

SKRIPSI

**PEMANFAATAN ABU KAYU DAN SEMEN PORTLAND TIPE 1
SEBAGAI BAHAN STABILITAS TANAH LEMPUNG
TERHADAP NILAI CBR.**

**(Studi Kasus : Desa Sengkerang, Kecamatan Praya Timur,
Kabupaten Lombok Tengah)**

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



DISUSUN OLEH :

MUH. SYAMSUL ARIFIN

(2019D1B147)

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

2024

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

**PEMANFAATAN ABU KAYU DAN SEMEN PORTLAND TIPE 1
SEBAGAI BAHAN STABILITAS TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI
CBR.**

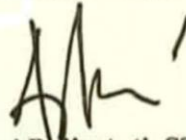
**(Studi Kasus : Desa Sengkerang, Kecamatan Praya Timur,
Kabupaten Lombok Tengah)**

Disusun Oleh:

Muh. Syamsul Arifin
2019D1B147

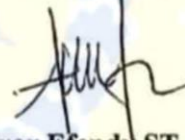
Mataram, 12 Februari 2024

Pembimbing I



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


Pembimbing II



Anwar Efendy, ST.,MT.
NIDN: 0811079502

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Mataram




Dr. H. Ali Svailendra Ubaidillah, ST.,M.,Sc
NIDN: 0806027101

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

PEMANFAATAN ABU KAYU DAN SEMEN PORTLAND TIPE 1 SEBAGAI BAHAN STABILITAS TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI CBR

(Studi Kasus : Desa Sengkerang, Kecamatan Praya Timur,
Kabupaten Lombok Tengah)

Disusun Oleh:

Muh. Svamsul Arifin
2019D1B084

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada Hari/Tanggal : Mataram, 12 Februari 2024

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

1. Penguji I : Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT (.....)
2. Penguji II : Anwar Efendy, ST., MT (.....)
3. Penguji III : Hafiz Hamdani, ST., MT (.....)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Mataram

Dr. H. Aji Syailendra Ubaidillah, ST., M.Sc.
NIDN: 0806027101

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya Muh. Syamsul Arifin 2019DIB147 Program Studi Teknik sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram, menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi dengan judul "PEMANFAATAN ABU KAYU DAN SEMEN PORTLAND TIPE 1 SEBAGAI BAHAN STABILITAS TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI CBR" adalah karya tulis saya sendiri. Saya menyadari bahwa segala bentuk plagiat, pengutipan tanpa mencantumkan sumber, atau tindakan plagiarisme lainnya merupakan pelanggaran etika akademis dan dapat berakibat pada sanksi akademis yang berlaku.

Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil jiplakan atau penjiplakan dari karya orang lain.
2. Setiap referensi, data, atau informasi yang diambil dari karya orang lain telah saya cantumkan dengan jelas dan lengkap dalam daftar pustaka.
3. Sumber daya yang digunakan dalam penelitian ini, baik berupa bahan tertulis, data, atau informasi dari pihak lain, telah saya akui secara jelas dan sah sesuai dengan aturan yang berlaku.

Saya menyadari bahwa apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi yang berlaku sesuai dengan ketentuan yang berlaku di institusi ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan saya siap untuk mempertanggung jawabkannya.

Mataram, 15 Februari 2024
Yang Membuat Pernyataan



Muh. Syamsul Arifin
NIM: 2019DIB147



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 : MUH. SYAMSUL ARIFIN
NIM : 2019018147
Tempat/Tgl Lahir : Desa Sengkasrang, 26 Maret 2001
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
No. Hp : 085 95516 447
Email : Syaputraarif556@gmail.com

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

Pemanfaatan abu kayu dan semen portland tipe 1 sebagai bahan stabiliser tanah lempung terhadap nilai CBR (Studi kasus: Desa Sengkasrang, Kecamatan Prayati Timur, Kabupaten Lombok Tengah).

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 49%

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, 29 Februari2024

Penulis


METERAI
TEMPEL
6C1ALX078844494

MUH. SYAMSUL ARIFIN
NIM. 2019018147

Mengetahui
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT


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

alah 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 : MUH. SYAMSUL ARIFIN
NIM : 2019D1B147
Tempat/Tgl Lahir : Desa Sengkorang, 26 Maret 2001
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
No. Hp/Email : SYAPUTRA@1F556@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:

Pemanfaatan Abu kayu dan semen Portland tipe 1 sebagai bahan stabilisator tanah lempung terhadap nilai CBR.
(Studi kasus : Desa Sengkorang, Kecamatan Praya Timur, Kabupaten Lombok Tengah).

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, 29 February 2024

Penulis

MUH. SYAMSUL ARIFIN
NIM. 2019D1B147

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

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

MOTTO

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya."
(Al Baqarah 286)

“Kesempatan tercipta oleh mereka yang mempersiapkannya dengan baik.”
(Louis Pasteur)



PERSEMBAHAN

Ucapan persembahan ini merupakan salah satu bentuk rasa Syukur, hormat, dan terimakasih saya kepada beberapa pihak karena berkat dorongan dan bantuan baik moral maupun materil dari mereka, skripsi ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya. Maka skripsi ini dipersembahkan untuk :

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas nikmat-Nya lah skripsi ini dapat diberikan kelancaran dan kemudahan dalam proses pengerjaannya.
2. Nabi Muhammad SAW yang mencintai dan mendoakan keselamatan saya sebagai ummat-nya.
3. Kedua orang tua saya tercinta yang tak pernah lelah dalam memberikan doa, dukungan moral maupun materil, harapan, kesabaran, serta kasih sayang dan cinta yang melimpah kepada saya sehingga menjadi motivasi terbesar saya dalam menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Permohonan maaf yang sebesar-besarnya masih belum bisa membalas kebaikanmu.
4. Keluarga, sahabat, teman seperjuangan, tetangga rumah dan semua pihak yang selalu meluangkan waktunya bahkan setiap kali bertemu selalu bertanya “Kapan seminar?”, “Kapan sidang?”, “kapan wisuda?”. Terimakasih ya berkat pertanyaan kalian skripsi ini segera diselesaikan.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah hirobbil alamin, puja beserta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“PEMANFAATAN ABU KAYU DAN SEMEN PORTLAND TIPE 1 SEBAGAI BAHAN STABILITAS TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI CBR”** Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana S-1 pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang berkontribusi dalam penyelesaian skripsi ini. Ucapan tersebut ditujukan kepada :

1. Drs. Abdul Wahab, Ma., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Dr. H. Aji Syailendra Ubaidillah, ST., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Adryan Fitrayudha, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Utama.
5. Anwar Efendy, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Kedua
6. Seluruh Civitas Akademik Fakultas Teknik.
7. Untuk diri sendiri, terima kasih banyak sudah memulai dan menyelesaikan dengan usaha dan perjuangan yang begitu keras. Terima kasih karena tidak menyerah dan terus menjalani hidup dengan sebaik-baiknya.

Skripsi ini tentunya masih jauh dari kata kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang membangun untuk menjadi bahan pembelajaran penulis di masa depan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi dunia teknik sipil.

Mataram, 15 Februari 2024

Muh. Syamsul Arifin
NIM: 2019D1B147

ABSTRAK

Pada suatu perencanaan pembangunan jalan, lapisan tanah dasar merupakan bagian penting dari pembangunan jalan, dikarenakan menunjang semua pembangunan jalan serta beban lalu lintas di atasnya. Tanah dasar merupakan bagian bawah dari struktur konstruksi. Permasalahan yang sering muncul pada keadaan tanah yang kurang baik biasanya terdapat pada tanah lempung, karena tanah lempung cenderung menyerap dan menyimpan, sehingga dapat merendahkan daya dukung tanah. Oleh karena itu tanah lempung harus di stabilisasikan untuk memenuhi persyaratan teknis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui klasifikasi tanah yang di uji, dan untuk mengetahui sifat fisik dan sifat mekanik pada tanah lempung sebelum dan sesudah ditambahkan campuran variasi abu kayu dan semen portland tipe 1.

Pada penelitian ini sampel tanah yang diuji adalah jenis tanah lempung yang berasal dari Desa Sengkerang Kecamatan Praya Timur Kabupaten Lombok Tengah. Bahan campuran variasi yang digunakan untuk stabilisasi yaitu abu kayu dan semen portland tipe 1, dengan persentase campuran abu kayu sebesar 20%, 25%, 30% dan ditambahkan semen 10% pada setiap sampelnya. Dalam hal ini pengujian yang dilakukan antara lain pengujian sifat fisik tanah dan pengujian sifat mekanik tanah. Adapun pengujian sifat fisik tanah yang dilakukan yaitu pengujian kadar air, berat volume, berat jenis, batas cair, batas plastis, indeks plastis, analisa saringan, hidrometer dan pemadatan. Untuk sifat mekanik dengan pengujian CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) dan CBR rendaman (*soaked*). Penelitian ini dilakukan di laboratorium mekanika tanah, Universitas Muhammadiyah Mataram.

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik tanah yang dilakukan, didapat hasil kadar air asli 42,98% dan indeks plastisitas 20,89% sampel tanah yang di ambil dari Desa Sengkerang, Kecamatan Praya Timur, Kabupaten Lombok Tengah menurut USCS tanah asli diklasifikasikan sebagai CH (clay high plasticity) atau disebut juga dengan tanah lempung dengan plastisitas tinggi dan berdasarkan AASHTO termasuk kelompok A-7-5. Pada pengujian CBR tanpa rendaman didapatkan nilai sebesar 13,64% dan CBR rendaman sebesar 3,10%. Dari hasil uji standar Proctor menghasilkan nilai kadar air optimum tanah asli sebesar 33,97% dan volume berat kering 1.269 gram/cm³, kadar air optimum untuk variasi uji standar proctor didapatkan pada variasi 25%. Kadar optimum CBR variasi tanpa rendaman yang didapatkan adalah pada variasi 25% abu kayu dan semen dengan nilai presentase nilai sebesar 25,52%. Sehingga dapat direkomendasikan bahwa abu kayu dan semen mampu menaikkan nilai CBR pada tanah lempung.

Kata Kunci : Tanah Lempung, Abu kayu, Semen, CBR, Stabilisasi Tanah

ABSTRACT

The subgrade is essential in a road construction plan because it supports all road construction and traffic load. The subgrade is the lower part of the construction structure. Problems that often arise in poor soil conditions are usually found in clay soils because clay soils tend to absorb and store so that they can reduce the bearing capacity of the soil. Therefore clay soils must be stabilized to meet technical requirements. This study aimed to determine the classification of the soil tested and the physical and mechanical properties of the clay soil before and after adding a mixture of wood ash variation and type 1 Portland cement.

The research analyzed a soil sample of clay soil obtained from Sengkerang Village, East Praya District, Central Lombok Regency. The stabilization combination consisted of wood ash and type 1 Portland cement. The wood ash mixture comprised 25%, 30%, and 10% cement added to each sample, with a total percentage of 205. The tests conducted involved examining both the physical and mechanical qualities of the soil. Soil physical characteristics testing included water content, volume weight, specific gravity, liquid limit, plastic limit, plastic index, sieve analysis, hydrometer, and compaction. For evaluating mechanical qualities using CBR testing in unsoaked and wet conditions.

The research was carried out in the soil mechanics laboratory at Muhammadiyah Mataram University. Based on the results of testing the physical properties of the soil, the results obtained original moisture content of 42.98% and a plasticity index of 20.89% of soil samples taken from Sengkerang Village, East Praya District, Central Lombok Regency according to USCS original soil classified as CH (clay high plasticity) or also known as clay with high plasticity and based on AASHTO including group A-7-5. According to the Proctor standard test results, the optimum moisture content of native soil is 33.97%, and the dry weight volume is 1,269 grams/cm³. The optimum moisture content for the standard Proctor test variation is obtained in the 25% variation. The optimum level of CBR for the variation without soaking obtained is in the 25% variation of wood ash and cement with a percentage value of 25.52%. So, wood ash and cement are recommended to increase the CBR value of clay soil.

Keywords: Loamy Soil, Wood ash, Cement, CBR, Soil Stabilization

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA
MATARAM



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	v
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACK	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR NOTASI.....	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	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
2.2	Landasan Teori	10
2.2.1	Definisi Tanah	10
2.2.2	Lapisan Tanah Dasar Pekerasan (<i>subgrade</i>)	11
2.2.3	Klasifikasi Tanah.....	13
2.2.4	Klasifikasi Tanah Berdasarkan Ukuran Butir.....	14
2.2.5	Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO.....	15
2.2.6	Klasifikasi Tanah <i>Unified</i> (USCS)	18
2.2.7	Tanah Dasar (<i>Subgrade</i>).....	21
2.2.8	Tanah Lempung.....	21
2.2.9	Stabilitas Tanah	24
2.2.10	Semen Portland Tipe 1	24
2.2.11	Abu Kayu.....	27
2.3	Jenis Pelaksanaan Pengujian	28
2.3.1	Batas <i>Atterberg</i> (Batas Konsistensi).....	31
2.3.2	Pemadatan Tanah (Standar Proctor).....	35
2.3.3	CBR (California Bearing Ratio).....	37
BAB III METODE PENELITIAN		39
3.1	Lokasi Penelitian	39
3.2	Persiapan dan Tahap Penelitian.....	40
3.2.1.	Pengambilan Sampel Tanah	40
3.2.2.	Pengambilan Sampel Abu Kayu.....	41
3.2.3.	Persiapan Semen Portland Tipe 1	42
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	42

3.3.1. Alat dan Bahan Penelitian	42
3.3.2. Bahan - bahan Penelitian	52
3.4 Tahapan Penelitian	54
3.4.1. Studi Kasus	54
3.4.2. Pengumpulan Data.....	54
3.4.3. Analisis Data	54
3.4.4. Rancangan Penelitian	54
3.4.5. Menentukan Rencana Variasi Campuran	63
3.5 Diagram Alir penelitian.....	65
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	66
4.1. Pendahuluan	66
4.2. Menentukan Variasi Campuran untuk Stabiliisasi Tanah.....	66
4.3. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah	69
4.3.1. Kadar Air Tanah	69
4.3.2. Berat isi tanah	70
4.3.3. Berat jenis tanah (<i>Spesific Gravity</i>).....	70
4.3.4. Analisa saringan dan hidrometer	70
4.3.5. Batas cair tanah.....	73
4.3.6. Batas plastis tanah	74
4.3.7. Indeks plastisitas tanah	76
4.3.8. Klasifikasi tanah	77
4.4. Pemasatan tanah.....	78
4.5. Hasil Pengujian Mekanis Tanah.....	81
4.5.1. CBR rendaman (<i>Soaked</i>)	81
4.5.2. CBR tanpa rendaman (<i>Unsoaked</i>)	84

