

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENGGUNAAN ABU SERBUK KAYU
PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI CBR**

Oleh:

MUHAMMAD AGUNG APRIANTO
NIM. DAB 112 019



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2020**

BIODATA MAHASISWA



Data Pribadi

Nama : Muhammad Agung Aprianto
NIM : DAB 112 019
Tempat, tgl lahir : Palangka Raya, 19 April 1994
Status : Belum Menikah
Agama : Islam
Pekerjaan : Mahasiswa
Alamat : Jl. Sisingamangaraja II No.4 Palangka Raya
No. Telp. Rumah : 3224192
Alamat Asal : Jl. Sisingamangaraja II No.4 Palangka Raya
Email : m.agungpb@gmail.com
No. HP : 0853 4838 1469
No. WA : 0853 4838 1469
Facebook : Muhammad Agung
Instagram : muhammadagungaprianto
Line : -
Nama Ayah : Suparno
Pekerjan Ayah : Pensiunan
Alamat : Jl. Sisingamangaraja II No.4 Palangka Raya
No. HP : 0815 2851 6648
Nama Ibu : Lusni
Pekerjaan Ibu : PNS
Alamat : Jl. Sisingamangaraja II No.4 Palangka Raya
No. HP : 0852 5287 8243

Riwayat Pendidikan

1. TK : Taman Kanak-Kanak Negeri Pembina Palangka Raya (1999-2000)
2. SD : SDN 3 Menteng (2000-2006)
3. SMP : SMP - 2 Palangka Raya (2006-2009)
4. SMA : SMAN - 3 Palangka Raya (2009-2012)
5. Mulai Mengikuti perkuliahan program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya bulan Agustus 2012

Palangka Raya, Juli 2020
Yang membuat pernyataan

MUHAMMAD AGUNG APRIANTO
NIM. DAB 112 019

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sungguh, bahwa skripsi/tugas akhir saya belum pernah dipakai sebelumnya untuk memperoleh gelar kesarjanaan diperguruan tinggi manapun. Segala kutipandan pikiran dari berbagai sumber telah diungkapkan sebagaimana disebutkan lengkap dalam daftar pustaka. Apabila kemudian hari ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi akibat ketidakbenaran pernyataan saya.

Palangka Raya, Juli 2020

MUHAMMAD AGUNG APRIANTO
DAB 112 019

RINGKASAN

PENGARUH PENGGUNAAN ABU SERBUK KAYU PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI CBR, Muhammad Agung Aprianto, DAB112019, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, 2020.

Provinsi Kalimantan Tengah memiliki kondisi tanah dasar pada umumnya merupakan tanah lunak yang memiliki daya dukung tanah yang rendah seperti tanah lempung dan lanau. Tanah lempung mempunyai daya dukung dan kuat geser yang rendah perlu distabilisasi agar memenuhi syarat teknis untuk dijadikan sebagai tanah dasar. Salah satu stabilisasi tanah yang biasa dilakukan yaitu dengan menambahkan bahan kimia pada tanah. Bahan kimia yang biasa digunakan berupa semen, kapur, dan lainnya. Dalam penelitian ini digunakan penambahan abu serbuk kayu. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis sifat-sifat fisik dan mekanis tanah lempung di Bukit Rawi Kabupaten Pulang Pisau dan mengetahui nilai CBR akibat penambahan abu serbuk kayu.

Bahan stabilisasi tanah dasar yang digunakan adalah serbuk kayu dari bekas proyek gazebo Pelabuhan Bereng Bengkel Kota Palangka Raya. Abu serbuk kayu dicampur dengan tanah lempung yang berasal dari Bukit Rawi Kabupaten Pulang Pisau. Dengan perencanaan campuran menggunakan metode coba-coba (*trial dan error*), dengan presentase penambahan abu serbuk kayu sebesar 5%, 7,5%, dan 10% dari berat campuran.

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa tanah asli memiliki Kadar Air 26,39%; Berat Jenis 2,72; Batas Cair 26,57% dan Indeks Plastisitas 11,36%; Batas Susut 14,75%. Berdasarkan klasifikasi AASHTO, sampel tanah termasuk dalam jenis A-6 (3) sedangkan berdasarkan klasifikasi USCS sampel tanah termasuk dalam jenis CL. Dari hasil penelitian sampel nilai CBR tanah asli = 3,45% dan untuk CBR terbesar didapat dari variasi campuran abu serbuk kayu sebesar 10% dan masa pemeraman 7 hari dengan nilai CBR = 6,05%. Artinya ada kenaikan CBR sebesar 2,60% dari tanah asli.

Kata Kunci : Tanah Lempung, CBR, Abu Serbuk Kayu.

SUMMARY

THE EFFECT OF THE USE WOOD ASH ON CLAY AGAINST THE CBR VALUE, Muhammad Agung Aprianto, DAB112019, Civil Engineering Departement, Faculty Of Technique Palangka Raya University.

The Central Kalimantan Province has a basic soil condition that is generally of soft soil that has the bearing to support low soils such as clay and tilts. That clay has a supportive and strong looping force that needs to be stabilized in order to qualify technically for founding ground. One of the common realizations of soil to add chemicals to the soil. The chemicals commonly used are cement, lime, and so on. And in this study, the addition to wood ash is used. The purpose of this research was analyze the physical and mechanical properties of clay on Bukit Rawi, Pulang Pisau district, and know the CBR value of adding wood ash.

The basic soil stabilization used is the sawdust from a former gazebo project Port of Bereng Bengkel, Palangka Raya City. Wood ash mix with clay soil from Bukit Rawi, Pulang Pisau district. With mixed planning methods using trial and error methods to present an increase in wood ash by 5%, 7,5%, dan 10% of the mixture weight.

Studies were obtained that original land had a water content 26,39%; Graviy specific 2,72; Liquid limit 26,57%; and Plasticity index 11,36% shrinkage limit 14,75%. According to AASHTO classification, soil samples belong to type A-6(3) while under the USCS classification soil samples include CL type. From research the original CBR svalue sample = 3,45% and for biggest CBR comes from a 10% variation in a mixed of wood ash with a 7 day retention of CBr = 6,05%. That means a CBR increase of 2,60% of orginial soil.

Keyword: Clay, CBR value, wood ash

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena limpahan berkat dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir saya yang berjudul “**PENGARUH PENGGUNAAN ABU SERBUK KAYU PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI CBR**” ini dapat diselesaikan. Tugas Akhir disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi Program Strata-1 Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya (UPR).

Pada kesempatan ini, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak **Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Ibu **Frieda, S.T., M.T.** selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak **Dr. Sutan P. S., S.T., M.T.** selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak **Tatau Wijaya Garib, S.T., M.T.** selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak **Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T.** selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
6. Bapak **Ir. H. Suradji Gandi, M.M.** selaku Dosen Pembimbing Akademik ,Dosen Pembimbing I,dan Dosen Pembahas I Tugas Akhir.
7. Ibu **Dr. Fatma Sarie, S.T., M.T.** selaku Dosen Pembimbing II dan Dosen Pambahas II Tugas Akhir.
8. Bapak **M. Ikhwan Yani, S.T., M.T.** selaku Dosen Pembahas I Tugas Akhir.

