam kedalam mold lalu tumbuk sebanyak 56 kali pada tiap lapisnya, pengujian ini menggunakan 3 lapis tanah atas bawah dan tengah.
 - h. Setelah dilakukan penumbukan lalu dilakukan pengujian CBR menggunakan mesin CBR.
 - i. Catat pembacaan penetrometer sebagai berikut: 0,025", 0,050", 0,075", 0,100", 0,125", 0,150", 0,175", 0,200", 0,250".
 - j. Setelah uji CBR selesai keluarkan isi tanah menggunakan alat pendongkrak lalu diambil sampel tanah bagian atas, bawah, dan tengah lalu imbang dengan cawan. Setelah tu masukan sampel tanah beserta cawan kedalam open dan keringkan selama 24 jam.
 - k. Setelah dilakukan pengerigan tanah timbang hasil sampel tanah lalu didapatkan hasil pengujiannya.

Tabel 3.2 Pengujian CBR tanah lempung + abu vulkanik + semen tanpa rendaman

No	Kode	Keterangan	Jumlah tubukan (perlapis)
1	CBR 1	Tanah lempung	56 kali
2	CBR 2	Tanah lempung + 10% abu vulkanik + 5% semen	56 kali
3	CBR 3	Tanah lempung + 15% abu vulkanik + 5% semen	56 kali
4	CBR 4	Tanah lempung + 20% abu vulkanik + 5% semen	56 kali