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	86
5.1. Kesimpulan.....	86
5.2. Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN.....	90



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis tanah berdasarkan indeks plastisitas (IP) menurut Jumkis, (1962) dalam Hardiyatmo (2017)	14
Tabel 2. 2 Klasifikasi Berdasarkan Ukuran Butiran.....	15
Tabel 2. 3 Sistem Klasifikasi AASHTO.....	17
Tabel 2. 4 Sistem Klasifikasi Tanah Unified (Bowles, 1991).....	18
Tabel 2. 5 Sistem Klasifikasi Unified.....	19
Tabel 2. 6 Sistem Klasifikasi Unified Lanjutan	20
Tabel 2. 7 Hubungan Batas Atterberg Dan Potensi Perubahan Volume.....	23
Tabel 2. 8 Kandungan Oksidasi Pada Semen Portland	25
Tabel 2. 9 Kebutuhan Kadar Semen untuk Berbagai Jenis Tanah	26
Tabel 2. 10 Pengelompokan Berat jenis tanah	29
Tabel 2. 11 Saringan Standar Amerika.....	30
Tabel 2. 12 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah.....	34
Tabel 2. 13 Jenis Tanah Berdasarkan Nilai PI	34
Tabel 2. 14 Standar nilai CBR tanah dasar (Subgrade) jalan	37
Tabel 3. 1 Variasi campuran pengujian.....	55
Tabel 3. 2 Berat minimum benda uji kadar air.....	55
Tabel 3. 3 Pengujian CBR tanah Lempung + abu kayu + semen tanpa rendaman	63
Tabel 4. 1 Hasil pengujian indeks plastisitas.....	67
Tabel 4. 2 Hasil pengujian CBR tanpa rendaman	68
Tabel 4. 3 Hasil pengujian indeks plastisitas.....	68
Tabel 4. 4 Hasil pengujian CBR tanpa rendaman	69
Tabel 4. 5 Hasil pengujian kadar air tanah asli	69
Tabel 4. 6 Hasil pengujian gabungan analisa saringan dan hidrometer	71
Tabel 4. 7 Hasil pengujian batas cair.....	73
Tabel 4. 8 Hasil pengujian batas plastis	75
Tabel 4. 9 Hasil pengujian indeks plastisitas.....	76
Tabel 4. 10 Hasil pengujian pemadatan tanah asli	78

Tabel 4. 11 Hasil pengujian pemadatan untuk kadar air optimum.....	80
Tabel 4. 12 Hasil pengujian pemadatan untuk berat isi kering	81
Tabel 4. 13 Hasil pengembangan CBR rendaman tanah asli	82
Tabel 4. 14 Hasil pengujian CBR rendaman (<i>Unsoaked</i>)	83
Tabel 4. 15 Hasil pengujian CBR tanpa rendaman	84



DAFTAR GAMBAR

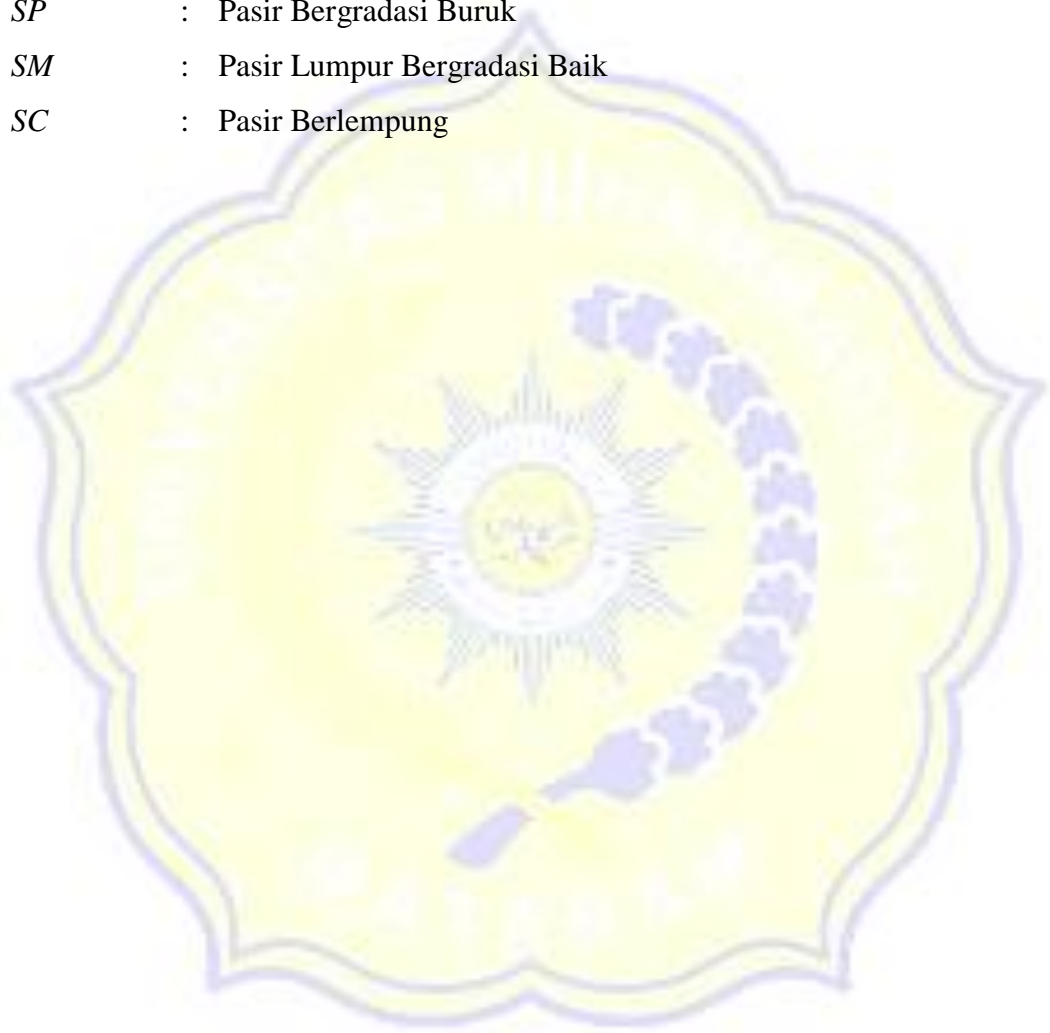
Gambar 2. 1 Rentang dari batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) untuk kelompok tanah (Das, 1998).	15
Gambar 2. 2 Batas – batas Atterberg	31
Gambar 2. 3 Kurva Penentuan Batas Cair Lempung.....	32
Gambar 2. 4 Kurva Hubungan Kadar Air dan Berat Volume Kering	36
Gambar 3. 1 Lokasi Pengambilan abu kayu	39
Gambar 3. 2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel tanah lempung	40
Gambar 3. 3 Pengambilan sampel tanah lempung	41
Gambar 3. 4 Pengambilan sampel abu kayu.....	41
Gambar 3. 5 Semen Portland Tipe I	42
Gambar 3. 6 Baskom Plastik dan Centong	43
Gambar 3. 7 Plastik keresek	43
Gambar 3. 8 Alat Penumbuk	44
Gambar 3. 9 Silinder.....	44
Gambar 3. 10 Saringan	45
Gambar 3. 11 Cawan	45
Gambar 3. 12 Jangka Sorong.....	46
Gambar 3. 13 Timbangan	46
Gambar 3. 14 Oven.....	47
Gambar 3. 15 Alat casagrande.....	47
Gambar 3. 16 Alat Picnometer	48
Gambar 3. 17 Dial Guage	48
Gambar 3. 18 Cetok dan Spatula.....	49
Gambar 3. 19 Batang Pelat Baja.....	49
Gambar 3. 20 Kompor Elektrik	50
Gambar 3. 21 Botol Semprot.....	50
Gambar 3. 22 Gelas Ukur 1000cc	51
Gambar 3. 23 Mesin Penetrasi CBR.....	51
Gambar 3. 24 Tanah Lempung	52

Gambar 3. 25 Abu Kayu.....	53
Gambar 3. 26 Semen Portland.....	53
Gambar 4. 1 Distribusi ukuran butiran tanah asli.....	72
Gambar 4. 2 Grafik batas cair sampel tanah asli, S10AK20, S10AK25, dan S10AK30.....	74
Gambar 4. 3 Grafik batas plastis sampel tanah asli, S15AK20, S15AK25, dan S15AK30	75
Gambar 4. 4 Grafik indeks plastisitas sampel tanah asli, S10AK20, S10AK25, dan S10AK30	76
Gambar 4. 5 Grafik hubungan antara volume kering dengan kadar air tanah asli	79
Gambar 4. 6 Grafik pemadatan kadar air optimum sampel tanah asli, S10AK20, S10AK25, dan S10Ak30	80
Gambar 4. 7 Grafik pemadatan berat isi kering sampel tanah asli, S10AK20, S10AK25, dan S10AK30	81
Gambar 4. 8 Hubungan Hubungan antara nilai CBR rendaman sampel tanah asli, S10AK20, S10AK25, dan S10AK30	83
Gambar 4. 9 Hubungan antara nilai CBR tanpa rendaman dengan campuran semen dan Abu kayu	84

DAFTAR NOTASI

<i>CH</i>	: Tanah lempung, plastisitas tinggi (<i>Clayey Soil, High Plasticity</i>)
<i>MH</i>	: Tanah Lempung berpasir (<i>Silty Clay</i>)
<i>C</i>	: Lempung (<i>clay</i>)
<i>M</i>	: Lanau (<i>silt</i>)
<i>O</i>	: Lanau atau lempung organik (<i>organic silt or clay</i>)
<i>OL</i>	: Kadar Air Optimal Rendah (<i>Optimum Moisture Content Low</i>)
<i>OH</i>	: Kadar Air Optimal Tinggi (<i>Optimum Moisture Content High</i>)
<i>H</i>	: Plastisitas tinggi (<i>higt-plasticity</i>)
<i>L</i>	: Plastisitas rendah (<i>low-plasticity</i>)
<i>Pt</i>	: Tanah gambut dan tanah organik tinggi (<i>peat and highly organic soil</i>)
<i>GI</i>	: Indek kelompok (<i>group index</i>)
<i>F</i>	: Persen butirsn lolos saaringan, nomor 200 (0,075 mm)
<i>PL</i>	: Batas plastis (%)
<i>LL</i>	: Batas cair (%)
<i>IP</i>	: Indeks plastisitas (%)
<i>W</i>	: Kadar air (%)
<i>W₁</i>	: Berat cawan kosong (gram)
<i>W₂</i>	: Berat cawan + tanah basah (gram)
<i>W₃</i>	: Berat cawan + tanah kering (gram)
<i>V</i>	: Volume tanah (m ³)
<i>G_s</i>	: Berat jenis tanah
<i>S</i>	: Pembacaan dial
<i>h</i>	: Tinggi benda uji
<i>γ_{wet}</i>	: Berat volume tanah basah (gr/m ³)
<i>γ_{dry}</i>	: Berat volume tanah kering (gr/m ³)
<i>CBR</i>	: <i>California Bearing Ratio</i>
<i>S10AK20</i>	: Semen 10% Abu kayu 20%
<i>S10AK25</i>	: Semen 10% Abu kayu 25%

- S10AK30* : Semen 10% Abu kayu 30%
GW : Kerikil Bergradasi Baik
GP : Kerikil Bergradasi Buruk
GM : Kerikil Pasir Bergradasi Baik
GC : Kerikil Berlempung
SW : Pasir Bergradasi Baik
SP : Pasir Bergradasi Buruk
SM : Pasir Lumpur Bergradasi Baik
SC : Pasir Berlempung



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Asistensi Pembimbing I	91
Lampiran 2 Lembar Asistensi Pembimbing II	92
Lampiran 3 Hasil pengujian kadar	93
Lampiran 4 Berat Isi Tanah.....	94
Lampiran 5 Pengujian Berat Jenis Tanah.....	95
Lampiran 6 Hasil Pengujian Analisa Saringan dan Hidrometer	96
Lampiran 7 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli	98
Lampiran 8 Batas Cair Variasi Campuran Tanah 70%, Abu kayu 20%, Semen 10%	100
Lampiran 9 Batas Cair Variasi Campuran Tanah 65%, Abu kayu 25%, Semen 10%	102
Lampiran 10 Lampiran 10 Batas Cair Variasi Campuran Tanah 60%, Abu kayu 30%, Semen 10%	103
Lampiran 11 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli	104
Lampiran 12 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah 70%, Abu Kayu 20%, Semen 10%	105
Lampiran 13 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah 65%, Abu Kayu 25%, Semen 10%	106
Lampiran 14 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah 60%, Abu Kayu 30%, Semen 10%	107
Lampiran 15 Hasil Pengujian Pematatan Variasi 0% - 30%	108
Lampiran 16 Hasil Pengujian CBR tanpa Rendaman Variasi 0% - 30%	115
Lampiran 17 Hasil Pengujian CBR Rendaman Variasi 0% - 30%	122
Lampiran 18 Dokumentasi Kegiatan Penelitian	131

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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

Stabilisasi tanah adalah suatu cara yang digunakan untuk menangani perbaikan lapisan struktur tanah yang masih kurang baik dalam spesifikasi penggunaannya, “Proyek dikatakan berkualitas apabila hasil proyek memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan”, (Gardjito 2017). Stabilisasi tanah juga dapat dilakukan dengan cara mengganti struktur lapisan tanah dengan struktur lapisan tanah lain yang lebih stabil atau dengan cara melakukan penambahan material lain sebagai additif yang dimaksudkan untuk dapat memperbaiki struktur tanah berdasarkan spesifikasi. Pada penelitian berikut ini penulis menggunakan Bahan tambahan abu kayu dan semen portland tipe 1 sebagai campuran variasinya.