9. Bapak **Okrobianus Hendri S.T., M.T.** selaku Dosen Pembahas II Tugas Akhir.
10. Ibu **Ina Elvina, S.T., M.T.** selaku Dosen Pembahas III Tugas Akhir.
11. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Staf Tata Usaha, dan Staf Akademik di Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
12. Keluarga, rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil angkatan 2012 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis sudah berusaha sebaik mungkin dalam mengerjakan tugas akhir ini, diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Terima Kasih.

Palangka Raya, Juni 2020

MUHAMMAD AGUNG APRIANTO
NIM. DAB 112 019

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR NOTASI	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Lokasi Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Abu Serbuk Kayu	6
2.1.1 Sifat Visual Abu Serbuk Kayu	7
2.1.2 Komponen Penyusun Abu Serbuk Kayu	8
2.1.3 Silika (SiO ₂).....	8
2.2 Tanah	9
2.2.1 Tanah Lempung	10
2.3 Klasifikasi Tanah	10
2.3.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tekstur Tanah	11
2.3.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Pemakaian	11
2.4 Pemboran (<i>Drilling</i>) dan Pengambilan Contoh Tanah (<i>Soil Sampling</i>)	20
2.5 Stabilisasi Tanah dan Pemadatan.....	22
2.6.1 Stabilisasi Tanah	22
2.6.2 Pemadatan.....	24
2.7 <i>California Bearing Ratio</i> (CBR).....	27
2.8 Penelitian Terdahulu	29

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Umum	33
3.2 Persiapan Bahan dan Alat.....	33
3.3 Pemeriksaan Sifat Fisik dan Mekanik Tanah Asli.....	35
3.3.1 Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Asli	35
3.3.2 Pemeriksaan Tanah Mekanik	37
3.4 Perencanaan Campuran	37
3.5 Pemeriksaan Sifat Mekanik Campuran	40
3.6 Pemeriksaan Kepadatan Maximum.....	40
3.7 Pemeriksaan CBR.....	41

BAB IV PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian.....	43
4.1.1 Hasil Pengujian Sampel Tanah Asli	43
4.1.2 Klasifikasi Tanah	44
4.2 Pembahasan	47
4.2.1 Pengujian Sifat-sifat Mekanik	47
4.2.2 Hubungan Nilai CBR, dan Masa Pemeraman	54

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	55
5.2.Saran	56

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi Unifield	16
Tabel 2.3 Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO	17
Tabel 2.4 Perbandingan Penelitian.....	30
Tabel 3.1 Sampel Pengujian untuk Tanah Asli.....	38
Tabel 3.2 Sampel Pengujian untuk Tanah Asli + Abu Serbuk Kayu.....	38
Tabel 3.3 Jumlah Kebutuhan Tanah Lempung dan Abu Serbuk Kayu.....	39
Tabel 3.4 Pemeriksaan Kepadatan Optimun.....	40
Tabel 3.5 Pemeriksaan CBR	41
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah.....	43
Tabel 4.2 Tabel Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO..	45
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pemadatan pada Tanah Lempung (Tanah Asli)	48
Tabel 4.4 Rekapitulasi Hasil Pengujian Pemadatan Laboratorium.....	49
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kadar Air dan Berat Isi Kering	51
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Nilai CBR	51
Tabel 4.7 Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR Laboratorium	53
Tabel 4.5 Nilai CBR Rata- rata dan Massa Pemeraman Pada Berbagai Penambahan Abu Serbuk Kayu	54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Lokasi Penelitian	5
Gambar 2.1 Proses Penghasilan Abu Serbuk Kayu (<i>wood ash</i>)	7
Gambar 4.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO	44
Gambar 4.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi USCS	47
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Pemadatan pada Tanah Lempung (Tanah Asli).....	49
Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Pemadatan Laboratorium	50
Gambar 4.5 Grafik Penurunan Tanah	51
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Berat Isi Kering dan Nilai CBR	52
Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian CBR Laboratorium.....	53

DAFTAR NOTASI

LL	: Liquid Limit (%)
PL	: Plastic Limit (%)
SL	: Shrinkage Limit (%)
PI	: Indeks Plastisitas (%)
LI	: Liquidity Indeks
w	: Kadar air (%)
G_s	: Specific Gravity
b	: Berat volume tanah basah (gr/cm^3)
d	: Berat volum tanah kering (gr/cm^3)
s	: Berat isi butiran (gr/cm^3)
sat	: Berat isi tanah jenuh (gr/cm^3)
eff	: Berat isi tanah efektif (gr/cm^3)
w	: Berat jenis air (gr/cm^3)
V	: Volume (cm^3)
e	: Angka pori
n	: Porositas
S	: Derajat kejenuhan (%)

2,541 : Konfersi satuan dari inch ke cm

W_b : Berat tanah basah (gram)

W_m : Berat mold (gram)

W_d : Berat tanah kering (gram)

W_w : Berat air (gram)

W_c : Berat abu serbuk kayu (gram)

5% : Perbandingan berat abu serbuk kayu 5% terhadap berat tanah basah
100%

7,5% : Perbandingan berat abu serbuk kayu 7,5% terhadap berat tanah basah
100%

10% : Perbandingan berat abu serbuk kayu 10% terhadap berat tanah basah
100%

Unsoaked: Benda uji dalam keadaan tak-terendam setelah diambil dari bak
pencampuran.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan dasar dari suatu konstruksi, yang berpotensi menimbulkan masalah apabila memiliki sifat-sifat yang buruk seperti plastisitas yang tinggi, kekuatan geser yang rendah, dan potensi kembang susut yang tinggi sehingga berpengaruh besar terhadap suatu perencanaan suatu konstruksi. Karena itu tanah menjadi komponen yang perlu diperhatikan dalam suatu perencanaan konstruksi (Fauziah, 2017).

Tanah lempung yang mempunyai daya dukung dan kuat geser yang rendah perlu distabilisasi agar memenuhi syarat teknis untuk dijadikan sebagai tanah dasar. Salah satu stabilisasi tanah biasa yang dilakukan yaitu dengan menambahkan bahan kimia pada tanah. Bahan kimia yang biasa digunakan berupa semen, kapur, dan lainnya. Dalam penelitian ini digunakan penambahan abu serbuk kayu.

Serbuk kayu hasil penggergajian merupakan salah satu partikel kayu yang bobotnya sangat ringan dalam keadaan kering dan mudah diterbangkan oleh angin. Dimana serbuk kayu itu sendiri dikenal sebagai limbah industri meubel yang banyak tertimbun dan cenderung menjadi sampah karena pemanfaatannya yang relatif sedikit, sehingga perlu ditangani secara serius. Selain itu, ini serbuk gergaji hanya dimanfaatkan untuk sebagian kecil kebutuhan saja. Misalnya pembakaran batu bara (Mulyati, Dahlan, dan Adril, 2012).

Penelitian tentang tanah lempung ekspansif sudah banyak dilakukan, seperti pada penelitian sebelumnya dilakukan oleh (Sari, 2018) yang melakukan penelitian stabilisasi tanah ekspansif dengan penambahan abu limbah kertas terhadap nilai kembang susut tanah lempung, dengan penambahan limbah kertas tanah lempung yang sebelumnya tergolong kategori tanah lempung plastis tinggi (CH) mejadi tanah lanau plastisitas tinggi (MH). Sedangkan dari segi mekanisnya meningkatnya kepadatan tanah sebesar 5,99% dari segi tanah asli. Untuk nilai pengembangan menurun dengan penambahan 10% abu kertas.. Pada (Rinaldy, 2018) dalam penelitiannya pengaruh penambahan serbuk batu bata ringan terhadap potensial *swelling* pada tanah lempung ekspansif, nilai batas cair dan semakin besar penambahan serbuk bata ringan maka akan menurunkan nilai pengembangan tanah.

