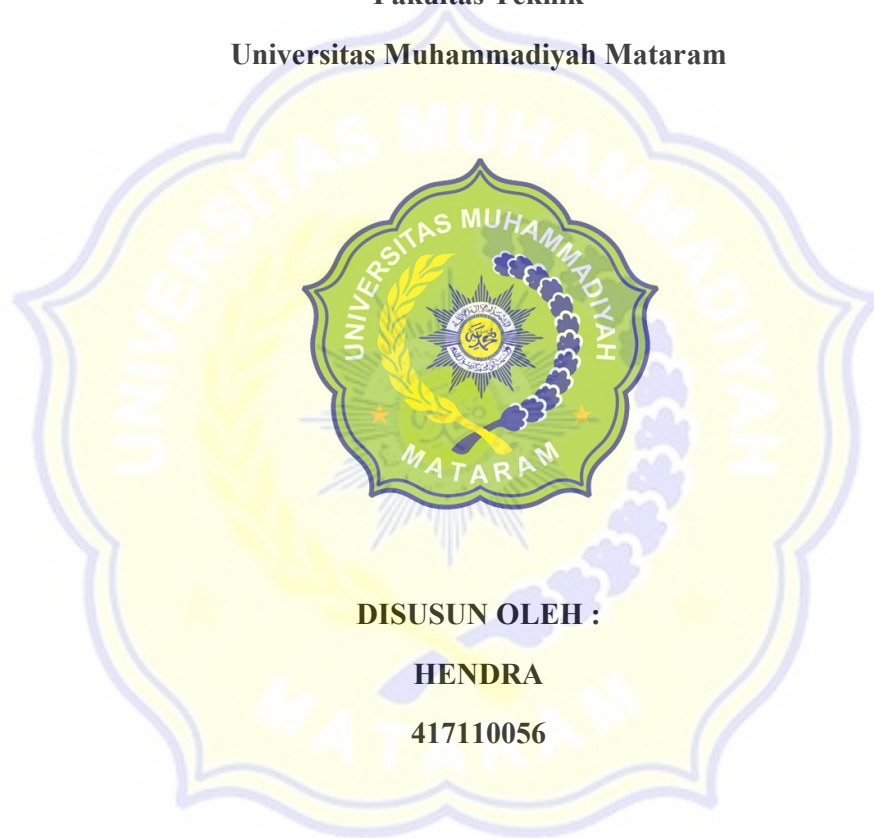


SKRIPSI
STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN PASIR LAUT DAN *FLY*
***ASH* TERHADAP NILAI CBR**

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



DISUSUN OLEH :

HENDRA

417110056

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

2022

**HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING
SKRIPSI**

**STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN PASIR LAUT DAN FLY
ASH TERHADAP NILAI CBR**

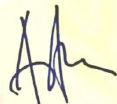
Disusun Oleh:

HENDRA

417110056

Mataram, 7 Februari 2022

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



Ir. Isfanari, ST., MT.
NIDN. 0830086701

Mengetahui,

**Universitas Muhammadiyah Mataram
Fakultas Teknik**



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

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI
SKRIPSI
STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN PASIR LAUT DAN FLY
ASH TERHADAP NILAI CBR

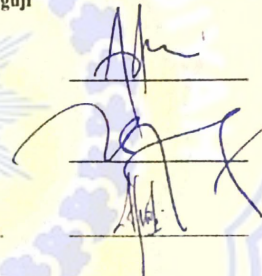
Yang Disiapkan dan Disusun Oleh :

NAMA : HENDRA
NIM : 417110056

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada hari, Kamis, 10 Febuari 2022
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

1. Penguji I : Dr. Heni Pujiastusi, ST., MT.
2. Penguji II : Ir. Isfanari, ST., MT.
3. Penguji III : Agustini Ermawati, ST., M.Tech.



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 FLY ASH TERHADAP NILAI CBR”

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, 24 Februari 2022

Yang Membuat Pernyataan



Hendra

Nim : 417110056



**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 HENDRA
 NIM 417 110 056
 Tempat/Tgl Lahir Maci-16-03-1997
 Program Studi TEKNIK SIPIL
 Fakultas TEKNIK
 No. Hp 085 253 892 165
 Email hendracandra150@gmail.com

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

STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN PASIR LAUT DAN FLY ASH
 TERHADAP NILAI CBR

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 47%

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, 24-Februari 2022
 Penulis

Mengetahui,
 Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



HENDRA
 NIM 417 110 056

salah satu yang sekiranya



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 : HENDRA
 NIM : 417 110 056
 Tempat/Tgl Lahir : Maci - 16-03-1997
 Program Studi : TEKNIK SIPIL
 Fakultas : TEKNIK
 No. Hp/Email : 085253 892 165
 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 FLY ASH
TERHADAP NILAI CBR

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, 24 Februari 2022
 Penulis

Mengetahui,
 Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



HENDRA
 NIM 417 110 056



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

MOTTO

“Perbanyak bersyukur, kurangi mengeluh. Buka mata jembarkan telinga, perluas hati. Sadari kam ada pada sekarang, bukan kemarim atau besok, nikmati seiap momen dalam hidup, berpetualanglah.”



UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dukungan dari beberapa pihak yang ikut serta dalam proses penyusunan skripsi. Peneliti secara khusus mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah membantu baik dalam proses penelitian maupun penyusunan laporan. Atas izin Allah SWT pada kesempatan ini penulis mempersembahkan skripsi ini 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 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Dr. Heni Pujiastuti, ST.,MT., selaku Dosen Pembimbing Utama.
5. Ir Isfanari, ST.,M.T., selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
6. Seluruh staf dan pegawai sekretariat Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
7. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Jeranjang yang telah memberikan bahan tambah pada penelitian ini berupa *Fly Ash*.
8. Kedua Orang Tua tercinta dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil serta do'a restunya.
9. Sahabat dan rekan-rekan mahasiswa Teknik atas motivasi dan dukungannya, serta semua pihak yang telah membantu.

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 Fly Ash”. Tugas akhir merupakan salah satu persyaratan untuk kelulusan agar mencapai gelar keserjanaan 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 referensi yang ada, maka kritik, saran maupun masukan yang sifatnya membantu demi penyempurnaan isi dari proposal tugas akhir ini sangat diharapkan.

Mataram, Februari 2022

Hendra

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
LEMBAR PENGESAHAN PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
UCAPAN TERMA KASIH	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi
ABSTRAK	xii
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	10
2.1.3. Bahan Tambah Pasir Laut	10
2.1.4. Bahan Tambah <i>fly ash</i>	11
2.1.5. Tanah Dasar (<i>subgrade</i>)	11
2.1.6. Stabilisasi Tanah	11

2.2. Landasan Teori	12
2.2.1. Klasifikasi Tanah.....	12
2.2.2. Kadar Air	14
2.2.3. Berat Jenis.....	14
2.2.4. Analisa Saringan dan Hidrometer	15
2.2.5. Batas <i>Atterberg</i>	15
2.2.5.1. Batas Cair	15
2.2.5.2. Batas plastis.....	15
2.2.5.3. Indeks Plastisitas.....	15
2.2.5.4. Batas Susut	16
2.2.6. Pemadatan Tanah	17
2.2.7. Potensi Pengembangan Tanah	18
2.2.8. CBR (<i>California Bearing Ratio</i>)	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1. Lokasi Penelitian	21
3.2. Persiapan dan Tahapan Penelitian	22
3.2.1 Pengambilan Sampel Tanah.....	22
3.2.2 Pengambilan Sampel Pasir.....	23
3.2.3 Persiapan <i>Fly Ash</i>	24
3.3. Alat dan Bahan Penelitian.....	25
3.3.1. Alat-alat Penelitian	25
3.3.2. Bahan-bahan Penelitian	34
3.3.3. Bagan Alir Penelitian	35
3.4. Tahapan Penelitian.....	37
3.4.1. Studi Pustaka	37
3.4.2. Analisa Data	37
3.4.3. Pengumpulan Data	37
3.4.4. Rancangan Penelitian.....	37
3.4.5. Jenis Penelitian.....	38

BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1	Hasil Uji Sifat Fisik Tanah.....	49
4.2.1	Kadar Air Tanah	49
4.2.2	Berat Jenis Tanah.....	50
4.2.3	Berat Isi Tanah	51
4.2.4	Analisa Saringan dan Hidrometer.....	51
4.1.4.1.	Sampel tanah lempung.....	52
4.1.4.2.	Sampel tanah lempung + 10% pasir laut	53
4.1.4.3.	Sampel tanah lempung + 15% pasir laut.....	53
4.1.4.4	Sampel tanah lempung + 20% pasir laut.....	54
4.1.4.5.	Sampel tanah lempung + 25% pasir laut.....	55
4.2.5	Batas Cair Tanah	56
4.2.6	Batas Plasstis Dan Indeks Plastisitas Tanah.....	58
4.2.7	Batas Susut Tanah	60
4.2.8	Klasifikasi Tanah.....	61
4.2	Pengujian Sifat Mekanik Tanah	62
4.2.1.	Uji pemadatan (<i>proctor standart</i>).....	62
4.2.2.	Pengujian CBR Tanpa Rendaman (<i>unsoaked</i>).....	63
4.2.3.	Uji CBR Pemeraman Tanpa Rendaman	65
4.2.4.	Uji CBR rendaman tanah asli.....	67
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	68
5.1	Kesimpulan.....	68
5.2	Saran	69

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

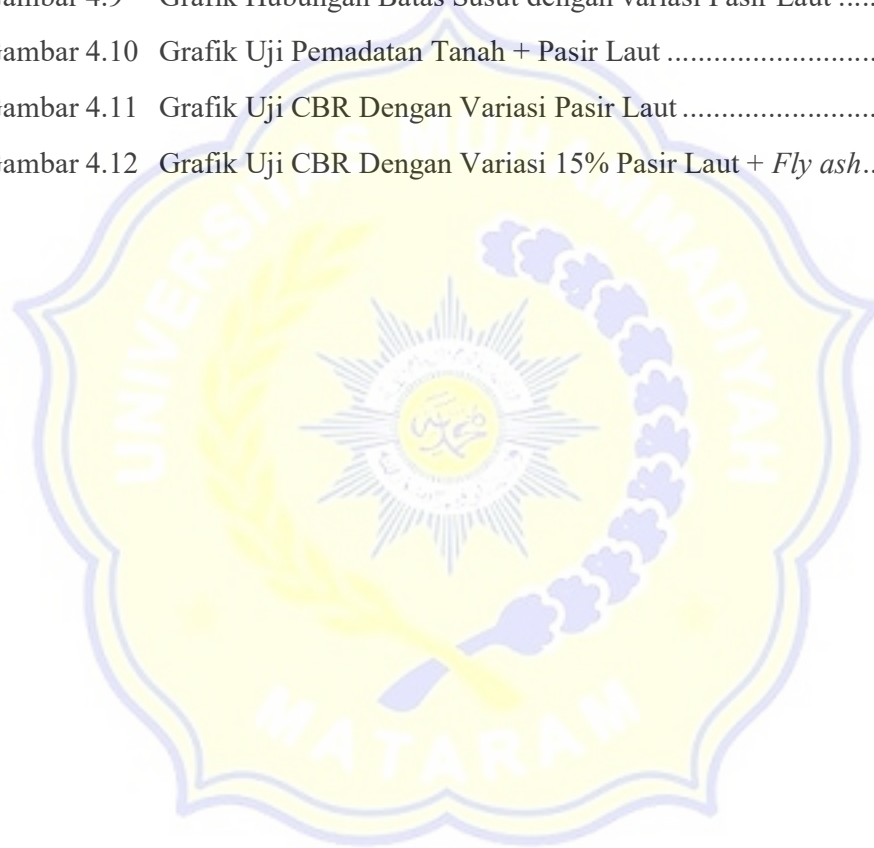
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sistem Klasifikasi Tanah Menurut USCS (Hardyatmo, 2012)	13
Tabel 2.2	Nilai indeks plastisitas dan macam tanah (Hardiyatmo, 2012).....	16
Tabel 2.3	Hubungan indeks plastisitas pontensi pengembangan (Chen, 1975). 18	
Tabel 2.4	Klasifikasi tanah berdasarkan nilai CBR (Bowles, 1992)	19
Tabel 3.1	Pengujian batas cair tanah.....	40
Tabel 3.2	Pengujian batas plastis	42
Tabel 3.3	Pengujian batas susut.....	43
Tabel 3.4	Pengujian CBR tanah lempung + pasir laut tanpa rendaman	48
Tabel 3.5	Pengujian CBR tanah lempung + pasir laut + <i>fly ash</i>	48
Tabel 4.1	Hasil pengujian kadar air tanah asli.....	49
Tabel 4.2	Hasil pengujian berat jenis tanah.....	50
Tabel 4.3	Hasil pengujian berat isi tanah	51
Tabel 4.4	Hasil pengujian lolos saringan no. 200 setiap sampel	52
Tabel 4.5	Hasil pengujian batas cair	57
Tabel 4.6	Hasil pengujian batas plastis	58
Tabel 4.7	Hasil pengujian batas indenks plastisitas.....	59
Tabel 4.8	Hasil pengujian batas susut tanah.....	60
Tabel 4.9	Data klasifikasi tanah.....	62
Tabel 4.10	Hasil pengujian CBR tanpa rendaman tanah + pasir laut.....	63
Tabel 4.11	Hasil pengujian CBR dengan metode pameraman tanpa rendaman dengan variasi penambahan 15% pasir laut dan <i>fly ash</i>	66