Sebagai variasi campuran, abu kayu merupakan sebuah material sisa dari hasil pembakaran kayu bakar. Tersusun dari material berbutir halus namun hanya memiliki sedikit kemampuan untuk menyerap air, sehingga dalam penelitian ini abu kayu bakar diharapkan mampu untuk dijadikan bahan stabilisasi tanah akibat perubahan kandungan air. Pada hakikat penambahan material semen portland Tipe 1 adalah dipergunakan sebagai media pengikat struktur tanah lempung yang akan ditambahkan abu kayu, materialnya ekonomis dan mudah terjangkau dikalangan masyarakat menengah kebawah. Penggunaan semen portland secara umum adalah dipakai sebagai pengikat beton, “Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen portland, yang biasanya terdiri dari campuran Semen, Air dan bahan Mineral lainnya yang berupa Agregat halus (pasir) dan Agregat kasar (koral). (Candra & Siswanto, 2018)

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

Pada suatu perencanaan pembangunan jalan, lapisan tanah dasar merupakan bagian penting dari pembangunan jalan, dikarenakan menunjang semua pembangunan jalan serta beban lalu lintas di atasnya. Tanah dasar merupakan bagian bawah dari struktur konstruksi. Permasalahan yang sering muncul pada keadaan tanah yang kurang baik biasanya terdapat pada tanah lempung.

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain, dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil. Disamping itu tanah berfungsi juga sebagai pendukung pondasi dari bangunan. Jadi seorang ahli teknik sipil harus juga mempelajari sifat-sifat dasar dari tanah seperti asal usulnya, penyebaran ukuran butiran, kemampuan mengalirkan air, sifat pemampatan bila dibebani (*compressibility*), kekuatan geser, kapasitas daya dukung terhadap beban, dan lain-lain. Menurut (Braja M. Das, 1988) dalam jurnal (Andriani et al., 2012)

Tanah lempung adalah salah satu material tanah yang ada di dunia. Jenis tanah lempung ini berbeda dengan jenis tanah lainnya, selain warnanya yang hitam atau coklat, tanah ini juga memiliki karakteristik mudah untuk mengembang ketika ditambah air dan menyusut ketika kondisi kering. Tanah lempung ini tersebar luas di daerah Indonesia bahkan penyebarannya hampir merata, dan salah satu contohnya ada di pulau Lombok khususnya di desa Sengkerang, Kecamatan Praya Timur, Kabupaten Lombok Tengah.

Desa Sengkerang merupakan salah satu desa yang berada di Kecamatan Praya Timur, Kabupaten Lombok Tengah. Infrastruktur pendukung seperti jalan yang berfungsi sebagai akses penghubung memiliki peran penting dalam meningkatkan ekonomi penduduk Desa Sengkerang yang mayoritasnya bekerja sebagai seorang

pedagang kaki lima (PKL) dan petani. Akses jalan raya mengalami banyak kerusakan pada struktur lapisan permukaan jalan. Pada ruas jalan ini kendaraan yang melintas cukuplah padat, sehingga terjadi kerusakan pada lapisan permukaan jalan. Ada beberapa factor yang menyebabkan terjadinya kerusakan pada lapisan permukaan jalan yang salah satunya disebabkan oleh daya dukung tanah yang mempunyai angka CBR (*California Bearing Ratio*) yang kecil dan angka plastisitas yang besar. Kekuatan pada tanah dasar dapat terpengaruh oleh kondisi kandungan air yang berubah-ubah. Oleh karena itu perlu mengevaluasi nilai daya dukung tanah dasar, misalnya dengan mengetahui nilai CBR (*California Bearing Ratio*), yaitu angka perbandingan antara beban yang mampu ditahan oleh tanah dasar terhadap beban standar pada tingkat konsolidasi tertentu.

Uji CBR (*California Bearing Ratio*) digunakan untuk mengetahui kekuatan daya dukung tanah pada tanah dasar (*Subgrade*) pada jalan raya. Ketika terjadi permasalahan kerusakan permukaan jalan seperti di Desa Sengkerang, Kecamatan Praya Timur, Kabupaten Lombok Tengah ini terdapat jalan yang retak-retak dan bergelombang sehingga menimbulkan ketidaknyamanan serta memiliki potensi penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas.

Pada penelitian sebelumnya pada sampel tanah lempung yang distabilitasi menggunakan abu kayu dan semen portland tipe 1 menggunakan komposisi 3%, 5%, dan 7% pada setiap benda ujinya ditambahkan semen sebesar 4%. (Zaenuri & Romadhon, 2019a)

Oleh karena itu berdasar dalam penelitian sebelumnya, penelitian ini menggunakan abu kayu dan semen Portland sebagai bahan campuran variasi dengan membedakan kadarnya terhadap setiap benda uji. Kadar yang digunakan adalah abu kayu sebesar 20%, 25%, dan 30%, dan pada setiap benda ujinya ditambah semen Portland Tipe 1 sebesar 10%.

1.2 Rumusan Masalah.

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah pada penulisan Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Bagaimana klasifikasi tanah lempung di Desa Sengkerang, Kecamatan Praya Timur, Kabupaten Lombok Tengah ?
2. Bagaimana kadar variasi campuran optimum abu kayu dan Semen *portland* Tipe I sebagai bahan campuran stabilisasi tanah lempung ?
3. Bagaimana pengaruh penambahan Abu kayu dan Semen *portland* Tipe I terhadap nilai CBR pada tanah lempung di Desa Sengkerang, Kecamatan Praya Timur, Kabupaten Lombok Tengah ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang akan dibahas berdasarkan rumusan masalah diatas adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui klasifikasi tanah lempung Desa Sengkerang, Kecamatan Praya Timur, Kabupaten Lombok Tengah.
2. Untuk mengetahui kadar variasi campuran optimum abu kayu dan semen *Portland* tipe 1 untuk mencapai nilai optimum CBR yang dapat dihasilkan untuk digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah lempung
3. Untuk mengetahui pengaruh penambahan abu kayu dan Semen *Portland* Tipe I terhadap nilai CBR pada tanah lempung di Desa Sengkerang Kecamatan Praya Timur, Kabupaten Lombok Tengah.

1.4 Batasan Masalah

Dengan mempertimbangkan luasnya permasalahan yang di timbul, serta keterbatasan waktu, tenaga, dan biaya, maka perlu adanya batasan masalah agar memperjelas dalam menganalisa permasalahan. Maka penulis memberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Sampel tanah lempung yang digunakan dalam kondisi terganggu (*Disturbed soil sample*).
2. Tidak melakukan pengujian dengan bahan kimia pada tanah.
3. Ada 2 macam pengujian yang dilakukan antara lain, pengujian sifat fisik dan mekanik tanah.
4. Bahan campuran untuk pengujian stabilisasi yang digunakan adalah abu kayu dan semen portland tipe 1.
5. Pengujian yang akan dilakukan di laboratorium, antara lain :
 - a. Pengujian kadar air tanah
 - b. Pengujian berat isi volume
 - c. Pengujian berat jenis tanah
 - d. Pengujian analisa saringan dan hidrometer
 - e. Pengujian batas cair
 - f. Pengujian batas plastis dan indeks plastis
 - g. Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*).
6. Penelitian hanya meninjau dari segi pengujian stabilisasi tanah lempung dengan campuran abu kayu dan semen *portland* tipe 1

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari studi ini adalah sebagai berikut:

1. Pengetahuan tentang karakteristik dari tanah lempung di Desa Sengkerang, Kecamatan Praya Timur, Kabupaten Lombok Tengah.
2. Memberikan sebuah inovasi untuk memanfaatkan abu kayu sebagai bahan campuran yang jarang digunakan dapat dimanfaatkan.
3. Pengetahuan penggunaan abu kayu dan Semen Portland Tipe 1 sebagai bahan variasi untuk stabilisasi tanah lempung sehingga dapat di aplikasikan sebagai bahan stabilisasi pada tanah dasar (*subgrade*).
4. Memberikan informasi sejauh mana manfaat penggunaan abu kayu, dan semen dalam meningkatkan nilai CBR tanah.
5. Sebagai salah satu upaya dalam mengembangkan cabang ilmu bidang teknik sipil khususnya dalam bidang geoteknik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka (*literature review*) adalah ringkasan tertulis mengenai artikel dari jurnal, buku dan dokumen lain yang mendeskripsikan teori serta informasi baik masa lalu maupun saat ini, mengorganisasikan pustaka ke dalam topik dan dokumen yang dibutuhkan untuk proposal penelitian.

2.1.1 Penelitian Terdahulu

Dalam uraian ini akan dikemukakan beberapa hasil penelitian terdahulu yang signifikan atau berkaitan dengan apa yang sedang dikerjakan, yaitu sebagai berikut:

1. (Zaenuri & Romadhon, 2019), dalam jurnal tersebut melakukan penelitian yang berjudul **STABILISASI TANAH LENDUT MENGGUNAKAN PENAMBAHAN ABU KAYU BAKAR DAN SEMEN PORTLAND TIPE 1**. Tanah berlendut merupakan suatu jenis tanah yang bersifat sangat lunak, karakteristik struktur penyusun tanah tersebut adalah berbutir halus (Lempung). Stabilisasi tanah adalah cara yang digunakan untuk menangani perbaikan lapisan struktur tanah yang masih kurang baik dalam spesifikasi penggunaannya. Pada penelitian berikut ini penulis mempergunakan Bahan tambahan abu kayu bakar dan semen portland tipe 1. Pada hasil penelitian menunjukkan Tanah dari Kecamatan Mojoroto Kota Kediri Jawa Timur berjenis lanau. Pada metode USCS tanah tersebut masuk dalam jenis lempung CH, dan kategori tanah A-7 pada AASHTO yang disimpulkan bahwa tanah tersebut adalah berlempung sedang hingga tinggi. Dari hasil pengujian pemadatan tanah asli Unsoaked didapatkan nilai PROCTOR sebesar 8,72%, sedangkan pada tanah asli Soaked sebesar 1,23%. Pada penambahan abu kayu bakar sebesar 3% beserta Semen Portland sejumlah 4% memberikan kenaikan Nilai uji PROCTOR hingga menjadi 29,72% pada tanah asli. Ketika Benda uji dilakukan pemeraman terbukti

memberikan peningkatan nilai kepadatan dan ketika dilakukan pemeraman selama 7 hari nilai PROCTOR relatif konstan. Pada Swelling test menunjukkan hasil yang semakin bagus ketika persentase bahan campur abu kayu bakar semakin banyak. Dari pengembangan tanah asli sebesar 4,9% menjadi 0,038% pada pengembangan tanah asli, abu kayu bakar 7% dan semen portland 4%.

Ada beberapa perbedaan dan kesamaan antara penelitian sebelumnya dan penelitian ini. Pada penelitian sebelumnya jenis tanah yang digunakan adalah jenis tanah lelut, sedangkan pada penelitian ini menggunakan jenis tanah lempung, selain itu juga pada penelitian sebelumnya menggunakan persentase campuran abu kayu 3%,4%, dan 5% dengan semen 4% pada setiap sampelnya sedangkan pada penelitian ini menggunakan persentase campuran 20%, 25%, dan 30% dengan semen 10%, kemudian perbedaan yang terakhir adalah pada pengujian yang dilakukan, pada penelitian sebelumnya melakukan pengujian pengembangan menggunakan swelling tes, sedangkan pada penelitian ini tidak melakukan pengujian tersebut. Adapun persamaan antara penelitian sebelumnya dan penelitian ini yaitu pada penggunaan semen portland tipe 1 dan jenis kayu bakar sebagai bahan stabilisasi tanah. Kemudian persamaan selanjutnya pada pengujian yang dilakukan yaitu pengujian pemadatan dan pengujian CBR.

2. (Icshan Saputra, 2021), melakukan penelitian dengan judul “**Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Campuran Abu Ban dan Semen Terhadap Nilai CBR**”. Pada penelitian ini pemanfaatan abu hasil pembakaran limbah ban digunakan sebagai bahan campuran stabilisasi tanah. Tujuannya yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan abu ban terhadap kuat dan daya dukung tanah lunak. Variasi kadar abu ban untuk campuran yaitu 0%, 5%, 7,5% dan 10% dengan semen 5%. Pemeraman dilakukan selama 1, 4 dan 7 hari, sedangkan perendaman dilakukan selama 7 hari. Hasil penelitian untuk tanah campuran 0% abu ban dengan

pemeraman selama 1 hari diperoleh nilai CBR sebesar 1,51%, pemeraman 4 hari sebesar 4,72% dan pemeraman 7 hari sebesar 1,95% dan pada perendaman 7 hari sebesar 3,88%. Pada campuran tanah dan 5% semen untuk pemeraman 1, 4 dan 7 hari secara berturut-turut diperoleh nilai CBR sebesar 14,89%, 16,62%, 19,74%. Untuk perendaman tanah asli selama 7 hari nilai CBR sebesar 5,67%. Penambahan variasi limbah abu ban 5% dengan pemeraman 1, 4 dan 7 hari didapat nilai CBR secara berturut-turut sebesar 17,50%, 24,56% dan 15,57%. Penambahan abu ban dengan variasi 7,5% dan pemeraman selama 1, 4 dan 7 hari secara berturut-turut didapat nilai CBR sebesar 16,72%, 25,22% dan 37,395. Penambahan variasi abu ban 10%, dengan pemeraman selama 1, 4 dan 7 hari didapat nilai CBR secara berturut-turut sebesar 23,11%, 20,23% dan 37,32%. Untuk perendaman 7 hari penambahan variasi abu ban 5%, 7,5% dan 10% diperoleh nilai CBR secara berturut-turut sebesar 18,82%, 12,67% dan 11,72%.

Ada beberapa perbedaan dan kesamaan antara penelitian sebelumnya dan penelitian ini. Perbedaan penelitian sebelumnya dan penelitian ini adalah terletak pada jenis abu dan persentase campuran yang digunakan, pada penelitian sebelumnya menggunakan jenis abu ban dengan persentase campuran 5%,7%, dan 10% dengan semen 4% pada setiap sampelnya sedangkan pada penelitian ini menggunakan persentase campuran abu kayu 20%, 25%, dan 30% dengan semen 10% pada setiap sampelnya, kemudian perbedaan yang terakhir adalah pada pengujian yang dilakukan, pada penelitian ini melakukan pengujian batas cair dan pengujian CBR rendaman, sedangkan pada penelitian sebelumnya tidak melakukan pengujian tersebut. Adapun persamaan antara penelitian sebelumnya dan penelitian ini yaitu pada penggunaan jenis tanah yaitu jenis tanah lempung. Kemudian persamaan selanjutnya pada pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kadar air, batas plastis, analisa saringan, pemadatan dan pengujian CBR tanpa rendaman.