Sampel Tanah diambil dari sekitar lokasi ruas jalan Bukit Rawi, Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah. Diambil satu titik di daerah tersebut. Serbuk kayu yang digunakan sebagai bahan alternative stabilisasi tanah diambil di bekas proyek gazebo di Pelabuhan Bereng Bengkel, Kota Palangka Raya.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun, permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana sifat fisik dan mekanis tanah lempung di Desa Bukit Rawi, Kecamatan Pulang Pisau?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan` abu serbuk kayu sebagai bahan stabilisasi tanah lempung terhadap nilai CBR ?

3. Berapakah presentase kenaikan tertinggi pada campuran abu serbuk kayu terhadap nilai CBR?

1.3 Batasan Masalah

Agar lebih terarah, maka penelitian ini dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut :

1. Tanah yang digunakan, diambil dari sekitar lokasi ruas jalan Bukit Rawi, Kabupaten Pulang Pisau Kalimantan Tengah.
2. Tanah yang digunakan adalah Tanah Lempung
3. Abu serbuk kayu sebagai bahan alternatif diambil dari bekas proyek gazebo Pelabuhan Bereng Bengkel, Kota Palangka Raya.
4. Abu serbuk kayu digunakan sebagai bahan alternatif stabilisasi tanah di bakar pada suhu terukur tidak terukur.
5. Evaluasi karakteristik tanah asli meliputi :
 - a. Pemeriksaan Kadar Air (*Water Content*).
 - b. Pemeriksaan Berat Isi (*Density Test*)
 - c. Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Test*)
 - d. Pemeriksaan Batas-batas *Atterberg*.
 - e. Pemeriksaan Analisis Saringan (*Sieve Analysis*).
 - f. Analisis Hidrometer (*Hidrometer Analysis*).
 - g. Pemeriksaan Pemadatan Laboratorium (*Compaction Test*).
 - h. Pemeriksaan CBR Laboratorium (*Laboratory CBR*).

6. Pemeriksaan pemadatan CBR Laboratorium menggunakan percobaan pemadatan standar pada umur/masa pemeraman 3, dan 7 hari,. Pengujian nilai CBR dilakukan pada tanah dan campuran tanpa rendaman.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis sifat-sifat fisik dan mekanis tanah lempung di Desa Bukit Rawi, Kabupaten Pulang Pisau.
2. Mengetahui pengaruh penggunaan material abu serbuk kayu sebagai bahan stabilisasi tanah dasar untuk meningkatkan daya dukung tanah terhadap nilai CBR.
3. Mengetahui presentase kenaikan tertinggi pada campuran abu serbuk kayu terhadap nilai CBR.

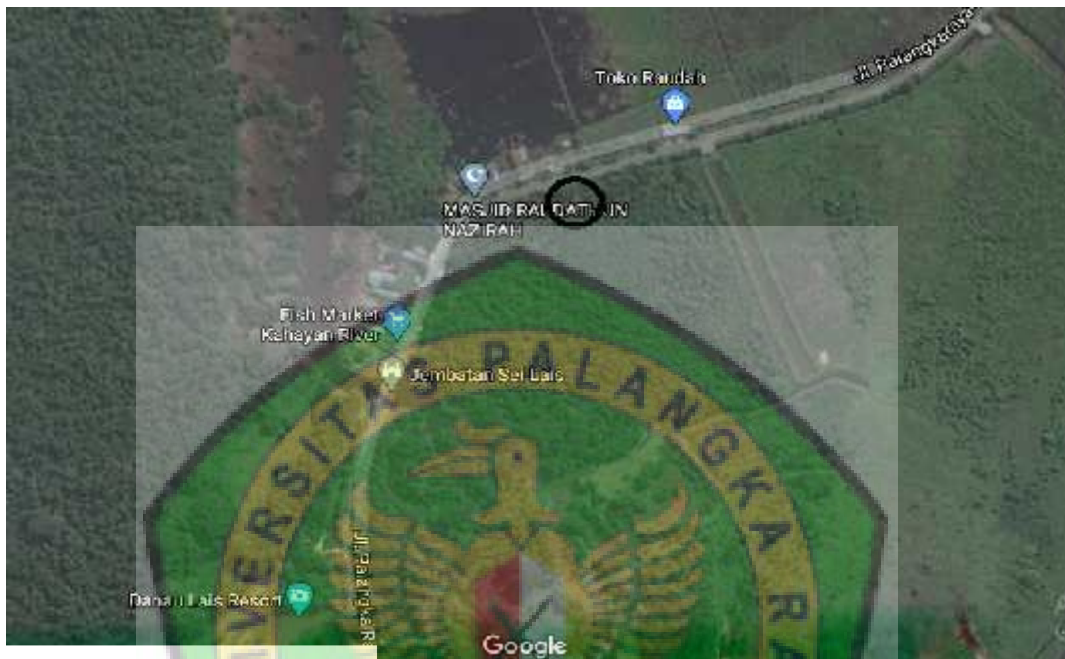
1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain :

1. Memberikan informasi mengenai tanah lempung di Kabupaten Pulang Pisau.
2. Memberikan informasi secara terinci tentang penggunaan abu serbuk kayu dan untuk mendapatkan proporsi campuran tanah yang dapat meningkatkan daya dukung tanah dasar.

1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang menjadi objek penelitian ini adalah Desa Bukit Rawi, Kabupaten Pulang Pisau.



Sumber : www.googleearth.com

Gambar 1.1 Lokasi Penelitian

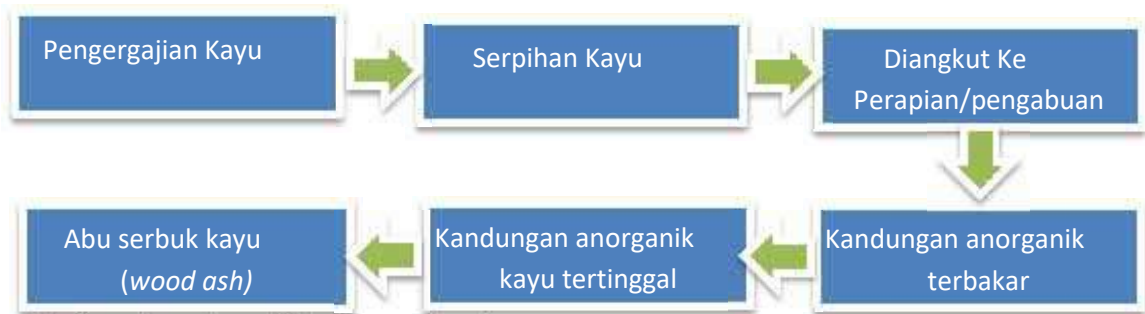
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Abu Serbuk Kayu (*wood ash*)

Abu serbuk kayu (*wood ash*) merupakan limbah industri penggergajian kayu yang dapat dipakai sebagai material *pozollan*, yaitu material yang banyak mengandung silica dan alumina (Departemen Kehutanan, 2006). Umumnya sebagian limbah serbuk kayu ini digunakan sebagai bahan bakar tungku, atau dibakar begitu saja, sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan. Padahal abu serbuk kayu merupakan biomassa yang belum dimanfaatkan secara optimal dan memiliki nilai kalor relatif besar. Dengan mengubah abu serbuk kayu menjadi stabilisator tanah, maka akan meningkatkan nilai ekonomis bahan tersebut, serta mengurangi pencemaran lingkungan. Untuk memanfaatkan serbuk kayu sebagai stabilisator maka dilakukan proses pembakaran/pengabuan serbuk kayu.