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Klasifikasi Tanah Sistem USCS	13
Gambar 3.1	Peta Lokasi Pengambilan Sampel Tanah	21
Gambar 3.2	Peta Lokasi Pengambilan Pasir Laut.....	22
Gambar 3.3	Pengambilan Sampel Tanah	23
Gambar 3.4	Pengambilan Sampel Pasir Laut	24
Gambar 3.5	Limbah Batu Bara (Fly Ash)	24
Gambar 3.6	Pengaduk Tanah.....	25
Gambar 3.7	Wadah Plastik	25
Gambar 3.8	Penumbuk	26
Gambar 3.9	Alat Uji Pemadatan Standar Proctor dan Cetakan CBR	26
Gambar 3.10	Saringan.....	27
Gambar 3.11	Cawan.....	27
Gambar 3.12	Jangka Sorong.....	28
Gambar 3.13	Timbangan Dengan Ketelitian 0,1	28
Gambar 3.14	Timbangan Dengan Ketelitian 0,01	29
Gambar 3.15	Oven Pengering.....	29
Gambar 3.16	Alat Cassagrande	30
Gambar 3.17	Alat Piknometer	30
Gambar 3.18	Dial Guage.....	31
Gambar 3.19	Pisau Pemotong atau Perata.....	31
Gambar 3.20	Alat pemotong atau Perata Pada Uji Mekanis Tanah	32
Gambar 3.21	Kompur Listrik	32
Gambar 3.22	Botol Penyemprot	33
Gambar 3.23	Tabung Ukur 1000 cc.....	33
Gambar 3.24	Alat Uji CBR	34
Gambar 3.25	Diagram Alir Penelitian	36
Gambar 4.1	Grafik Analisa Saringan dan Hidrometer Tanah	52
Gambar 4.2	Grafik Analisa Saringan dan Hidrometer 10% Pasir Laut	53

Gambar 4.3	Grafik Analisa Saringan dan Hidrometer 15% Pasir Laut	54
Gambar 4.4	Grafik Analisa Saringan dan Hidrometer 20% Pasir Laut	55
Gambar 4.5	Grafik Analisa Saringan dan Hidrometer 25% Pasir Laut	56
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Batas Cair Tanah dan Variasi Pasir Laut	57
Gambar 4.7	Grafik Hubungan Batas Plastis Dengan Variasi Pasir Laut	58
Gambar 4.8	Grafik Hubungan Indeks Plastisitas Dengan Variasi Pasir Laut.	59
Gambar 4.9	Grafik Hubungan Batas Susut dengan variasi Pasir Laut	61
Gambar 4.10	Grafik Uji Pemadatan Tanah + Pasir Laut	62
Gambar 4.11	Grafik Uji CBR Dengan Variasi Pasir Laut	64
Gambar 4.12	Grafik Uji CBR Dengan Variasi 15% Pasir Laut + <i>Fly ash</i>	66



DAFTAR NOTASI



ΔL	= Perubahan panjang (cm)
A	= Luas rata-rata pada setiap saat (cm ²)
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

ABSTRAK

Dalam pelaksanaan pembangunan jalan, sering dijumpai kondisi tanah yang kurang baik dengan sifat kembang susut tinggi (Plastis) yang menyebabkan kerusakan pada struktur jalan sehingga menjadi bergelombang atau retak-retak. Salah satu solusi untuk menangani permasalahan tersebut, dengan cara menggunakan *fly ash* 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 dilakukan stabilisasi agar memenuhi syarat teknis. Salah satu tujuan dilakukannya penelitian ini adalah menentukan proporsi campuran pasir laut dan *fly ash* untuk mencapai nilai CBR maksimum yang dapat dihasilkan untuk digunakan sebagai stabilisasi tanah lempung.

Abu terbang (*fly ash*) yang digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah lempung. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mektan, Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram melakukan pengujian pada tanah lempung yang ditambahkan dengan campuran variasi 10%, 15%, 20%, 25% pasir laut dan dengan tambahan lainnya berupa *fly ash* dengan variasi 5%, 10%, 15%, 20%. Sampel tanah diambil dari Tanak Awu, Kecamatan Pujut, Kabupaten Lombok Tengah dan pasir laut diambil dari pesisir pantai Tanjung Aan, Kecamatan Pujut, Kabupaten Lombok Tengah dan *fly ash* diambil dari sisa pembakaran batu bara di PLTU Jeranjang, Lombok Barat.

Hasil dari pengujian sifat fisik tanah diperoleh nilai indeks plastisitas tanah asli sebesar 46,03%, setelah dilakukan penambahan campuran variasi pasir laut nilai indeks plastisitas menurun karena pasir laut tidak menyerap air dan mengisi pori-pori halus pada tanah lempung. Nilai CBR yang diperoleh pada tanah asli yaitu sebesar 6,67%, dengan campuran 10% pasir laut mendapatkan nilai CBR sebesar 21,35%, dengan tambahan 15%, pasir laut mendapatkan nilai CBR sebesar 24,02%, dengan tambahan 20%, pasir laut mendapatkan nilai CBR sebesar 20,46%, dan pada tambahan 25% pasir laut mendapatkan nilai CBR sebesar 9,786%. Hasil CBR tanah lempung yang dicampur dengan pasir laut dan *fly ash* mendapatkan nilai optimum pada variasi penambahan 15% *fly ash*. 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 divariasikan 15%, pasir laut dengan tambahan 15% *fly ash* sebesar 29,358%. Pada pengujian tanah lempung mengalami peningkatan dengan tambahan 15% pasir laut + 15% *fly ash* sebesar 340,05%.

Kata kunci: Tanah Lempung, Fly ash, Pasir Laut, Stabilisasi, CBR.

ABSTRACT

Unfavorable soil conditions with high swelling and shrinkage capabilities (plastic) are frequently encountered during road building, causing damage to the road structure, causing it to become wavy or cracked. The use of fly ash as a structural material is one answer to this problem. Because clay soil has such great swelling and shrinkage qualities, its CBR value is quite low. As a result, in order to achieve the technical criteria, the clay soil must be stabilized. One of the goals of this study is to figure out what proportion of sea sand and fly ash to use to get the highest CBR value possible for use as clay stabilization.

For clay soil, fly ash is utilized as a stabilizing agent. This study located at the Mektan Laboratory, Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Muhammadiyah University of Mataram. The experiment was carried out on clay that had been supplemented with a mixture of 10%, 15%, 20%, 25% sea sand and other additives in the form of fly ash with a 5% variation, 10%, 15%, and 20%. Soil samples were collected from Tanak Awu, Pujut District, Central Lombok Regency, as well as sea sand from Tanjung Aan, Pujut District, Central Lombok Regency, and fly ash from the rest of the coal combustion at PLTU Jeranjang, West Lombok.

Based on the findings of testing the physical properties of the soil, the plasticity index value of the soil reduced after adding a mixture of variants of sea sand because sea sand did not absorb water and filled fine holes in clay soil. The CBR value obtained on the original soil is 6.67%, with a mixture of 10% sea sand yielding a CBR value of 21.35%, with an additional 15% yielding a CBR value of 24.02%, with an additional 20% yielding a CBR value of 20.46%, and with an additional 25% yielding a CBR value of 9.786%. The results of CBR clay soil mixed with sea sand and fly ash get the best results when 15% fly ash is added. The value of soil plasticity can be reduced by 42.638% when clay soil is mixed with 15% sea sand. Sea sand has climbed to a CBR value that varies 15%, sea sand with an additional 15% fly ash of 29.358 percent, from the CBR test on clay soil with an additional 15% fluctuation. With the addition of 15% sea sand + 15% fly ash, it grew by 340.05% in the clay soil test.

Keywords: *Clay, Fly ash, Sea Sand, Stabilization, CBR*

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK DAN PELATIHAN
KEPALA
PT P3B
MUHAMMADIYAH MATARAM

[Signature]
Humawan, M.Pd
NIDN. 0803048601

xiii

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanah merupakan salah satu unsur material yang sangat penting dalam membentuk struktur kerak bumi yang tersusun dari mineral dan bahan organik serta merupakan hasil proses pengendapan batuan. Di beberapa daerah di Indonesia sendiri, terdapat berbagai jenis tanah yang persebarannya cukup luas, seperti tanah pasir, tanah lanau, tanah lempung dan lainnya. Tanah memegang peranan penting dalam kehidupan manusia, seperti sebagai pondasi atau pondasi untuk menjamin kestabilan bangunan di atasnya. Tanah juga memiliki jenis dan sifat yang berbeda-beda, beberapa diantaranya berbahaya dan dapat merusak struktur bangunan di atasnya.

Di Indonesia sendiri juga dapat dijumpai di sebagian besar wilayahnya adalah tanah lempung dengan tingkat plastisitas tinggi yang memungkinkan terjadinya pengembangan dan penurunan pada volume tanah yang disebabkan oleh kadar air yang bertambah. Kerusakan-kerusakan pada konstruksi bangunan yang ada di atas permukaan tanah ini disebabkan oleh sifat tanah lempung yang mengalami perubahan volume tersebut. Kerusakan yang disebabkan itu biasanya terjadi pada bagian pondasi suatu konstruksi yang menghubungkan antara tanah dengan struktur bangunan. Seperti tanah yang dijadikan sebagai pondasi (*subgrade*) pada suatu konstruksi perkerasan jalan.

Tanah lempung merupakan tanah lunak dengan ukuran partikel 0,002 mm dan juga berukuran 0,005 mm, daya dukung tanah rendah dan jumlah pori lebih besar, sehingga akan mengembang pada kondisi air tinggi. Penyusutan tanah menjadi besar dan plastisitas tanah juga akan meningkat (Pujiastuti dan Ngudiyono, 2014). Kondisi ini akan mengakibatkan konstruksi bangunan di atasnya mengalami kerusakan. Seperti retak-retak dan bergelombangnya suatu perkerasan jalan raya pada umumnya. Sehingga sangat penting kita mengamati permasalahan yang disebabkan oleh sifat tanah supaya dapat dilakukan upaya perbaikan pada konstruksi tersebut.

Stabilisasi tanah dengan faktor senyawa kimia dicoba dengan menggabungkan tanah dengan bahan tertentu buat menambahkan kekuatan tanah karna ada respon kimia yang bisa mengikat unsur- unsur tanah tersebut sehingga bisa kurangi sifat kembang susut tanah lempung. Pada studi ini memakai bahan tambah abu terbang(*fly ash*) yang berasal dari limbah yang tidak terpakai ataupun bahan sisa pembakaran batu bara dari sesuatu aktivitas pembuatan. *Fly ash* ini mempunyai keahlian yang dapat menguntungkan buat stabilisasi tanah sehingga pergantian volume akibat kandungan air bisa dikurangi dengan terdapatnya bahan tambah dari limbah abu terbang ini. Keahlian yang dipunyai *fly ash* ini merupakan sanggup membeku serta menaikkan kekuatan terhadap tekan apabila bereaksi dengan air yang diucap dengan watak self- cementing. Senyawa kimia yang tercantum didalam *fly ash* ini sendiri terdiri dari silika(SiO_2), alumina (Al_2O_3), fero oksida(Fe_2O_3) serta kalsium oksida(CaO). (Ibrahim, 2014)

Desa Tanak Awuk ialah desa yang terletak di Kecamatan Pujut Kabupaten Lombok Tengah. Desa Tanak Awu memiliki dua musim ialah musim hujan serta musim kemarau, sebageian besar penduduk Desa Tanak Awu kesehariannya berkegiatan sebagai petani dan peternak. Jalan sangat berfungsi penting untuk Desa Tanak Awu, dilihat dari pertumbuhan perekonomian sehingga pemerintah perlu mencermati infrastruktur desa khususnya jalur yang berperan sebagai akses penghubung. Keadaan jalan di Tanak Awu Kecamatan Pujut kerap mengalami kehancuran pada struktur lapis permukaan jalan. Pada ruas jalan ini kendaraan yang melintas tidak sangat padat semacam ruas jalan utama di jalan Desa Tanak Awu Kecamatan Pujut Kabupaten Lombok Tengah, akan tetapi lapisan permukaan jalan mengalami kehancuran retak- retak serta bergelombang. Kehancuran 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.

Stabilisasi adalah usaha untuk memperbaiki atau merancang komposisi bahan yang dianggap buruk menjadi lebih baik dengan bahan-bahan yang ditambahkan sebagai campuran sehingga dapat menghasilkan kekuatan untuk

menahan beban dan daya dukung tanah terhadap tegangan fisik dan kimiawi akibat pengaruh dari fungsi jalan itu sendiri dan cuaca. Dalam perencanaan suatu konstruksi bangunan seperti jalan raya, ada kriteria perencanaan bahwa nilai CBR harus tinggi untuk mencapai stabilitas pada tanah dasar (*subgrade*) jalan. CBR itu sendiri merupakan nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dengan perbandingan antara beban penetrasi dari suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar yang dilakukan dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama pada saat memikul beban lalu lintas. Uji CBR berfungsi untuk mengetahui kekuatan daya dukung tanah pada *subgrade* jalan. Apabila terjadi suatu permasalahan kerusakan perkerasan jalan di lapangan seperti di lokasi Desa Tanak Awu Kecamatan Pujut Kabupaten Lombok Tengah ini mengalami retak-retak dan jalan bergelombang membuat pengguna jalan tidak nyaman serta memiliki potensi penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas. Sehingga penulis tertarik dengan permasalahan tersebut untuk diteliti guna mengetahui solusi dari permasalahan tersebut. Pembahasan pada tulisan ini dibatasi pada “Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Pasir Laut dan *fly ash* Terhadap Nilai CBR”. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan stabilisasi tanah lempung menggunakan bahan tambah pasir laut dan *fly ash* untuk mengetahui pengaruhnya pada karakteristik dan kekuatan tanah.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, maka permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengaruh penambahan pasir laut terhadap upaya sifat fisik tanah lempung di Desa Tanak Awu Kecamatan Pujut Kabupaten Lombok Tengah?
2. Berapa variasi campuran pasir laut untuk mencapai nilai optimum yang dapat dihasilkan untuk dapat digunakan sebagai stabilisasi tanah lempung?

