

SKRIPSI
STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN PASIR LAUT DAN FIBER

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi
Pada Program Studi Teknik Sipil Jenjang S1
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Mataram



DISUSUN OLEH :

HIPZI

417110043

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

2022

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

SKRIPSI

STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN PASIR LAUT DAN FIBER

Disusun Oleh:

HIPZI

417110043

Mataram, 07 Februari 2022

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



Titik Wahyuningsih, ST., MT.
NIDN. 0819097401

Mengetahui,

Universitas Muhammadiyah Mataram

Fakultas Teknik

Dekan,



Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT
NIDN. 0824017501

STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN PASIR LAUT DAN FIBER

Yang Disiapkan dan Disusun Oleh :

NAMA : HIPZI

NIM : 417110043

Telah dipertahankan didepan Tim Penguji

Pada hari, Kamis, 10 Februari 2022

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

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

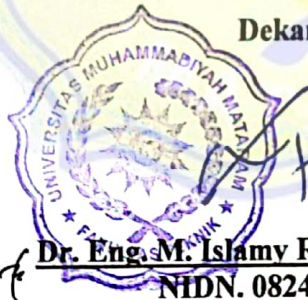
2. Penguji II : Titik Wahyuningsih, ST., MT

3. Penguji III : Anwar Efendy, ST., MT.

Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK

Dekan,


Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT.
NIDN. 0824017501

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

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

“STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN PASIR LAUT DAN FIBER”

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. Apalagi terbukti di kemudian hari bahwa Tugas Akhir/Skripsi ini merupakan hasil plagiasi, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

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

Mataram, 23 Februari 2022

Yang Membuat Pernyataan



HIPZI

Nim : 417110043



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 : H1P21
NIM : 417110043
Tempat/Tgl Lahir : Sekarbela, 04 Maret 1998
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Fakultas : TEKNIK
No. Hp : 087 860 528 835
Email : hijzyibeng@gmail.com

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

STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN PASIR LAUT DAN FIBER

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. **A7%**

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

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

Mataram, 23 Februari 2022
Penulis

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



H1P21
NIM. 417110043

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

h salah satu yang sesuai



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

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

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

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

Nama : HIP21
 NIM : A17110043
 Tempat/Tgl Lahir : Sekarbela, 04 Maret 1998
 Program Studi : TEKNIK SIPIL
 Fakultas : TEKNIK
 No. Hp/Email : hipzyberg@gmail.com
 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 DENGAN PASIR LAUT DAN FIBER

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, 23 Februari 2022
 Penulis



HIP21
 NIM. A17110043

Mengetahui,
 Kepala UPT, Perpustakaan UMMAT



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

MOTO HIDUP

“Jangan kamu merasa lemah dan jangan bersedih, sebab kamu paling tinggi derajatnya jika kamu beriman”

(Q.S Ali Imran: 139)

“Honesty is the initial foundation of a trust of others”

(Kejujuran menjadi pondasi awal dari sebuah kepercayaan orang lain)

“Keep being your best version of human every day, the body may be tired, the eyes may be wet, but your heart never give up”

(Tetap menjadi manusia versi terbaikmu setiap hari, badan boleh lelah, mata boleh basah, tetapi hatimu jangan pernah menyerah)



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan beberapa pihak yang ikut serta dalam proses penyusunan skripsi. Peneliti secara khusus mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu baik dalam proses penelitian. Atas izin Allah SWT. pada kesempatan ini penulis mempersembahkan skripsi ini kepada:

1. Kepada kedua orang tua saya tercinta bapak H. Mawardi dan ibu Masniah yang selama ini telah banyak memberikan dukungan dan doa yang tidak ada hentinya untuk kelancaran dalam menyelesaikan skripsi.
2. Dr. Heni Puji Astusti, ST.,MT., selaku dosen pembimbing I.
3. Titik Wahyuningsih, ST., MT. selaku dosen pembimbing II, serta
4. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST.,MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Agustini Ernawati, ST., M.Tech., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram
5. Segenap dosen dan para staff akademik yang selalu membantu dalam fasilitas ilmu serta pendidikan.
6. Sahabat dan rekan seperjuangan Muh Iwan Sabri, ST., Fery Setiawan, ST., Hendra, ST., Thoriq Kurrahman, ST., Abi Rifqy, ST., L.M Kurnia Rizki., ST., Muh. Iskandar Zulkarnain, ST., Syahrul Haris Pratama, ST., Lalu Rangga Bayan, ST., Annisa Nabila, ST., Isa Ansari, ST., Muhammad Suduri, Andriadi, Karina Rahmawati, Dedi Purwanto, Roni Kuriawan dan semua rekan-rekan mahasiswa keluarga besar Teknik Sipil khususnya untuk angkatan 2017 dan untuk semua kawan-kawan yang telah memberi motivasi dengan semangat juang yang diberikan selama masa perkuliahan.

PRAKATA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir/Skripsi. Salah satu nikmat yang telah diberikan adalah kelancaran dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Pasir Laut dan Fiber”. Tugas akhir merupakan salah satu persyaratan untuk kelulusan agar mencapai gelar kesarjanaan S1 di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram.

Menyelesaikan laporan tugas akhir ini banyak pihak yang telah membantu, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus kepada:

1. Dr. H. Arsyad Abd. Gani, M.Pd. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST.,MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Agustini Ernawati ST., M.Tech. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT. selaku dosen pembimbing utama.
5. Titik Wahyuningsih, ST., MT. selaku dosen pembimbing II.
6. Semua dosen-dosen dan pihak Sekretariat Fakultas Teknik UMMAT.

Menyadari bahwa proposal tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena keterbatasan pengetahuan dan refrensi yang ada, maka keritik, saran maupun masukan yang sifatnya membantu demi penyempurnaan isi dari proposal tugas akhir ini sangat di harapkan.

Mataram, 07 Februari 2022



Hipzi

ABSTRAK

Permasalahan yang sering terjadi akhir – akhir ini disebabkan oleh sampah atau limbah plastik, hal ini menjadi permasalahan yang perlu diselesaikan. Salah satu solusi untuk menangani permasalahan tersebut, dengan cara menggunakan limbah plastik menjadi bahan struktur. Tanah lempung memiliki sifat kembang susut tinggi yang menyebabkan nilai CBR pada tanah lempung cukup rendah, oleh karena itu tanah lempung perlu dilakukannya stabilisasi agar memenuhi syarat teknis. Salah satu tujuan dilakukannya penelitian ini adalah meningkatkan nilai CBR yang telah ditambahkan dengan pasir laut dan fiber.

Fiber/plastik yang digunakan dari bekas kemasan air mineral dengan jenis *Polypropylene* (PP) sebagai bahan stabilisasi tanah lempung. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mektan, Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram untuk melakukan pengujian pada tanah lempung yang ditambahkan dengan campuran variasi 10%, 15%, 20%, 25% pasir laut dan dengan tambahan lainnya berupa fiber dengan variasi 0,5, 1%, 1,5%, 2% dengan dimensi 20mm x 5mm. Sampel tanah diambil dari Tanak Awu, Kecamatan Pujut, Kabupaten Lombok Tengah dan untuk pasir laut diambil dari pesisir pantai Tanjung Aan, Kecamatan Pujut, Kabupaten Lombok Tengah.

Hasil dari pengujian sifat fisik tanah diperoleh nilai indeks plastistas tanah asli sebesar 45,63%, setelah dilakukan penambahan campuran variasi pasir laut nilai indeks plastisitas menurun dikarenakan pasir laut kurang menyerap air. Nilai CBR yang diperoleh pada tanah asli yaitu sebesar 6,672%, dengan campuran 10% pasir laut mendapatkan nilai CBR sebesar 21,351%, dengan tambahan variasi 15% pasir laut mendapatkan nilai CBR sebesar 24,020%, untuk penambahan variasi 20% pasir laut mendapatkan nilai CBR sebesar 20,462 dan pada tambahan 25% pasir laut mendapatkan nilai CBR sebesar 9,786%. Hasil CBR tanah lempung yang dicampur dengan pasir laut dan fiber mendapatkan nilai optimum pada variasi penambahan 1% fiber. Tanah lempung yang ditambahkan dengan 15% pasir laut dapat menurunkan nilai plastisitas tanah sebesar 42,638%. Dari pengujian CBR pada tanah lempung dengan tambahan variasi 15% pasir laut mengalami peningkatan ke nilai CBR yang di variasikan 15% pasir laut dengan tambahan 1% fiber sebesar 11,074%. Sedangkan pada pengujian CBR tanah lempung mengalami peningkatan dengan tambahan variasi 15% pasir laut dan 1% fiber sebesar 299,88%.

Kata-kata kunci: *Tanah Lempung, serat plastik, polypropylene, stabilisasi, CBR.*

ABSTRACT

Problems that often occur lately are caused by garbage or plastic waste. This problem needs to be solved. One solution to deal with this problem is to use plastic waste as a structural material. Clay soils have high swelling and shrinkage properties which cause the CBR value in clay soils to be quite low. Therefore clay soils need to be stabilized to meet technical requirements. One of the objectives of this research is to increase the value of CBR, which has been added with sea sand and fiber. As a clay stabilizing agent, fiber/plastic from old mineral water packaging of the kind of Polypropylene (PP) was used. The study was conducted at the Mektan Laboratory, Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, University of Muhammadiyah Mataram, on clay added with a mixture of variations of 10%, 15%, 20%, 25% sea sand and other additions in the form of fiber with a variation of 0.5, 1%, 1.5%, and 2% with dimensions of 20mm x 5mm. For soil samples, researchers went to Tanak Awu in the Pujut District of Central Lombok Regency, and for sea sand, they went to the Tanjung Aan coast in the Pujut District of Central Lombok Regency. The original soil plasticity index value is 45.63 percent, according to the findings of assessing the soil's physical qualities. Because sea sand does not absorb water, the plasticity index value fell after adding a mixture of variations of sea sand. The CBR value obtained on the original soil is 6.672 %, with a mixture of 10% sea sand yielding a CBR value of 21.351 %, with a variation of 15% sea sand yielding a CBR value of 24.020 %, with a variation of % sea sand yielding a CBR value of 20,462, and with a variation of 25% sea sand yielding a CBR value of 9.786 %. With the addition of 1% fiber variation, the CBR of clay mixed with sea sand and fiber reaches its maximum value. The value of soil plasticity can be reduced by 42.638 % when clay soil is mixed with 15% sea sand. The CBR value was varied by 15% sea sand with an extra 1 % fiber of 11.074 % in the CBR test on clay soil with an additional 15 % sea sand variation. Meanwhile, the clay soil increased by 299.88 % in the CBR test, with an additional variation of 15% sea sand and 1% fiber.