Dalam proses pengetahuan, bahan-bahan organik yang terkandung dalam kayu akan terbakar sedangkan bahan-bahan anorganik akan tertinggal. Bahan anorganik yang tersisa ini ditimbang dan dinyatakan sebagai kadar abu. Besarnya kadar abu dalam sutau kayu umumnya lebih kecil daripada 1% dari berat kayu keringnya, jarang lebih besar. Secara garis besar proses penghasiln abu serbuk kayu (*wood ash*) sebagai berikut :



Sumber : Departemen Kehutanan Indonesia

Gambar 2.1 Proses Penghasilan Abu Serbuk Kayu (*wood ash*)

2.1.1 Sifat Visual Abu Serbuk Kayu

Abu serbuk kayu adalah material (umumnya berupa bubuk) yang tersisa setelah pembakaran kayu, produsen utama abu kayu adalah industri kayu dan pembangkit listrik tenaga biomassa. Umumnya 6-10% massa kayu yang dibakar menghasilkan abu. Komposisi kayu dipengaruhi oleh jenis kayu yang dibakar. Kondisi pembakaran juga mempengaruhi komposisi abu dan jumlah yang tersisa; temperature yang tertinggi akan mempengaruhi jumlah abuyang dihasilkan. Abu kayu mengandung kalsium karbonat sebagai komponen utamanya mewakili 25-45% massa abu kayu. Kalsium terdapat pada jumlah kurang dari 10% dan fosfat kurang dari 1%. Terdapat juga besi, komposisi abu bakar kayu sangat bergantung pada jenis kayu dan kondisi pembakaran seperti temperature.

Abu kayu umumnya dibuang ke lahan pembuangan, namun alternatif pengolahan yang ramah lingkungan dapat menjadi suatu hal yang sangat menarik. Sejak lama diketahui bahwa abu kayu dapat digunakan sebagai pupuk karena mengandung berbagai macam mineral, namun tanpa nitrogen. Keberadaan kalsium karbonat dapat digunakan untuk menurunkan tingkat keasamaan tanah. Kalium hidroksida dapat dibuat dari abu kayu, yang dapat dipakai sebagai bahan

pembuat sabun. Abu serbuk kayu sebenarnya memiliki sifat yang sama dengan kayu, hanya saja wujudnya yang berbeda. Kayu adalah sesuatu bahan yang diperoleh dari hasil pemotongan pohon-pohon di hutan, yang merupakan bagian-bagian mana yang lebih banyak dapat dimanfaatkan untuk suatu tujuan penggunaan. Limbah serbuk kayu menimbulkan masalah dengan penanganannya, yaitu dibiarkan membusuk, ditumpuk, dan dibakar yang kesemuanya berdampak negative terhadap lingkungan. Oleh karena itu, penanggulangannya perlu dipikirkan. Salah satu jalan yang dapat ditemukan adalah memanfaatkannya menjadi bahan additive dalam stabilisasi tanah.

2.1.2 Komponen Penyusun Abu Serbuk Kayu

Ada beberapa komponen penyusun kimia abu serbuk kayu. Berdasarkan penelitian Tarun et al (2003) Komposisi kimia abu kayu adalah senyawa silika (SiO_2) sebesar (4-60%), Al_2O_3 sebesar (5-20%), Fe_2O_3 sebesar (1-9%), CaO sekitar (2-37%), MgO sebesar (0,4-14%), TiO_2 sebesar (0-1,5%), K_2O sebesar (0,4-14%), SO_3 sebesar (0,15-15%). LOI (0,1-33%).

2.1.3 Silika (SiO_2)

SiO_2 atau yang dikenal dengan Silika-dioksida atau silika merupakan senyawa yang umum ditemukan dalam kehidupan sehari-hari dan banyak digunakan dalam aplikasi elektronik, keramik, adsorben semen, katalisator dan masih banyak lagi pemanfaatannya. Silika memiliki stabilitas kimia yang baik, tidak larut dalam air, daya tahan terhadap temperature tinggi.

2.2 Tanah

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasikan (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. Tanah mempunyai sifat struktur yang bermacam-macam, hal itu disebabkan karena tanah mempunyai banyak sifat-sifat fisis yang berbeda. Sifat-sifat fisis meliputi berat isi, angka pori, nilai sudut geser, dan berat volume. Berat isi adalah berat tanah termasuk air dan udara dengan volume total. Sudut geser terbentuk akibat dari gerak antara butiran-butiran tanah. Berat volume adalah berat volume butiran tanah termasuk udara, dengan volume total tanah (Braja M Das, 1998).

Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil. Hal ini dapat terjadi akibat adanya pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, atau hancuran partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Karena proses lapuk dan endap itu maka dijumpai tipe tanah keras, tipe tanah sedang dan tipe tanah lunak sesuai umur dan proses terbentuk alamiahnya. Ukuran setiap butiran padat sangat bervariasi dan sifat-sifat fisika tanah banyak tergantung dari faktor-faktor jenis tanah, komposisi/gradasi butir, volume rongga, kandungan air, mineral pembentukan butir tanah, dan bentuk butiran.

2.2.1 Tanah Lempung

Tanah lempung termasuk dalam kategori tanah kohesif. Tanah lempung adalah tanah yang menghasilkan sifat-sifat plastis apabila dicampur dengan air (Grim, 1953). Tanah lempung terdiri atas partikel mikroskopis dan submikroskopis yang tidak dapat dilihat dengan jelas oleh alat mikroskop biasa, dengan bentuk lempengan pipih sebagai partikel mika, mineral lempung (*clay mineral*) dan mineral yang sangat halus.

Tanah lempung didefinisikan sebagai golongan partikel yang berukuran kurang dari 0,002 mm (= 2 mikron). Namun demikian, di beberapa kasus, partikel berukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 mm juga masih digolongkan sebagai partikel lempung.

Tanah lempung mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

- a. Bila basah bersifat plastis.
- b. Menyusut bila kering dan mengembang bila basah.
- c. Berkurang kuat gesernya bila kadar air bertambah
- d. Berkurang kuat gesernya bila struktur tanahnya terganggu
- e. Merupakan material kedap air.

2.3 Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah suatu sistem penggolongan yang sistematis dari jenis-jenis tanah yang mempunyai sifat-sifat yang sama ke dalam kelompok-kelompok dan sub kelompok berdasarkan pemakaiannya (Braja M. Das, 1995).