1.3. Batasan Masalah

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

1. Tanah yang digunakan sebagai bahan penelitian merupakan sampel tanah yang diambil di Desa Tanak Awu Kecamatan Pujut Kabupaten Lombok Tengah;
2. Bahan tambah yang digunakan sebagai bahan stabilisasi menggunakan pasir laut dan *fly ash*;
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;
6. Stabilitas tanah pada penelitian ini didesain untuk digunakan untuk struktur perkerasan lapisan tanah dasar (*subgrade*) jalan. Tanah yang digunakan sebagai bahan penelitian merupakan sampel tanah yang diambil di Desa Tanak Awu Kecamatan Pujut Kabupaten Lombok Tengah.

1.4. Tujuan Penelitian

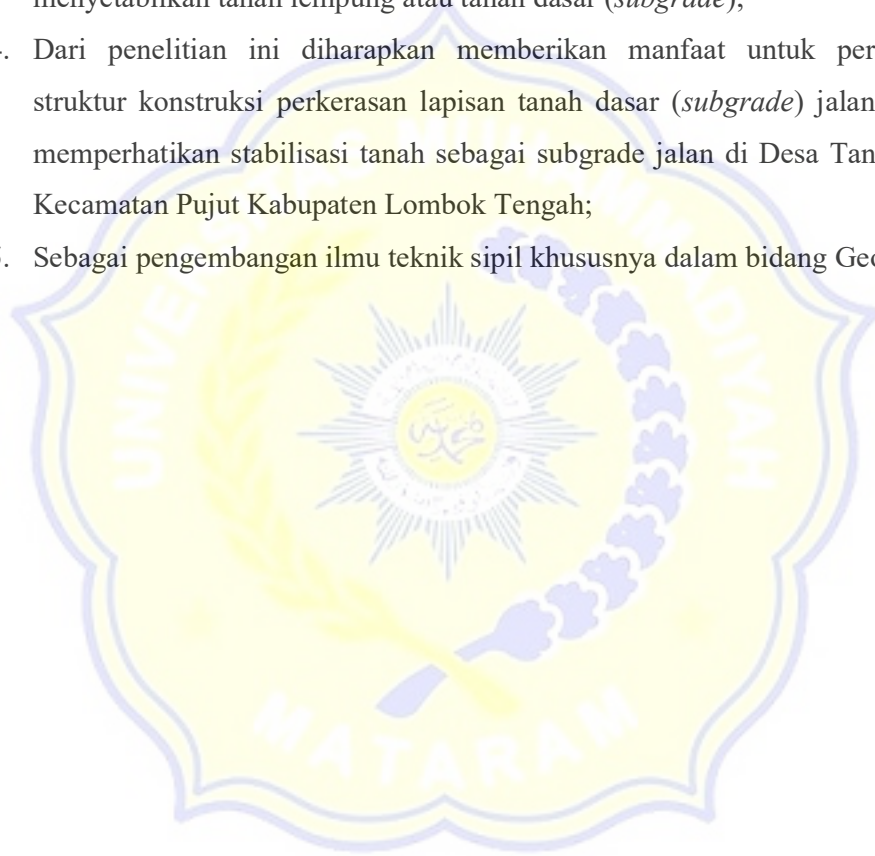
Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Menentukan optimum pasir laut pada tanah lempung terhadap sifat fisik tanah.
2. Menentukan proporsi campuran pasir laut dan *fly ash* untuk mencapai nilai CBR maksimum yang dapat dihasilkan untuk digunakan sebagai stabilisasi tanah lempung.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian yang dilakukan ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Menambah pilihan bahan campuran pada struktur pekerasan lapisan tanah dasar (*subgrade*) jalan;
2. Memperoleh ilmu pengetahuan tentang pengaruh campuran pasir laut dan *fly ash* terhadap stabilisasi tanah lempung;
3. Mampu mengatasi salah satu masalah dalam pembangunan jalan dengan menyetabilkan tanah lempung atau tanah dasar (*subgrade*);
4. Dari penelitian ini diharapkan memberikan manfaat untuk perencanaan struktur konstruksi perkerasan lapisan tanah dasar (*subgrade*) jalan dengan memperhatikan stabilisasi tanah sebagai subgrade jalan di Desa Tanak Awu Kecamatan Pujut Kabupaten Lombok Tengah;
5. Sebagai pengembangan ilmu teknik sipil khususnya dalam bidang Geoteknik.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

1.2. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka adalah keterangan-keterangan yang berkaitan dengan permasalahan pada studi kasus dari hasil penelitian terdahulu atau karya orang lain untuk dijadikan referensi-referensi dalam penyusunan penelitian ini.

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Stabilisasi tanah lempung dengan bahan editif *fly ash* sebagai susunan pondasi dasar jalan di desa gasing, tanjung api-api, Palembang. Bahan tambah campuran dengan tujuan untuk memperbaiki karakteristik tanah serta meningkatkan kekuatan daya dukung tanah dasar (*subgrade*) perkerasan jalan. Variasi persentase bahan tambah *fly ash* dengan campuran sebesar 2,5%, 5%, 7,5%, 10% dan 12,5%. Hasil penelitian mengatakan bahwa sifat fisik tanah termasuk tanah lempung tinggi dengan indeks plastisitasnya 17,32% dan pada campuran 7,5% *fly ash*, tanah lempung ini bisa dijadikan sebagai *subgrade* jalan (Ibrahim, 2014). Stabilisasi tanah lempung lunak menggunakan *fly ash* untuk melihat pengaruhnya terhadap nilai kuat tekan bebas di desa Sudimanik Kec. Cibaliung Kab. Pandeglang juga dilakukan oleh (Indera dkk., 2017) dengan variasi, campuran *fly ash* adalah 0%, 10%, 15%, 20% dan 25% dari berat tanah kering. Hasil penelitian mengatakan bahwa tanahnya termasuk tanah lempung gembuk dan pada persentase 15% bahan tambah *fly ash* adalah kondisi optimum dari kuat tekan bebas tanah tersebut dengan waktu pemeraman 28 hari.

Stabilisasi tanah lempung dengan campuran pasir pantai 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). Pengaruh penambahan pasir laut terhadap nilai CBR

dan sifat-sifat propertis tanah lempung juga dilakukan oleh (Alihudien dan Muhtar, 2018). Dalam penelitian ini dilakukan penambahan bahan campuran berupa pasir dengan presentase campuran pasir sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% terhadap berat kering tanah lempung. Dari penelitian ini diharapkan memberikan gambaran terhadap tanah lempung serta solusi dalam menangainya. Hasil dari penelitian ini pada campuran 0%, memperoleh nilai CBR sebesar 5,2% (untuk nilai CBR 0,1) dan 4,6% (untuk nilai CBR 0,2), kemudian pada campuran 5%, memperoleh nilai CBR sebesar 6,8% (untuk CBR 0,1) dan 5,8% (untuk CBR 0,2), kemudian pada campuran 10% memperoleh nilai CBR sebesar 7,2% (untuk CBR 0,1) dan 6,1% (untuk CBR 0,2), kemudian pada campuran 15% memperoleh nilai CBR sebesar 9% (untuk CBR 0,1) dan 8,2% (untuk CBR 0,2). Sehingga, stabilisasi tanah lempung Jalan Pantura Km 30 Desa Silomukt, Kec. Mlandingan, Kab. Situbondo memenuhi syarat standart Bina Marga 2018 dengan nilai CBR $\geq 6\%$ dan pada campuran pasir 10% sudah memenuhi standart Bina Marga 2018. Penelitian stabilisasi tanah lempung menggunakan pasir laut dan pengaruhnya terhadap nilai kuat tekan bebas, juga dilakukan oleh (Mina dkk., 2017) 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. Kenaikan nilai q_u yang lebih besar tiap campuran ini disebabkan tingkat pemadatan yang lebih kuat pada saat pencampuran, menyebabkan kemampuan tanah dan pasir laut lebih kuat sehingga membuat rongga tanah semakin kecil.

Penelitian pengaruh penggunaan semen sebagai bahan stabilisasi pada tanah lempung daerah lambung bukit terhadap nilai CBR tanah. Bahan tambah semen berguna untuk mengetahui pengaruh campuran terhadap nilai CBR tanah

dan memperbaiki sifat fisik tanah lempung tersebut, Variasi campuran sebesar 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat tanah kering. Hasil penelitian mengatakan bahwa pada campuran 10% dengan bahan tambah semen mampu menurunkan nilai indeks plastisitas dari 26,553% menjadi 4,577% sehingga mengurangi potensi kembang susut tanah. Dari hasil uji pemadatan dengan proctor standar dengan bahan tambah semen meningkatkan nilai γ_{maks} tanah dan membuat kadar air optimum turun dan meningkatkan nilai CBR sebesar 64,183% pada waktu pameraman 3 hari. (Andriani dkk., 2012). Analisa campuran kapur-*fly ash* dan kapur-abu sekam padi terhadap lempung ekspansif di Kabupaten Bslong-Mongondow Timur juga dilakukan oleh (Pinasang dkk., 2016). Penggunaan beberapa limbah ini bertujuan untuk memperbaiki fisak fisik maupun kekuatan daya dukung tanah. Variasi campurannya abu terbang (*fly ash*) batu bara dan abu sekam padi yaitu 5%, 10%, 15%, 20% sedangkan penambahan kapur yaitu 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%. Hasil penelitian mengatakan bahwa penggunaan kapur + abu terbang (*fly ash*) lebih efektif dari pada menggunakan kapur + abu sekam padi untuk menurunkan nilai plastisitas. Penambahan kapur + abu sekam padi dan penambahan kapur + abu terbang (*fly ash*) menunjukkan terjadi peningkatan nilai q_u seiring bertambahnya persentasi kapur, penambahan kapur + abu terbang (*fly ash*) lebih memberikan nilai kekuatan yang lebih besar jika dibandingkan dengan campuran kapur + abu sekam padi. Besarnya nilai CBR rendaman maksimum pada penambahan kapur dan *fly ash* terjadi pada campuran 10% kapur + 20% abu terbang (*fly ash*) sebesar 47,16% dan 49,88%. Analisa data menunjukkan bahwa penambahan kapu + abu terbang (*fly ash*) lebih memberikan nilai CBR yang lebih besar jika dibandingkan dengan penambahan kapur + abu sekam padi. Pengaruh lama waktu *curing* terhadap nilai CBR dan *swelling* pada tanah lempung ekspansif di bojonegoro dilakukan oleh (Toping, 2014) dengan campuran 15% *fly ash* dengan variasi campuran bahan tambah sebesar 5%, 10%, 15% dan 20%. Hasil penelitian mengatakan bahwa campuran tanah lempung ekspansif pada campuran 15% *fly ash* dengan waktu *curing* selama 28 hari memperoleh nilai CBR terbesar yaitu 16,948% dan nilai *swelling* terkecil yaitu 0,381.