3. (Heni Pujiastuti, Adryan Fitrayudha, Adiman Fariyadin, & Hafiz Hamdani, Fakultas Teknik universitas Muhammadiyah mataram 2023), dalam jurnal tersebut melakukan penelitian yang berjudul “**Identifikasi Karakteristik Teknik Subgrade Jalan (Studi Kasus Jalan Raya Tanak Awu-Pengembur, Lombok Tengah)**”. Jalan yang menghubungkan Desa Tanak Awu menuju Desa Pengembur yang berada di Kecamatan Pujut, Lombok Tengah, sering rusak, retak-retak dan bergelombang. Tujuan penelitian ini adalah memaparkan hasil identifikasi karakteristik teknik subgrade Jalan Tanak Awu-Pengembur, meliputi mineralogi, karakteristik fisik, karakteristik mekanik dan karakteristik hidromekanik berdasarkan hasil uji eksperimen di laboratorium agar dapat menjadi masukan bagi institusi terkait. Hasil identifikasi mineralogi dengan metode XRD, sampel tanah mengandung mineral saponite, beidellite dan montmorillonite termasuk dalam kelompok mineral lempung jenis smectite bersifat ekspansif. Hasil Identifikasi karakteristik fisik menyatakan sampel tanah mempunyai indeks plastisitas (PI) sebesar 44,34%, batas cair (LL) sebesar 72,21 % menurut metode ASTM D-1883, Chen (1988), Raman (1967) Ladid dan Lambe (1961) dikategorikan tanah dengan derajat pengembangan sangat tinggi. Hasil Identifikasi karakteristik mekanik dan hidromekanik menyatakan nilai pengembangan tanah sampel 5,539 % (hasil uji CBR) digolongkan sebagai tanah ekspansif. Nilai CBR rendaman desain tanah sampel sebesar 2 % telah memenuhi persyaratan minimum sebagai subgrade jalan, namun untuk subgrade tanah ekspansif, nilai CBR perlu ditingkatkan menjadi lebih besar dari 6 % dengan perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan dengan tebal minimum 600 mm (MDP 2017). Berdasarkan SWCC, sampel tanah lempung memiliki nilai AEV sebesar 600 kPa tetapi nilai residual suction (Sr) tidak dapat diidentifikasi.

Ada beberapa perbedaan dan kesamaan antara penelitian sebelumnya dan penelitian ini. Perbedaan penelitian sebelumnya dan

penelitian ini adalah terletak pada tujuan penelitian yang dilakukan, pada penelitian sebelumnya mempunyai tujuan penelitian meliputi mineralogi, karakteristik fisik, karakteristik mekanik dan karakteristik hidromekanik berdasarkan hasil uji eksperimen di laboratorium agar dapat menjadi masukan bagi institusi terkait, sedangkan secara garis besar penelitian ini mempunyai tujuan penelitian yaitu mengetahui klasifikasi tanah lempung, mengetahui nilai optimum CBR, dan mengetahui pengaruh dari campuran bahan stabilisasi tersebut. Ada beberapa persamaan antara penelitian sebelumnya dan penelitian ini yaitu pada pengujian yang dilakukan antara lain, pengujian berat jenis tanah, batas *atterberg*, CBR, dan pengujian klasifikasi tanah.

2.2 Landasan Teori

Landasan teori ini berisi mengenai definisi, konsep, dan juga proposisi yang telah tersusun secara sistematis mengenai variabel penelitian. Landasan teori ini juga berfungsi untuk mengaitkan dengan pengetahuan yang baru dan juga mempermudah penelitian untuk menyusun sebuah hipotesis serta metodologi penelitian.

2.2.1 Definisi Tanah

Menurut Craig (1991) dalam jurnal (Setiawan et al., 2016), tanah adalah akumulasi mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan.

Tanah adalah kumpulan-kumpulan dari bagian-bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) dan rongga-rongga diantara material tersebut berisi udara dan air. Menurut (Verhoef, 1994) dalam jurnal (Rahmayasa, 2013a).

Pengertian tanah menurut Bowles (1991) dalam jurnal (Rahmayasa, 2013b), tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut:

- a) Berangkal (*boulders*) adalah potongan batuan yang besar, biasanya berukuran 250 mm sampai 300 mm dan untuk ukuran 150 mm sampai 250 mm.
- b) Kerikil (*gravel*) adalah partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
- c) Mm, yang berkisar dari kasar dengan ukuran 3 mm sampai 5 mm sampai halus yang berukuran < 1 mm.
- d) Lanau (*silt*) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,0074 mm.
- e) Lempung (*clay*) adalah partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm yang merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.
- f) Koloid (*colloids*) adalah partikel mineral yang diam dan berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

Sedangkan tanah didefinisikan oleh Das (1998) dalam (Sulistia, 2022) sebagai material yang terdiri dari agregat mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut.

Tanah terjadi sebagai produk pecahan dari batuan yang mengalami pelapukan mekanis atau kimiawi. Pelapukan mekanis terjadi apabila batuan berubah menjadi fragmen yang lebih kecil tanpa terjadinya suatu perubahan kimiawi dengan faktor-faktor yang mempengaruhi, yaitu pengaruh iklim, eksfoliasi, erosi oleh angin dan hujan, abrasi, serta kegiatan organik. Sedangkan pelapukan kimiawi meliputi perubahan mineral batuan menjadi senyawa mineral yang baru dengan proses yang terjadi antara lain seperti oksidasi, larutan (*solution*), pelarut (*leaching*).

2.2.2 Lapisan Tanah Dasar Pengerasan (*subgrade*)

Subgrade adalah tanah dasar di bagian paling bawah lapis perkerasan jalan. Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik

atau tanah urugan yang didatangkan dari tempat lain atau tanah yang distabilisasi dan lain lain. *Subgrade* pada proyek jalan raya memegang peranan penting dalam menentukan kualitas perkerasan jalan. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar.

Pada prosedur pekerjaan lapisan *subgrade*, sebelum kegiatan penghamparan perkerasan dilakukan, bagian lapisan subgrade harus sudah dalam keadaan siap (kuat, padat, bersih dan dibentuk sesuai rencana). Adapun langkah-langkah pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

1. Apabila tanah eksisting lebih tinggi dari elevasi rencana, maka dilakukan pekerjaan galian. Sedangkan apabila tanah eksisting lebih rendah dari elevasi
 - Pekerjaan galian dimaksudkan untuk mendapatkan bagian tanah dasar (*subgrade*) yang akan menentukan kekuatan dari susunan perkerasan di atasnya yang sesuai dengan rencana struktur.
 - Pada pekerjaan timbunan, bagian-bagian yang harus ditimbun sampai mencapai ketinggian yang ditentukan, harus ditimbun menggunakan tanah timbunan yang cukup baik, bebas dari sisa (rumput/akar-akar lain-lainya). Penimbunan harus dilakukan lapis demi lapis. Tebal maksimal hamparan 30 cm setiap lapisan. Kemudian tanah tersebut dilembabkan sebelum dilakukan pemadatan.
2. Pemadatan lapisan *subgrade* menggunakan *Vibrator Rolle* atau *Static Roller*.
3. Setelah pemadatan tanah dasar selesai, lalu dilakukan perataan menggunakan *Motor Grader*.

Lapisan *subgrade* harus sesuai dengan spesifikasi perencanaan jalan raya yang telah diatur didalam Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Devisi 3 mengenai pekerjaan tanah yang diterbitkan oleh bina marga. Spesifikasi tersebut menjelaskan tentang parameter bahan yang bisa digunakan untuk sebagai syarat bahan lapisan *subgrade*. Disamping bahan

yang digunakan, perlu diperhatikan proses dilapangan yang menggunakan alat-alat berat.

Sementara itu spesifikasi umum bidang jalan dan jembatan memberikan syarat bahan/material untuk digunakan sebagai bahan *subgrade* adalah sebagai berikut:

1. OL, OH, Pt tidak boleh digunakan.
2. GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC bisa digunakan dengan syarat harus keras dan tidak memiliki sifat khas.
3. CH, MH, dan A-7-6 tidak untuk dipergunakan 30 cm dibawah dasar perkerasan, kecuali mencapai CBR 6% setelah perendaman 4 hari bila dipadatkan 100% kepadatan kering maksimum.
4. Tanah ekspansif dengan nilai aktif > tidak boleh digunakan

Menurut sumber dari Pd T-10-2005-B dan MDP 2017 standar minimum material subgrade adalah :

1. *Plasticity Index* (PI) < 12%
2. Tingkat Keaktifan ≤ 0.75
3. CBR soak $\geq 2\%$
4. CBR efektif $\geq 6\%$
5. Swelling Potensial < 5%
6. Penurunan ≤ 100 mm
7. Perubahan kemiringan ijin 0,3%

2.2.3 Klasifikasi Tanah

Menurut Das (1998) dalam (Rahmayasa, 2013c), klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok dan subkelompok berdasarkan pemakaiannya.

Sistem klasifikasi tanah dimaksudkan untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisik tanah dasar serta mengelompokkannya sesuai dengan perilaku umum dari tanah tersebut. Tujuan klasifikasi tanah adalah

untuk menentukan kesesuaian terhadap pemakaian tertentu serta untuk menginformasikan tentang keadaan tanah dari suatu daerah kepada daerah lainnya dalam bentuk berupa data dasar. Klasifikasi tanah juga berguna untuk studi yang lebih terinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan akan pengujian untuk menentukan sifat teknis tanah seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi, dan sebagainya (Bowles, 1991) dalam jurnal (Rangan & Arrang, 2020). Untuk lebih jelasnya jenis tanah berdasarkan indeks plastisitas (IP) dapat dilihat pada **tabel 2.1** berikut.

Tabel 2. 1 Jenis tanah berdasarkan indeks plastisitas (IP) menurut Jumkis, (1962) dalam Hardiyatmo (2017)

IP	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non plastis	Pasir	Non kohesif
<7	Plastisitas Rendah	Lanau	Kohesif Sebagian
7 sampai 17	Plastisitas Sedang	Lempung Berlanau	Kohesif
>17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesif

Menurut Verhoef (1994) dalam jurnal (Nugroho et al., 2021), tanah dapat dibagi dalam tiga kelompok:

1. Tanah berbutir kasar (pasir, kerikil)
2. Tanah berbutir halus (lanau, lempung)
3. Tanah campuran

Perbedaan antara pasir/kerikil dan lanau/lempung dapat diketahui dari sifat-sifat material tersebut. Lanau/lempung sering kali terbukti kohesif (saling mengikat) sedangkan material yang berbutir (pasir, kerikil) adalah tidak kohesif (tidak saling mengikat). Struktur dari tanah yang tidak berkohesi ditentukan oleh cara penumpukan butir (kerangka butiran).

2.2.4 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Ukuran Butir

Ukuran butir merupakan suatu metode yang jelas untuk mengklasifikasikan tanah dan kebanyakan usaha-usaha yang terdahulu untuk membuat sistem klasifikasi adalah berdasarkan ukuran butiran, sebagaimana ditampilkan dalam **Tabel 2.2** dibawah ini.

Tabel 2. 2 Klasifikasi Berdasarkan Ukuran Butiran

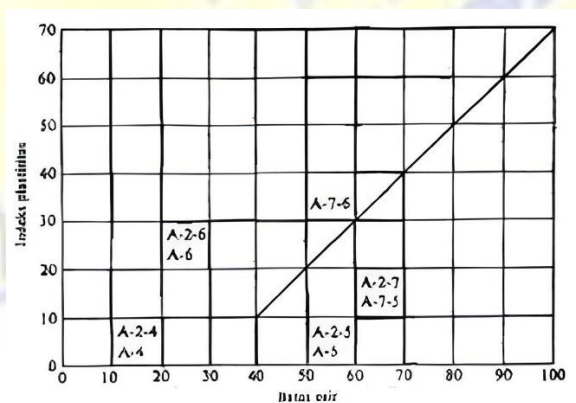
Sistem Klasifikasi	Ukuran Butir, mm						
	100	10	1	0.1	0.01	0.001	0.0001
MIT, 1931	Kenkil		Pasir	Lanau		Lempung	
	2		0.06	0.002			
AASHTO, 1970	Kenkil		Pasir	Lanau		Lempung Koloid	
	75		2	0.05		0.002	
Unified, 1953	Kenkil		Pasir	Fraksi Halus (Lanau Lempung)			
	75		4.75			0.075	

(Sumber : Craig (1991))

2.2.5 Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO membagi tanah kedalam 7 kelompok, A-1 sampai A-7. Kelompok A-8 tidak diperlihatkan tetapi merupakan gambut ditentukan berdasarkan klasifikasi visual. Pengujian yang dilakukan hanya analisis saringan dan batas Atterberg.

Kelompok tanah dapat dilihat berdasarkan hubungan indeks plastisitas dan batas cair seperti pada **Gambar 2.1** Di bawah ini :



Gambar 2. 1 Rentang dari batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) untuk kelompok tanah (Das, 1998).

Indeks kelompok (group index) digunakan untuk mengevaluasi lebih lanjut tanah-tanah dalam kelompoknya. Indeks kelompok dihitung dengan **Persamaan 2.1**:

$$GI = [(F - 35) (0,2 + 0,005(LL - 40))] + 0,01(F - 15) (PI - 10) \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

GI = indeks kelompok (*Group index*)

F = persentase butiran lolos saringan no.200

LL = batas cair (*Liquid limit*)

IP = indeks plastisitas

Bila nilai indeks kelompok (GI) semakin tinggi maka semakin berkurang ketepatan penggunaan tanahnya untuk suatu konstruksi.



Tabel 2.3 Sistem klasifikasi AASHTO

Klasifikasi umum	Material granuler (<35% lolos saringan no. 200)						Tanah-tanah lanau-lempung (>35% lolos saringan no. 200)			
	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7			
Analisa saringan (% lolos)										
2,00 mm (no. 10)	50 maks	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,425 mm (no. 40)	30 maks	50 maks	51 min	-	-	-	-	-	-	-
0,075 mm (no. 200)	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min
Sifat fraksi lolos saringan no. 40										
Batas cair (LL)	-	-	-	40 maks	41 maks	40 maks	41 min	40 maks	41 min	41 min
Indeks plastis (PI)	6 maks		Np	10 maks	10 maks	11 maks	11 maks	10 maks	11 min	11 min
Indeks kelompok (G)	0		0	0	0	4 maks		8 maks	12 maks	16 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	Pecahan batu, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil berlanau berlempung dan pasir				Tanah berlanau		Tanah berlempung
Penilaian umum sebatianah 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, klasifikasi A-7-5;

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

Np = nonplastis

Sumber : *Hardiyatmo, 2010*)

2.2.6 Klasifikasi Tanah *Unified* (USCS)

Adapun sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan dalam teknik jalan raya adalah sistem klasifikasi tanah USCS (*Unified Soil Classification System*). Berikut dibawah ini adalah **Tabel 2.4** dan **Tabel 2.5** menjelaskan Sistem Klasifikasi Tanah *Unified* menurut (Bowles, 1991).