Sistem klasifikasi tanah di buat pada dasarnya untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisis tanah. Karena variasi sifat dan perilaku tanah yang begitu beragam, sistem klasifikasi secara umum mengelompokkan tanah ke dalam kategori yang umum dimana tanah memiliki kesamaan sifat fisis. Klasifikasi tanah juga berguna untuk studi yang lebih terperinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan akan pengujian untuk menentukan sifat teknis tanah seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi dan sebagainya (Joseph E. Bowles, 1989). Klasifikasi tanah dapat dilakukan berdasarkan tekstur tanah dan pemakaiannya.

2.3.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tekstur Tanah

Tekstur tanah adalah keadaan tanah yang bersangkutan yang dipengaruhi oleh uuran tiap-tiap butir yang ada di dalam tanah. Sistem klasifikasi tanah berdasarkan tekstur tanah dikembangkan oleh Departemen Pertanian Amerika (USDA). Sistem ini didasarkan pada ukuran batas dari butiran tanah yaitu:

1. Batu kerikil (*gravel*) dan pasir (*sand*)
2. Lanau (*silt*)
3. Lempung

2.3.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Pemakaian

Adapun sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan dalam teknik jalan raya adalah sistem klasifikasi tanah USCS (*Unified Soil Classification System*) dan sistem klasifikasi tanah AASHTO (*American Association Of State Highway*

and Transportation Officials). Kedua sistem ini memperhitungkan distribusi ukuran butir dan batas-batas *atterberg*.

A. Sistem klasifikasi tanah USCS (*Unified Soil Classification System*)

Sistem klasifikasi tanah ini diusulkan oleh Prof. Arthur Cassagrande, sistem ini didasarkan pada sifat tekstur tanah dan sistem ini menempatkan tanah dalam tiga kelompok :

1. Tanah berbutir kasar

Tanah berbutir kasar dibagi lagi atas:

- Kerikil dan tanah kerikilan (G)
- Pasir dan tanah kepasiran (S)

Yang termasuk dalam kerikil adalah tanah yang mempunyai persentase lolos saringan No.4 > 50% termasuk kelompok pasir. Baik pasir maupun kerikil dibagi lagi dalam 4 kelompok:

- a) Kelompok GW dan SW adalah tanah kerikilan dan kepasiran bergradasi baik dengan butiran halus yang sedikit atau tanpa butiran halus yang non plastis (lolos saringan No.200 < 5%).
- b) Kelompok GP dan SP adalah tanah kerikilan dan kepasiran bergradasi buruk dengan butiran halus sedikit yang non plastis.
- c) Kelompok GM dan SM adalah mencakup tanah kerikil atau pasir kelanauan (lolos saringan No.200 > 12%) dengan plastisitas rendah atau non plastis. Batas cair dan indeks plastis terletak di bawah garis A. Dalam kelompok ini bisa termasuk baik yang bergradasi baik maupun yang bergradasi buruk.

d) Kelompok GC dan SC adalah mencakup tanah kerikil atau kepasiran dengan butiran halus (lolos saringan No.200 < 12%) lebih bersifat lempung dengan plastisitas rendah sampai tinggi, batas cair dan indeks plastisitas tanah ini terletak di atas garis A dengan grafik plastisitas.

2. Tanah berbutir halus

Tanah berbutir halus dibagi dalam lanau (M) yang berasal dari bahasa Swedia dan lempung (C) yang di dasarkan pada batas cair dan indeks plastis juga tanah organis (O) termasuk dalam fraksi ini. Lanau adalah tanah berbutir halus yang mempunyai batas cair dan indeks plastis terletak di bawah garis A dan lempung berada di atas garis A. Lempung organis adalah kekecualian dari peraturan di atas karena batas cair dan indeks plastisnya berada di bawah garis A. Lanau, Lempung dan tanah organis dibagi lagi menjadi batas cair yang rendah (L) dan tinggi (H), garis pembagi antara batas cair yang rendah dan tinggi ditentukan pada angka 50.

a) Kelompok ML dan MH adalah tanah yang diklasifikasikan sebagai lanau pasir, lanau lempung atau lanau anorganis dengan plastisitas relatif rendah. Juga termasuk tanah jenis butiran lepas, bubuk batu, tanah yang mengandung mika juga beberapa jenis lempung.

b) Kelompok CH dan CL terutama adalah lempung anorganis. Kelompok CH adalah lempung dengan plastisitas sedang sampai tinggi mencakup lempung gemuk, lempung gumbo. Lempung dengan plastisitas rendah yang diklasifikasikan CL biasanya adalah lempung kurus, lempung pasir, atau lempung lanau.

c) Kelompok OL dan OH adalah tanah yang ditunjukkan sifat-sifatnya dengan adanya bahan organik, lempung dan lanau organis termasuk kedalam kelompok ini dan mereka mempunyai plastisitas berkisar pada kelompok ML dan MH.

3. Tanah organis tinggi

Tanah ini tidak di bagi lagi tapi diklasifikasikan dalam satu kelompok. Biasanya mereka sangat mudah ditekan dan tidak mempunyai sifat sebagai bahan bangunan yang di tanah khusus dari kelompok ini adalah humus, tanah lumpur dengan tekstrur organis yang tinggi. Komponen umum dari tanah ini adalah partikel daun, rumput, dahan atau bahan yang regas lainnya.

Sifat teknis tanah berbutir kasar ditentukan oleh ukuran dan gradasi butirannya. Oleh karena itu tanah berbutir kasar dikelompokkan berdasarkan ukuran butir dan bentuk gradasi butir tanahnya. Tanah berbutir halus lebih ditentukan oleh sifat tanah plastisitasnya, sehingga pengelompokan tanah berbutir halus dilakukan berdasarkan ukuran butir dan sifat plastisitas tanahnya. Klasifikasi tanah sistem USCS dilakukan dengan simbol-simbol tertentu, yaitu:

a) Simbol komponen:

- Kerikil : G (*Gravel*)
- Pasir : S (*Sand*)
- Lanau : M (*Silt Moam*)
- Lempung : C (*Clay*)
- Organik : O (*Organic*)
- Humus : Pt (*Peat*)

b) Simbol gradasi

- Bergradasi baik : W (*Well Graded*)
- Bergradasi buruk : P (*Poor Graded*)
- Bergradasi seragam: U (*Uniform Graded*)

c) Simbol batas cair

- Plastisitas tinggi : H (*High Liquid Limit*)
- Plastisitas rendah : L (*Low Liquid Limit*)

Kombinasi dari huruf-hirif ini menggambarkan satu jenis tanah, seperti GP menunjukkan tanah kerikil dengan gradasi buruk.



Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi Unified

Divisi utama		Simbol Kelompok	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi	
Tanah Berbutir Kasar Lebih dari 50 % butiran tertahan pada ayakan No. 200*	Pasir Lebih dari 50 % fraksi kasar lolos ayakan No. 4	GW	Kerikil bergradasi baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$C_u = D_{60}/D_{10}$ Lebih besar dari 4 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3	
		GP	Kerikil bergradasi buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW	
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung	Batas-batas Atterberg di atas garis A dengan $PI > 7$	
	Kerikil 50 % atau lebih dari fraksi kasar tertahan pada ayakan No. 4	SW	Pasir bergradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$C_u = D_{60} / D_{10}$ Lebih dari 6 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3	
		SP	Pasir bergradasi buruk dan pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	
		SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	
		SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	Batas-batas Atterberg di atas garis A dengan $PI > 7$	
	Tanah Berbutir Halus 50 % atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan lempung Batas cair 50 % atau kurang	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung	<p>Dalam plot ini, titik menunjukkan lokasi Lempung berair yang terdapat dalam tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar. Batas Atterberg yang tertera dalam diagram yang dapat memberi bantuan klasifikasi menggunakan dua simbol.</p> <p>Batas Cair LL (%) Garis A: $PI = 0,73(LL - 20)$</p>
			CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (<i>lean clays</i>)	
OL			Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah		
Lanau dan lempung Batas cair lebih dari 50 %		MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis		
		CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clays</i>)		
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi		
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi	PT	Gambut (peat), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat dalam ASTM Designation D-2488		

Sumber : Das, 1998

B. AASHTO (*American Association Of State Highway and Transportation Officials*)

Sistem ini pertama kali diperkenalkan oleh *Hogentogler* dan *Terzaghi*, yang akhirnya diambil oleh *bureau of public roads*. Sistem ini mencoba pengelompokan tanah berdasarkan sifatnya terhadap beban roda. Setelah mengalami beberapa perbaikan kemudian diambil oleh AASHTO.

Berdasarkan sistem ini tanah dibagi menjadi 8 kelompok yang diberi nama mulai dari A-1 sampai dengan A-8. Kelompok A-8 merupakan kelompok tanah organik yang revisi terakhir pada sistem AASHTO diabaikan karena tanah pada kelompok ini tidak stabil sebagai bahan pelapisan perkerasan, pada pemakaian sistem klasifikasi AASHTO menggunakan data dari hasil uji dicocokkan dengan angka-angka diberikan dalam tabel 2.3 dari kolom sebelah kiri ke kolom sebelah kanan ditemukan angka-angka yang sesuai dengan menunjukkan suatu gambar dari senjang batas cair dan indeks plastis masuk ke dalam.

Tabel 2.3 Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO

Klasifikasi Umum	Material Granular (<35% lolos saringan no.200)						tanah tanah lanau-lempung (35% lolos saringan no.200)			
	A1		A3	A2			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 maks	-	-	-	-	-	-	-
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 min	11 min	10 maks	10 maks	11 min
Indeks Kelompok (GI)	0		0	0		4 maks		8 maks	12 maks	6 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	Pecahan batu, kerikil dan pasir		pasir halus	kerikil berlanau atau berlempung dan pasir			tanah berlanau		tanah berlempung	
Penilaian Umum sebagai tanah dasar	sangat baik sampai baik						sedang sampai buruk			

Sumber : *Hardiyatmo, 1992*

Deskripsi dari masing-masing golongan adalah sebagai berikut:

1. Golongan tanah berbutir kasar dibedakan menjadi :

Golongan A-1: Biasanya berupa bahan yang merupakan campuran antara butiran-butiran yang mulai dari yang kasar sampai pada yang halus, dengan gradasi yang baik. Mungkin memiliki pelekat tanah yang non plastis atau plastisitasnya rendah, sub golongan A-1-a terutama terdiri dari pecahan-pecahan batu atau kerikil, sub golongan A-1-b terutama terdiri dari pasir kasar.

Golongan A-3: Bahan yang khas menggambarkan bahan ini adalah pasir pantai yang halus, tidak mengandung bagian halus yang bersifat kelanauan ataupun kelempungan, atau kandungan lanau non-plastis dalam jumlah yang sangat sedikit.

Golongan A-2: Meliputi berbagai bahan berbutir yang merupakan batas antara golongan-golongan A-1 dan A-3 dengan bahan-bahan lanau lempung yang termasuk golongan-golongan A-4, A-5, A-6, dan A-7. Golongan ini termasuk semua bahan yang mengandung fraksi yang melalui saringan 0,075 mm 35% ke bawah yang tidak bisa di klasifikasikan ke dalam golongan A-1 atau A-3.

2. Golongan tanah berbutir halus dibedakan menjadi :

Golongan A-4: Bahan yang khas termasuk ke dalam golongan ini berupa tanah ke lanauan yang non-plastis atau yang mempunyai sifat plastis yang sedang.

Golongan A-5: Sama seperti golongan A-4 tetapi tanahnya lebih elastis dengan nilai batas cair yang tinggi.

Golongan A-6 : Golongan ini adalah bahan berupa tanah lempung yang plastis, biasanya perubahan dari keadaan basah ke keadaan kering selalu disertai dengan perubahan volume yang mencolok.

Golongan A-7 : Sama seperti golongan A-6 kecuali bahwa golongan ini memiliki karakteristik batas cair yang tinggi sebagaimana halnya golongan A-5.

Untuk menentukan tingkatan relatif dari suatu bahan di dalam suatu subkelompok, maka dibuatlah suatu indeks kelompok (group indeks, GI). Indeks kelompok merupakan fungsi persentase tanah yang lolos saringan no.200 dan batas *atterberg*. Indeks Grup dapat di hitung dengan persamaan sebagai berikut :

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

Keterangan:

- F = Persentase butiran yang lolos ayakan No.200
 LL = Batas cair (*liquid limit*)
 PI = Indeks plastisitas

Aturan untuk menentukan harga dari indeks grup adalah:

- a) Apabila persamaan 2.1 menghasilkan nilai GI yang negatif, maka harga GI dianggap nol.
- b) Indeks grup yang dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1 dibulatkan ke angka yang paling dekat.
- c) Tidak ada batas atas untuk indeks grup.

- d) Indeks grup untuk tanah yang masuk kelompok A-1a, A-1b, A-2-4, A-2-5 dan A-3 selalu sama dengan nol.
- e) Untuk tanah yang masuk kelompok A-2-6, dan A-2-7, hanya bagian dari indeks grup untuk PI saja yang digunakan, yaitu:

$$GI = 0,01(F - 15)(PI - 10) \dots\dots\dots (2.2)$$

2.4 Pemboran (*Drilling*) dan Pengambilan Contoh Tanah (*Soil Sampling*)

Metode yang paling biasa dilakukan untuk menentukan kondisi-kondisi tanah bawah permukaan dan pengambilan contoh adalah dengan melakukan pemboran pada titik-titik yang dipilih di area tempat pondasi setelah dilakukan penelitian lapangan. Pemboran beserta pengambilan contoh, eksplorasi tanah atau pengujian pada letak asli dapat memberikan informasi yang lebih teliti dan terpercaya mengenai karakteristik-karakteristik fisik dan mekanik tanah pondasi pada cara-cara yang lain (Sunyono Sosrodarsono dan Nakazawa, 2000).

Ada beberapa cara pemboran tanah (Theodesius dkk, 2002), yaitu:

1. Pemboran dengan bor tangan (*hand boring*)
2. Pemboran dengan mesin (*machine drilling*)

Contoh tanah yang diambil untuk pengujian tanah ada 2 jenis (Wesley, 1977), yaitu:

- 1) Contoh tanah terganggu / tidak asli (*disturbed samples*)

Contoh tanah terganggu diambil tanpa adanya usaha-usaha yang dilakukan untuk melindungi struktur asli dari tanah tersebut. Contoh-contoh ini biasanya di bawa ke laboratorium dalam tempat tertutup (kaleng atau

kontong plastik) sehingga kadar airnya tidak berubah. Bila contoh ini tidak perlu dipertahankan kadar air aslinya, maka contoh ini dapat diambil terbuka. Contoh ini dapat dipakai untuk segala penyelidikan yang tidak memerlukan contoh tidak terganggu (*undisturbed samples*).