Keywords: Clay, plastic fiber, polypropylene, stabilization, CBR.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
SURAT PERNYATAAN PLAGIARISME	v
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
MOTO HIDUP	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
PRAKATA	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR NOTASI	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.1.1 Penelitian Terdahulu	6
2.1.2 Tanah Lempung	8
2.1.3 Pasir Laut	9
2.1.4 Fiber/Plastik	10
2.1.5 Tanah Dasar (subgrade)	10

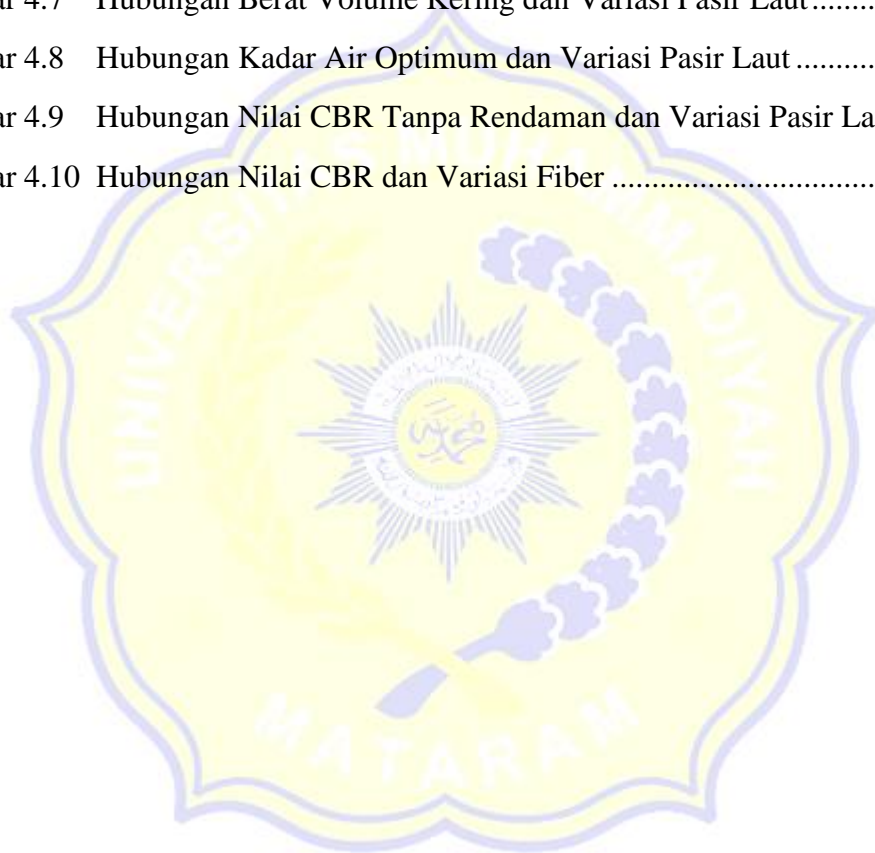
2.1.6	Stabilisasi Tanah	10
2.2	Landasan Teori.....	11
2.2.1	Kadar Air.....	11
2.2.2	Batas Cair	11
2.2.3	Batas Plastis.....	11
2.2.4	Batas Susut	12
2.2.5	Berat Jenis	12
2.2.6	Klasifikasi Tanah.....	13
	2.2.6.1 Sistem Klasifikasi <i>Unified</i>	14
	2.2.6.2 Sistem Klasifikasi AASHTO.....	15
2.2.7	Pemadatan	16
2.2.8	Distribusi Ukuran Butir Tanah.....	17
2.2.9	CBR (<i>California Bearing Ratio</i>).....	17
BAB III	METODE PENELITIAN	20
3.1	Lokasi Penelitian.....	20
3.2	Persiapan dan Tahapan Penelitian.....	21
3.2.1	Pengambilan Sampel Tanah.....	21
3.2.2	Pengambilan Sampel Pasir Laut.....	22
3.2.3	Sampel Fiber/Plastik	23
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	24
3.3.1	Alat - alat Penelitian.....	24
3.3.2	Bahan.....	33
3.4	Uji Batas-batas Atterberg	33
3.4.1	Kadar Air.....	33
3.4.2	Batas Plastis.....	34
3.4.3	Batas Cair	35
3.4.4	Batas Susut	36
3.4.5	Berat Jenis Tanah	37
3.4.6	Berat Isi Tanah	38
3.4.7	Hidrometer dan Analisa Saringan	38
3.5	Uji Sifat Mekanik Tanah	40

3.5.1	Uji Pemadatan Standar Proctor	40
3.6	Uji CBR (<i>California Bearing Ratio</i>)	41
3.6.1	CBR Tanpa Rendaman.....	41
3.7	Bagan Alir Penelitian.....	42
3.7.1	Studi Pustaka.....	43
3.7.2	Pengumpulan Data	43
3.7.3	Analisis Data	43
3.7.4	Rancangan Penelitian	43
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1	Pengujian Sifat Fisik Tanah	44
4.1.1	Pengujian Kadar Air.....	44
4.1.2	Pengujian Batas Cair	44
4.1.3	Pengujian Batas Plastis	45
4.1.4	Pengujian Berat Jenis Tanah	47
4.1.5	Pengujian Berat Isi Tanah	47
4.1.6	Pengujian Batas Susut.....	48
4.1.7	Pengujian Distribusi Ukuran Butiran.....	48
4.2	Pengujian Sifat Mekanik Tanah	53
4.2.1	Pengujian Pemadatan Standar Proctor	53
4.2.2	Pengujian CBR (<i>California Bearing Ratio</i>).....	55
4.2.2.1	CBR Tanpa Rendaman Tanah Lempung.....	55
4.2.2.2	CBR Rendaman Tanah Lempung.....	58
BAB V	PENUTUP	59
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Peta Lokasi Pengambilan Sampel Tanah	20
Gambar 3.2	Peta Lokasi Pengambilan Pasir Laut.....	21
Gambar 3.3	Pengambilan Sampel Tanah	22
Gambar 3.4	Pengambilan Sampel Pasir Laut.....	22
Gambar 3.5	Pengumpulan Sampel Fiber/Plastik	23
Gambar 3.6	Sampel Fiber/Plastik dipotong 20mm x 5mm.....	23
Gambar 3.7	Cawan.....	24
Gambar 3.8	Pengaduk Tanah	24
Gambar 3.9	Oven	25
Gambar 3.10	Timbangan dengan Ketelitian 0,1	25
Gambar 3.11	Timbangan dengan Ketelitian 0,01	26
Gambar 3.12	Alat Penumbuk.....	26
Gambar 3.13	Alat Cetakan CBR.....	27
Gambar 3.14	Alat Cetakan Uji Pematatan Standar Proctor	27
Gambar 3.15	Alat Pemotong/Perata uji Mekanis Tanah.....	27
Gambar 3.16	Pisau Pemotong/Perata.....	28
Gambar 3.17	Alat Saringan.....	28
Gambar 3.18	Alat Cassagrande.....	29
Gambar 3.19	Piknometer	29
Gambar 3.20	Botol penyemprot.....	30
Gambar 3.21	Kompur Listrik.....	30
Gambar 3.22	Jangka Sorong	30
Gambar 3.23	Tabung Ukur 1000 cc.....	31
Gambar 3.24	Air Raksa.....	31
Gambar 3.25	Dial Guage.....	31
Gambar 3.26	Plastik.....	32
Gambar 3.27	Alat Uji Penetrasi CBR Laboratorium	32

Gambar 3.28	Diagram Alir Penelitian	42
Gambar 4.1	Hubungan Kadar Air dan Variasi Pasir Laut	45
Gambar 4.2	Distribusi Ukuran Butiran Tanah Asli	49
Gambar 4.3	Distribusi Ukuran Butiran Variasi 10% Pasir Laut.....	50
Gambar 4.4	Distribusi Ukuran Butiran Variasi 15% Pasir Laut.....	51
Gambar 4.5	Distribusi Ukuran Butiran Variasi 20% Pasir Laut.....	52
Gambar 4.6	Distribusi Ukuran Butiran Variasi 25% Pasir Laut.....	53
Gambar 4.7	Hubungan Berat Volume Kering dan Variasi Pasir Laut.....	54
Gambar 4.8	Hubungan Kadar Air Optimum dan Variasi Pasir Laut	54
Gambar 4.9	Hubungan Nilai CBR Tanpa Rendaman dan Variasi Pasir Laut .	56
Gambar 4.10	Hubungan Nilai CBR dan Variasi Fiber	57



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah	9
Tabel 2.2	Jenis Tanah Berdasarkan Nilai PI	9
Tabel 2.3	Pengelompokan Berat Jenis Tanah	13
Tabel 2.4	Klasifikasi Tanah Sistem USCS	14
Tabel 2.5	Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO	16
Tabel 2.6	Pengelompokan Tanah Berdasarkan Nilai CBR.....	18
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Kadar Air	44
Tabel 4.2	Hasil Batas Cair	44
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Batas Plastis	45
Tabel 4.4	Nilai Indeks Plastisitas	46
Tabel 4.5	Jenis Tanah Berdasarkan Nilai PI	46
Tabel 4.6	Hasil Nilai Pengujian Berat Isi Tanah.....	47
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Batas Susut	48
Tabel 4.8	Persen Lolos Saringan No. 200 setiap Sampel	48
Tabel 4.9	Nilai Berat Kering dan Kadar Air Optimum Pematatan	53
Tabel 4.10	Nilai CBR Tanpa Rendaman setiap Sampel	55
Tabel 4.11	Nilai CBR Tanpa Rendaman dengan Tambahan Fiber.....	56

DAFTAR NOTASI



ΔL	= Perubahan panjang (cm)
A_o	= Luas mula-mula (cm ²)
C	= Lempung (<i>clay</i>)
C_u	= Kohesi (kg/cm ²)
ϵ	= Regangan axial (%)
F	= Persen butiran lolos saringan no. 200 (0,075 mm)
G	= Kerikil (<i>gravel</i>)
G_s	= Berat jenis tanah
H	= Plastisitas tinggi (<i>high-plasticity</i>)
H	= Tinggi benda uji awal (mm)
IP	= Indeks plastisitas (%)
k	= Faktor kalibrasi proving ring
K	= Koreksi terhadap temperatur dan berat jenis
L	= Panjang efektif atau jarak yang ditempuh butiran
L	= Plastisitas rendah (<i>low-plasticity</i>)
LL	= Batas cair (%)
L_o	= Panjang mula-mula (cm)
M	= Lanau (<i>slit</i>)
N	= Pembacaan <i>proving ring</i> (div)
O	= Lanau atau lempung organik (<i>organic slit or clay</i>)
\emptyset	= Sudut geser tanah (°)
P	= Beban (kg)
P	= Gradasi buruk (<i>poorly-graded</i>)
P_1	= Nilai tekanan pada penetrasi 2,5 mm atau 0,1 inci
P_2	= Nilai tekanan pada penetrasi 5 mm atau 0,2 inci
PL	= Batas plastis (%)
Pt	= Tanah gambut dan tanah organik tinggi (<i>peat and highly organic soil</i>)
S	= Pasir (<i>sand</i>)

S	= Pengembangan tanah (%)
SL	= Batas susut (%)
S_r	= Derajat kejenuhan (%)
St	= Sensitivitas
t	= Waktu pengamatan
V	= Volume tanah total (cm ³)
V_a	= Volume udara (cm ³)
V_s	= Volume butir (cm ³)
V_v	= Volume pori (cm ³)
V_w	= Volume air (cm ³)
W	= Berat tanah (gr)
W	= Gradasi baik (<i>well-graded</i>)
W_1	= Berat cawan kosong (gr)
W_2	= Berat cawan + tanah basah (gr)
W_3	= Berat cawan + tanah kering (gr)
W_a	= Berat udara (gr)
W_s	= Berat butir (gr)
W_w	= Berat air (gr)
γ_b	= Berat volume basah (gr/cm ³)
γ_d	= Berat volum kering (gr/cm ³)
γ_s	= Berat volume butiran padat (gr/cm ³)
δ	= Deformasi benda uji (mm)
σ	= Tegangan (kg/cm ²)
ω	= Kadar air (%)
e	= Angka pori
n	= Porositas

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia teknik sipil, tanah merupakan suatu bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam perencanaan bangunan - bangunan teknik sipil. Tanah dasar adalah salah satu bagian yang terpenting dalam pembangunan, terutama untuk pembangunan jalan, gedung, jembatan dan sebagainya. Pada pembangunan jalan, gedung, jembatan maupun yang lainnya tanah dasar berfungsi sebagai bagian yang terakhir untuk menahan atau menerima beban yang ada di atasnya. Tanah bisa digunakan sebagai timbunan jalan, bendungan, landasan pada pembangunan rumah dan lainnya. Meskipun tanah mempunyai sifat ekonomis dan mudah didapatkan, tetapi tanah juga harus melalui tahap uji kualitasnya sebelum dapat digunakan untuk bahan konstruksi agar menghindari kegagalan atau masalah dalam pembangunan.