Tabel 2. 4 Sistem Klasifikasi Tanah *Unified* (Bowles, 1991)

Jenis Tanah	Prefiks	Sub Kelompok	Sufiks
Kerikil	G	Gradasi baik	W
		Gradasi buruk	P
Pasir	S	Berlaunau	M
		Berlempung	C
Lanau	M		
Lempung	C	WI < 50 persen	L
Organik	O	WI > 50 persen	H
Gambut	Pt		

Tabel 2. 5 Sistem klasifikasi *Unified*

Divisi Utama		Simbol kelompok	Nama Jenis	Nama Jenis	
Tanah berbutir kasar 50% butiran Terhahan saringan no. 200 (0,075mm)	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar Terhahan saringan no. 4 (4,75mm)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4, C_c = \frac{(D_{20})^2}{D_{20} \times D_{60}} \text{ antara } 1 \text{ dan } 3$	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW
			Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus		
Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6, C_c = \frac{(D_{20})^2}{D_{20} \times D_{60}} \text{ antara } 1 \text{ dan } 3$	Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai double simbol
			Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung		
Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai double simbol
			Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus		
Pasir lebih dari 50% fraksi kasar Lolos saringan no. 4 (4,75mm)	Kerikil banyak kandungan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai double simbol
			Pasir berlempung campuran pasir-lempung		

Sumber : *Hardiyatmo, 2010*

Tabel 2. 6 Sistem klasifikasi *Unified* lanjutan

Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0,075mm)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung
		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.
		MH	lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis
Lanau dan lempung batas cair >50%		CH	lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ("fat clays")
		OH	lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi
		Pt	Gambut ("peat") dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi

Diagram plastisitas:
Untuk mengklasifikasi lempung berbutir halus yang mengandung dalam batuan berbutir halus dan tanah berbutir kasar. Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang ditunjukkan di atas diagram klasifikasi menggunakan dua simbol

Batas Cair LL(%)
Garis A: PI = 0,73 (LL-20)

Sumber : *Hardiyatmo, 2010*

2.2.7 Tanah Dasar (*Subgrade*)

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

2.2.8 Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran mikrokonis sampai dengan sub mikrokonis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, bersifat plastis pada kadar air sedang, sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak.

Menurut DAS (1998) dalam Dila & Andayono, (2022), tanah lempung merupakan tanah yang terdiri dari partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat plastis apabila dalam kondisi basah.

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung adalah sebagai berikut (Hardiyatmo, 1999) dalam (Wasilah et al., 2022):

- a) Ukuran butir halus, yaitu kurang dari 0,002 mm.
- b) Permeabilitas rendah.
- c) Kenaikan air kapiler tinggi.
- d) Bersifat sangat kohesif.
- e) Kadar kembang susut yang tinggi.
- f) Proses konsolidasi lambat.

Lempung merupakan tanah berbutir halus koloidal yang tersusun dari mineral-mineral yang dapat mengembang. Tanah lempung memiliki sifat khusus yaitu kapasitas pertukaran ion yang tinggi yang mengakibatkan lempung memiliki potensi pengembangan yang cukup tinggi apabila terjadi perubahan kadar air. Tanah lempung mengembang ketika kadar air bertambah dari nilai referensinya. Sebaliknya, akan menyusut ketika kadar air berkurang dari nilai referensinya

sampai batas susut. Dengan kata lain, lempung memiliki kepekaan yang sangat tinggi terhadap perubahan kadar air.

Berdasarkan ukurannya butirannya, tanah lempung merupakan golongan partikel yang berukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 yang terdiri dari mineral-mineral lempung yang berukuran kurang dari 2 μm . Jenis mineral lempung yang biasanya terdapat pada tanah lempung adalah:

- a) Kaolinite merupakan anggota kelompok kaolinite serpentin, yaitu hidrus alumino silikat dengan rumus kimia $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$. Kekokohan sifat struktur dari partikel kaolinite menyebabkan sifat-sifat plastisitas dan daya pengembangan atau menyusut kaolinite menjadi rendah
- b) Illite dengan rumus kimia $\text{K}_y\text{Al}_2(\text{Fe}_2\text{Mg}_2\text{Mg}_3)$ adalah mineral bermika yang sering dikenal sebagai mika tanah dan merupakan mika yang berukuran lempung. Istilah illite dipakai untuk tanah berbutir halus, sedangkan tanah berbutir kasar disebut mika hidrus.
- c) Mineral ini memiliki potensi plastisitas dan mengembang atau menyusut yang tinggi sehingga bersifat plastis pada keadaan basah dan keras pada keadaan kering.

Hubungan antara sifat-sifat mineral lempung antara lain:

- a) Hubungan Antara Plastisitas dan Dehidrasi

Partikel lempung hampir selalu terhidrasi, yaitu dikelilingi oleh lapisan-lapisan molekul air yang disebut air teradsorpsi (*Adsorbed water*). Air tertarik ke lapisan dengan cukup kuat sehingga berperilaku lebih sebagai benda padat dari pada benda cair. Lapisan air ini dapat hilang pada temperature yang lebih tinggi dari 60°C sampai 100°C dan akan mengurangi plastisitas alamiah dari tanah. Sebagian air ini juga dapat hilang cukup dengan pengeringan udara saja. Pada umumnya, apabila lapisan ganda mengalami dehidrasi pada temperature rendah, sifat plastisitasnya dapat dikembalikan lagi dengan mencampur air yang cukup dan dikeringkan (*curing*) selama 24 sampai 48 jam. Apabila dehidrasi

terjadi pada temperature yang lebih tinggi, sifat plastisitasnya akan turun atau berkurang untuk selamanya. (Bowles, 1991).

b) Hubungan Antara Plastisitas Dan Fraksi Lempung

Ketebalan air mengelilingi butiran tanah lempung tergantung dari macam mineralnya. Jadi dapat diharapkan plastisitas tanah lempung tergantung dari sifat mineral lempung yang ada pada butirannya dan jumlah mineralnya.

Berdasarkan pengujian laboratorium pada beberapa tanah diperoleh bahwa indeks plastisitas berbanding langsung dengan persen fraksi ukuran lempungnya (yaitu persen dari berat yang lebih kecil dari ukuran 0,002 mm). Nilai perbandingan tersebut dinamakan Aktivitas (A), demikian aktifitas dapat diartikan pada **Persamaan 2.2** berikut:

$$A = \frac{PI}{C} \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan C adalah persentase berat dari fraksi ukuran lempung. Aktivitas tanah yang diuji akan merupakan fungsi dari macam mineral lempug yang dikandungnya. (Hardiyatmo, 1992).

c) Hubungan Antara Batas Kosistensi dan Potensi Perubahan Volume

Perubahan volume berhubungan langsung dengan batas susut dan sebagian berkaitan pula dengan batas plastis dan batas cair. **Tabel 2.7** memberikan hubungan kasar yang telah dijumpai dan cukup dapat diandalkan untuk meramalkan terjadinya perubahan volume. (Bowles, 1991).

Tabel 2. 7 Hubungan Batas Atterberg Dan Potensi Perubahan Volume

Potensi perubahan volume	Indeks Plastisitas		Batas Surat Ws
	Daerah kering	Daerah lembab	
Kecil	0 – 15	0 -30	>12
Sedang	15 – 30	30 – 50	10 -12
Tinggi	>30	>50	<10

2.2.9 Stabilitas Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu usaha atau tindakan yang dilakukan untuk meningkatkan stabilitas dan daya dukung tanah itu sendiri. Stabilisasi tanah bertujuan untuk memperbaiki kondisi tanah dengan cara merekatkan dan mengikat material agregat yang ada agar dapat membentuk struktur dan pondasi jalan yang kuat. Stabilisasi tanah dapat dilakukan secara kimiawi dan mekanis. Stabilisasi yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan secara mekanis dengan menggunakan material tambahan seperti semen, pasir dan abu batu basalt. Bahan tambah tersebut adalah salah satu usaha dalam memperbaiki sifat-sifat tanah baik secara fisik maupun mekanis.

2.2.10 Semen Portland Tipe 1

Istilah semen berasal dari bahasa latin yaitu “cementum” yang berarti lengket (lem). Secara sederhana, semen didefinisikan sebagai material pengikat yang dapat menyatukan material lain seperti batu bata, hebel dan koral untuk membentuk sebuah struktur. Sedangkan Menurut Pangribuan (2013) semen dapat diartikan sebagai bahan perekat yang mempunyai kemampuan untuk mengikat bahan yang padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat.

Tjokrodimuljo (2007) dalam jurnal (Windayati, 2023) mengungkapkan semen Portland (*Portland cement*) sebagai perekat hidrolis yang berperan penting dalam pekerjaan beton. Material perekat hidrolis ini diproduksi dibuat dengan cara menghaluskan klinker, berupa silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gypsum apabila digabungkan dengan air akan terbentuk pasta semen atau grout dan jika bereaksi dengan agregat halus disebut dengan mortar dan kemudian dapat mengeras membentuk beton.

Berdasarkan Standar Nasional (SNI) Nomor 15-2049-2004, Semen Portland merupakan semen hidrolis yang diproduksi dengan cara menggiling portland slag (*Clinker*) yang terdiri dari kalsium silikat ($x\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) yang bersifat hidrolis dan digiling bersama dengan bahan tambahan lainnya, yang dapat menjadi satu atau lebih membentuk kristal kalsium sulfat ($\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) dan dapat juga ditambahkan dengan bahan tambahan lainnya seperti mineral dan komponen.

a) Komposisi Kimia Semen

Kandungan kimia dasar pembentuk semen adalah kalsium sulfat ($CaSO_4 \cdot xH_2O$), kalsium silikat ($xCaO \cdot SiO_2$), dan bahan tambahan lainnya seperti mineral. Kalsium silikat ($xCaO \cdot SiO_2$) ini memiliki karakteristik yang sangat hidrolis.

b) Kuat tekan semen

Kuat tekan didefinisikan sebagai ketahanan bahan untuk memikul gaya tekan. Kuat tekan itu sendiri merupakan parameter yang menentukan untuk semen. Laju peningkatan kuat tekan yang ada pada semen dapat dipengaruhi oleh susunan zat mineral yang ada pada semen tersebut. Kandungan oksidasi pada semen Portland dapat dilihat pada **Tabel 2.8** dan untuk kebutuhan kadar semen untuk berbagai tanah dapat dilihat pada **Tabel 2.9** sebagai berikut.

Tabel 2. 8 Kandungan Oksidasi Pada Semen Portland

Oksidasi	Kandungan (%)
Kapur (CaO)	60 – 70
Silika (SiO_2)	17 – 25
Alumina (Al_2O_3)	3,8 – 8,0
Besi (Fe_2O_3)	0,5 – 6,0
Magnesia (MgO)	0,1 – 5,5
Sulfur (SO_3)	1,0 – 3,0
Soda/potash ($Na_2O + K_2O$)	0,5 – 1,3

(Sumber: Tjokrodinuljo, 2007)

Tabel 2. 9 Kebutuhan Kadar Semen untuk Berbagai Jenis Tanah

Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO	Klasifikasi Tanah Menurut ASTM	Kadar Semen (%)
A – 1 – a	<i>GW, GP, GM, SW, SP, SM</i>	3 – 5
A – 1 – b	<i>GM, GP, SM, SP</i>	5 - 8
A – 2	<i>GM, GC, SM, SC</i>	5 – 9
A – 3	<i>SP</i>	7 – 11
A – 4	<i>CL, ML</i>	7- 12
A – 5	<i>ML, MH, CH</i>	8 – 13
A – 6	<i>CL, CH</i>	9 – 15
A - 7	<i>MH, CH</i>	10 - 16

(Sumber: Tjokrodinuljo, 2007)

Menurut ASTM (*American Society for Testing and Mineral*) semen Portland dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Semen Portland tipe I. Tipe ini banyak diketahui oleh masyarakat umum dan digunakan secara luas karena mudah diperoleh di pasaran. Tipe semen ini mudah diaplikasikan karena tidak ada syarat khusus dalam penggunaan terhadap kekuatan tekan awal dan panas hidrasi, misalnya diterapkan pada bangunan rumah pribadi, struktur bertingkat, trotoar, jembatan, lapisan permukaan jalan, struktur jalan rel dan lain sebagainya.
2. Semen Portland tipe II. Tipe ini umumnya mempunyai daya tahan yang cukup baik dari serangan sulfat yaitu antara 0,10 – 0,20% dan panas hidrasi yang bersifat sedang. Bahan ini banyak diterapkan sebagai bahan konstruksi bangunan yang terletak di tepi laut, saluran irigasi, tanah rawa, DAM, bangunan pier (dinding di laut dermaga), dan landasan jembatan.
3. Semen Portland tipe III. Tipe ini sangat cocok digunakan bagi struktur bangunan atau gedung yang membutuhkan tingkat pemadatan awal yang tinggi (perkerasan cepat) sekitar satu minggu. Beberapa bentuk penggunaan pada konstruksi yaitu pada jalan raya bebas hambatan,

hingga bandara serta konstruksi di dalam air yang tidak membutuhkan resistensi terhadap asam sulfat,

4. Semen Portland tipe IV. Tipe ini hanya memerlukan sedikit panas hidrasi dalam pengaplikasiannya dimana laju dan kapasitas panas yang muncul harus rendah. Sehingga semen tipe ini mengalami peningkatan kuat tekan beton relatif lambat daripada semen Portland tipe I. Semen tipe ini banyak diterapkan pada konstruksi beton masif seperti bendungan grafitasi besar.
5. Semen Portland tipe V. Tipe ini digunakan pada struktur bangunan yang memerlukan resistensi yang tinggi terhadap sulfat (>0,20%) yang berada langsung di dalam tanah atau air. Biasanya diterapkan pada jembatan, instalasi pengolahan limbah pabrik, pelabuhan, tunnel dan konstruksi dalam air.

Portland ini sering kali dimanfaatkan oleh masyarakat dalam pekerjaan bangunan, perkerasan jalan, dan lain-lain, dan banyak juga beredar dipasaran terlebih semen tipe ini tidak terlalu memerlukan syarat tertentu pada pemanfaatannya terhadap panas hidrasi dan kekuatan tekan awal, dan campuran semen ini akan dipakai untuk pengujian terhadap daya kuat dukung tanah.