Penelitian pengaruh penambahan abu batu bara terhadap kuat geser tanah lempung di Desa Kolongan Atas Kecamatan Sondar dilakukan oleh (Polii dkk., 2018), Bahan tambah campuran ini untuk melihat pengaruhnya terhadap kuat geser tanah lempung. Variasi campuran tanah + abu batu bara yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Hasil penelitian mengatakan bahwa penambahan abu batu bara pada tanah menyebabkan kuat geser tanah bertambah, pada tanah + 0% abu batu bara kuat geser tanah 6.365 t/m² menjadi 11,3863 t/m² pada tanah + 20% abu batu bara, kemudian menurun pada tanah 25% abu batu bara. Pada kondisi tanah + 0% abu batu bara menunjukkan nilai faktor keamanan = 1.414. Setelah penambahan bahan campur, nilai faktor keamanan meningkat mencapai pada campuran tanah + 20% abu batu bara dengan nilai faktor keamanan = 2.194 kemudian menurun. Stabilisasi tanah lempung dengan semen dan pasir laut yang bertujuan untuk penguatan melalui perbaikan mutu tanah pada penggunaannya untuk konstruksi jalan, terutama pondasi jalan dengan cara pencampuran tanah tersebut dengan semen dan pasir laut. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan studi literatur, data primer, data sekunder, teknik analisa dan dilakukan di dinas pemukiman dan prasarana wilayah balai pengujian bidang konstruksi dan bangunan Provinsi Bengkulu. Hasil penelitian ini menunjukkan dengan penambahan semen sebanyak 8%, 10%, 12%, 14%, dan 16% dapat disimpulkan grafik perbandingan penambahan kadar semen dan diagram batang hasil perhitungan penambahan kadar semen yang terdapat di hasil dapat disimpulkan bahwa sebaiknya penambahan kadar semen sebanyak 14% mengalami peningkatan pembebanan yang merata seperti yang dapat kita lihat grafik perbandingan penambahan kadar semen. Penambahan kadar semen sebanyak 14% mempunyai nilai perhitungan CBR tertinggi dibandingkan dengan penambahan kadar semen yang lainnya. (Gumilar dan Apriansyah, 2016)

2.1.2. Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan tanah lunak dengan nilai daya dukung tanahnya rendah dan angka pori yang lebih besar sehingga pada suatu kondisi dimana tingkat muka air tinggi membuat sifat kembang dan susut tanah menjadi besar dan plastisitas tanah juga akan menjadi tinggi. (Rangan dan Arrang, 2021). Kondisi ini akan mengakibatkan konstruksi bangunan di atasnya (jalan raya) tidak optimal atau cepat mengalami kerusakan (Upa dan Hakim, 2019). Seperti retak-retak dan bergelombangnya suatu perkerasan suatu jalan pada umumnya disebabkan oleh sifat fisik tanah yang kurang baik (Ramadhan dkk, 2020). Sehingga sangat penting untuk kita amati permasalahannya yang disebabkan oleh sifat tanah ini supaya dapat dilakukan upaya perbaikan pada konstruksi tersebut (Abdurozak dan mufti, 2017)

2.1.3. Bahan tambah pasir laut

Pasir laut yang akan digunakan untuk bahan stabilisasi memiliki kandungan garam yang ada dalam pasir ini. Berbentuk larutan garam yang dapat menghasilkan ion-ion yang dapat berfungsi sebagai katalisator bisa mempercepat reaksi pozzolan dalam tanah lempung. Garam kering berbentuk kristal yang dapat mengisi ruang pori-pori diantara butir tanah. Garam berfungsi memperbesar nilai dukung tanah lempung yang berperan sebagai larutan maupun berbentuk kristal. Pasir menjadikan gradasi tanah lempung lebih padat sehingga dapat melawan sifat kembang susut dari tanah serta kepadatannya bertambah. (Kusuma dkk., 2017)

Pasir laut secara umum dapat dibagi menjadi dua macam kondisi yaitu pasir laut yang dipengaruhi pasang surut dan pasir laut yang tidak dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Pasir laut yang dipengaruhi oleh pasang surut yaitu yang jaraknya kurang dari 50 meter dan sering terendam oleh air. Sedangkan pasir laut yang tidak dipengaruhi oleh pasang surut air yaitu pasir yang berjarak lebih dari 50 meter dan tidak akan tergenang oleh air laut. (Iduwin, 2017)

2.1.4. Abu terbang (*fly ash*)

Abu terbang (*fly ash*) adalah senyawa bahan kimia yang dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya yang dibuang dari hasil sisa pembakaran batu bara. Produksi limbah abu terbang (*fly ash*) ini sangatlah banyak di Indonesia sehingga menimbulkan masalah lingkungan yang perlu penanganan yang cukup serius. Untuk mengurangi produksi limbah ini maka, bisa digunakan sebagai bahan alternatif untuk bahan campuran dalam stabilisasi tanah dasar (*subgrade*) jalan karena *fly ash* bersifat pozzolan dimana dia mengandung silika dan alumina yang tinggi (Pinasang dkk., 2016). Kemampuan *fly ash* adalah mampu mengeras, mengikat dan menambah kekuatan terhadap tekan apabila bereaksi dengan air yang disebut dengan sifat *self-cementing* (Polii dkk., 2018). Senyawa kimia yang terkandung di dalam *fly ash* ini sendiri terdiri dari silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), fero oksida (Fe_2O_3) dan kalsium oksida (CaO). (Ibrahim, 2014)

2.1.5. Tanah Dasar (*subgrade*)

Tanah dasar (*subgrade*) adalah permukaan tanah semula, atau permukaan tanah galian atau timbunan yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya terutama pada jalan. Kekuatan suatu konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Secara geoteknis, daya dukung tanah ditentukan oleh banyak hal. Pentingnya kekuatan tanah dasar menjadi poin utama ukuran kekuatan dan keawetan struktur perkerasan selama umur rencana. Umumnya, permasalahan yang terjadi menyangkut tanah dasar berupa perubahan bentuk tetap, sifat kembang susut dan daya dukung kurang stabil. (Simanjuntak dkk, 2017).

2.1.6. Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah merupakan metode yang digunakan memperbaiki suatu sifat tanah yang buruk dengan beberapa bahan tambah yang mampu mempengaruhi sifat buruk tanah tersebut menjadi lebih baik. Biasanya tanah lempung yang menjadi penyebab kerusakan jalan berbagai daerah di Indonesia. Metode stabilisasi yang sangat populer di Indonesia yaitu stabilisasi dengan bahan campuran semen, kapur, *fly ash* dan bahan kimia lainnya yang disebut *bitumen* (Adha, 2011). Karakteristik tanahnya yang mudah dipengaruhi oleh kadar air membuat tanah lempung memiliki daya dukung tanah rendah dan kembang-susut

tanah tinggi. Dari sifat tanah lempung yang seperti itu perlu dilakukan stabilisasi guna memperbaiki sifat tanah yang menjadi *subgrade* jalan. (Abdurrozak dan mufti, 2017)

Stabilisasi tanah lempung menggunakan bahan *aditif* seperti *fly ash* sebagai bahan tambah pada lapisan pondasi dasar tanah jalan (*subgrade*) di Desa Gasing, Tanjung Api-api, Palembang. Bahan tambah campuran dengan tujuan untuk memperbaiki karakteristik tanah dan meningkatkan kekuatan daya dukung tanah *subgrade* perkerasan jalan. Percobaan dilakukan dengan variasi campuran bahan tambah *fly ash* sebesar 2,5%, 5%, 7,5%, 10% dan 12,5%. (Ibrahim, 2014).

1.3. Landasan Teori

Landasan teori adalah dasar-dasar teori secara garis besar yang dijabarkan agar lebih jelas untuk dijadikan pedoman dalam memecahkan permasalahan yang dihadapi dalam studi kasus penelitian yang akan dilaksanakan.

2.2.1. Klasifikasi Tanah

Klasifikasi Tanah lempung dapat dilakukan dengan cara pengujian di laboratorium untuk mengidentifikasi jenis tanah tersebut berdasarkan ukuran butiran tanah. Terdapat dua metode klasifikasi jenis tanah yaitu metode AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official System*). Peneliti menggunakan metode USCS (*Unified Soil Classification System*), dengan metode ini tanah diidentifikasi dengan menjadi dua kelompok yaitu jika tanah tertahan 50% lolos saringan no. 200 merupakan berbutir kasar (Kerikil dan pasir) sedangkan jika tanah 50% lolos saringan no. 200 merupakan berbutir halus (*lanau dan lempung*). Setelah dikelompokkan, terdapat sub-sub kelompok yang ditentukan berdasarkan batas cair dan batas plastis sehingga mendapatkan nilai indeks plastisitas untuk dimasukkan kedalam grafik hubungan batas cair dengan indeks plastisitas. Dari grafik hubungan batas cair dengan indeks plastisitas ini dapat ditentukan jenis tanahnya seperti pada Tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Siste klasifikasi tanah menurut USCS (Hardiyatmo, 2012)

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)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir - kerikil, sedikit 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 Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$ $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kriteria untuk SW Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$	
		GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir - kerikil, atau tidak mengandung butiran halus		
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung		
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung		
	Pasir lebih dari 50% dari fraksi kasar tertahan saringan no. 4 (4,75 mm)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus, kurang dari 5% lolos saringan no. 200 : GW, GP, G, SP, L lebih dari 5% lolos saringan no. 200 : GM, GP, SP, L lebih dari 12% lolos saringan no. 200 : G, SP, L Batasan Klasifikasi yang mempunyai simbol dobel	
		SP	Pasir gradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus		
		SM	Pasir berlanau, campuran pasir - lanau		
		SC	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 ASTM Designation D-2488		

2.2.2. Kadar air

Kadar air adalah persentase air yang terkandung pada suatu bahan atau tanah yang menjadi sampel penelitian dalam satuan berat berdasarkan berat basahnya atau berdasarkan berat keringnya.

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

dengan:

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

2.2.3. Berat Jenis

Berat jenis butir tanah adalah perbandingan antara massa isi butir tanah dan massa isi air (Standar Nasional Indonesia 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.

$$G = \left(\frac{\text{Berat butir}}{\text{Berat air dan volume yang sama}} \right) = \frac{W}{W_w}$$

$$G = \left(\frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \right) = \left(\frac{(W_2 - W_1)}{(W_2 - W_1) - (W_3 - W_4)} \right) \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan,

- G = Berat jenis tanah
- W_1 = Berat cawan kosong (g)
- W_2 = Berat cawan + tanah basah (g)
- W_3 = Berat cawan + tanah kering (g)
- W_4 = Berat cawan + air penuh (g)

2.2.4. Analisa saringan dan hidrometer

Analisa saringan adalah pengujian yang bertujuan menentukan pembagian gradasi agregat tanah yang dimana ukuran gradasi tanah yang lebih besar dari 0,075 mm atau yang tertahan saringan no. 200 digunakan untuk analisa saringan. Sedangkan analisa hidrometer adalah pengujian untuk menentukan distribusi ukuran halus yang lolos saringan no. 200 dengan metode pengujian seperti prinsip pengendapan sedimentasi butiran-butiran tanah didalam air. Analisa saringan dilakukan dengan berbagai ukuran ayakan sehingga mendapatkan berat tanah tertahan dari masing—masing ayakan dan juga yang lolos saringan no. 200 untuk membantu dalam proses klasifikasi tanah juga.

2.2.5. Batas *Atterberg*

Batas *Atterberg* (batas konsistensi tanah) adalah ukuran yang menjadi patokan (parameter) utama dalam mengidentifikasi karakteristik dari tanah lempung. Batas *Atterberg* juga merupakan nilai kadar air yang dinyatakan sebagai batas plastis, indeks plastisitas, batas cair dimana perilaku tanah berubah-ubah dari hasil penelitian sehingga dapat dihubungkan dengan kurva tegangan-tegangannya masing-masing. (Lay dkk., 2019)

2.2.5.1. Batas cair (*liquid limit*). Batas cair (LL) adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kadar air tanah pada batas antara keadaan tanah cair dan pada keadaan plastis yang menyatakan kadar air minimum dimana tanah masih dapat mengalir dibawah beratnya. Batas cair biasanya ditentukan dari uji Casagrade (1948).

2.2.5.2. Batas plastis (*Plastic Limit*). Batas plastis (PL), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi pada yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3 mm mulai retak-retak ketika digulung.

2.2.5.3. Indeks plastisitas (*Plasticity indeks*), Indeks plastisitas (PI) merupakan selisih dari batas cair dengan batas plastis. Indeks plastisitas dapat ditentukan menggunakan persamaan 2.3

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

dengan,

IP = Indeks Plastisitas

LL = Batas Cair

PL = Batas Plastis

Indeks Plastisitas merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Karena itu indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisan tanah. Jika tanah mempunyai PI tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Jika PI rendah seperti lanau, sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering. Batasan mengenai indeks plastisitas dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Nilai indeks plastisitas dan macam tanah (Hardiyatmo, 2012)

No	PI	Sifat	Macam Tanah	Koheisi
1	0	Non plastis	Pasir	Non koheisif
2	< 7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohoesif sebagian
3	7 – 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Koheisi
4	> 17	Plastisitas tinggi	Lempung	Koheisi

2.2.5.4. Batas susut (*shrinkage limit*). Batas susut (SL), 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 yang dapat dihitung menggunakan persamaan 2.4

$$SL = \left(\frac{(m_2 - m_2)}{m_2} - \frac{(V_1 - V_2)\gamma_w}{m_2} \right) \times 100\% \dots \dots \dots (2.4)$$

dengan:

SL = Batas susut (%)

m_1 = Berat tanah basah dalam cawan percobaan (g)

m_2 = Berat tanah kering oven (g)

V_1 = Volume tanah basah dalam cawan (g)

V_2 = Volume tanah kering oven (g)

γ_w = Berat volume air (g)

2.2.6. Pemadatan tanah

Pemadatan ini merupakan suatu proses mekanis yang dilakukan untuk mengetahui kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum suatu bahan uji dengan cara pemadatan yang sesuai dan kekuatan pemadatan tertentu. Pemadatan juga berfungsi untuk mengurangi pori-pori udara yang terdapat pada tanah dan mencegah terjadinya penyusutan atau tanah amblas (Dwiretnani, 2018). Pemadatan itu sendiri sangatlah berguna untuk diterapkan di lapangan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dalam pekerjaan persiapan *subgrade* perkerasan jalan. Untuk kadar air, berat volume basah tanah dan berat volume kering tanah. Dimana kadar air dapat dihitung dengan permasamaan 2.1 sedangkan berat volume basah tanah dihitung menggunakan persamaan 2.5 (Sumber: Hardiyatmo, 2012) dibawah ini.

$$\text{Berat volume basah } \gamma_b = \frac{(W_2 - W_1)}{V} \text{ gr/cm}^3 \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan,

γ_b = Berat volume basah tanah (g)

W_1 = Berat silinder kosong (g)

W_2 = Berat silinder isi tanah basah (g)

V = Volume silinder (cm³)

Berat volume kering tanah dapat dihitung dengan persamaan 2.6 (Sumber: Hardiyatmo, 2012) dibawah ini.

$$\text{Berat volume kering } \gamma_d = \frac{\gamma_m}{1+w} \text{ gram/cm}^3 \dots\dots\dots(2.6)$$

dengan,

γ_d = Berat volume kering tanah (g)

γ_b = Berat volume basah tanah (g)

w = Kadar air (%)

Berat volume kering setelah pemadatan bergantung pada jenis tanah, kadar air dan usaha yang diberikan oleh penumbuknya.