2) Contoh tanah yang tidak terganggu / asli (*undisturbed samples*)

Contoh tanah yang tidak terganggu adalah suatu contoh yang masih menunjukkan sifat-sifat asli dari tanah yang ada padanya. Contoh-contoh ini tidak mengalami perubahan dalam struktur, kadar air (*water content*), atau susunan kimia. Contoh yang benar-benar tidak terganggu/asli (*truly undisturbed samples*) tidaklah mungkin diperoleh, akan tetapi dengan teknik pelaksanaan sebagaimana mestinya dan cara pengamatan yang tepat, maka kerusakan-kerusakan terhadap contoh bisa dibatasi sekecil mungkin.

Pengambilan contoh tanah tidak terganggu dapat dilakukan dengan cara:

1. Memakai tabung-tabung contoh (*samples tubes*)
2. Memakai *core barrels*
3. Mengambil secara langsung dengan tangan dalam bentuk bongkah-bongkah (*block samples*)

2.5 Stabilisasi Tanah dan Pematatan

2.5.1 Stabilisasi Tanah

Apabila suatu tanah yang terdapat di lapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan dan apabila ia mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, permeabilitasnya yang terlalu tinggi, atau sifat lain yang tidak sesuai untuk

suatu proyek pembangunan jalan, maka tanah tersebut harus distabilisasikan sehingga dapat memenuhi syarat-syarat teknis yang diperlukan.

Stabilisasi Tanah merupakan usaha perbaikan daya dukung (mutu) tanah yang tidak atau kurang baik. Dapat juga dikatakan bahwa stabilisasi tanah ialah usaha meningkatkan daya dukung (mutu) tanah yang sudah tergolong baik. Tujuan utama yang akan dicapai dari stabilisasi tanah itu sendiri adalah meningkatkan kemampuan daya dukung tanah dalam menahan beban serta untuk meningkatkan kestabilan tanah.

Menurut Bowles (1986), cara untuk melakukan stabilisasi dapat terdiri dari salah satu tindakan sebagai berikut:

1. Menambah kerapatan tanah.
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga mempertinggi kohesi atau tahanan geser.
3. Menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisik dari material tanah.
4. Menurunkan muka air tanah.
5. Mengganti tanah-tanah yang buruk.

Menurut Ingles dan Metcalf (1972), stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan metode, yaitu:

1. Cara mekanis

Perbaikan tanah dengan menggunakan cara mekanis yaitu perbaikan tanah tanpa penambahan bahan-bahan lainnya. Stabilisasi mekanis biasanya dilakukan dengan menggunakan peralatan mekanis seperti mesin gilas,

penumbuk, peledak, tekanan statis dan sebagainya. Tujuan stabilisasi ini adalah untuk mendapatkan tanah yang berdaya dukung baik dengan cara mengurangi volume pori sehingga menghasilkan kepadatan tanah yang maksimum. Metode ini biasanya digunakan pada tanah yang berbutir kasar dengan fraksi tanah yang lolos saringan nomor 200 ASTM paling banyak 25%.

2. Cara fisik

Perbaikan tanah dengan cara fisik yaitu dengan memanfaatkan perubahan-perubahan fisik yang terjadi seperti hidrasi, absorpsi/penyerapan air, pemanasan, pendinginan, dan menggunakan arus listrik.

3. Cara kimiawi

Perbaikan tanah dengan cara kimiawi adalah penambahan bahan stabilisasi yang dapat mengubah sifat-sifat kurang menguntungkan dari tanah. Metode stabilisasi ini biasanya digunakan untuk tanah yang berbutir halus. Pencampuran bahan kimia yang sering dilakukan adalah dengan menggunakan semen, kapur, abu batu bara dan sebagainya.

Stabilisasi tanah dilakukan untuk mengubah sifat-sifat dari material yang ada dan kurang baik menjadi material yang memiliki sifat yang lebih baik sehingga stabilisasi ini dapat memenuhi kebutuhan perencanaan konstruksi yang diinginkan. Pemilihan stabilisasi yang digunakan selalu didasarkan atas respon dari tanah tersebut terhadap stabilisasi yang digunakan. Sifat-sifat dari suatu jenis tanah, sangat mempengaruhi dalam penentuan jenis stabilisasi tanah tersebut.

Secara umum ada 4 (empat) karakteristik utama tanah atau sifat tanah yang harus dipertimbangkan sehubungan dengan masalah stabilisasi tanah, yaitu:

- 1) Stabilitas volume tanah
- 2) Kekuatan
- 3) Permeabilitas
- 4) Durabilitas.

2.5.2 Pematatan

Pematatan merupakan proses dimana tanah yang terdiri dari butiran tanah, air, dan udara diberi energi mekanik seperti penggilasan (*rolling*) dan pergetaran (*vibrating*) sehingga volume tanah akan berkurang dengan mengeluarkan udara pada pori-pori tanah. Untuk pematatan di lapangan dapat dilakukan dengan berbagai macam cara salah satunya dengan cara menggilas. Sedangkan untuk pematatan di laboratorium dapat dilakukan dengan cara, yaitu *Standart Compaction Test* dan *Modified Compaction Test*.

Pengujian pematatan ini dilakukan untuk mengurangi kompresibilitas dan permeabilitas tanah serta untuk menentukan kadar air optimum yaitu nilai kadar air pada berat kering maksimum. Kadar air optimum yang didapat dari hasil pengujian pematatan ini digunakan untuk penelitian uji kuat tekan bebas.

Pematatan tanah ini dilakukan pada asli dan campuran yang menggunakan metode *Standart Compaction Test*. Pengujian ini dipakai untuk menentukan kadar air optimum dan berat isi kering maksimum. Pematatan ini dilakukan dalam cetakan dengan memakai alat pemukul dengan tinggi jatuh tertentu.

Pemadatan tanah lempung secara benar akan memberikan kuat geser yang tinggi, sedangkan stabilitas terhadap kembang susut tergantung dari jenis material yang digunakan. Tingkat pemadatan tanah diukur dari berat volume kering tanah yang dipadatkan. Berat volume kering dari tanah akan naik, bila kadar air dalam tanah (pada saat dipadatkan) meningkat. Jenis tanah (distribusi ukuran butiran), bentuk butiran tanah, gravitas khusus bagian tanah, jumlah serta jenis mineral lempung yang ada pada tanah mempunyai pengaruh besar terhadap nilai berat volume kering maksimum dan kadar air optimum dari tanah tersebut. Dalam pemadatan tanah, ada empat faktor yang mempengaruhi pemadatan yaitu:

1. Usaha pemadatan (energi pemadatan).
2. Jenis tanah (gradasi, kohesif atau tidak kohesif, ukuran partikel dan sebagainya).
3. Kadar air.
4. Berat isi kering.

Pada pembuatan timbunan tanah untuk jalan raya, DAM tanah dan banyak struktur teknik lainnya, tanah yang lepas (renggang) haruslah dipadatkan untuk meningkatkan berat volumenya. Pemadatan tersebut berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tanah. Sehingga dengan demikian meningkatkan daya dukung pondasi di atasnya. Pemadatan juga dapat mengurangi besarnya penurunan tanah yang tidak diinginkan dan meningkatkan kemantapan lereng timbunan, atau dengan kata lain maksud dari pemadatan adalah:

- Mempertinggi kuat geser tanah.
- Mengurangi sifat mudah mampat (kompresibilitas).