Masalah yang sering terjadi dalam pembangunan suatu proyek jalan yaitu terjadinya penurunan atau amblesnya tanah timbunan jalan, sehingga akan menyebabkan terjadinya kerusakan jalan pada lapisan aspal. Akibat penurunan tanah pada timbunan disebabkan oleh daya dukung tanah yang tidak memadai, serta kadar air tanah yang berlebihan. Daya dukung tanah pada suatu jalan ditentukan oleh kualitas lapisan – lapisan tanah dasar (*subgrade*) jalan.

Tanah lempung adalah tanah yang mempunyai partikel – partikel mineral tertentu yang menghasilkan sifat – sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air. Tanah lempung sangat keras bila dalam keadaan kering, dan tidak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Sifat plastis suatu tanah yaitu disebabkan oleh air yang terserap pada permukaan partikel lempung, dengan demikian dapat diharapkan bahwa tipe dan jumlah mineral lempung yang dikandung didalam suatu tanah dapat mempengaruhi batas plastis dan batas cair pada suatu tanah. Dalam kondisi air yang lebih tinggi, tanah lempung akan bersifat lengket (*kohesif*) dan sangat lunak.

Pada klasifikasi tanah, partikel tanah lempung memiliki ukuran diameter 0,002 mm (USD A, AASHTO, USCS). Namun, di beberapa kasus partikel yang berukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 mm masih digolongkan sebagai partikel lempung (ASTM-D-653). Disini tanah diklasifikasikan sebagai lempung hanya berdasarkan ukuran saja, namun belum tentu tanah dengan ukuran partikel lempung tersebut juga mengandung mineral - mineral lempung.

Pasir laut adalah jenis pasir yang didapatkan dari pesisir pantai. Dimensi yang dimiliki pasir laut yaitu butirannya yang halus dengan ukuran yang berkisar antara 0,55 – 2,5 mm, berbeda halnya dengan pasir darat yang memiliki ukuran antara 0,55 – 3 mm. Pasir laut terbentuk dari pengikisan batu yang ditimbulkan oleh erosi gelombang laut. Dalam penelitian ini, pasir laut yang digunakan untuk stabilisasi memiliki kandungan garam yang terdapat dalam kandungan pasir. Pasir laut berbentuk larutan garam kering seperti kristal yang mampu mengisi ruang pori - pori diantara butir tanah. Garam dapat memperbesar nilai daya dukung tanah lempung yang berperan sebagai larutan juga berbentuk seperti kristal.

Fiber/plastik yang digunakan dapat dibuat dari bekas kemasan air mineral dengan jenis *polypropylene* (PP), untuk caranya yaitu dipotong - potong dengan variasi ukuran panjang 20mm dan lebar 5mm. Sifat-sifat dari *polypropylene* yaitu:

- a. Bersifat ringan dan memiliki densitas yang rendah.
- b. Tahan terhadap tekanan tinggi.
- c. Tahan terhadap suhu tinggi karena titik lelehnya sekitar 165-170°C.
- d. Memiliki sifat dielektrik yang baik.

Kelebihan fiber/plastik:

- a. Praktis digunakan
- b. Murah
- c. Tahan lama

Kekurangan fiber/plastik:

- a. Mudah terbakar
- b. Tidak ramah lingkungan

Desa Tanak Awu yaitu suatu desa yang terletak di Kecamatan Pujut, Kabupaten Lombok Tengah. Sebagian besar dari penduduk Desa Tanak Awu berprofesi sebagai seorang petani dan peternak. Pada desa tersebut tidak begitu memiliki akses jalan yang layak menuju lahan/sawah mereka, maka infrastruktur seperti jalan sangat berperan penting bagi Desa Tanak Awu karena jalan berfungsi sebagai akses penghubung. Kondisi jalan yang ada di kecamatan praya barat menuju Desa Tanak Awu sering mengalami kerusakan pada struktur lapis permukaan jalan. Pada ruas jalan ini kendaraan yang melintas tidak terlalu padat seperti ruas jalan utama di jalan Desa Tanak Awu Kecamatan Pujut, tetapi lapisan yang ada dipermukaan jalan mengalami kerusakan. Penyebab dari kerusakan ini kemungkinan besar disebabkan oleh tanah dasar yang nilai CBRnya rendah dan plastisitasnya yang tinggi. Kekuatan tanah dasar dipengaruhi oleh perubahan kandungan air dan dengan cara mengevaluasi nilai daya dukung tanah dasar, misalnya dengan mengetahui nilai CBR.

Stabilisasi tanah merupakan suatu upaya yang dilakukan agar mampu memperbaiki sifat teknis tanah sebagai syarat teknis tertentu. Stabilisasi tanah bertujuan untuk memperbaiki suatu kondisi tanah, selanjutnya dapat mengambil tindakan yang tepat sesuai dengan permasalahan untuk penanganannya. Sebelum melakukan perencanaan pembangunan jalan raya, sangat perlu diperhatikan standar perencanaan dalam pembangunan jalan raya, dimana dalam perencanaan pembangunan jalan nilai CBR harus tinggi, jika nilai CBRnya tinggi maka kondisi tanah dasar (*subgrade*) akan semakin baik.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan stabilisasi yang menggunakan bahan tambahan dengan pasir laut dan fiber untuk mengetahui karakteristik dan pengaruhnya terhadap tanah dasar (*subgrade*) di jalan Desa Tanak Awu, Kecamatan Pujut, Kabupaten Lombok Tengah.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah Berdasarkan dari latarbelakang masalah yang telah diuraikan, maka permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Apa pengaruh yang dapat ditimbulkan dengan penambahan pasir laut dan fiber terhadap upaya untuk stabilisasi tanah lempung di Desa Tanak Awu, Kecamatan Pujut, Kabupaten Lombok Tengah ?
2. Berapakah variasi campuran pasir pantai dan fiber agar dapat mencapai nilai optimum yang dihasilkan untuk dapat digunakan sebagai stabilisasi tanah lempung ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan Masalah Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Mataram, batasan masalah ini dilakukan untuk membatasi masalah - masalah yang mencakup terlalu luas pembahasan mengingat luasnya ruang lingkup permasalahan dan keterbatasan waktu dan biaya maka dilakukan batasan diantaranya sebagai berikut:

1. Tanah lempung yang digunakan sebagai bahan penelitian yaitu sampel tanah yang diambil dari Desa Tanak Awu, Kecamatan Pujut, Kabupaten Lombok Tengah.
2. Bahan tambahan yang digunakan sebagai bahan stabilisasi menggunakan pasir laut dan fiber.
3. Tidak melakukan pengujian kandungan mineral pada tanah.
4. Tidak menguji kandungan kimia yang terdapat pada pasir laut.
5. Metode yang dilakukan pada penelitian yang akan dilakukan yaitu uji tanah di laboratorium seperti pengujian kadar air, analisis saringan, berat jenis tanah, batas *Atterberg*, kepadatan tanah dan uji CBR.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penambahan optimum pasir laut dan variasi fiber terhadap nilai CBR tanah lempung.
2. Mengetahui proporsi campuran pasir laut dan fiber untuk mencapai nilai CBR maksimum yang dapat dihasilkan untuk digunakan sebagai stabilisasi tanah lempung.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Menambah pilihan bahan pencampur pada struktur perkerasan lapisan tanah dasar (*subgrade*) jalan.
2. Memperoleh ilmu pengetahuan tentang pengaruh pencampuran pasir laut dan fiber terhadap stabilisasi tanah lempung.
3. Dari penelitian ini diharapkan memberikan manfaat untuk perencanaan struktur konstruksi perkerasan lapisan tanah dasar (*subgrade*) jalan dengan memperhatikan stabilisasi tanah sebagai *subgrade* jalan Desa Tanak Awu, Kecamatan Pujut, Kabupaten Lombok Tengah.
4. Sebagai pengembangan ilmu teknik sipil khususnya dalam bidang Geoteknik.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Penelitian Terdahulu

Stabilisasi tanah lempung dengan menambahkan serat plastik pada uji standart proctor dengan variasi 0%,0,5%,1%,1,5% dan dimensi 5mm x 20mm cenderung dapat menurunkan berat volume kering maksimum seiring dengan peningkatan kadar air optimum. Dengan hasil yang telah didapat penambahan serat plastik tidak memberikan efek yang signifikan pada nilai berat volume kering maksimum komposit tanah. Tanah lempung mempunyai indeks plastisitas (PI) sebesar 71,7% atau lebih dari 20% sehingga dapat digolongkan sebagai tanah ekspansif. Campuran serat plastik optimum diperoleh sebesar 10% terhadap berat kering tanah lempung dengan nilai CBR 6,3% (Pujiastuti, 2013).

Stabilisasi tanah lempung menggunakan pasir laut dan pengaruhnya terhadap nilai kuat tekan bebas yang bertujuan untuk mengetahui klasifikasi tanah, indeks plastisitas tanah dan mengetahui pengaruh penambahan pasir laut terhadap sifat fisik tanah, serta mengetahui nilai kuat tekan bebas (UCT) tanah dalam kondisi eksisting dan setelah dicampurkan pasir laut. Penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak pasir laut yang ditambahkan maka semakin banyak maka semakin besar pula nilai UCT. Hal ini terjadi karena pasir laut, air, dan tanah berikatan dengan baik pada suhu ruangan dan dengan lama pemeraman 0, 4, 7, 14 dan 28 hari. Pasir laut pada persentase 30% menghasilkan nilai q_u 19,600 kg/cm². Nilai q_u tanah meningkat dengan semakin banyak penambahan campuran pasir laut (Mina dkk, 2017).