2.2.7. Potensi pengembangan tanah

pengembangan tanah adalah cara mengidentifikasi tingkat pengembangan tanah dengan hubungan sifat fisik tanah berdasarkan ketentuan-ketentuan yang berlaku. Pengidentifikasi potensi pengembangan dapat dilakukan dengan menentukan nilai tingkat keaktifan tanah maupun nilai batas-batas *Atterberg* pada tanah dapat menentukan potensi pengembangan tanah yang dapat dilihat berdasarkan Tabel 2.3 seperti dibawah ini.

Tabel 2.3 Hubungan indeks plastisitas dan potensi pengembangan (Chen, 1975)

Potensi pengembangan	Indeks plastisitas
Rendah	0 – 15
Sedang	10 – 35
Tinggi	20 – 55
Sangat tinggi	> 35

2.2.2. CBR (*California Bearing Ratio*)

CBR pertama kali diperkenalkan pada tahun 1928 oleh *California Division of Highways*. *California Bearing Ratio* atau biasa disingkat CBR adalah perbandingan antar beban yang dibutuhkan untuk penetrasi contoh tanah sebesar 0,1"/0,2" dengan beban yang ditahan batu pecah standar pada penetrasi 0,1"/0,2". Harga atau satuan CBR dinyatakan dalam persen. Jadi, CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas.

Nilai CBR digunakan sebagai penilaian kemampuan tanah, terutama sebagai subbase atau *subgrade* untuk perkerasan jalan. Perhitungan kadar air dan berat volume sama dengan perhitungan nilai CBR kering pada uji pemadatan tanah, perbedaan diantara keduanya terletak pada perhitungan penetrasi CBR di laboratorium diantaranya:

$$\text{Penetrasi } 0,1'' (2,5 \text{ mm}) \text{ CBR} = \frac{P_1}{3 \times 1000} \times 100\% \dots \dots \dots (2.7)$$

$$\text{Penetrasi } 0,2'' (5 \text{ mm}) \text{ CBR} = \frac{P_2}{3 \times 1500} \times 100\% \dots \dots \dots (2.8)$$

dengan,

P1 = Pembacaan arloji untuk penetrasi 0,1

P2 = Pembacaan arloji untuk penetrasi 0,2

Tabel 2.4 Klasifikasi 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>Subgrade</i>
20 – 50	Baik	<i>Base or subbase</i>
>50	Sangat baik	<i>Base</i>

Pengujian CBR rendaman(*soaked*) adalah proses masuknya air ke dalam pori tanah yang menyebabkan terjadinya pengembangan pada volume tanah. Pada struktur jalan hal ini biasanya terjadi dikarenakan adanya pergantian musim yaitu dari musim kemarau kemusim penghujan dan volume tanah akan mengalami pengembangan. Besarnya pengembangan inilah menjadi perbandingan antara perubahan sebelum dan sesudah direndam yang dinyatakan dalam persen:

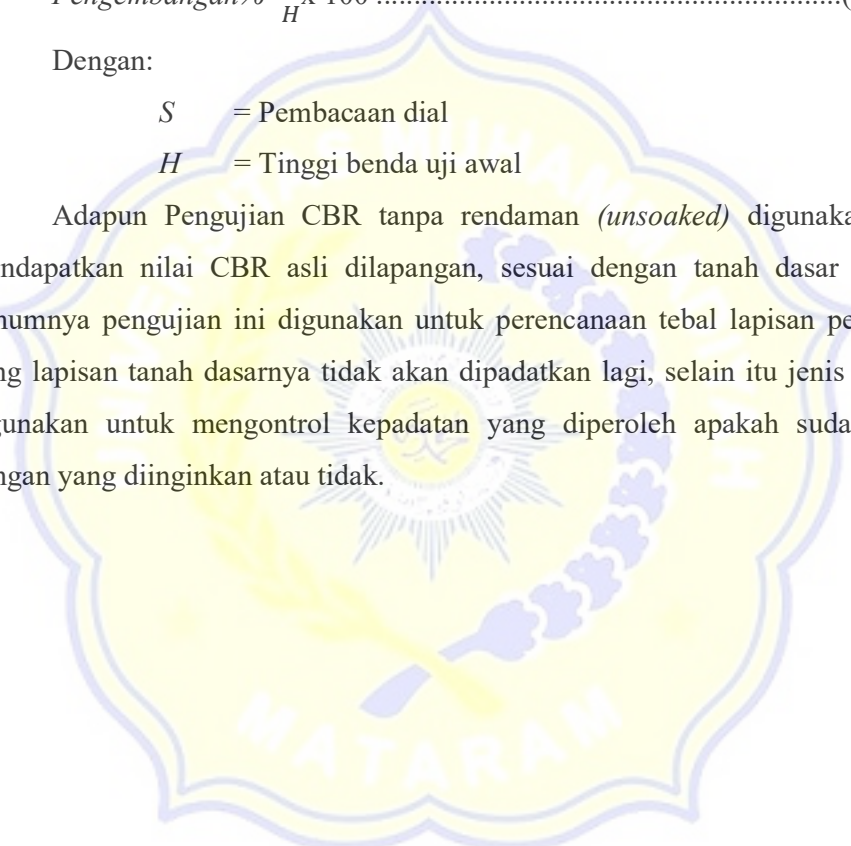
$$\text{Pengembangan}\% = \frac{S}{H} \times 100 \dots\dots\dots(2.9)$$

Dengan:

S = Pembacaan dial

H = Tinggi benda uji awal

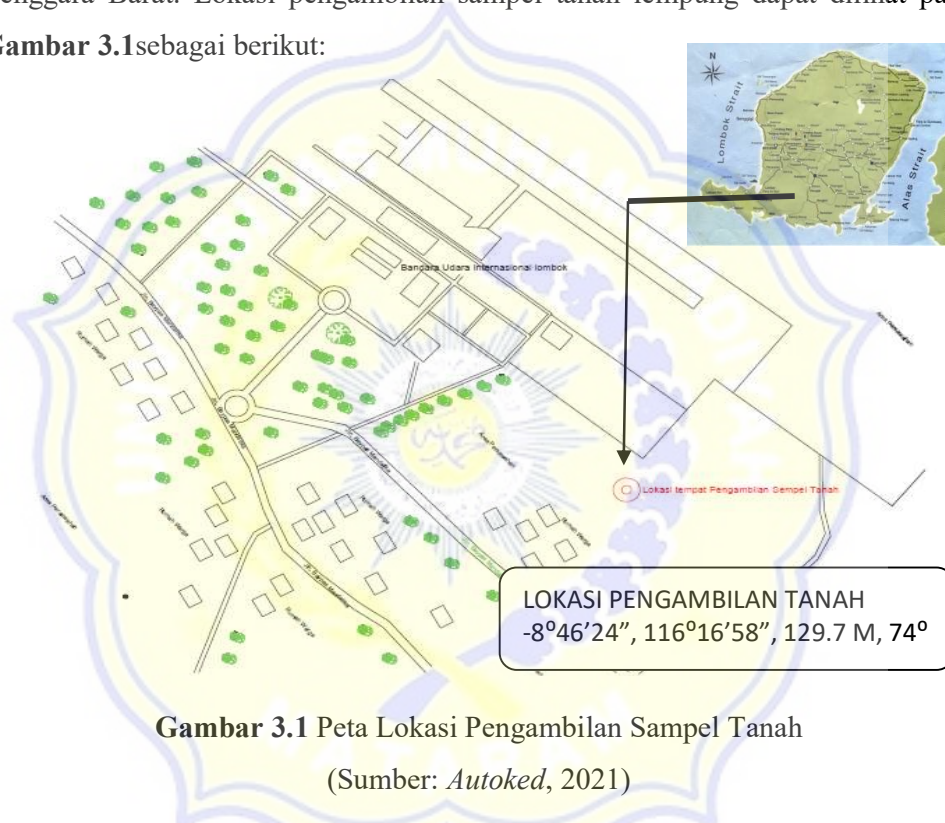
Adapun Pengujian CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) digunakan untuk mendapatkan nilai CBR asli dilapangan, sesuai dengan tanah dasar saat itu. Umumnya pengujian ini digunakan untuk perencanaan tebal lapisan perkerasan yang lapisan tanah dasarnya tidak akan dipadatkan lagi, selain itu jenis CBR ini digunakan untuk mengontrol kepadatan yang diperoleh apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan atau tidak.



BAB III METODE PENELITIAN

1.4. Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel tanah untuk penelitian Stabilitas Tanah Lempung Menggunakan Pasir Laut dan *Fly Ash* Terhadap Nilai CBR ini berada di Desa Tanak Awu Kecamatan Pujut Kabupaten Lombok Tengah Provinsi Nusa Tenggara Barat. Lokasi pengambilan sampel tanah lempung dapat dilihat pada **Gambar 3.1** sebagai berikut:



Gambar 3.1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Tanah
(Sumber: *Autoked*, 2021)

Terdapat juga bahan-bahan tambah pada penelitian ini sebagai pencampuran stabilisasi tanah lempung yaitu berupa pasir laut dan *fly ash*. *Fly Ash* yang digunakan untuk bahan tambahan pada penelitian ini adalah *fly ash* dari limbah batu bara, yang berada di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram sedangkan pasir laut sendiri diambil di Pantai Seger Kecamatan Pujut Kabupaten Lombok Tengah, dimana pasir laut di Pantai Seger ini kurang memiliki daya guna untuk masyarakat sekitar

dikarenakan lokasinya jauh dari rumah warga dan akses menuju pantai tersebut masih belum terlalu bagus, oleh karena itu kami menjadikan pasir laut ini sebagai bahan tambahan untuk stabilisasi tanah lempung agar menambah daya guna untuk masyarakat disekitarnya. Lokasi pengambilan pasir laut ini dapat dilihat pada **Gambar 3.2** sebagai berikut:



Gambar 3.2 Peta Lokasi Pengambilan Pasir Laut
(Sumber: *Autoked*, 2021)

Sedangkan untuk penelitian ini berlokasi di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Muhammadiyah Mataram yang berada di Jl. K.H Ahmad Dahlan, No. 1 Kelurahan Pagesangan, Kecamatan Mataram, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat.

1.5. Persiapan dan Tahapan Penelitian

2.2.3. Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah mempunyai dua kriteria yaitu tanah terusik (*disturbed soil*) dan tidak terusik (*undisturbed soil*). Tanah terusik berada pada kelas kedalaman 0-10, 10-20, dan 20-30 cm pada tanah kedalaman ini digunakan untuk pengujian tekstur, berat jenis, struktur dan bahan organik. pengambilan tanah tidak terusik ditetapkan pada kelas kedalaman yang digunakan yaitu 0-20 cm (untuk lapisan atas) dan >30 cm (untuk lapisan bawah) pada kedalaman ini

digunakan untuk analisis berat volume, permeabilitas, konduktivitas dan hidraulik. (Rinarti dan Setiawan, 2014)

Pengambilan sampel tanah dilakukan di Desa Tanak Awu Kecamatan Pujut Kabupaten Lombok Tengah. Alat-alat yang digunakan pada penambilan sampel ini yaitu cangkul, sekop, meteran, 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. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan kedalaman minimal 10 cm yang bertujuan untuk menghindari tanah yang sudah dipengaruhi oleh cuaca atau sampah di sekitarnya. Adapun foto dokumentasi pengambilan tanah dapat dilihat pada **Gambar 3.3** berikut ini:



Gambar 3.3 Pengambilan Sampel Tanah

2.2.4. Pengambilan Sampel Pasir

Pengambilan sampel pasir laut dilakukan di Pantai Seger Kecamatan Pujut Kabupaten Lombok Tengah. Alat-alat yang digunakan pada pengambilan sampel ini diantaranya sekop, meteran, dan plastik. Pengambilan sampel pasir dilakukan dengan kedalaman minimal 10 cm yang bertujuan untuk menghindari pasir yang dipengaruhi oleh cuaca atau lingkungan sekitar. Adapun foto dokumentasi pengambilan sampel pasir dapat dilihat pada **Gambar 3.4** berikut:



Gambar 3.4 Pengambilan Sampel Pasir Laut

2.2.5. Persiapan *Fly Ash*

Fly ash sebagai bahan tambah untuk stabilisasi tanah kali ini diambil dari sisa pembakaran batu bara di PLTU jeranjang, Lombok Barat dapat dilihat pada gambardi 3.5 bawah ini.