2.2.11 Abu Kayu

Moh.Zaenuri, (2019) dalam Widhiarto et al. (2015) dari abu kayu bakar merupakan sebuah partikel hasil pembakaran dari limbah rumah tangga maupun perindustrian yang berasal dari beberapa jenis kayu kering. Partikel abu kayu bakar terbilang hampir sama dengan beberapa partikel abu pada umumnya, yaitu tersusun dari butiran – butiran halus bahkan berstruktur mikro.

Adapun sifat dari partikel tersebut adalah padat dan sedikit menyerap air secara kelompok, namun hampir bersifat lolos air pada setiap sel partikelnya. Dalam hal konsistensi, sifat dari abu lebih bagus jika dibandingkan dengan sifat ekspansif tanah. Pada penelitian terdahulu terdapat penggunaan beberapa jenis abu yang dipergunakan sebagai bahan stabilitas tanah, misalnya Abu sekam padi.

“Abu sekam merupakan material yang banyak mengandung silika dan material pozzolan”

2.3 Jenis Pelaksanaan Pengujian

a) Kadar Air

Kadar air tanah adalah perbandingan antara berat air yang terdapat dalam tanah dengan berat butiran tanah dalam kondisi kering. Kadar air tanah bisa digunakan untuk menentukan parameter karakteristik tanah (Sulaiman dkk, 2017). Untuk menghitung kadar air tanah menggunakan **Persamaan 2.3** sebagai berikut:

$$\text{Kadar air tanah } (w) = \frac{W_w}{W_s} = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

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

b) Berat Jeis

Berat enis butiran tanah merupakan perbandingan antara berat butiran tanah dengan berat air yang isinya sama dalam menentukan besarnya berat jenis dari pertikel tanah tersebut. Dan ada beberapa pengelompokan berat jenis tanah seperti yang disajikan pada **Tabel 2.10**. Pemeriksaan berat jenis tanah di laboratorium harus dilakukan dengan sesuai prosedur sehingga dapat ditentukan harga-harga berat jenis butir atau biasa disebut G_s secara akurat dengan menggunakan **Persamaan 2.4** dibawah ini;

$$G = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_2 - W_1) - (W_3 - W_4)} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan:

- W_2 = Massa cawan + tanah basah
- W_3 = Massa cawan + tanah kering
- W_4 = Massa cawan + air penuh
- W_1 = Massa cawan kosong

$W_2 - W_3 = \text{Massa air (Ww)}$

$W_3 - W_1 = \text{Massa tanah kering (Ws)}$

Tabel 2. 10 Pengelompokan Berat jenis tanah

Macam tanah	Berat jenis (Gs)
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

(Sumber Hardiyatmo, 2017)

c) Berat Volume

Berat Volume yaitu parameter untuk menentukan berat isi tanah pada suatu benda uji. Berat volume (γ) merupakan perbandingan massa tanah basah dengan volume di dalam cetakan.

$$Y = \frac{w}{V} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan:

γ = Massa volume tanah basah (gr/cm^3)

W = Massa butiran tanah (gr)

V = Volume tanah (cm^3)

d) Analisis Saringan

Analisa saringan adalah analisis yang bertujuan untuk menentukan distribusi butiran (gradasi) atau besarnya butiran agregat kasar dan agregat halus pada sampel benda uji yang tertahan pada susunan saringan tertentu. Jika diperoleh keseragaman ukuran butiran agregat maka volume pori pada tanah tersebut cukup besar. Akan tetapi jika agregat pada tanah tersebut mempunyai sebaran butiran yang beragam maka volume pori pada tanah tersebut cukup kecil. Ukuran agregat yang kecil akan berfungsi sebagai filler untuk mengisi pori-pori pada agregat yang lebih besar, sehingga pori-

porinya menjadi sedikit serta angka kemampatan yang tinggi. Utami, (2021). Pada **Tabel 2.11** dibawah ini menjelaskan tentang saringan standar di Amerika, sebagai berikut.

Tabel 2. 11 Saringan Standar Amerika

No Saringan	Diameter Lubang (mm)	No saringan	Diameter Lubang (mm)
3	6,35	40	0,42
4	4,75	50	0,30
6	3,35	60	0,25
8	2,36	70	0,21
10	2,00	100	0,15
16	1,18	140	0,106
20	0,85	200	0,075
30	0,60	270	0,053

(Sumber: Hardiyatmo, 2017)

e) Analisis Hidrometer

Pengujian hidrometer dilakukan untuk menentukan gradasi ukuran partikel tanah lolos saringan no.200. Beberapa persamaan yang digunakan dalam analisis hidrometer antara lain di **Persamaan 2.6, Persamaan 2.7, Persamaan 2.8, dan Persamaan 2.9** :

1. $D = K \sqrt{\frac{L}{t}}$ (2.6)

2. $R = (R_a + m_c)$ (2.7)

3. Untuk hydrometer 151, persen polos

$P = \frac{1606 \times a \times (R-1)}{W_s} \times 100\%$ (2.8)

4. Untuk hidrometer 152, persen polos

$P = \frac{Rc \times a}{W_s} \times 100\%$ (2.9)

Dengan:

D = diameter butiran (mm)

K = Konstanta yang dipengaruhi oleh G_s

L = Kedalaman hidrometer (cm)

t = Waktu pengamatan/pembacaan

P = Persen lolos

W_s = Berat benda uji kering

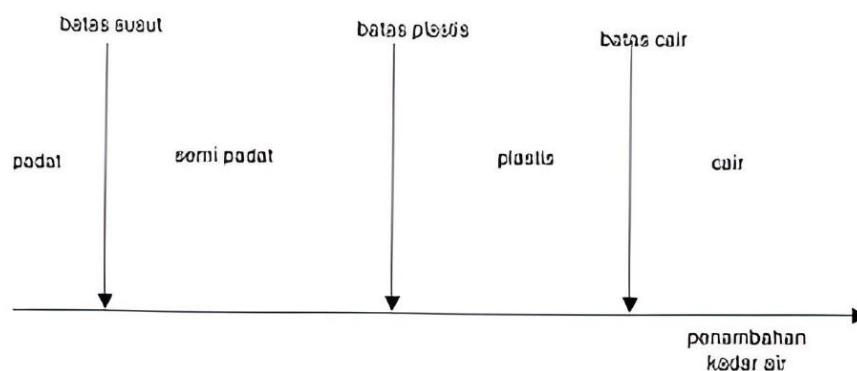
a = Koreksi terhadap berat jenis

R_a = Bacaan hidrometer saat pengujian

mc = Koreksi terhadap minikus

2.3.1 Batas Atterberg (Batas Konsistensi)

Batas-batas Atterberg sangat penting untuk menentukan klasifikasi tanah. Batas-batas ini sering digunakan dalam spesifikasi, dengan mengontrol tanah yang digunakan untuk struktur urugan tanah. Pengurangan kadar air tanah dapat menghasilkan pengurangan volume pada tanah. Untuk menjelaskan parameter *Atterberg* pada tanah dengan butir halus harus memperhatikan kandungan yang terdapat pada kadar air tanah. Kedudukan batas-batas *Atterberg* untuk tanah dengan karakteristik kohesif diperlihatkan pada **Gambar 2.2** berikut.

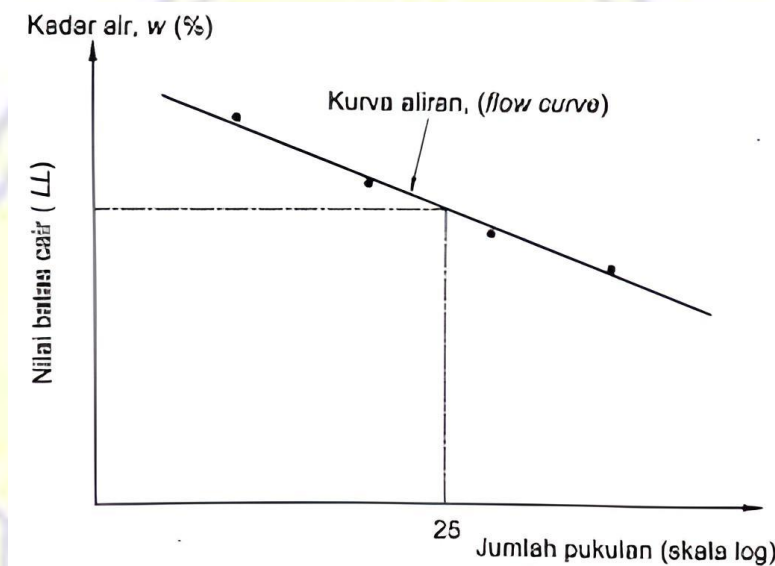


Gambar 2. 2 Batas – batas Atterberg

(Sumber:Hardiyatmo, 2017)

a. Batas Cair (*Liquid limit*)

Batas cair (LL) adalah besarnya kadar air tanah berada diantara batas kondisi cair dan kondisi plastis, yaitu di daerah plastis. Batas cair biasanya diperoleh dari pengujian Casagrande, dimana sample tanah ditaruh di atas mangkok yang kemudian diratakan dan dibelah dengan lebar 0,3 cm dan kembali menyatu pada ketukan ke 25. Hubungan antara kadar air dan jumlah pukulan untuk batas cair pada pukulan 25 disajikan pada **Gambar 2.3** di bawah ini.



Gambar 2.3 Kurva Penentuan Batas Cair Lempung
(Sumber: Hardiyatmo, 2017)

Kemiringan garis dan kurva digambarkan sebagai indeks aliran (*flow index*), dapat ditentukan berdasarkan **Persamaan 2.10** berikut:

$$I_F = \frac{W_1 - W_2}{\text{Log } (N_2 -)} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dengan:

IF = Indeks Aliran

W₁ = Kadar Air (%) pada N₁ Ketukan

W₂ = Kadar Air (%) pada N₂ Ketukan

b. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis atau disimbolkan dengan (PL), didefinisikan sebagai kadar air pada kondisi antara daerah plastis dan kondisi semi padat. Pada kondisi ini diketahui presentase kadar air dimana tanah lempung yang memiliki diameter 3,2 mm mulai mengalami keretakan ketika dipilin dengan tangan Hardiyatmo, (2010). Untuk menghitung batas plastis dapat menggunakan

Persamaan 2.11 berikut ini:

$$PL = \frac{Wp+W}{Wk} \times 100 \dots\dots\dots (2.11)$$

Dengan:

PL = Batas Plastis Tanah

Wp = Massa Tanah Basah Pada Kondisi Plastis

Wk = Massa Tanah Kering

Berdasarkan batas-batas Atterberg tersebut maka diperoleh:

1. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitas merupakan selisih antara kondisi batas cair (*liquid limit*) dan batas plastis (*plastic limit*) suatu tanah menggunakan **Persamaan 2.12** sebagai berikut.

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots (2.12)$$

Indeks plastisitas menjelaskan karakteristik keplastisan suatu tanah. Tanah lempung memiliki selisih batas air dengan batas plastis yang tinggi. Sedangkan tanah lanau memiliki selisih batas cair dengan batas plastis yang kecil. Pengelompokkan jenis tanah dan sifat-sifatnya berdasarkan indeks plastisitasnya oleh Atterberg ditetapkan seperti yang disajikan pada **Tabel 2.12** dan **Tabel 2.13** di bawah ini.

Tabel 2. 12 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah

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

(Sumber: Jumikis, 1962)

Tabel 2. 13 Jenis Tanah Berdasarkan Nilai PI

Potensi Pengembangan	PI
<i>Low</i>	0 – 15
<i>Medium</i>	10 – 35
<i>High</i>	20 – 55
<i>Very High</i>	>35

(Sumber: Chen, 1988)

2. Indeks Kecairan (*Liquidity Index*)

Indeks kecairan diartikan sebagai perilaku kadar air tanah yang relatif berada di kondisi cair dan palstis yang ditentukan sesuai dengan **Persamaan 2.13** berikut:

$$LI = \frac{W_n - PL}{LL - PL} = \frac{W_n - PL}{PI} \dots\dots\dots (2.13)$$

Dengan:

Wn = kadar air asli.

Jika $w_c = LL$ maka indeks kecairan akan sama dengan 1.

Jika $w_c = PL$ indeks cair akan sama dengan nol.

Jika $0 < LI < 1$, Tanah berada dalam daerah plastis,

Jika $LI \geq 1$, Tanah dalam keadaan cair atau hampir cair

3. Aktivitas (*Activity = A*)

Aktivitas yaitu perbandingan antara indeks plastisitas dengan prosentase berat butiran yang lebih kecil dari 2 μ (0,002 mm) atau berukuran lempung, dan dapat dituliskan dalam **Persamaan 2.14** sebagai berikut:

$$A = \frac{PI}{(\% \text{ berat butiran lebih kecil dari } \mu 2)} \dots\dots\dots (2.14)$$

2.3.2 Pemadatan Tanah (Standar Proctor)

Pemadatan merupakan usaha mengeluarkan udara yang terdapat di dalam pori-pori tanah secara mekanis (ditumbuk/digilas). Jumlah kadar air yang terdapat dalam tanah memiliki pengaruh yang besar terhadap kepadatan yang tercapai dari proses pemadatan tersebut. Apabila kadar air rendah mempunyai sifat keras atau kaku sehingga sukar dipadatkan (Dermawan, 2012).

Jika jumlah kadar airnya ditambah maka air itu akan berlaku sebagai pelumas sehingga tanah akan lebih mudah dipadatkan. Pada kadar air yang lebih tinggi lagi kepadatannya akan turun karena pori -pori tanah menjadi penuh terisi air yang tidak dapat lagi dikeluarkan dengan cara memadatkan Dermawan, (2012).

Pemadatan ini dilakukan untuk menggambarkan hubungan kadar air dengan berat volume kering tanah serta mengevaluasi tanah agar dapat memenuhi persyaratan kepadatan. Derajat kepadatan tanah ditinjau berdasarkan harga berat isi keringnya (γ_d).

Tujuan pelaksanaan pemadatan tanah antara lain sebagai berikut:

- a. Meningkatkan kuat geser tanah
- b. Meminimalkan sifat mudah mampat (*Compressibility*)
- c. Menurunkan permeabilitas
- d. Menurunkan perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air.