Pengaruh limbah plastik pada tanah lempung ekspansif ditinjau dari potensi mengembang, tekanan mengembang dan kuat tekan bebas. Penambahan plastik pada kadar tertentu akan memperbaiki nilai potensi mengembang, tekanan mengembang dan kuat tekan tanah lempung ekspansif. Stabilisasi terbaik untuk tanah lempung ekspansif ada pada penambahan kadar plastik 0,5%. Tanah lempung ekspansif dengan penambahan plastik kadar 0,5% memiliki nilai potensi

mengembang dan tekanan mengembang yang rendah yaitu 11,83% dan 86,6 kPa. Tanah lempung ekspansif dengan kadar plastik 0,5% pun memiliki peningkatan kuat tekan terbesar yaitu sebesar 41% (Ilyas, 2016).

Stabilisasi tanah lempung dengan campuran pasir laut terhadap nilai CBR yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan pasir pada tanah lempung terhadap nilai *California Bearing Ratio* (CBR). Dari hasil pengujian batas *Atterberg*, maka sampel tanah yang diuji masuk dalam kategori tanah A-7-6 dan memiliki gradasi yang cukup baik. Adapun penelitian yang dilakukan ini dilakukan dalam 3 variasi, yaitu: 0%, 15%, 30%. Adapun hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut: 6,803, 10,339, 14,409%. Dari hasil nilai *California Bearing Ratio* dapat terlihat bahwa penambahan pasir kuarsa pada tanah lempung menunjukkan peningkatan nilai CBR pada tanah lempung (Simanjuntak dkk, 2017).

Dalam melakukan penelitian stabilisasi tanah lempung yang menggunakan pasir laut yang bertujuan agar kita dapat melihat pengaruhnya terhadap nilai CBR, sifat fisik tanah dan juga bertujuan untuk mempertinggi nilai daya dukung pada tanah menggunakan pasir laut. Metode penelitian yang akan digunakan mengacu pada ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI). Dari pengujian batas *Atterberg* menunjukkan bahwa semakin banyak campuran pasir laut maka nilai Indeks Plastisitas (IP) semakin menurun, begitu juga dengan uji pemadatan menunjukkan bahwa berat isi kering semakin tinggi serta kadar air optimum semakin menurun seiring dengan bertambahnya pasir laut dan fiber (Kusuma dkk, 2017).

Upaya meningkatkan kuat geser tanah lempung dengan memanfaatkan limbah plastik. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan potongan limbah plastik wadah air mineral pada beberapa variasi dan persentase terhadap q_u (nilai kuat tekan bebas) tanah lempung, mengetahui pengaruh penambahan potongan limbah plastik terhadap kuat geser tanah lempung dan mengetahui pengaruh penambahan potongan limbah plastik terhadap c (lekatan) tanah lempung (Endaryanta, 2016).

Hipotesa awal dari penelitian penambahan fiber adalah agar kadar air dan fiber yang ada dicampuran lebih merata. Dengan penambahan fiber akan dapat menurunkan kadar air pada batas cair, meninggikan berat volume kering tanah serta merendahkan kadar air optimum, dan mempertinggi kepadatan yang menyebabkan tingginya daya dukung tanah. Secara lebih rinci dengan adanya peningkatan konsentrasi bahan fiber akan diiringi dengan peningkatan nilai CBR, sedangkan proses pemeraman dan perendaman akan mempengaruhi kadar air yang terkandung dalam tanah serta berpengaruh terhadap karakteristik tanah (Baskara dkk,2015).

2.1.2 Tanah Lempung

Tanah lempung adalah partikel mineral berkerangka dasar silikat yang berdiameter kurang dari 4 mikrometer. Lempung mengandung leburan silika atau aluminium yang halus, unsur ini, silicon, oksigen, dan aluminium adalah unsur yang paling banyak (Simanjuntak dkk, 2017).

Tanah lempung pada kondisi basah mempunyai kandungan air yang besar, volume yang lebih besar karena tanah mengalami pengembangan, dan tanah menjadi lunak. Sebagai akibatnya dalam kondisi ini tanah lempung mempunyai kemampuan yang sangat rendah untuk mendukung beban. Tanah lempung juga merupakan suatu jenis tanah kohesif yang memiliki sifat yang sangat kurang menguntungkan pada konstruksi teknik sipil yaitu kuat geser rendah dan kompresibilitasnya yang besar. (Willy dkk, 2015).

Tanah jenis ini dikatakan tanah lempung, karena mempunyai indeks plastisitas yang memiliki interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Jika tanah memiliki Indeks Plastisitas (IP) tinggi, maka tanah memiliki beragam butiran lempung. Jika Indeks Plastisitas (IP) rendah, seperti tanah lanau, sedikit pengurangan kadar air dapat menyebabkan tanah akan menjadi kering. Pada jenis tanah ini terdapat nilai Indeks Plastisitas sebesar 29,6 %. Batasan terkait indeks plastisitas, sifat, macam tanah dan kohesif diberikan oleh pengujian *Atterberg* dapat dilihat pada **Tabel 2.1** sebagai berikut:

Tabel 2.1 Nilai indeks plastisitas dan macam tanah (Jumikis, 1962)

PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesif
< 7	Plastisitas Rendah	Lanau	Kohesif Sebagian
7– 17	Plastisitas Sedang	Lempung Berlanau	Kohesif
> 17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesif

Tabel 2.2 Jenis tanah berdasarkan nilai PI menurut Chen, (1988)

Potensi Pengembangan	PI
Low	0-15
Medium	10-35
High	20-55
Very High	>35

2.1.3 Pasir Laut

Pasir laut yang digunakan sebagai bahan stabilisasi mengandung kadar garam yang terkandung dalam pasir laut tersebut. Dalam bentuk larutan, garam membentuk ion – ion yang berfungsi sebagai katalisator yang meningkatkan kecepatan reaksi *pozzolanic* pada tanah lempung. Dalam bentuk kering garam memiliki bentuk seperti kristal yang mengisi ruang pori diantara butiran – butiran tanah lempung. Garam berperan menaikkan daya dukung tanah lempung baik menjadi larutan maupun menjadi bentuk kristal. Dengan menambahkan pasir akan menjadikan gradasi pada tanah lempung lebih rapat sehingga dapat melawan sifat kembang susut tanah lempung serta akan menambahkan kepadatannya apabila dicampurkan menggunakan pasir laut (Kusuma, 2017).

Dalam penelitian ini dengan memanfaatkan material lokal berupa pasir laut sebagai bahan stabilisasi. Pasir laut sebagai bahan stabilisasi dapat dibedakan atas dua kondisi yaitu pasir laut yang tidak dipengaruhi pasang surut dan pasir laut yang terendam atau dipengaruhi oleh kondisi air laut (air pasang surut). Yang dimaksud dengan pasir laut yang tidak dipengaruhi oleh air pasang surut adalah pasir laut yang terdampar \pm 50 meter dari air pasang dan tidak akan tergenang

kembali. Pasir laut yang tidak dipengaruhi air pasang ini mempunyai kandungan kadar garam yang lebih kecil dari pasir laut yang dipengaruhi air pasang. Akan tetapi bahan - bahan kimia dan limbah - limbah yang ada pada pasir laut yang tidak dipengaruhi pasang surut lebih banyak dibandingkan pasir laut yang dipengaruhi pasang surut.

2.1.4 Fiber/Plastik

Dengan penambahan bahan fiber akan menurunkan kadar air pada batas cair, meningkatkan berat volume kering tanah dan menurunkan kadar air optimum, dan meningkatkan kepadatan yang mengakibatkan tingginya daya dukung tanah. Dalam penelitian ini, fiber yang digunakan berupa plastik bekas kemasan air mineral dengan jenis *polypropylene* (PP), yang dipotong-potong yang memiliki ukuran dengan variasi ukuran panjang 5mm, 10mm, 15mm, 20mm, 25mm dan lebar 5mm (Pujiastuti, 2014).

2.1.5 Tanah Dasar (*subgrade*) Jalan

Tanah dasar (*subgrade*) adalah kondisi bagian atas tanah semula, permukaan tanah galian atau bagian atas tanah timbunan yang dipadatkan serta merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian - bagian perkerasan lainnya. Keawetan serta kekuatan suatu konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat - sifat dan daya dukung tanah dasar. Dengan pentingnya kekuatan tanah dasar menjadi poin utama ukuran kekuatan dan keawetan struktur perkerasan selama umur layanan. Biasanya, permasalahan yang terjadi menyangkut tanah dasar berupa perubahan bentuk tetap, sifat kembang susut dan daya dukung yang kurang stabil. (Simanjuntak dkk, 2017).

2.1.6 Stabilisasi Tanah

Stabilitas tanah adalah usaha untuk meningkatkan stabilitas dan daya dukung tanah. Stabilisasi tanah secara prinsip merupakan 10 suatu tindakan atau perjuangan yang dilakukan guna menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan gesernya. Adapun tujuan stabilisasi tanah yaitu untuk mengikat dan menyatukan agregat material yang ada sehingga membentuk struktur jalan atau pondasi jalan yang padat (Setyanto, 2014).

Tanah yang terdapat di lapangan bersifat lepas atau sangat mudah tertekan, atau apabila mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, permeabilitas terlalu tinggi, atau sifat lain yang tidak diinginkan sehingga tidak sesuai untuk suatu proyek pembangunan, maka harus dilakukan stabilisasi tanah.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Kadar Air

Kadar air tanah adalah perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut. Kadar air tanah bisa digunakan untuk menghitung parameter sifat - sifat tanah (Sulaiman dkk, 2017).

$$\text{Kadar air tanah (w)} = \frac{W_w}{W_s} = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan,

W_2 = Berat cawan + tanah basah

W_3 = Berat cawan + tanah kering

W_1 = Berat cawan kosong

$W_2 - W_3$ = Berat air (Ww)

$W_3 - W_1$ = Berat tanah kering (Ws)

2.2.2 Batas Cair

Batas cair tanah adalah suatu kadar air minimum di mana sifat dari suatu tanah berubah dari keadaan cair menjadi plastis. Besaran batas cair digunakan untuk menentukan sifat dan klasifikasi tanah. Nilai batas cair ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$LL = W_n (N/25)^{0,121} \dots\dots\dots(2.2)$$

dengan,

N = Jumlah pukulan yang menyebabkan tertutupnya alur pada kadar air

LL = Batas cair terkoreksi untuk tertutupnya alur pada 25 pukulan (%).

W_n = Kadar air (%), k adalah faktor koreksi yang diberikan pada tabel.

2.2.3 Batas Plastis

Batas Plastis (*Plastic Limit*) adalah kadar air yang dimana suatu tanah berubah dari keadaan plastis keadaan semi solid. Batas Plastis dapat dihitung

berdasarkan persentasi berat air terhadap berat tanah kering pada benda uji. Kadar air dapat ditentukan dengan menggiling tanah pada pelat kaca hingga diameter dari batang yang dibentuk mencapai 1/8 inchi, maka kadar air tanah tersebut sudah termasuk tanah mencapai batas plastisnya. Setelah batas cair dan batas plastis diuji selanjutnya mencari nilai Indeks Plastisitas (IP).