Gambar 3.5 Limbah Batu Bara (*fly ash*)

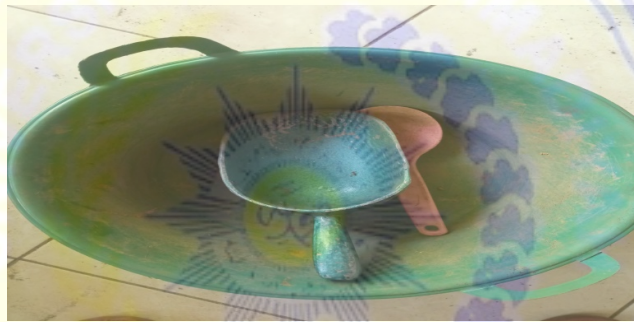
3.3. Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1. Alat-alat Penelitian

Pada Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Muhammadiyah Mataram terdapat beberapa macam alat yang akan digunakan untuk penelitian Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Pasir Laut dan *fly ash* Terhadap Nilai CBR diantaranya:

1. Centongan dan baskom pencampuran

Peralatan ini digunakan pada saat proses pemindahan sampel ke tempat yang diinginkan maupun pada saat proses pencampuran sampel dengan air untuk menghasilkan campuran yang merata. Peralatan tersebut bisa dilihat pada gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3.6 Centongan dan baskom pencampuran

1. Wadah Plastik.

Sebagai alat penakar bahanbenda uji sifat mekanis tanah seperti uji CBR, pemadatan standar Proctor, dan juga pameraman. Peralatan tersebut bisa dilihat pada gambar 3.7 dibawah ini.



Gambar 3.7 Wadah Plastik

2. Penumbuk.

Penumbuk digunakan sebagai alat pengujian sifat mekanis tanah diantaranya uji pemadatan standar Proctor dan CBR (*California Bearing Ratio*). Penumbuk yang digunakan bisa dilihat pada gambar 3.8 dibawah ini.



Gambar 3.8 Penumbuk

3. Cetakan.

Cetakan yang digunakan pada penelitian ini adalah cetakan yang digunakan pada pengujian sifat mekanis tanah yaitu cetakan uji pemadatan dan uji CBR. Alat cetakan yang digunakan bisa dilihat pada gambar 3.9 dibawah ini.



Gambar 3.9 Cetakan

4. Saringan.

Saringan digunakan sebagai alat untuk menyaring tanah atau material lainnya, saringan digunakan pada pengujian sifat fisik tanah dan uji mekanis. Saringan yang digunakan tersebut bisa dilihat pada gambar 3.10 dibawah ini.



Gambar 3.10 Saringan

5. Cawan.

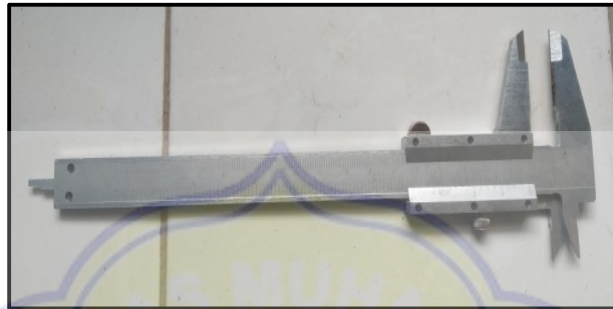
Alat ini digunakan untuk uji kadar air serta digunakan untuk uji batas *atterberg* dan sifat mekanis tanah. Cawan yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.11 dibawah ini.



Gambar 3.11 Cawan

6. Jangka Sorong.

Jangka sorong digunakan sebagai alat untuk mengukur silinder pada pengujian sifat mekanis tanah. Jangka sorong yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.12 di bawah ini.



Gambar 3.12 Jangka Sorong

7. Timbangan.

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 dan timbangan dengan ketelitian 0,01. Timbangan 0,1 biasanya digunakan untuk menimbang sampel dan alat pada pengujian sifat mekanis seperti uji pemdatan standar Proctor dan uji CBR laboratorium, sedangkan timbangan dengan ketelitian 0,01 digunakan untuk menimbang pada pengujian sifat fisik tanah. Peralatan tersebut bisa dilihat pada gambar 3.13 dan 3.14 di bawah ini



Gambar 3.13 Timbangan Dengan Ketelitian 0,1



Gambar 3.14 Timbangan Dengan Ketelitian 0,01

8. Oven Pengering.

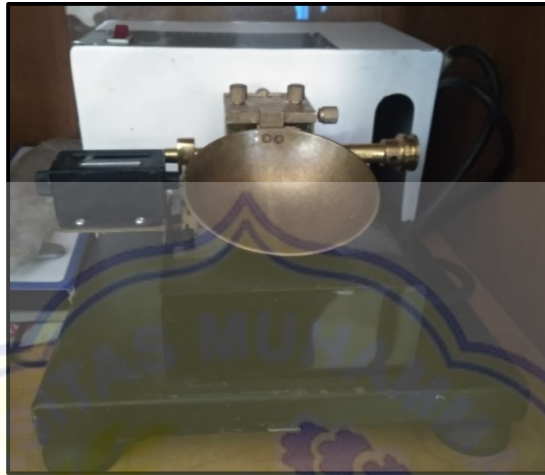
Oven pengering digunakan untuk pengeringan sampel guna menghilangkan kandungan kadar air pada sampel pada suhu tertentu sesuai dengan panduan penelitian. Oven pengeringan yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.15 dibawah ini.



Gambar 3.15 Oven Pengering

9. Alat Cassagrande.

Digunakan sebagai alat untuk pengujian batas cair tanah seperti yang dapat dilihat pada gambar 3.16 dibawah ini.



Gambar 3.16 Alat Cassagrande

10. Piknometer.

Alat yang digunakan pada pengujian berat jenis tanah, sebuah botol ukur yang terbuat dari kaca yang memiliki kapasitas 100 mL dan mampu bertahan dalam suhu panas tertentu. Piknometer yang digunakan bisa dilihat pada gambar 3.17 dibawa ini.



Gambar 3.17 Alat Piknometer

11. *Dial Guage*.

Digunakan sebagai alat ukur pada pengujian sifat mekanis tanah seperti uji CBR dan perendaman tanah. *Dial Guage* yang digunakan bisa dilihat pada gambar 3.18 dibawah ini.



Gambar 3.18 Dial Guage

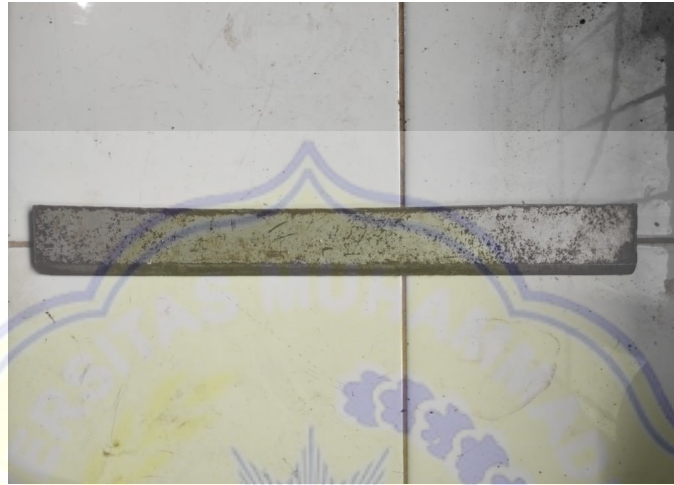
12. Alat perata atau spatula

Alat yang digunakan untuk memotong atau meratakan tanah pada saat membuka leher silinder dalam pengujian mekanis tanah. Alat tersebut dapat dilihat pada gambar 3.19 dibawah ini.



Gambar 3.19 Pisau pemotong atau perata

13. Pelat baja pemotong atau perata
Alat pemotong atau perata yang digunakan pada saat pengujian mekanis tanah. Alat tersebut dapat dilihat pada gambar 3.20 dibawah ini.



Gambar 3.20Alat pemotong atau perata pada uji mekanis tanah

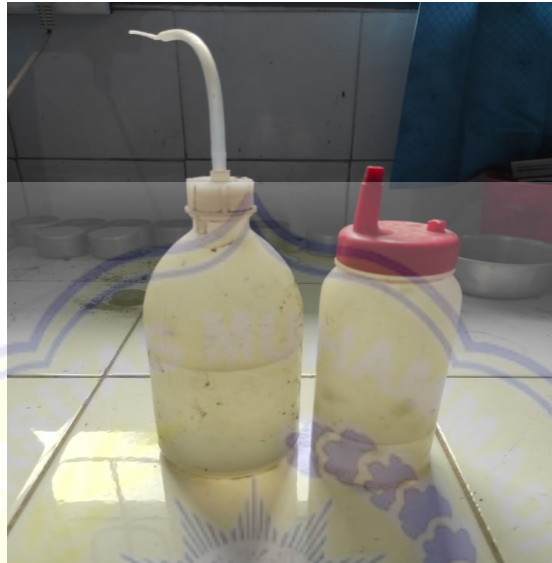
14. Kompor listrik
Alat yang digunakan untuk memanaskan piknometer. Alat tersebut dapat dilihat pada gambar 3.21 dibawah ini.



Gambar 3.21 Kompor listrik

15. Botol penyemprot

Alat yang berisi air digunakan untuk penyemprot. Alat tersebut dapat dilihat pada gambar 3.22 dibawah ini.



Gambar 3.22 Botol penyemprot

16. Tabung ukur 1000 cc

Alat digunakan untuk pengisi air saat pengujian mekanis tanah. Alat tersebut dapat dilihat pada gambar 3.23 dibawah ini.

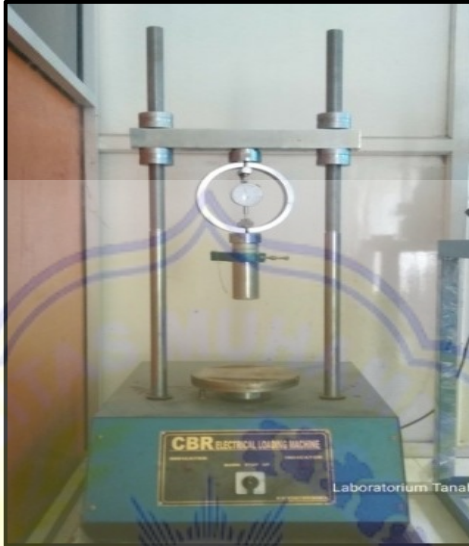


Gambar 3.23 Tabung ukur 1000 cc

17. Alat Uji Penetrasi CBR Laboratorium.

Alat penguji penetrasi ini digunakan untuk menguji nilai CBR pada tanah.

Peralatannya dapat dilihat pada gambar 3.19 dibawah ini.



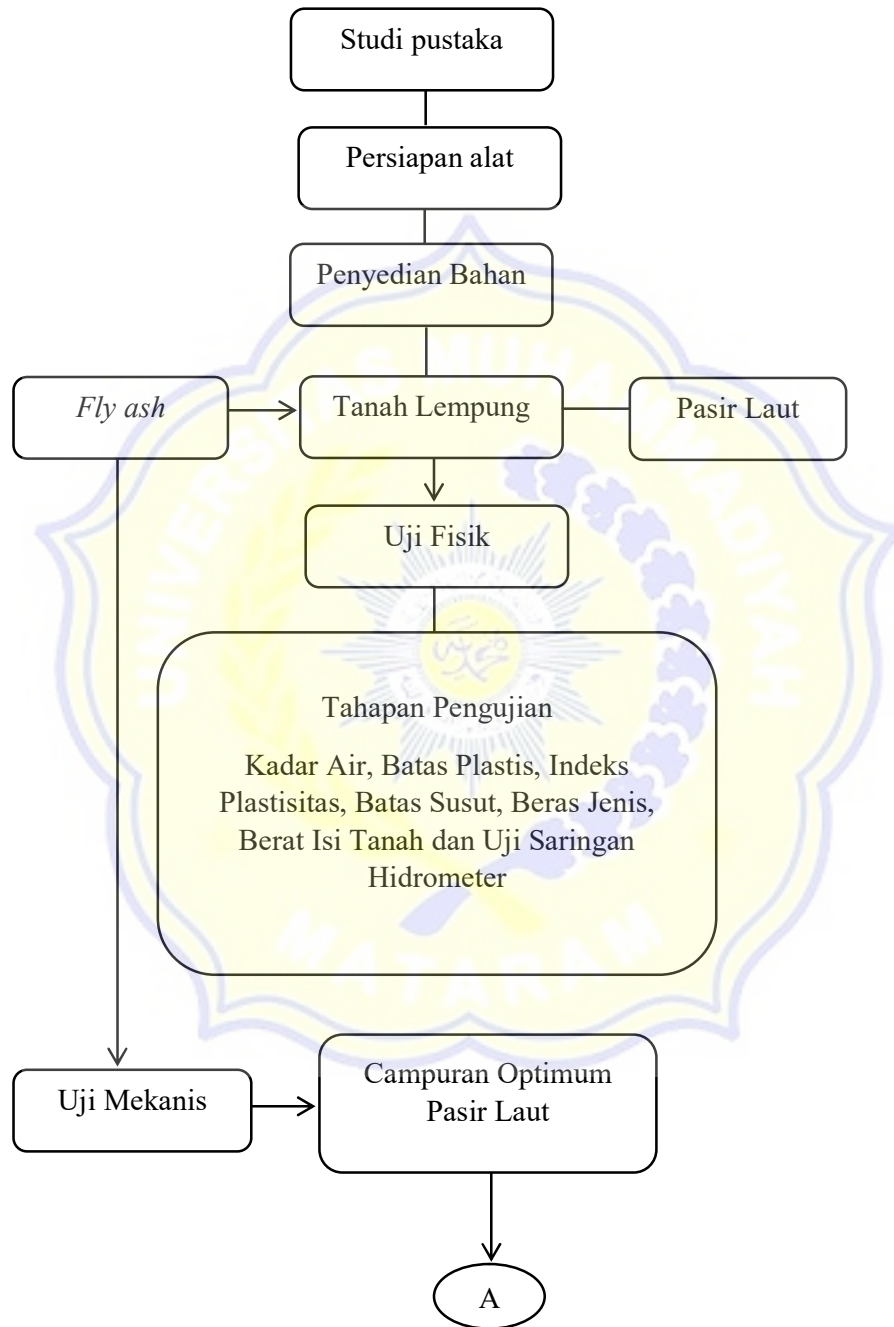
Gambar 3.24 Alat Uji Penetrasi CBR Laboratorium