Hubungan berat isi kering (γ_d) dengan berat volume basah (γ) dan kadar air (w) dapat dinyatakan dalam **Persamaan 2.15** dan untuk perhitungan berat volume keringdi **Persamaan 2.16** berikut ini:

- Berat isi tanah basah

$$\gamma_m = \frac{W_2 - W_1}{V} \text{ gram/cm}^3 \dots\dots\dots (2.15)$$

- Berat volume kering

$$\gamma_d = \frac{ym}{1+W} \text{ gram/cm}^3 \dots\dots\dots (2.16)$$

Dengan:

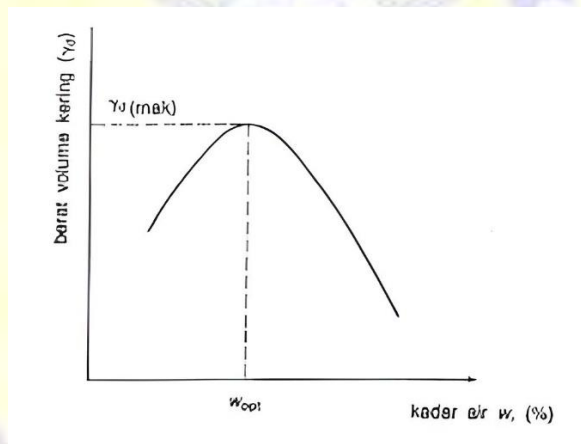
γ_d = Massa volume tanah kering (gr/cm³)

γ_m = Massa volume tanah basah (gr/cm³)

W_1 = Massa silinder kosong (gram)

V = Volume silinder (cm³)

Pemadatan tanah dengan kadar air pada sisi basah optimum akan mempengaruhi susunan, kekuatan geser, serta sifat kemampatan tanahnya. Pada usaha pemadatan yang sama, dengan penambahan kadar air, penyesuaian susunan butiran menjadi bertambah. Pada sisi kering optimum, tanah selalu terflokulasi, seperti yang disajikan di **Gambar 2.4** dibawah ini



Gambar 2. 4 Kurva Hubungan Kadar Air dan Berat Volume Kering
(Sumber: Hardiyatmo, 2017)

Uji pemadatan menggunakan sample tanah yang harus lolos saringan no. 4 dan alat cetakan berbentuk silinder (mould) yang mempunyai volume. Mould diisi tanah kemudian dipadatkan menggunakan penumbuk dari besi seberat 2,5 kg dengan ketinggian jatuhan 305 mm. Pemadatan tanah dilakukan sebanyak tiga lapisan dengan masing-masing lapisan ditumbuk sebanyak 25 kali tumbukan. Agar

diperoleh nilai kadar air yang optimum maka pengujian ini sedikitnya dilaksanakan lima kali dengan kadar air yang bervariasi di setiap pengujiannya.

2.3.3 CBR (California Bearing Ratio)

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

Terdapat standar nilai CBR untuk tanah dasar jalan untuk mengetahui tanah tersebut dapat digunakan untuk mendukung perkerasan jalan di atasnya, seperti yang dapat kita lihat pada **Tabel 2.14** dibawah ini.

Tabel 2. 14 Standar nilai CBR tanah dasar (*Subgrade*) jalan

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

(Sumber: Raharjo, 1985 dalam barnas dan karopeboka, 2019).

Uji CBR menggunakan sampel tanah yang telah disaring dengan saringan no,4. Sampel tanah kemudian dicampur dengan air dalam jumlah optimal berdasarkan hasil uji pemadatan sebelumnya. Campuran tanah-air kemudian diinkubasi selama 4 jam agar tanah dan air tercampur sempurna. Setelah 4 jam inkubasi, campuran tanah dan air ditumbuk sebanyak 56 kali dalam 3 lapis. Setelah pemadatan, sampel tanah di uji CBR di laboratorium dengan menggunakan alat CBR. Uji CBR perendaman dilakukan dengan merendam benda uji tanah selama empat hari dan membaca indikasi pengembangan yang ada pada sampel tanah uji. Lapisan tanah dasar sebagai *subgrade* jalan umumnya ditentukan dengan karakteristik modulus reaksi *subgrade* (k) = 20000 kN/m³ atau CBR > 6% berdasarkan Bina Marga dalam

Modul 3 Kementerian PUPR. Nilai CBR dinyatakan sebagai persentase ketika nilai beban terkoreksi berturut-turut dibagi dengan beban konstan. Kedalaman penetrasi 2,54 mm (0,10 in) dibagi 13 Kn (3000 lb) dan 5,08 mm (0,20 in) dibagi 20 Dengan beban konstan Kn (4500 lb), kemudian dikalikan dengan 100 seperti pada **Persamaan 2.17**.

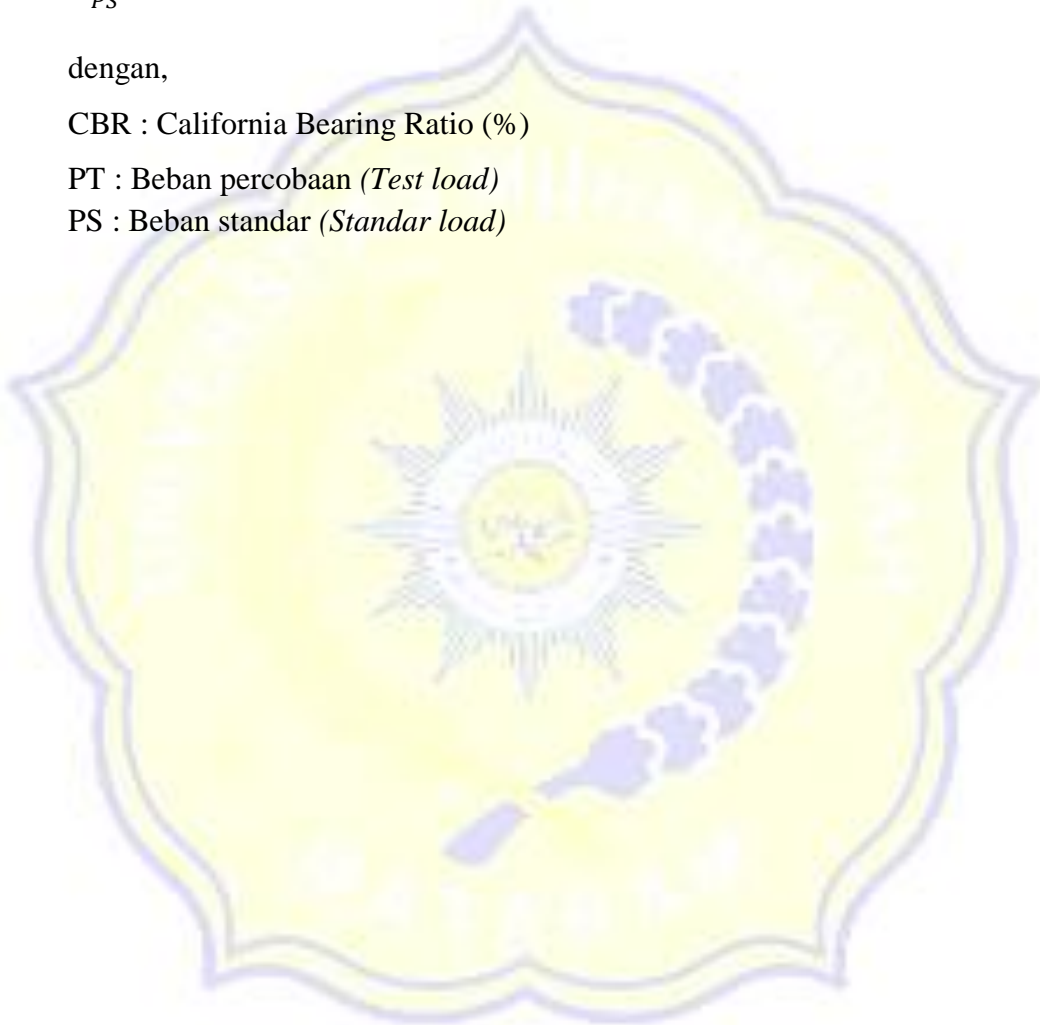
$$\text{CBR} = \frac{PT}{PS} \times 100 \dots\dots\dots (2.17)$$

dengan,

CBR : California Bearing Ratio (%)

PT : Beban percobaan (*Test load*)

PS : Beban standar (*Standar load*)



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Pengujian material dasar dan tambahan dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram yang berlokasi di JL. K.H Ahmad Dahlan, No.1 Pagesangan, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat

Untuk mendapatkan hasil pengujian yang diharapkan, pada tanah lempung dilakukan campuran dengan bahan seperti semen dan abu kayu dengan kadar variasi tertentu. Untuk bahan abu kayu diambil dari sisa pembakaran batu bata, Desa batunyale, Kecamatan Praya tengah, Kabupaten Lombok tengah. Sedangkan untuk tanah lempung di ambil di Desa Sengkerang, Kecamatan Praya timur, Kabupaten Lombok Tengah, ditunjukkan pada **Gambar 3.1** dan **Gambar 3.2** dibawah ini.



Gambar 3. 1 Lokasi Pengambilan abu kayu

(Sumber: Google earth)



Gambar 3. 2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel tanah lempung

(Sumber: Satelit Google Maps, 2023)

3.2 Persiapan dan Tahap Penelitian

3.2.1. Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan di daerah sekitaran persawahan desa Sengkerang, Kecamatan Praya Timur, Kabupaten Lombok Tengah. Alat-alat yang digunakan untuk mengambil sampel tanah berupa kantong kresek, karung, cangkul, sekop, dan alat meteran. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan kedalaman 30 cm yang bertujuan untuk menghindari tercampurnya tanah dengan sampah atau rumput yang berada disekitaran lokasi pengambilan sampel tanah. Dokumentasi pemngambilan sampel tanah dapat dilihat pada **Gambar 3.3** dibawah ini.



Gambar 3. 3 Pengambilan sampel tanah lempung

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

3.2.2. Pengambilan Sampel Abu Kayu

Pengambilan bahan abu kayu dilakukan di desa batunyala Kecamatan praya tengah Kabupaten Lombok tengah. Alat-alat yang digunakan pada pengambilan sampel ini diantaranya adalah cepang, baskom, dan karung. Foto pengambilan sampel abu kayu dapat dilihat pada **Gambar 3.4** berikut:



Gambar 3. 4 Pengambilan sampel abu kayu

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

3.2.3. Persiapan Semen Portland Tipe 1

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



Gambar 3. 5 Semen Portland Tipe I

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat merupakan penjelasan spesifikasi teknis percobaan yang dilakukan ketika memperoleh hasil penelitian. Sedangkan bahan penelitian utama menjelaskan secara ringkas proses pemilihan sampel, bahan pembantu penyelesaian riset, spesifikasi teknis, asal usul dan proses mendapatkannya.

3.3.1. Alat dan Bahan Penelitian

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

1. Baskom plastik dan sendok

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



Gambar 3. 6 Baskom Plastik dan Centong

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

2. Plastik Kresek

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



Gambar 3. 7 Plastik kresek

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

3. Alat Penumbuk

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



Gambar 3. 8 Alat Penumbuk
(Sumber: Dokumentasi, 2023)

4. Silinder Moulding Tes

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



Gambar 3. 9 Silinder
(Sumber: Dokumentasi, 2023)

5. Saringan/ayakan

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



Gambar 3. 10 Saringan

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

6. Cawan

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

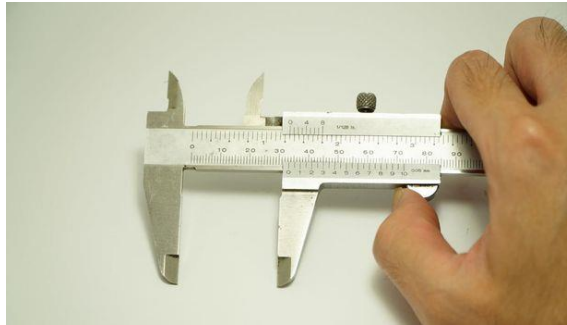


Gambar 3. 11 Cawan

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

7. Alat Ukur Jangka Sorong

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



Gambar 3. 12 Jangka Sorong
(Sumber: Dokumentasi, 2023)

8. Timbangan

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



Gambar 3. 13 Timbangan
(Sumber: Dokumentasi, 2023)

9. Oven

Oven digunakan sebagai alat media pengeringan sampel benda uji guna mengurangi kadar air yang ada pada sampel tanah yang telah di uji. Oven ini dapat dilihat pada **Gambar 3.14** berikut:



Gambar 3. 14 Oven
(Sumber: Dokumentasi, 2023)

10. Cassagrande

Alat ini merupakan alat yang digunakan saat pengujian batas cair yang bisa dilihat pada **Gambar 3.15**.



Gambar 3. 15 Alat casagrande
(Sumber: Dokumentasi, 2023)

11. Pikhnometer

Alat piknometer biasanya terbuat dari kaca yang berguna untuk meloloskan gelembung udara dari tutup kacanya, alat ini digunakan pada saat pengujian berat jenis yang dapat dilihat pada **Gambar 3.16** dibawah ini.



Gambar 3. 16 Alat Picnometer
(Sumber: Dokumentasi, 2023)

12. Dial Indicator

Alat ini biasanya digunakan untuk mengukur kerataan, daya tekan, daya kembang, dan lain-lain. alat ini digunakan pada pengujian CBR yang dapat dilihat pada **Gambar 3.17** dibawah ini.



Gambar 3. 17 Dial Guage
(Sumber: Dokumentasi, 2023)

13. Cetok dan Spatula

Cetok dan spatula biasanya digunakan untuk memotong atau meratakan sampel bena uji yang bisa dilihat pada **Gambar 3.18** dibawah ini.



Gambar 3. 18 Cetok dan Spatula

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

14. Batang Pelat Baja

Alat ini digunakan untuk memotong kelebihan tanah pada benda uji saat pengujian pemadatan yang bisa dilihat pada **Gambar 3.19** dibawah ini.



Gambar 3. 19 Batang Pelat Baja

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

15. Kompor Elektrik

Kompor elektrik ini berguna untuk memanaskan alat piknometer pada saat pengujian berat jenis yang dapat dilihat pada **Gambar 3.20** dibawah ini.



Gambar 3. 20 Kompor Elektrik
(Sumber: Dokumentasi, 2023)

16. Botol Semprot

Botol semprot digunakan untuk menyemprot air ke alat uji atau benda uji lainnya yang bisa dilihat pada **Gambar 3.21** dibawah ini.



Gambar 3. 21 Botol Semprot
(Sumber: Dokumentasi, 2023)

17. Gelas Ukur 1000cc

Gelas ukur atau tabung ukur berukuran 1000cc ini digunakan saat pengujian analisa hydrometer yang dapat dilihat pada **Gambar 3.22** dibawah ini.