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

dengan,

PI = *Plastisity indeks*

LL = *Liquid limit*

PL = *Plastic limit*

2.2.4 Batas Susut

Batas susut (*shrinkage limit*) dilakukan untuk mengetahui kadar air atau batas dimana tanah yang sudah jenuh dengan air lalu kering dan tidak bisa menyusut lagi meskipun dikeringkan terus atau batas dimana sesudah kehilangan kadar air, selanjutnya tidak lagi menyebabkan penyusutan volume tanah. Batas susut ini bertujuan untuk mengetahui batas penyusutan pada tanah.

$$SL = \left(\frac{(m' - m^2)}{m^2} - \frac{(v' - mv^2) \gamma_w}{m^2} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (2.4)$$

dengan,

m_1 = Berat tanah basah dalam cawan percobaan (g)

m_2 = Berat tanah kering oven (g)

V_1 = Volume tanah basah dalam cawan (cm³)

V_2 = Volume tanah kering oven (cm³)

γ_w = Berat volume air (gr/cm³)

2.2.5 Berat Jenis

Berat jenis butir tanah adalah perbandingan antara massa isi butir tanah dan massa isi air (SNI 1964-2008). Berat jenis suatu bahan didefinisikan sebagai perbandingan antara berat bahan yang berisi tertentu dengan berat air yang isinya sama untuk mengetahui besarnya berat jenis bahan dari butir-butir tanah. Setiap

pekerjaan pengujian tanah, diperiksa atau diuji di laboratorium sehingga dapat ditentukan harga-harga berat jenis butir atau biasa disebut G_s secara akurat.

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

dengan,

- W_2 = Berat cawan + tanah basah
- W_3 = Berat cawan + tanah kering
- W_4 = Berat cawan + air penuh
- W_1 = Berat cawan kosong
- $W_2 - W_3$ = Berat air (W_w)
- $W_3 - W_1$ = Berat tanah kering (W_s)

Tabel 2.3 Pengelompokan Berat jenis tanah (Hardiyatmo, 2017)

Macam tanah	Berat jenis (G _s)
Kerikil	2,65 - 2,68
Pasir	2,65 - 2,68
Lanau anorganik	2,62 - 2,68
Lempung organik	2,58 - 2,65
Lempung anorganik	2,68 - 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 - 1,80

2.2.6 Klasifikasi Tanah

Terdapat beberapa masalah teknis mengenai tanah seperti pada perkerasan jalan, bendungan, dan lainnya. Sebelum memulai pekerjaan pembangunan, pemilihan dan pengecekan tanah sangat perlu dilakukan agar dapat menghasilkan bangunan yang aman. Pemilihan ini disebut klasifikasi, klaisifikasi tanah sangat membantu perencanaan dalam memberikan pengarahan melalui emperis tersedia dari hasil pengalaman yang terdahulu.

Ada dua macam sistem klasifikasi tanah yang biasa digunakan, yaitu *Unified Soil Classification System* (USCS) dan AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*). Sistem - sistem ini menggunakan

sifat - sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair dan indeks plastisitas. Sistem ini banyak digunakan oleh berbagai organisasi konsultan geoteknik.

2.2.6.1 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.

Tabel 2.4 Klasifikasi tanah sistem USCS (Hardiyatmo, 2017)

Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis	Kriteria laboratorium			
Tanah berbutir kasar 50% 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 GP	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir - kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir - kerikil, atau tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kriteria untuk GW		
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM GC	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung			
		Pasir lebih dari 50 % fraksi kasar lolos saringan no. 4 (4.75 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	SW SP		Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus Pasir gradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kriteria untuk SW
			Kerikil banyak kandungan butiran halus	SM SC		Pasir berlanau, campuran pasir - lanau Pasir berlempung, campuran pasir - lempung	
	Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos 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	Diagram plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar. Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang diarsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol 		
			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	P _t	Gambut ("peat") dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di <i>ASTM Designation D-2488</i>				

Symbol - symbol yang digunakan untuk pengelompokan tanah menggunakan sistem klasifikasi USCS adalah:

- G* = kerikil (*gravel*)
- S* = pasir (*sand*)
- C* = lempung (*clay*)
- M* = lanau (*silt*)

- O* = lanau atau lempung organik (*organic silt or clay*)
Pt = tanah gambut dan tanah organik tinggi (*peat and highly organic soil*)
W = gradasi baik (*well-graded*)
P = gradasi buruk (*poorly-graded*)
H = plastisitas tinggi (*high-plasticity*)
L = plastisitas rendah (*low-plasticity*)

2.2.6.2 Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem ini dikembangkan pada tahun 1929 sebagai *Public Road Administration Classification System*. Prosedur pengelompokan dengan sistem ini memerlukan data - data seperti data analisis ukuran partikel, batas cair (LL) dan indeks plastisitas (IP) dan proses pengerjaannya dari kiri ke kanan sampai didapat kelompok tanah yang tepat. Tanah dikelompokkan ke dalam tujuh kelompok besar, yaitu A-1 sampai dengan A-7. Pengelompokan dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Tanah yang berbutir (*granular soils*) merupakan tanah yang 35% atau kurang lolos ayakan no. 200 sehingga dikelompokkan menjadi A-1, A-2 dan A-3.
2. Tanah lanau - lempung (*silt-clay minerals*) merupakan tanah yang lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan no. 200 dikelompokkan sebagai yaitu A-4, A-5, A-6 dan A-7.

Beberapa kriteria penting yang harus diperhatikan adalah :

1. Ukuran butiran
 - *Gravel* : bagian tanah yang lolos ayakan diameter 75 mm (3 in) dan tertahan pada ayakan no.10 (2 mm)
 - *Sand* : fraksi tanah yang lolos ayakan no.10 dan yang tertahan ayakan no.200 (0.075 mm)
 - *Silt dan clay* : fraksi yang lolos saringan no.200
2. Plastisitas, nama berlanau (*silty*) digunakan pada fraksi halus dari tanah tersebut memiliki nilai IP sebesar 10 atau kurang, Sedangkan nama lempungan (*clayey*) dipakai bilamana bagian yang halus dari tanah memiliki indeks plastisitas 11 atau lebih.

- Apabila terdapat batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan dalam contoh tanah maka batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu dan persentase batuan tersebut dicatat.

Tabel 2.5 Klasifikasi tanah sistem AASHTO (Hardiyatmo, 2017)

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
	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) 0,425 mm (no. 40) 0,075 mm (no. 200)	50maks 30 maks 15 maks	- 50 maks 25 maks	- 51 min 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) Indeks plastis (PI)	- 6 maks	- -	- Np	40 maks 10 maks	41 min 10 maks	40 maks 11 min	41 min 11 min	40 maks 10 maks	41 min 10 maks	40 maks 11 min	41 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				

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

2.2.7 Pemadatan

Pemadatan adalah suatu proses dimana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan salah satu cara mekanis (menggilas/memukul/mengolah). Tanah yang dipakai untuk pembuatan tanah dasar pada jalan, tanggul / bendungan tanahnya harus dipadatkan, hal ini dilakukan untuk:

- Menaikan kekuatannya.
- Memperkecil daya rembesan airnya.
- Memperkecil pengaruh air terhadap tanah tersebut.

Perhitungan berat volume basah tanah dan berat volume kering tanah diantaranya:

$$\text{Berat volume basah tanah } \gamma_b = \frac{w_2 - w_1}{v} \text{ gram/cm}^3 \dots\dots\dots(2.6)$$

$$\text{Berat volume kering } \gamma_d = \frac{\gamma_b}{1+w} \text{ gram/cm}^3 \dots\dots\dots(2.7)$$

dengan,

- γ_d = Berat volume kering
- γ_b = Berat volume basah tanah
- W_1 = Berat silinder kosong (gram)
- W_2 = Berat silinder isi tanah basah (gram)
- V = Volume silinder (cm³)

2.2.8 Distribusi Ukuran Butir Tanah

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) tanah. Ukuran butir yang lebih besar dari 0,075mm digunakan analisa saringan sedangkan ukuran butiran tanah lebih kecil dari 0,075mm digunakan analisa hidrometer. Analisa saringan dikerjakan dengan menggunakan ayakan dengan berbagai ukuran. Sedangkan analisa hidrometer didasarkan pada prinsip sedimentasi (pengendapan) butir-butir tanah dalam air.

$$D = K \sqrt{\frac{L}{t}} \dots\dots\dots(2.8)$$

dengan,

- L = Panjang efektif/jarak yang ditempuh butiran
- T = Waktu pengamatan/pembacaan
- K = Koreksi terhadap temperature dan berat jenis

2.2.9 CBR (*California Bearing Ratio*)

CBR adalah sebuah perbandingan antara beban penetrasi dari suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar yang dilakukan dengan kedalaman serta kecepatan penetrasi yang juga sama. Pelaksanaan pengujian CBR ini diatur secara langsung di dalam SNI 1738-2011. Metode CBR ini adalah kombinasi dari percobaan pembebanan penetrasi, baik yang ada di lapangan atau di laboratorium.

Dengan dilakukannya pemeriksaan CBR ditujukan untuk menentukan nilai tanah yang telah dipadatkan ketika pengujian di kadar air tertentu. Pengujian ini

bertujuan untuk memilih korelasi antara kadar air dengan menggunakan kepadatan tanah. Pada perencanaan jalan baru, tebal perkerasan bisa ditentukan dengan menggunakan nilai CBR yang telah dipadatkan. Nilai CBR digunakan untuk mengevaluasi kemampuan tanah, terutama sebagai *subbase* atau *base* untuk perkerasan jalan dan lapangan terbang. Perhitungan nilai CBR sama halnya dengan perhitungan kadar air serta berat volume kering pada uji pemadatan tanah. Perbedaannya terletak pada perhitungan penetrasi CBR laboratorium diantaranya:

$$\text{Penetrasi } 0,1'' (2,5 \text{ mm}) \text{ CBR} = \frac{P1}{3 \times 1000} \times 100\% \dots \dots \dots (2.9)$$

$$\text{Penetrasi } 0,2'' (2,5 \text{ mm}) \text{ CBR} = \frac{P2}{3 \times 1500} \times 100\% \dots \dots \dots (2.10)$$

dengan,

P1 = Pembacaan arloji untuk penetrasi 0,1

P2 = Pembacaan arloji untuk penetrasi 0,2

Tabel 2.6 Pengelompokan tanah berdasarkan nilai CBR (Bowles, 1992)

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>

Kondisi tanah dasarnya akan semakin baik, apabila jumlah nilai CBRnya pun semakin tinggi. Namun jika jumlah nilai CBR aslinya rendah maka konstruksi yang ada di jalanan pun akan menjadi lebih mudah rusak. Nilai CBR ini bisa dinaikkan atau ditingkatkan dengan melakukan pemadatan, tetapi di dalam pelaksanaannya akan mengacu pada nilai yang tertera pada kadar air secara optimum serta berat isi kering secara maksimum. Fungsi dari dilakukannya pengujian CBR adalah untuk menentukan berapa nilai CBR, yang juga untuk menentukan nilai CBR pada material tanah, campuran tanah, agregat dan agregat yang dipadatkan dengan menggunakan kadar air yang sesuai dan telah ditentukan di laboratorium.