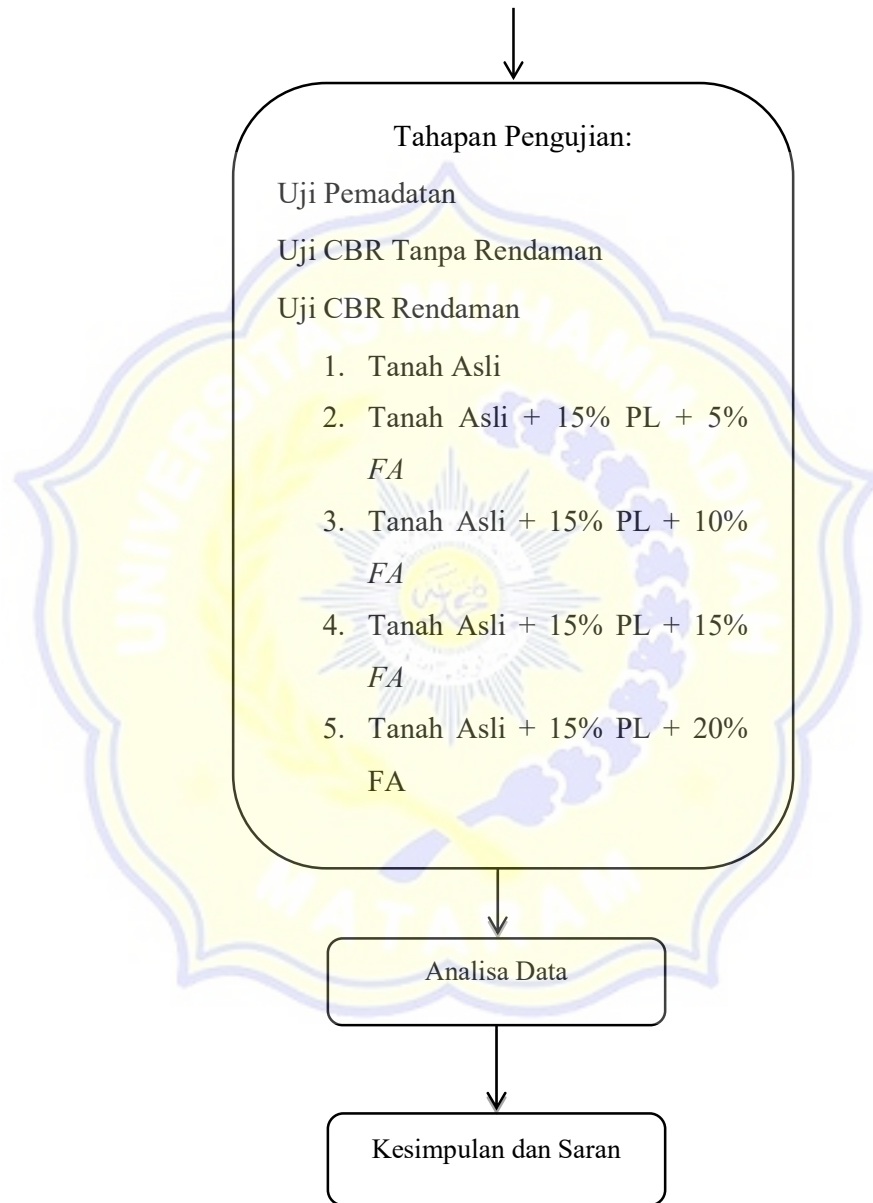
3.3.2. Bahan-bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini adalah sampel tanah lempung, pasir laut, dan *fly ash* untuk dilakukan pengujian sesuai dengan prosedur diantaranya:

1. Tanah ini merupakan tanah lempung, tanah lempung merupakan tanah yang sifat kembang susutnya tinggi dan tanah lempung ini sebagai bahan *subgrade* jalan yang akan dilakukan penelitian di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Pasir laut dan *fly ash* digunakan sebagai bahan tambah untuk stabilisasi tanah untuk mengetahui pengaruh stabilisasi tanah lempung dengan pasir laut dan *fly ash* serta pengaruhnya terhadap nilai CBR *subgrade* jalan.

3.3.3. Diagram Alir Penelitian





Gambar 3.25 Diagram aliran penelitian

3.4. Tahapan penelitian

3.4.1. Studi Pustaka

Studi pustaka adalah langkah yang dilakukan untuk 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.

3.4.2. Pengumpulan Data

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

3.4.3. Analisis Data

Analisis data tentunya dilakukan untuk mengetahui langkah-langkah dalam penelitian dan untuk mempermudah menganalisis data hasil pengujian laboratorium yang akan dilakukan, analisis data juga bertujuan untuk mendalami hal-hal yang berkaitan dengan penelitian agar bisa diterapkan. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mektan Universitas Muhammadiyah Mataram dengan beberapa tahapan pengujian diantaranya pengujian berat jenis, kadar air, batas Atterberg, kepadatan dan nilai CBR. Dari hasil pengujian akan dilanjutkan dengan analisis data sehingga didapatkan hasil penelitian.

3.4.4. Rancangan Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah menggunakan metode eksperimental dengan berusaha melakukan percobaan dengan beberapa sampel bahan uji untuk mendapatkan pengaruh dari suatu variabel ke variabel lainnya. Pada penelitian ini dilakukan pencampuran tanah lempung dengan pasir laut dan *fly ash* 5%, 10%, 15%, dan 20% yang bertujuan untuk meningkatkan nilai CBR pada *subgrade* jalan. Komposisi campuran bahan tambah dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah ini.

3.4.5. Jenis penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa pengujian untuk mendapatkan data yang berguna dalam proses stabilisasi tanah lempung dengan bahan tambah pasir laut dan *fly ash* pada *subgrade* jalan sebagai berikut :

1. Uji kadar air tanah

Pengujian ini adalah pengujian awal yang bertujuan untuk mengetahui kondisi air atau kadar air tanah yang terdapat dalam tanah sebagai sampel uji masing-masing benda uji.

Jenis pengujian yang dilakukan seperti dibawah ini :

- a. Bersihkan dan keringkan cawan kosong, kemudian cawan kosong tersebut ditimbang sebagai berat cawan kosong ($W1$).
- b. Sediakan sampel tanah uji kadar air, lalu masukkan contoh tanah (basah) itu kedalam cawan kosong tadi untuk ditimbang sebagai berat cawan + tanah basah ($W2$).
- c. Kemudian sampel uji tanah (basah) di masukkan ke dalam oven bersuhu (105°C - 110°C) selama 16 jam sampai 24 jam dengan keadaan cawan terbuka. Tutupan cawan dipasang pada bagian bawah cawan dengan kertas penanda kode pembeda masaing-masing cawan tersebut.
- d. Cawan dengan tanah kering di ambil dari dalam oven. Lalu di dinginkan, setelah tanah tidak panas. Kemudian di timbang sebagai berat cawan + tanah kering ($W3$).

2. Uji berat isi tanah

Uji berat volume dimaksudkan untuk mendapatkan berat isi tanah yang merupakan perbandingan antara berat tanah basah dengan volumenya. Pengujian ini dilakukan menggunakan metode silinder tipis yang dimasukkan ke dalam tanah, sehingga tidak dapat dilakukan pada jenis tanah berpasir lepas atau terdapat banyak sekali kerikil.

Jenis pengujian yang dilakukan seperti dibawah ini :

- a. Ambil cincin, kemudian bersihkan dan timbang beratnya ($W1$).
- b. Letakkan bagian yang tajam dipermukaan tanah dan tekan dengan hati-hati sampai tanahnya masuk keseluruhannya ke dalam cincin.
- c. Potong dan ratakan kedua sisinya dengan spatula.
- d. Bila ada sedikit lubang tambal dengan tanah yang sama.
- e. Bersihkan sisa-sisa tanah yang menepel pada bagian sisi luar cincin, kemudian timbang cincin berisi tanah.
- f. Hitung volume dengan mengukur dalam cincin dengan ketelitian 0.01 cm.

3. Uji berat jenis

Pengujian berat jenis yang dimaksud menentukan berat jenis suatu contoh tanah yang dijadikan sebagai benda uji. Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat butir-butir dengan destilasi di udara dengan volume yang sama temperatur tertentu.

Jenis pengujian yang dilakukan seperti dibawah ini :

- a. Piktometer di bersihkan bagian luar dan dalamnya dan di keringkan. Kemudian di timbang sebagai berat piktometer ($W1$).
- b. Tanah dihancurkan dalam caawan porselen dengan menggunakan pastel, kemudian dikeringkan dalam oven. Ambil tanah kering dalam oven dan langsung dimasukkan dalam piktometer dengan tutupnya berisi tanah. Setelah itu di timbang sebagai berat piktometer + tanah kering ($W2$).
- c. Isikan air 10cc ke dalam piktometer sehingga tanah tersebut terendam seluruhnya.
- d. Tambahkan air destilasi kira-kira samai setengah atau dua pertiga penuh.
- e. Piktometer direbus dengan hati-hati sekitar 10 menit dengan sesekali piktometer dimiringkan untuk membantu keluarnya udara yang kemudian didinginkan.
- f. Piktometer di tambah air destilasi sampai penuh dan tutup. Bagian luar piktometer dikeringkan dengan , setelah piktometer berisi tanah dan air lalu di timbang sebagai berat piktometer + tanah + air ($W3$).

- g. Piknometer dikosongkan dan di bersihkan kemudian di sisi dengan air destilasi bebas udara di tutup dan di bersihkan dengan kain kering. Piknometer yang berisi penuh dengan air lalu di timbang sebagai berat piknometer + air (W_4).

4. Uji batas cair

Pengujian batas cair tanah bermaksud untuk menentukan batas cair tanah dimana kadar air tanah tersebut berada pada peralihan yang diperiksa dengan alat Casagrade. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali sesuai dengan variasi campuran benda uji yang dapat di lihat pada Tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3.1 Pengujian batas cair tanah

No	Kode	Keterangan
1	LL 1	Tanah lempung
2	LL 2	Tanah lempung + 10% pasir laut
3	LL 3	Tanah lempung + 15% pasir laut
4	LL 4	Tanah lempung + 20% pasir laut
5	LL 5	Tanah lempung + 25% pasir laut

Jenis pengujian yang dilakukan seperti dibawah ini :

- Taruhlah contoh tanah (sebanyak +200 gram) dalam mangkok porselen, lalu campur rata dengan air destilasi sebanyak 15cc – 20cc. Aduk-aduk, tekan-tekan dan tusuk-tusuk dengan spatel, bila perlu tambahkan air secara bertahap berkisar 1cc – 3cc, aduk-aduk, tekan-tekan dan tusuk-tusuk dan seterusnya sehingga diperoleh adukan yang benar-benar merata.
- Apabila adukan tanah ini sudah merata dan kebasahannya menghasilkan sekitar pukulan 30 – 40 pukulan pada percobaan, tarulah sebagian tanah tersebut ke dalam mangkok Casagrade. Gunakan spatel, sebar dan tekan dengan baik agar tanah tidak berongga atau tidak terperangkatnya gelembung udara dalam tanah. Ratakan permukaan tanah dan buat

mendatar dengan ujung depan mangkok. Kembalikan tanah yang kelebihan ke dalam mangkok porselen.

- c. Dengan alat pembarut, buatlah alur lurus pada garis tengah mangkok Casagrade searah dengan sumbu alat, sehingga terpisah menjadi dua bagian secara simetris. Bentuk alur harus baik dan tajam dengan ukuran sesuai dengan alat pembarut.
- d. Segera gerakkan pemutar, sehingga mangkok Casagrade terangkat dan jatuh pada alasnya dengan kecepatan 2 putaran perdetik, sampai kedua bagian tanah bertemu sepanjang kira-kira 12.7 mm. Catatlah jumlah pukulan yang diperlukan tersebut.
- e. Pada percobaan pertama tersebut, jumlah pukulan yang diperlukan harus berkisar antara 30 – 40 kali pukulan
- f. Cucilah mangkok Casagrade dengan air, kemudian keringkan dengan kain. Lalu ulangi kembali pekerjaan sama dengan point b sampai d.
- g. Ambilah segera dari mangkok Casagrade sebagian tanah menggunakan spatel secara melintang tegak lurus alur termasuk bagian tanah yang saling bertemu. Periksalah kadar air tanah tersebut.
- h. Ulangi pekerjaan pada point b, c, d dan g sehingga diperoleh 3 atau 4 data hubungan antara kadar air dan jumlah di antara 0-10, 10-20, 20-25 dan 25-30 dengan masing-masing pukulan.

5. Uji batas plastis dan indeks plastisitas tanah

Uji batas plastis ini untuk menentukan batas plastis tanah dimana kadar air minimum bagi tanah tersebut yang masih berada dalam keadaan plastis. Tanah yang ada dalam keadaan plastis, apabila tanah digulung menjadi batang-batang berdiameter 3 mm mulai retak-retak. Indeks plastisitas merupakan selisih dari batas cair dan batas plastisnya tanah. Pengujian batas plastis dilakukan sebanyak 5 kali sesuai dengan variasi campuran yang dapat dilihat pada Tabel 3.3 dibawah ini.