Gambar 3. 22 Gelas Ukur 1000cc
(Sumber: Dokumentasi, 2023)

18. Mesin Penetrasi CBR

Mesin ini digunakan untuk mendapatkan nilai penetrasi pada saat pengujian CBR yang bisa dilihat pada **Gambar 3.23** dibawah ini.



Gambar 3. 23 Mesin Penetrasi CBR
(Sumber: Dokumentasi, 2023)

3.3.2. Bahan - bahan Penelitian

1. Tanah Lempung

Pada penelitian ini menggunakan tanah jenis lempung yang diambil langsung secara disturb pada kedalaman 30-50cm, tanah yang sudah diambil lalu dijemur hingga kering. Tanah yang sudah kering lalu ditumbuk menggunakan alat penumbuk hingga menjadi butiran kecil sehingga lolos saringan no. 4.



Gambar 3. 24 Tanah Lempung
(Sumber: Dokumentasi, 2023)

2. Abu Kayu

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



Gambar 3. 25 Abu Kayu

(Sumber: Dokumentasi, 2023)

3. Semen Portland Tipe 1

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



Gambar 3. 26 Semen Portland

(Sumber: Wikipedia, 2023)

3.4 Tahapan Penelitian

3.4.1. Studi Kasus

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

3.4.2. Pengumpulan Data

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

3.4.3. Analisis Data

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

3.4.4. Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen dengan melakukan percobaan terhadap beberapa sampel bahan uji untuk mengetahui pengaruh satu variabel terhadap variabel lainnya. Dalam penelitian tersebut tanah liat dicampur dengan 20%, 25%, dan 30% abu kayu dan semen 10% pada setiap pengujiannya untuk meningkatkan CBR dasar jalan. Komposisi campuran bahan dengan tanah dalam penelitian ini dapat dilihat pada **tabel 3.1** di bawah ini.

Tabel 3. 1 Variasi campuran pengujian

No	Variasi Campuran Sampel	Notasi
1	Tanah Asli	Asli
2	Tanah 70% + semen 10% + Abu kayu 20%	S10AK20
3	Tanah 65% + semen 10% + Abu kayu 25%	S10AK25
4	Tanah 60% + semen 10% + Abu kayu 30%	S10AK30

Sumber : Rancangan penelitian

Ada eberapa jenis pengujian yang dilakukan antara lain:

1. Uji Kadar Air

Pengujian ini merupakan pengujian awal yang tujuannya adalah untuk mengetahui kondisi air tanah asli atau kadar air tanah sebagai contoh uji untuk setiap benda uji. Menentukan berat minimum bahan basah saat pengujian kelembaban tanah tergantung pada ukuran butiran tanah dan harus memenuhi ketentuan yang telah disepakati pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3. 2 Berat minimum benda uji kadar air

No	Ukuran partikel maksimum (100% lolos)	Ukuran saringan standar	Berat minimum benda uji basah yang di rekomendasikan untuk kadar air	
			$\pm 0,1\%$	\pm
1	$\leq 2,0$ mm	No. 10	20 gram	20
2	4,75 mm	No. 4	100 gram	20
3	9,5 mm	3/8 in	500 gram	50
4	19,0 mm	$\frac{3}{4}$	2,5 gram	250
5	37,5 mm	1 ½ in	10 kg	1
6	75,0 mm	3	50 kg	5

(Sumber: SNI 1965 – 2008)

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

2. Uji Berat Isi Volume

Uji berat isi bertujuan untuk menentukan berat isi tanah, yaitu perbandingan antara berat tanah basah dengan volumenya dalam satuan gr/cm³. Pengujian ini dilakukan dengan pipa tipis yang didorong ke dalam tanah, sehingga tidak dapat dilakukan pada tanah berpasir yang gembur atau yang banyak terdapat kerikil. Berikut adalah langkah-langkah untuk melakukan uji berat volume:

- Gunakan cincin lalu di timbang beratnya (W1).
- Letakan bagian lubang kecil kedalam tanah lalu ditekan hingga cincin tersebut penuh dengan tanah.
- Lalu ratakan kedua sisi cincin dengan spatula.
- Tambal lubang yang ada pada sampel tanah menggunakan tanah yang tersisa.
- Bersihkan sisa tanah yang menempel pada badan cincin. Lalu timbang cincin yang berisi tanah tersebut.
- Lalu hitung volume tanah dengan ketelitian 0.01 cm.

- Lalu bersihkan peralatan yang kotor dan letakan kembali pada tempatnya.

3. Uji Berat Jenis

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

- Alat piknometer dibersihkan dan ditimbang beserta tutupnya sebagai pikno kosong (W1).
- Tanah yang sudah dihancurkan lalu di saring menggunakan saringan no. 40 lalu masukan tanah kedalam alat piknometer, Setelah itu di timbang sebagai berat piknometer + tanah kering (W2).
- Isi air sebanyak 10cc lalu didiamkan selama 4-10 jam.
- Tambahkan air destilasi hingga dua pertiga pikno penuh. Lalu bersihkan gelembung udara dengan cara sebagai berikut:
 - Piknometer ditempatkan dalam wadah tertutup bersama air dan tanah, yang dihisap dengan pompa vakum (tidak lebih dari 100 mmHg) sehingga gelembung udara terlepas ke dalam air bersih.
 - Piknometer di panaskan diatas teplon dengan suhu 28 derajat hingga air dalam teplon kering.
- Air ditambahkan ke dalam piknometer hingga penuh lalu ditutup. Setelah itu timbang sebagai berat piknometer + tanah + air.
- Piknometer lalu di buang isinya, lalu masukan lagi air sampai memenuhi pikno lalu tutup dan timbang untuk mengetahui berat piknometer + air.

4. Uji Analisa Saringan dan Hidrometer

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

- a. Siapkan sampel tanah lalu giling menggunakan mesin penghancur.
- b. Setelah tanah hancur lalu dimasukkan kedalam oven hingga kering untuk menghilangkan kadar air.
- c. Siapkan beberapa saringan, mulai dari saringan no.4 hingga saringan no. 200 dan saringan disusun berurutan. Masukkan benda uji pada saringan yang sudah disusun dan dipasang pada mesin pengayak selama 10 sampai 15 menit. Lalu hentikan mesin setelah mencapai waktu 10 sampai 15 menit tersebut.
- d. Masukkan benda uji ke dalam saringan yang sudah disiapkan yang dipasang di shaker selama 10-15 menit. Kemudian hentikan mesin saat waktunya tercapai selama 10-15 menit.
- e. Selanjutnya dilakukan uji analisis hidrometri dengan menyiapkan sampel tanah yang lolos saringan no.200 dengan menggunakan hasil uji analisis ayakan.
- f. Siapkan campuran natrium heksametafosfat dan air suling atau segelas air 1-1,5 ml dengan komposisi 5g; 125ml, digunakan zat diflokulan.
- g. Tuangkan larutan diflokulan ke dalam gelas kimia dan tambahkan potongan uji kotoran yang lolos saringan no.200, aduk dengan spatula hingga rata dan rendam selama 24 jam.
- h. Beri larutan deflocculating agent dengan komposisi seperti di atas (langkah h), masukkan ke dalam gelas ukur 1000 mL, tambahkan air suling hingga 1000 mL dan campurkan campuran larutan hingga benar-benar halus.

- i. Setelah di campur larutan lalu mixer menggunakan alat mixer selama 2 menit.
- j. Pindahkan campuran tanah yang sudah di mixer kedalam gelas ukur.
- k. Tutup rapat gelas ukur dengan tangan lalu di kocok selama 1 menit.
- l. Setelah dikocok masukan pelampung kedalam gelas ukur dan nyalakan alat penghitung waktu.
- m. Catat nilai pada waktu yang sudah ditentukan.
- n. Setelah pengujian selesai bersihkan dan letakan kembali pada tempatnya.

5. Uji Batas Cair

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

- a. Siapkan sampel tanah pada mangkuk dan beri air secara bertahap sekitar 1-3 ml jika perlu. bergerak, tekan dan aduk dll. Ini akan mendapatkan campuran yang benar-benar merata.
- b. Saat campuran tanah sudah halus dan sudah teruji pada 30-40 ketukan, tambahkan lagi sampel tanah kedalam alat cassagrande. Sebarkan dengan alat spatula lalu tekan agar tidak ada lubang dan gelembung udara tidak terbentuk. Lalu ratakan permukaan tanah.
- c. Buat alur di bagian tengah tanah menggunakan alat pengikis sehingga terbelah menjadi 2 bagian secara simetris.
- d. Lalu nyalakan alat cassagrande hingga bagian yang terbelah sebelumnya menyatu kembali.
- e. Jumlah pukulan yang diperlukan pada percobaan pertama harus bervariasi antara 30 dan 40 pukulan. Selama lebih dari 40 pukulan, tanah tidak cukup lembab dan tanah dari mangkuk

Casagrande harus dikembalikan ke mangkuk porselen untuk menambahkan air secara bertahap dan aduk hingga merata seperti pada operasi sebelumnya

- f. Bersihkan isi mangkuk cassagrande lalu ulangi cara b dan d.
- g. Ambil bagian tanah sebagai sampel lalu periksa kadar airnya.
- h. Bersihkan sisa tanah yang ada di mangkuk cassagrande, lalu tambahkan air secara bertahap dan aduk hingga rata. Lalu bersihkan mangkuk cassagrande
- i. Ulangi pekerjaan di b, c, d, g dan h untuk mendapatkan 3 atau 4 data dengan jumlah ketukan antara 10 hingga 40 ketukan.

6. Batas Plastis dan Indeks Plastis

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

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

7. Pematatan Tanah

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

- a. Tanah yang sudah dikeringkan disaring menggunakan saringan no.4.

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

8. Pengujian CBR

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

- a. Tanah yang sudah dikeringkan disaring menggunakan saringan no.4.
- b. Tanah yang lolos saringan no.4 digunakan sebagai sampel dan ditimbang seberat 4 kg tiap benda uji.
- c. Letakan tanah pada baskom dan beri air secukupnya lalu ratakan.

- d. Masukkan sampel tanah kedalam keresek lalu ikat dan biarkan selama 12 jam agar tanah dan air tercapur secara merata.
- e. Siapkan silinder mold lalu bersihkan dan diberi oli agar tanah tidak menempel pada badan mold saat dilakukan penumbukan.
- f. Pasang badan silinder mold pada pelat dasar lalu kunci menggunakan engsel yang ada pada badan mold.
- g. Masukkan tanah yang sudah di eramkan selama 12 jam kedalam mold lalu tumbuk sebanyak 56 kali pada tiap lapisnya, pengujian ini menggunakan 3 lapis tanah atas bawah dan tengah.
- h. Setelah dilakukan penumbukan lalu dilakukan pengujian CBR menggunakan mesin CBR.
- i. Catat pembacaan penetrometer sebagai berikut: 0,025", 0,050", 0,075", 0,100", 0,125", 0,150", 0,175", 0,200", 0,250".
- j. Setelah uji CBR selesai keluarkan isi tanah menggunakan alat pendongkrak lalu diambil sampel tanah bagian atas, bawah, dan tengah lalu imbang dengan cawan. Setelah tu masukan sampel tanah beserta cawan kedalam open dan keringkan selama 24 jam.
- k. Setelah dilakukan pengerigan tanah timbang hasil sampel tanah lalu didapatkan hasil pengujiannya.
Ada dua metode pengujian yang dipakai dan salah satunya adalah pengujian CBR tanpa rendaman. Dalam **Tabel 3.2** dibawah menjelaskan jumlah tumbukan setiap lapisnya, sebagai berikut.

Tabel 3. 3 Pengujian CBR tanah Lempung + abu kayu + semen tanpa rendaman

No	Kode	Keterangan	Jumlah tumbukan (Perlapis)
1	CBR 1	Tanah lempung	56 kali
2	CBR 2	Tanah 70% + 20% abu kayu + 10% semen	56 kali
3	CBR 3	Tanah 65% + 25% abu kayu + 10% semen	56 kali
4	CBR 4	Tanah 60% + 30% abu kayu + 10% semen	56 kali

3.4.5. Menentukan Rencana Variasi Campuran

Pada penelitian ini jenis tanah yang digunakan dalam adalah tanah lempung karena tanah lempung memiliki karakteristik yang perlu di stabilisasi antara lain:

a. Kandungan air yang tinggi

Kandungan air yang tinggi dapat menyebabkan perubahan volume dan menurunkan daya dukung tanah

b. Indeks plastisitas tinggi

Indeks plastisitas yang tinggi menunjukkan kemampuannya untuk mengalami perubahan bentuk tanpa pecah

c. Daya dukung rendah

Daya dukung yang rendah dapat menjadi tantangan dalam mendukung beban struktural

Dalam menentukan variasi campuran untuk stabilisasi tanah yang perlu di perhatikan adalah bahan stabilisasi yang digunakan. Pada penelitian ini bahan yang digunakan untuk stabilisasi tanah adalah abu kayu dan semen portland tipe 1. Penguji menggunakan abu kayu dan semen sebagai bahan stabilisasi karena abu kayu dan semen dapat menyerap kelembapan yang membantu mengurangi kadar air dan meningkatkan daya dukung tanah yang sangat penting dalam konstruksi

pondasi struktur, abu kayu dan semen dapat melakukan reaksi kimia dengan tanah yang dapat meningkatkan kekuatan dan stabilitas pada tanah, selain itu campuran abu kayu dan semen dapat meningkatkan kepadatan tanah, yang sangat penting untuk mencapai daya dukung yang diperlukan dalam konstruksi pondasi dan jalan.

Pada percobaan menentukan persentase variasi campuran pengujian melakukan pengujian sebanyak dua kali, yang pertama pengujian menggunakan persentase variasi campuran 5%,10%,dan 15% ditambahkan semen 5% pada sampelnya, hasil yang didapatkan pada percobaan pertama tidak bagus bagus karena nilai indeks plastisitas yang didapatkan mengalami kenaikan dari tanah asli dan untuk nilai CBR yang didapatkan tidak meningkat, sedangkan pada percobaan kedua pengujian menggunakan persentase variasi campuran abu kayu 20%,25%, dan 30% ditambahkan semen 10% pada setiap sampelnya, kemudian hasil yang didapatkan pada percobaan kedua cukup bagus Karena nilai indeks plastisitas yang didapatkan mengalami penurunan dan nilai CBR yang didapatkan mengalami peningkatan

3.5 Diagram Alir penelitian