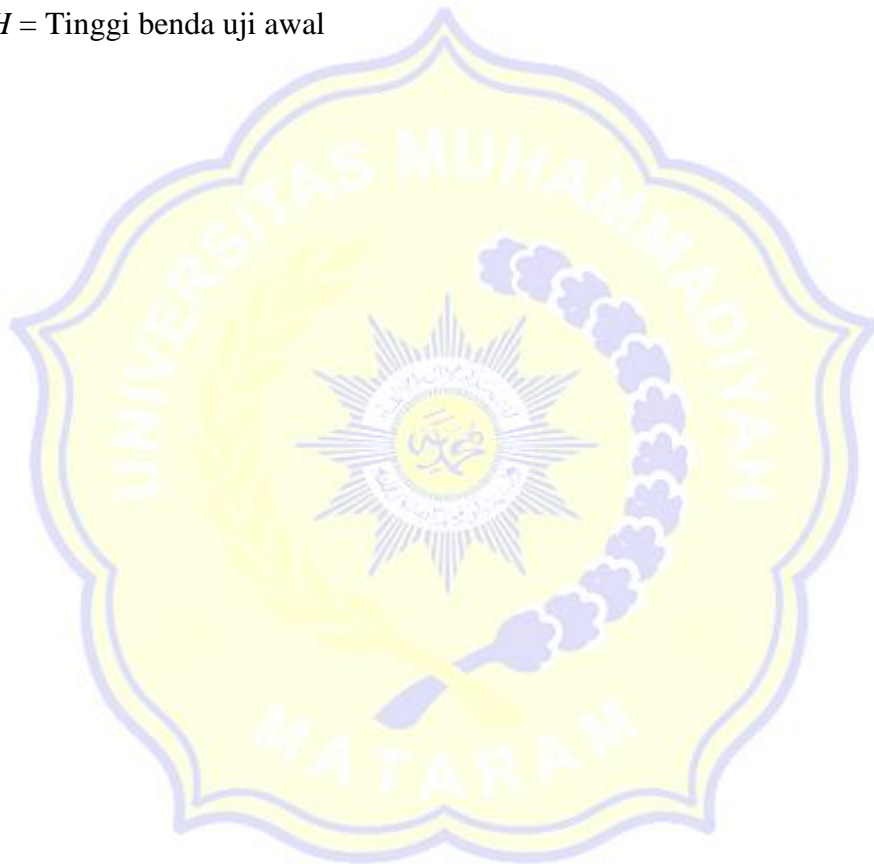
Pengujian CBR rendaman adalah proses masuknya air ke dalam pori tanah yang menyebabkan terjadinya pengembangan pada volume tanah. Besarnya pengembangan inilah menjadi perbandingan antara perubahan sebelum dan sesudah direndam yang dinyatakan dalam persen:

$$\text{Pengembangan \%} = \frac{S}{H} \times 100\% \dots \dots \dots (2.11)$$

dengan,

S = Pembacaan dial

H = Tinggi benda uji awal



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

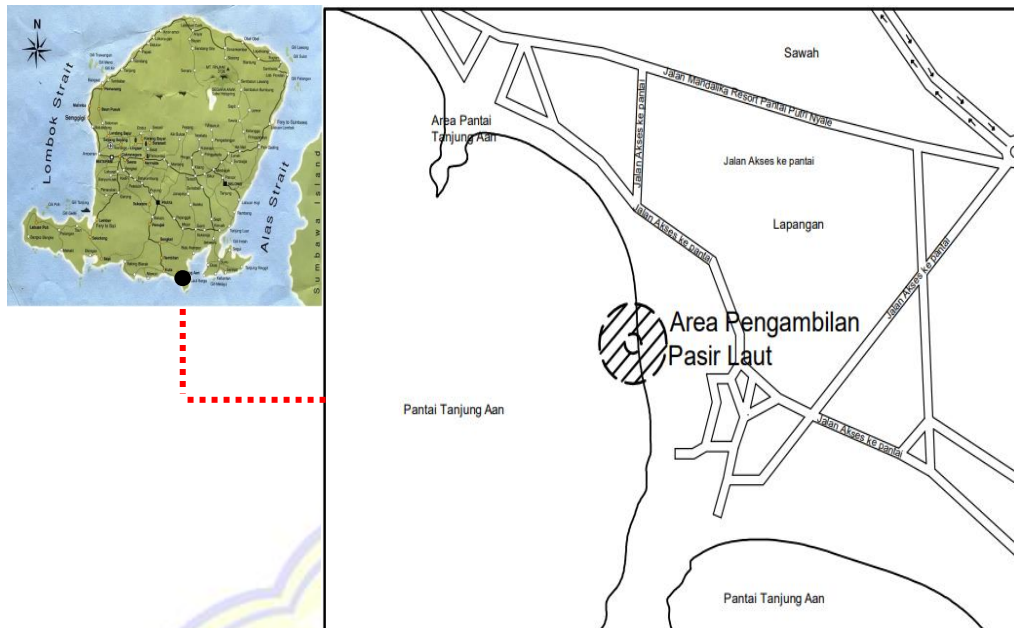
Dalam penelitian ini berlokasi di Laboratorium Mekanika tanah Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram yang berada di Jl. K.H Ahmad Dahlan, No. 1 Kelurahan Pagesangan, Kecamatan Mataram, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat. Dalam penelitian ini dilakukan untuk menstabilisasi tanah lempung dengan bahan tambahan berupa pasir laut dan fiber.

Untuk mendapat hasil yang baik, tanah lempung memiliki bahan tambahan campuran berupa pasir laut yang diambil dari sebuah pesisir pantai Tanjung Aan yang terletak di Kawasan Ekonomi Khusus Mandalika, Kecamatan Pujut, Kabupaten Lombok Tengah sebagai pencampuran stabilisasi tanah lempung. Lokasi pengambilan sampel tanah dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3.1 Peta Lokasi Pengambilan Sample Tanah

(sumber:AutoCad, 2021)



Gambar 3.2 Peta Lokasi Pengambilan Sample Pasir Laut
(sumber: AutoCad, 2021)

3.2 Persiapan dan Tahapan Penelitian

3.2.1 Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah yang digunakan diambil di Desa Tanak Awu Kecamatan Pujut, Kabupaten Lombok Tengah. Alat - alat yang dipergunakan pada waktu pengambilan sampel yaitu sekop, Penggaris, cangkul dan karung. Pengambilan sampel tanah untuk pengujian ini termasuk dalam spesifikasi *disturbed soil* (tanah terusik) digunakan sebagai sampel analisis tekstur, berat jenis struktur dan bahan organik. Pada saat Pengambilan sampel tanah diawali dengan penggalian tanah sedalam 10 cm yang bertujuan untuk menghindari tanah yang sudah di pengaruhi oleh cuaca atau sampah di sekitarnya. Adapun dokumentasi pengambilan tanah dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut:



Gambar 3.3 Pengambilan Sampel Tanah

3.2.2 Pengambilan Sampel Pasir Laut

Sampel pasir laut yang digunakan diambil di pantai Tanjung Aan yang terletak di Kawasan Ekonomi Khusus Mandalika, Kecamatan Pujut, Kabupaten Lombok Tengah. Alat - alat yang dipergunakan pada waktu pengambilan sampel ini diantaranya sekop, penggaris, dan karung. Pada saat Pengambilan sampel pasir laut diawali dengan penggalian sedalam 10 cm yang bertujuan untuk menghindari tanah yang sudah di pengaruhi oleh cuaca atau sampah di sekitarnya. Adapun dokumentasi pengambilan sampel pasir dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut:



Gambar 3.4 Pengambilan Sampel Pasir Laut

3.2.3 Sampel Fiber/Plastik

Sampel fiber/plastik yang digunakan berupa plastik bekas kemasan air mineral dengan jenis *polypropylene* (PP), yang dipotong-potong yang memiliki ukuran dengan variasi ukuran panjang 20mm dan lebar 5mm. Adapun dokumentasi hasil pengumpulan sampel fiber/plastik dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut:



Gambar 3.5 Pengumpulan Sampel Fiber/Plastik



Gambar 3.6 Sampel fiber/Plastik dipotong 20mm x 5mm

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan untuk penelitian ini diantaranya:

1. Cawan

Alat ini digunakan untuk uji kadar air serta digunakan untuk uji batas *atterberg* dan sifat mekanis tanah.



Gambar 3.7 cawan

2. Pengaduk Tanah

Digunakan sebagai alat untuk mengambil tanah pada uji batas *atterberg* serta digunakan sebagai alat untuk pencampur bahan pada pengujian sifat mekanis tanah.



Gambar 3.8 Pengaduk tanah

3. Oven Pengering

Oven digunakan sebagai alat pengering untuk mengetahui kadar air setelah melakukan pengujian batas *Atterberg* dan sifat mekanis tanah.



Gambar 3.9 Oven

4. Timbangan merupakan alat yang digunakan dalam pengujian laboratorium, gunanya adalah untuk menimbang sampel beserta alatnya. Timbangan yang ada di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram ada dua macam yaitu timbangan dengan ketelitian 0,1 biasa digunakan untuk menimbang pada pengujian sifat mekanis dan timbangan dengan ketelitian 0,01 digunakan untuk menimbang pada pengujian sifat fisik tanah.



Gambar 3.10 Timbangan dengan ketelitian 0,1



Gambar 3.11 Timbangan dengan ketelitian 0,01

5. Penumbuk

Penumbuk digunakan sebagai alat pengujian sifat mekanis tanah diantaranya uji pemadatan standar Proctor dan CBR (*California Bearing Ratio*).



Gambar 3.12 Alat penumbuk

6. Cetakan

Cetakan yang digunakan pada penelitian ini adalah cetakan yang digunakan pada pengujian sifat mekanis tanah yaitu cetakan uji pemadatan dan uji CBR..



Gambar 3.13 Alat cetakan CBR



Gambar 3.14 Alat cetakan uji pemadatan standar proctor

7. Pelat baja pemotong/perata

Alat pemotong/perata yang digunakan pada pengujian mekanis tanah.



Gambar 3.15 Alat pemotong/perata uji mekanis tanah

8. Pisau perata/spatula

Alat yang digunakan memotong/meratakan tanah pada saat membuka leher silinder dalam pengujian mekanis tanah.



Gambar 3.16 Pisau pemotong/perata

9. Saringan

Saringan digunakan sebagai alat untuk menyaring tanah atau material lainnya, saringan digunakan pada pengujian sifat fisik tanah dan uji mekanis.



Gambar 3.17 Alat saringan

10. Alat *Cassagrande*

Cassagrande merupakan alat yang digunakan dalam pengujian untuk memperoleh nilai batas cair tanah.



Gambar 3.18 Alat *Cassagrande*

11. Piknometer

Piknometer adalah alat yang digunakan untuk menentukan massa jenis dari suatu tanah. Sebuah piknometer biasanya terbuat dari bahan kaca, dengan penyumbat ketat dengan pipa kapiler yang melaluinya, sehingga gelembung udara dapat lolos dari alat tersebut.



Gambar 3.19 Piknometer

12. Botol penyemprot

Alat yang berisi air digunakan sebagai penyemprot.



Gambar 3.20 Botol penyemprot

13. Kompor listrik

Alat yang digunakan untuk memanaskan piknometer.



Gambar 3.21 Kompor listrik

14. Jangka Sorong

Jangka sorong biasanya digunakan sebagai alat untuk mengukur silinder pada pengujian sifat mekanis tanah.