Tabel 3.2 Pengujian batas plastis

No	Kode	Keterangan
1	PL 1	Tanah lempung
2	PL 2	Tanah lempung + 10% pasir laut
3	PL 3	Tanah lempung + 15% pasir laut
4	PL 4	Tanah lempung + 20% pasir laut
5	PL 5	Tanah lempung + 25% pasir laut

Jenis pengujian yang dilakukan seperti dibawah ini :

- a. Tarulah tanah dalam cawan porselen, campur dengan air sedikit, aduk sampai benar-benar merata. Kadar air tanah yang diberikan merupakan tanah bersifat cukup plastis dan dengan mudah dibentuk menjadi bola dan tidak terlalu melekat bila ditekan dengan jari.
- b. Remas dan bentuklah bola dari contoh tanah, kemudian gilinglah benda uji ini diatas plat kaca yang terletak pada bidang mendatar dibawah jari-jari tangan dengan tekanan seukupnya sehingga berbentuk batang-batang yang berdiameter rata. Gerakan menggiling tanah dengan gerakan maju mundur.
- c. Jika pada penggilingan berdiameter batang telah menjadi sekitar 3 mm, maka kumpulkan tanah yang retak-retak atau terputus-terputus tersebut dan segera lakukan pemeriksaan kadar air.
6. Uji batas susut

Pengujian batas susut ini bertujuan untuk mengetahui batas susut tanah dimana pengurangan kadar air yang selanjutya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah. Pengujian batas susut dilakukan sebanyak 5 kali sesuai dengan variasi campuran yang dapat dilihat pada Tabel 3.4 dibawah ini.

Tabel 3.3 Pengujian batas susut

No	Kode	Keterangan
1	SL 1	Tanah lempung
2	SL 2	Tanah lempung + 10% pasir laut
3	SL 3	Tanah lempung + 15% pasir laut
4	SL 4	Tanah lempung + 20% pasir laut
5	SL 5	Tanah lempung + 25% pasir laut

Jenis pengujian yang dilakukan seperti dibawah ini :

- a. Taruhlah contoh tanah dalam cawan porselen, campur dengan air sedikit demi sedikit, lalu aduk sampai benar-benar merata. Kadar air tanah yang diberikan adalah sampai tanah terlihat halus dan sedikit cair.
- b. Sediakan cawan porselin yang sudah dibersihkan dan ditimbang sebagai berat cawan kosong (*W1*), lalu berikan pelumas pada cawan porselin tersebut agar tanah tidak menempel dan mudah dilepas ketika tanah kering di oven.
- c. Masukkan tanah menggunakan spatel kedalam cawan porselin sedikit demi sedikit secara bertahap dan disetiap tahapnya itu cawan dijatuhkan seperti terbanting untuk meratakan tanah pada cawan porselin sehingga tidak terdapat rongga udara yang terjebak dalam tanah. Lakukan secara berulang-ulang kali sampai tanahnya terisi penuh.
- d. Ratakan permukaan tanah pada cawan porselin menggunakan spatel, kemudian bersihkan bagian luar cawan porselin menggunakan kain. Lalu ditimbang sebagai berat cawan + tanah basah (*W2*).
- e. Kemudian tanah di oven sampai kering pada suhu 105°C - 110°C selama 16 sampai 24 jam.
- f. Ambil tanah yang sudah kering dari oven. Lalu ditimbang sebagai berat cawan + tanah kering (*W3*).
- g. Sediakan air raksa dan wadah serta cawan kecil untuk tempat dimasukkannya air raksa nantinya. Setelah air raksa dituangkan ke dalam cawan ditarakan menggunakan plat kaca kecil. Kemudian benda uji

dimasukkan kedalam cawan berisi air raksa dan ditekan menggunakan plat kaca tadi sampai air raksa dan benda uji rata dengan cawan. Air raksa yang meluap keluar diambil dan ditimbang untuk mengetahui berat volume kering tanah.

7. Pengujian pemadatan tanah

Pengujian pemadatan tanah dilakukan untuk menentukan hubungan antara kadar air dengan berat volume kering tanah sehingga didapatkan kadar air optimum dan kepadatan tanah maksimum.

Prosedur pengujian yang dilakukan seperti dibawah ini :

- a. Bila contoh tanah yang akan digunakan untuk pengujian pemadatan ini masih basah, keringkan tanah tersebut diudara atau menggunakan alat pengering dengan suhu tidak melebihi 60°C . pengeringan dilakukan secukupnya saja sampai gumpalan-gumpalan tanah dapat dengan mudah dihancurkan menjadi butiran-butiran tanah.
- b. Butiran-butiran yang diperoleh disaring menggunakan saringan no.4 diameter lubang 6.35 mm. Butiran besar yang tertahan diatas saringan dibuang kecuali butiran yang masih berupa gumpalan yang masih bisa dipecah lebih lanjut.
- c. Bagian yang lewat saringan akan digunakan sebagai benda uji dan yang terkumpul jumlahnya harus cukup, yaitu sekurang-kurangnya 2 kg bagi masing-masing benda uji.
- d. Apabila contoh tanah berupa lempung, peresapan air secara merata kedalam gumpalan akan sukar dan perlu waktu yang lama. Maka untuk tanah lempung perlu dilaksanakan sebagai berikut :
 - Setelah dicampur merata dengan air, simpanlah tanah dalam tempat tertutup selama sekurang-kurangnya 12 jam sebelum dilakukan pemadatan (dapat digunakan kantong plastik). Karena pelaksanaan pemadatan akan dilaksanakan sekitar 5 kali dengan kadar air yang masing-masing berbeda. Makanya untuk tanah lempung baik apabila disiapkan benda uji yang lebih banyak.

- Siapkan 5 bagian benda uji, yang masing-masing sekurang-kurangnya 2 kg, masing-masing bagian dicampur secara merata sehingga kadar air yang diperoleh berbeda-beda. Masing-masing sekitar 1 sampai 3 persen dan masing-masing disimpan dalam tempat tertutup atau kantong-kantong plastik.
- e. Bersihkan silinder pemadatan yang akan digunakan, kemudian ditimbang dan catat sebagai berat ($W1$), dengan ketelitian timbangan ± 5 gram).
 - f. Pasang dan kelem pelat alas dan silinder sambungan. Pada saat pelaksanaan penumbukan, silinder harus diletakkan pada dasar yang kokoh (tidak boleh diatas tanah atau lantai yang bergetar karena tenaga yang diperoleh akan berkurang). Bila perlu misalnya harus disediakan balok beton yang beratnya sekurang-kurangnya 91 kg.
 - g. Sejumlah tanah lembab yang sudah disiapkan di padatkan dalam silinder dalam lapisan-lapisan yang sama tebalnya (3 lapisan), sehingga tanah padat yang diperoleh kira-kira 0,50 cm lebih tinggi dari silinder utama. Setiap lapisan ditumbuk dengan jumlah tumbukan tertentu secara merata pada seluruh permukaan. Penumbuk yang digunakan yaitu penumbuk standar dengan berat 2,5 kg sesuai cara A yang tercantum dalam daftar.
 - h. Lepas silinder sambungan (silinder bagian atas), kemudian potong tanah dengan pisau (*straight edge*) sehingga tanah rata dengan permukaan silinder, bila perlu lubang-lubang kecil yang terdapat permukaan tanah ditambal sehingga permukaan menjadi lebih halus. Lebas pelat dasar, kemudian timbang silinder bersama tanahnya dan catat beratnya ($W2$).
 - i. Keluarkan tanah padat tersebut, kemudian dibelah dan diambil contoh dari bagian atas, tengah dan bawah secukupnya untuk diperiksa kadar airnya. Kemudian ditimbang dan catat beratnya ($W3$).
 - j. Pekerjaan ini lakukan sebanyak 5 kali sehingga diperoleh 5 data yaitu 2 data kadar air dibawah kadar air optimum dan 2 data kadar air diatas kadar air optimum sehingga didapatkan kepadatan tanah maksimum.

8. Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

Pengujian CBR ini 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. Dalam penelitian ini digunakan kadar air optimum yang didapatkan pada saat pengujian pemadatan tanah untuk pencampuran benda uji. 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 tanpa rendaman yaitu tanah lempung dengan lolos saringan no. 4 diameter lubang 6.35 mm dan bahan tambah berupa pasir laut lolos saringan no. 16 diameter lubang 1.18 mm dan *fly ash* lolos saringan no. 200 diameter 0.075 mm.

Prosedur pengujian yang dilakukan seperti dibawah ini :

- a. Bila contoh tanah yang akan digunakan untuk pengujian pemadatan ini masih basah, keringkan tanah tersebut diudara atau menggunakan alat pengering dengan suhu tidak melebihi 60°C. Pengeringan dilakukan secukupnya saja sampai gumpalan-gumpalan tanah dapat dengan mudah dihancurkan menjadi butiran-butiran tanah.
- b. Butiran-butiran yang diperoleh disaring menggunakan saringan no.4 diameter lubang 6.35 mm. Butiran besar yang tertahan diatas saringan dibuang kecuali butiran yang masih berupa gumpalan yang masih bisa dipecah lebih lanjut.
- c. Bagian yang lewat saringan akan digunakan sebagai benda uji dan yang terkumpul jumlahnya harus cukup, yaitu sekurang-kurangnya 4 kg bagi masing-masing benda uji.
- d. Campur tanah tersebut dengan air secukupnya secara merata sedemikian hingga untuk benda uji yang pertama kadar air optimum yang diperoleh dari hasil uji pemadatan tanah sebelumnya.

- e. Apabila contoh tanah berupa lempung, peresapan air secara merata kedalam gumpalan akan sukar dan perlu waktu yang lama. Maka untuk tanah lempung perlu dilaksanakan sebagai berikut :
- Setelah dicampur merata dengan air, simpanlah tanah dalam tempat tertutup selama sekurang-kurangnya 24 jam sebelum dilakukan pemadatan (dapat digunakan kantong plastik). Karena pelaksanaan pemadatan akan dibuat 1 benda uji dalam satu variasi campuran dengan kadar air optimum. Maka untuk tanah lempung sebaiknya disiapkan benda uji yang lebih banyak untukantisipasi kegagalan dalam pengujian juga.
 - Siapkan benda uji dalam satu variasi campuran, yang masing-masing sekurang-kurangnya 4 kg, masing-masing bagian dicampur secara merata. Masing-masing disimpan dalam tempat tertutup atau kantong-kantong plastik.
- f. Bersihkan silinder pemadatan yang akan digunakan, kemudian ditimbang dan catat sebagai berat ($W1$), dengan ketelitian timbangan ± 5 gram.
- g. Pasang dan kelem pelat alas dan silinder sambungan. Pada saat pelaksanaan penumbukan, silinder harus diletakkan pada dasar yang kokoh (tidak boleh diatas tanah atau lantai yang bergetar karena tenaga yang diperoleh akan berkurang). Bila perlu misalnya harus disediakan balok beton yang beratnya sekurang-kurangnya 91 kg.
- h. Sejumlah tanah lembab yang sudah disiapkan di padatkan dalam silinder dalam lapisan-lapisan yang sama tebalnya (3 lapisan), sehingga tanah padat yang diperoleh kira-kira 0,50 cm lebih tinggi dari silinder utama. Setiap lapisan ditumbuk dengan jumlah tumbukan tertentu secara merata pada seluruh permukaan. Penumbuk yang digunakan yaitu penumbuk berat. Pada sampel benda uji ini dilakukan penumbukan pada benda uji sebanyak 56 kali per lapis.
- i. Setelah dilakukan penumbukan, bagian atas silinder sambungan dilepas agar bisa di ratakan permukaan tanah yang ada pada bagian atas silinder

utama menggunakan pisau. Setelah diratakan, silinder diangkat dengan pelat alasnya untuk ditimbang.

- j. Kemudian untuk pengujian nilai CBR tanpa rendaman ini benda uji langsung dibawa ke alat pengujian nilai CBR untuk dilakukan pengujian.
- k. 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”.
- l. Setelah selesai, keluarkan sampel tanah dari *mould* kemudian ambil sebagian tanah di lapisan atas, sebagian tanah di lapisan tengah, dan sebagian lagi tanah pada lapisan bawah untuk dihitung kadar airnya.

Tabel 3.4 Pengujian CBR tanah lempung + pasir laut tanpa rendaman

No	Kode	Keterangan	Jumlah tumbukan (perlapis)
1	CBR 1	Tanah lempung	56 kali
2	CBR 2	Tanah lempung + 10% pasir laut	56 kali
3	CBR 3	Tanah lempung + 15% pasir laut	56 kali
4	CBR 4	Tanah lempung + 20% pasir laut	56 kali
5	CBR 5	Tanah lempung + 25% pasir laut	56 kali

Tabel 3.5 Pengujian CBR optimum dengan pemeraman

No	Kode	Keterangan	Jumlah tumbukan (perlapis)	Waktu pemeraman
1	CBR 1	Tanah lempung	56 kali	Semalam
2	CBR 2	TA+ 15% PA+ 5% FA	56 kali	3 hari
3	CBR 3	TA + 15% PA+ 10% FA	56 kali	3 hari
4	CBR 4	TA + 15% PA+ 15% FA	56 kali	3 hari
5	CBR 5	TA + 15% PA+ 20% FA	56 kali	3 hari