Gambar 3.22 Jangka sorong

15. Tabung ukur 1000 cc



Gambar 3.23 Tabung ukur 1000 cc

16. Air raksa



Gambar 3.24 Air Raksa

17. Dial Guage

Digunakan sebagai alat ukur pada pengujian sifat mekanis tanah seperti uji CBR dan perendaman tanah.



Gambar 3.25 Dial guage

18. Wadah Plastik

Sebagai alat penakar bahan benda uji sifat mekanis tanah seperti uji CBR, pemadatan standar Proctor, dan juga perendaman.



Gambar 3.26 Plastik

19. Alat Uji Penetrasi CBR Laboratorium

California Bearing Ratio merupakan sebuah perbandingan antara beban penetrasi dari suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar yang dilakukan dengan kedalaman serta kecepatan penetrasi yang juga sama.



Gambar 3.27 Alat uji penetrasi CBR laboratorium

3.3.2 Bahan

Bahan-bahan yang dipergunakan sebagai sampel dalam penelitian yaitu sampel tanah lempung, pasir laut dan fiber untuk dilakukan pengujian sesuai dengan prosedur diantaranya:

1. Tanah yang di gunakan dalam pengujian adalah tanah lempung, tanah lempung yaitu tanah yang memiliki sifat kembang susutnya tinggi serta tanah lempung ini sebagai bahan *subgrade* jalan yang akan dilakukan penelitian di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Pasir Laut yang digunakan untuk bahan tambahan stabilisasi tanah agar dapat mengetahui pencampuran tanah lempung dan pasir laut serta dapat mengetahui pengaruhnya terhadap nilai CBR *subgrade* jalan.
3. Fiber yang digunakan adalah plastik bekas air mineral yang bertujuan sebagai bahan tambahan stabilisasi tanah lempung agar dapat meningkatkan daya dukun tanah.

3.4 Uji Batas – Batas *Atterberg*

Pengujian yang dilakukan pada uji sifat fisik tanah ini yaitu diantaranya uji kadar air, batas plastis, batas cair, batas susut, berat jenis tanah, hidrometer, dan analisa saringan. Benda uji yang digunakan dalam pengujian sifat fisik merupakan tanah dengan lolos saringan no. 40 dan tanah asli yang diambil dari lokasi pengambilan sampel.

3.4.1 Kadar air

- a. Alat yang digunakan:
 1. Oven dengan suhu dapat diatur konstan pada 105 - 110°C.
 2. Timbangan dengan ketelitian 0,01
 3. Desicator.
 4. Cawan timbang bertutup dari gelas atau logam tahan karat.
- b. Langkah pengerjaan:
 1. Siapkan cawan yang sudah dibersihkan, kemudian timbanglah dan catat beratnya (W_1).

2. Masukkan tanah kedalam cawan, kemudian timbang tanah + cawan (W_2).
3. Masukkan benda uji kedalam oven dengan waktu 16 jam.
4. Setelah benda uji di oven kemudian didinginkan.
5. Timbang benda uji yang sudah didinginkan (W_3).

3.4.2 Batas plastis

a. Alat yang digunakan:

1. Cawan.
2. Mangkok tempat mencampur tanah.
3. Pestel (penumbuk/penggerus) dengan kepala karet atau terbungkus karet.
4. Spatel.
5. Pelat kaca.
6. Saringan no 40.
7. Batang kawat diameter 3 mm untuk ukuran pembanding.
8. Alat - alat pemeriksa kadar air.
9. Botol penyemprot

b. Langkah pengerjaan:

1. Taruhlah sampel tanah secukupnya kedalam mangkok tempat pengadukan, kemudian campurkan sedikit air lalu diaduk sampai merata. Kadar air tanah diberikan adalah sampai tanah bersifat cukup plastis.
2. Gilinglah benda uji ini diatas pelat kaca yang terletak pada bidang mendatar dibawah jari - jari tangan dengan tekanan secukupnya, sehingga akan terbentuk batang - batang yang diameternya rata.
3. Giling benda uji agar terlihat retak - retak dengan diameter 3mm.
4. Kumpulkan tanah yang retak - retak lalu dimasukkan ke cawan kemudian ditimbang dan segera lakukan pemeriksaan kadar airnya dengan cara masukan ke dalam oven dengan suhu yang sudah ditentukan.

3.4.3 Batas cair

Batas cair suatu tanah adalah kadar air tanah tersebut pada keadaan batas peralihan diperiksa dengan alat *Cassagrande*, kedua bagian tanah dalam mangkok yang terpisah oleh alur lebar 1 cm, Menutup sepanjang 12,7 mm.

a. Alat yang digunakan:

1. Cawan dan mangkok tempat mencampur benda uji.
2. Alat batas cair *casagrande*.
3. Alat pembarut (*grooving tool*).
4. Saringan no. 40.
5. Oven.
6. Pestel.
7. Spatula.
8. Botol penyemprot.
9. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.

b. Langkah pengerjaan:

1. Masukkan sampel tanah kedalam mangkuk yang sudah disiapkan, kemudian campuran air secukupnya dan aduk dengan spatula hingga tanah menjadi homogen.
2. Masukkan sampel tanah kedalam mangkuk *cassagrande* selapis demi selapis dan diusahakan tidak ada udara diantara setiap lapisan dengan spatula.
3. Belah tanah menjadi dua bagian yang ada didalam mangkuk *cassagrande* dengan menggunakan *grooving tool* dalam arah tegak lurus mangkuk, dilakukan dengan pelan - pelan supaya tidak retak dibagian bawah.
4. Jalankan alat *cassagrande* dengan kecepatan konstan 2 putaran per-detik dan tinggi jatuh setinggi 1cm, dilakukan hingga tanah merapat sepanjang 0,5 inch dan hentikan alat *cassagrande* dan catat berapa ketukan.
5. Kemudian timbang terlebih dahulu cawan yang akan digunakan dan ambil sebagian tanah yang ada dimangkuk *cassagrande* kemudian timbang berat cawan + tanah basah (W_2).

6. Ulangi langkah - langkah di atas sampai sampel dengan nilai ketuakan 0-10, 10-20, 20-25, 25-30, 30-40.
7. Dan setelah itu masukkan semua sampel kedalam selama 16 jam, setelah 16 jam langsung dikeluarkan dan ditimbang lagi sebagai (W_3).
8. Lalu hitung kadar airnya.

3.4.4 Batas susut

a. Alat yang digunakan:

1. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
2. *Coated dish*.
3. *Shrinkage dish*.
4. Air raksa.
5. *Oil*.
6. Air suling.
7. Mangkuk.

b. Langkah pengerjaan:

1. Masukkan sampel tanah ke dalam mangkuk dan tambahkan air secukupnya kemudian aduk dengan spatula hingga merata.
2. Perlakukan sampel tanah yang sudah homogen seperti langkah - langkah percobaan *liquid limit*, lalu ketukkan tanah hingga merapat sepanjang 0,5 inch.
3. Ambil sampel tanah dari mangkuk lalu masukkan sampel tersebut ke dalam *coated dish* yang sudah diolesi vaseline. Jangan lupa untuk mengetuk *coated dish* agar sampel tanah mengisi penuh seluruh bagian *coated dish* dan permukaannya rata.
4. Timbang sampel tanah dan *coated dish* tersebut.
5. Ulangi percobaan tersebut sebanyak dua kali.
6. Diamkan *coated dish* dan sampel tanah di udara terbuka kurang lebih selama 18 jam agar tidak mengalami retak - retak yang diakibatkan pemanasan secara tiba - tiba.
7. Setelah 18 jam, masukkan sampel tanah ke dalam oven.

8. Setelah sekitar 16 – 24 jam di oven, keluarkan coated dish dan tanah kering dari oven. Timbang lagi berat coated dish + tanah dan hitung volume tanah basah dan volume tanah kering.
9. Lalu keluarkan benda uji dari cetakan, kemudian tuangkan air raksa kedalam cawan yang sudah disediakan, lalu letakkan tanah yang sudah menyusut tadi kemudian tekan terus air raksa yang meluap karena ada air raksa yang tumpah lalu ditimbang.

3.4.5 Berat jenis tanah

a. Alat yang digunakan:

1. Timbangan dengan ketelitian 0,001 gram.
2. Piknometer dengan kapasitas 100cc
3. Oven dengan suhu dapat diatur pada 105^o-110^o C.
4. Desicator
5. Termometer.
6. Cawan porselen (mortar) dengan posetel (penumbuk berkepala karet) untuk menghancurkan gumpalan tanah menjadi butir - butir tanpa merusak butir-butirnya sendiri.
7. Kompor listrik.
8. Benda uji atau tanah yang digunakan seberat 20 gram atau lebih.

b. Langkah pengerjaan:

1. Bersihkan Piknometer terlebih dahulu dan dikeringkan lalu ditimbang (W_1)
2. Siapkan tanah sebanyak 20 gram lalu dimasukkan kedalam piknometer kemudian ditimbang lagi piknometer + tanah (W_2)
3. Isikan air 10cc kedalam piknometer, sehingga tanah terendam seluruhnya dan dipanaskan diatas kompor listrik sampai gelembung udara hilang.
4. Setelah gelembung hilang, kemudian didinginkan dan diisi air hingga penuh lalu ditimbang (W_3).
5. Bersihkan tanah yang ada di piknometer, kemudian piknometer diisi dengan air hingga penuh lalu ditimbang (W_4).

3.4.6 Berat isi tanah

a. Alat yang digunakan:

1. Timbangan dengan ketelitian 0,001 gram.
2. Cincin (ring).
3. Jangka sorong.
4. Pisau atau spatula.
5. Tanah asli dari lapangan yang diambil langsung menggunakan pipa.

b. Langkah pengerjaan:

1. Siapkan cincin, kemudian bersihkan dan timbang beratnya (W_1).
2. Letakkan bagian cincin yang tajam di permukaan tanah dan tekan dengan hati - hati sampai tanahnya masuk keseluruhannya ke dalam cincin.
3. Potong dan ratakan kedua sisinya dengan spatula.
4. Jika adanya lubang pada cincin yang sudah diisikan tanah, maka tambahkan dengan tanah yang sama.
5. Bersihkan sisa - sisa tanah yang menempel pada bagian sisi luar cincin, kemudian timbang cincin berisi tanah.
6. Hitung volume dengan mengukur dalam cincin dengan ketelitian 0,01 cm.
7. Peralatan dibersihkan dan disimpan kembali ketempat semula.

3.4.7 Hidrometer dan analisa saringan

a. Alat yang digunakan:

1. Hidrometer.
2. Satu set saringan no. 4, 10, 16, 40, 60, 100, 200, dan PAN.
3. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gr.
4. Gelas silinder kapasitas 1000 cc, dengan diameter 2,5" = 6,35 cm, dengan tinggi 18" = 45,7 cm dengan tanda volume 1000 cc pada ketinggian 36 ± 2 cm dari dasar.
5. Thermometer 0-50°C.
6. Stopwatch.
7. *Water bath*.
8. Air destilasi.

9. Bahan dispersi (*reagent*), dapat berupa *water glass* (sodium silikat (Na_2SiO_3 atau Calgon (sodium hexemete phosphate (Na_2PO_3)).
- b. Langkah pengerjaan:
1. Siapkan tanah sebanyak 50 gram.
 2. Periksa koreksi miniskus dan koreksi nol pada alat hidrometer tipe 152 H dengan cara memasukkannya kedalam tabung kontrol dan kemudian catat pembacaannya.
 3. Masukkan campuran tanah dan larutan dispersi yang telah direndam selama ± 18 jam ke dalam mixer cup dan kemudian tambahkan sejumlah air suling dengan pipet sehingga mencapai kurang lebih $2/3$ dari mixer cup. Kemudian aduk selama kurang lebih 10 menit.
 4. Pindahkan campuran dari mixer cup ke dalam hidrometer jar lalu tambahkan air suling hingga mencapai 1000 ml.
 5. Tutup tabung dengan karet penutup dan mengocoknya secara horizontal selama kurang lebih satu menit, sampai homogen.
 6. Segera setelah tabung diletakkan, masukkan hidrometer tipe 152 H (lakukan dengan hati - hati. Baca hidrometer (R1) tepat pada menit pertama, lalu pada menit dan seterusnya.
 7. Pada tiap pembacaan hidrometer, suhu pada tabung kontrol selalu dibaca.
 8. Setelah seluruh sampel sudah dilakukan pencatatan, tuangkan larutan setiap sampel ke saringan No. 200 (jangan dicampur). Butiran tanah yang tertahan pada saringan ini selanjutnya akan dipakai pada percobaan *Sieve Analysis*.
 9. Butiran tanah yang tertinggal dimasukkan kedalam oven untuk dikeringkan kurang lebih sekitar 2 jam.
 10. Setelah kering tanah dimasukkan kedalam ayakan saringan yang sudah disusun sesuai dengan urutannya kemudian saringan di goyangkan menggunakan Sieve Shaker kurang lebih selama 10 menit.
 11. Setelah digoyangkan, masing – masing butiran yang tertinggal di ayakan ditimbang dan kemudian dihitung.

3.5 Uji Sifat Mekanik Tanah

3.5.1 Uji pemadatan standar Proctor

Pengujian ini dilakukan dengan menyiapkan tanah lempung dan pasir yang digunakan untuk uji pemadatan, pada pengujian Proctor ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik tanah pada kadar air tertentu serta berat isi kering tanah asli maupun yang sudah dicampur dengan bahan stabilisasi.

a. Alat yang digunakan:

1. *Mould*
2. Hammer seberat 2,5 lbs, dengan tinggi jatuh 30 cm
3. Plat baja pemotong
4. Plat besi penggaris
5. Jangka sorong

b. Langkah pengujian:

1. Siapkan *mould*, *collar*, dan *base plate*.
2. Timbang *mould* dan ukur dimensinya untuk mengetahui volume tanah hasil pemadatan.
3. Oleskan sedikit oil pada sisi dalam *mould* agar tanah mudah dikeluarkan.
4. Masukkan sampel tanah ke dalam *mould*, perkirakan jumlahnya sedemikian rupa sehingga setelah dipadatkan tingginya mencapai $\frac{1}{3}$ tinggi *mould* (karena total lapisan pemadatan sebanyak 3 lapis).
5. Tumbuk 25 kali pada setiap lapisan secara merata dengan hammer seberat 2,5 lb dan tinggi jatuh 30 cm
6. Setelah pemadatan lapis ketiga selesai, buka *collar* dan ratakan kelebihan tanah pada *mould* dengan pelat pemotong.
7. Timbang berat tanah beserta *mould*.
8. Keluarkan sampel tanah dari *mould* dengan bantuan *extruder*.
9. Ambil bagian atas, tengah, bawah dari sampel tanah tersebut untuk diperiksa kadar airnya, dengan demikian akan diperoleh kadar air rata-rata dari sampel tanah setelah dipadatkan.

3.6 CBR (*California Bearing ratio*)

Pengujian CBR bertujuan untuk dapat mengetahui kekuatan tanah asli dan dengan bahan stabilisasi yang akan digunakan sebagai perencanaan *subgrade* jalan. Uji CBR dapat dibagi menjadi dua yaitu CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) dan CBR dengan rendaman (*soaked*). Bahan yang digunakan pada uji CBR yaitu tanah lempung dengan lolos saringan no. 4 dan pasir laut lolos saringan no.40 serta bahan tambahan berupa fiber/plastik bekas kemasan air mineral.

3.6.1 CBR tanpa rendaman

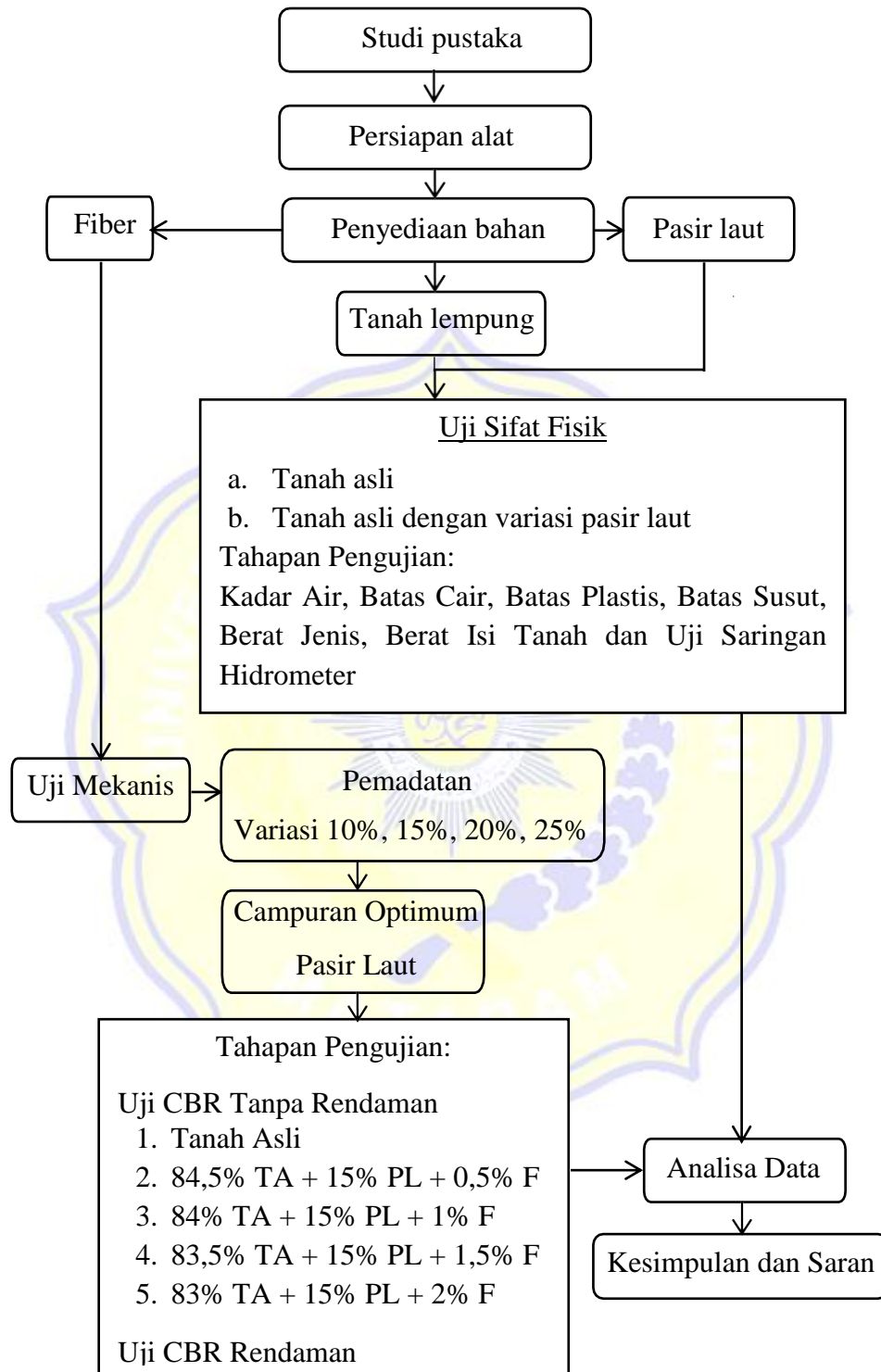
1. Alat yang digunakan:

1. Mould.
2. Spacer disk.
3. Keping beban alur.
4. Keping beban bulat.
5. CBR.
6. Penumbuk berat.
7. Pelat baja pemotong.
8. Cawan, untuk menguji kadar airnya.

2. Langkah pengujian:

1. Siapkan tanah yang sudah mengalami pemeraman selama 24 jam.
2. Padatkan sampel tanah seperti pada percobaan *Compaction*.
3. Lakukan penetrasi sampel pada kondisi *Unsoaked*.
4. Timbang mould dan tanah, kemudian diletakan pada mesin CBR dan berikan beban ring di atas permukaan sampel tanah. Piston diletakkan di tengah - tengah beban ring sehingga menyentuh permukaan tanah.
5. Periksa set coading dan dial sehingga menjadi nol.
6. Lakukan penetrasi dengan penurunan konstan 0.05"/menit.
7. Catatlah pembacaan dial pada penetrasi sebagai berikut: 0.025", 0.050", 0.075", 0.100", 0.125", 0.150", 0.175", 0.200", 0.250".

3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.28 Diagram alir penelitian

3.7.1 Studi pustaka

Studi pustaka adalah suatu cara yang dilakukan para peneliti untuk mencari sumber referensi yang akan digunakan sebagai pemahaman awal untuk melakukan penelitian. Kegunaan studi pustaka itu sendiri adalah sebagai pengetahuan tentang data-data dalam referensi studi pustaka yang akan digunakan sebagai panduan analisis dan tahap - tahap pengujian.

3.7.2 Pengumpulan data

Pengumpulan data adalah kegiatan yang dilakukan pada saat melakukan penelitian dengan mencatat semua hasil pengujian, setelah itu pengumpulan data selanjutnya akan dilihat perbandingan pengujian yang akan digunakan sebagai tahapan pengolahan data.

3.7.3 Analisis data

Analisis data biasanya dilakukan untuk mengetahui langkah - langkah dalam suatu penelitian dan untuk mempermudah menganalisis data hasil pengujian laboratorium yang akan dilakukan.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika tanah Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram dengan beberapa tahapan pengujian yang dilakukan diantaranya pengujian berat jenis, kadar air, batas *Atterberg*, kepadatan dan nilai CBR. Dari hasil pengujian akan dilanjutkan dengan analisis data sehingga didapatkan hasil penelitian.

3.7.4 Rancangan penelitian

Rancangan penelitian yang dilakukan menggunakan metode eksperimental dimana metode ini bertujuan untuk mengetahui variasi campuran sampel pangujian yang dilakukan dengan membandingkan variabel - variabel sebagai hasil penelitian. Pada penelitian ini dilakukan pencampuran tanah lempung dengan pasir laut dan fiber dengan komposisi bahan campuran pasir laut 15% dan untuk campuran fiber 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, dengan ukuran 20mm dan lebar 5mm yang bertujuan untuk meningkatkan nilai CBR.