- Mengurangi permeabilitas.
- Mengurangi perubahan volume sebagai akibat penurunan kadar air dll.

Pada percobaan pemadatan tanah di laboratorium untuk penelitian ini yang dipakai untuk menentukan kadar air optimum dan berat isi kering maksimum adalah percobaan pemadatan standar (*standard compaction test*). Pada uji pemadatan standar ini tanah dipadatkan dalam suatu cetakan silinder dengan diameter 101,6 mm dan volume 943,3 cm³. Cetakan di klem pada sebuah plat dasar dan di atasnya diberi perpanjangan. Untuk memperoleh suatu nilai MDD dan OMC biasanya dilakukan enam kali percobaan pemadatan dengan kadar air yang berbeda-beda. Setiap pemadatan dilakukan dengan menggunakan penumbuk khusus. Berat penumbuk adalah 2,5 kg dan tinggi jatuh 304,8 mm. pemadatan dilakukan dalam tiga lapisan yang sama dan setiap lapisan dilakukan 25 kali pukulan. Pada uji pemadatan ini tanah yang diuji adalah tanah yang lolos saringan 20 mm.

2.6 California Bearing Ratio (CBR)

CBR merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standar load*) dan dinyatakan dalam persen. Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas. Nilai CBR adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui kuat dukung tanah dasar dalam perencanaan lapis perkerasan. Bila tanah dasar memiliki nilai CBR yang tinggi, praktis akan mengurangi

ketebalan lapis perkerasan yang berada di atas tanah dasar (*subgrade*), begitu pula sebaliknya.

Menurut Soedarmo dan Purnomo (1997), CBR dapat dibagi sesuai dengan cara mendapatkan contoh tanahnya yaitu CBR lapangan (*CBR in place atau field CBR*), CBR lapangan rendaman (*undisturbed soaked CBR*) dan CBR laboratorium (*laboratory CBR*). CBR laboratorium dibedakan menjadi dua macam yaitu CBR laboratorium rendaman (*soaked CBR laboratory*) dan CBR laboratorium tanpa rendaman (*unsoaked CBR laboratory*).

CBR dikembangkan oleh California State Highway Departement sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar jalan (*subgrade*). CBR menunjukkan nilai relatif kekuatan tanah, semakin tinggi kepadatan tanah maka nilai CBR akan semakin tinggi. Walaupun demikian, tidak berarti bahwa sebaiknya tanah dasar dipadatkan dengan kadar air rendah supaya mendapat nilai CBR yang tinggi, karena kadar air kemungkinan tidak akan konstan pada kondisi ini. Pemeriksaan CBR bertujuan untuk menentukan harga CBR tanah yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu. Disamping itu, pemeriksaan ini juga dimaksudkan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah. Pemeriksaan CBR Laboratorium mengacu pada AASHTO T-193-74 dan ASTM-1883-73. Untuk perencanaan jalan baru, tebal perkerasan biasanya ditentukan dari nilai CBR dari tanah dasar yang dipadatkan. Nilai CBR yang digunakan untuk perencanaan ini disebut "*design CBR*".

Cara yang dipakai untuk mendapat "*design CBR*" ini ditentukan dengan perhitungan dua faktor (Wesley, 1977) yaitu:

- a. Kadar air tanah serta berat isi kering pada waktu dipadatkan
- b. Perubahan pada kadar air yang mungkin akan terjadi setelah perkerasan selesai dibuat.

Nilai CBR sangat bergantung kepada proses pemadatan. Selain digunakan untuk menilai kekuatan tanah dasar atau bahan lain yang hendak dipakai, CBR juga digunakan sebagai dasar untuk menentukan tebal lapisan dari suatu perkerasan serta untuk menilai *subgrade* yang dipadatkan hingga mencapai kepadatan kering maksimum, dan membentuk profil sesuai yang direncanakan. Menurut Soedarmo dan Purnomo (1997), berdasarkan cara mendapatkan contoh tanah, CBR dapat dibagi atas:

1. CBR lapangan (CBR *inplace* atau *field* CBR)

Metode pemeriksaan CBR lapangan dilakukan dengan meletakkan piston pada kedalaman dimana nilai CBR akan ditentukan lalu dipenetrasi dengan menggunakan beban yang dilimpahkan melalui gardan truk.

2. CBR lapangan rendaman (*undisturbed soaked* CBR)

Untuk mendapatkan besarnya nilai CBR asli di lapangan pada keadaan jenuh air, pemeriksaan ini dilakukan dengan mengambil contoh tanah dalam tabung (*mold*) yang ditekan masuk ke dalam tanah mencapai kedalaman tanah yang diinginkan. *Mold* yang berisi contoh tanah yang dikeluarkan dan direndam dalam air selama 4 hari sambil diukur pengembangannya (*swelling*). Setelah pengembangan tidak terjadi lagi maka dilaksanakan pemeriksaan CBR.

3. CBR laboratorium (*laboratory CBR*)

CBR laboratorium dapat disebut juga CBR rencana titik. Tanah dasar yang diperiksa merupakan jalan baru yang berasal dari tanah asli, tanah timbunan atau tanah galian yang dipadatkan sampai mencapai 95% kepadatan maksimum. Dengan demikian daya dukung tanah dasar merupakan kemampuan lapisan tanah yang memikul beban setelah tanah itu dipadatkan. Oleh karena itu, nilai CBR laboratorium adalah nilai CBR yang diperoleh dari contoh tanah yang dibuat dan mewakili keadaan tanah tersebut setelah dipadatkan.

2.7 Penelitian Terdahulu

Dasar berupa teori-teori penelitian diperoleh dari hasil berbagai penelitian sebelumnya sebagai pendukung dan pelengkap. Pembahasan yang dimasukkan ke dalam penelitian ini merupakan pembahasan yang berkaitan dengan penelitian sebelumnya.



2.4 Perbandingan Penelitian

NO	Judul	Peneliti	Tujuan	Metode	Kesimpulan
1 .	Pengaruh Penambahan Abu Pembakaran Serbuk Kayu Jati terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air Pada <i>Paving Block</i>	Taufik Adi Ruswanto (2017)	<ul style="list-style-type: none"> - Bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu serbuk kayu terhadap <i>paving block</i>. - Untuk mengetahui pengaruh penambahan abu serbuk kayu terhadap nilai kuat tekan maksimum. 	<p>Dalam pembuaatan <i>paving block</i> di bagi menjadi 5 tahap penelitian:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Persiapan alat dan penyediaan bahan, pada tahap ini merupakan tahap penelitian meliputi persiapan alat dan bahan pembuatan <i>paving block</i>. - Pemeriksaan bahan, pada tahap ini dilakukan pengujian bahan dasar beton yaitu agregat halus dengan pemeriksaan meliputi berat jenis, berat volume dan analisa saringan. - Perencanaan dan pembuatan benda uji, pada tahap ini dilakukan perencanaan campuran (<i>mix design</i>) untuk adukan <i>paving block</i> dan sampel untuk tiap pengujian. - Pengujianbenda uji, pada tahap ini dilakukan pengujian karakteristik mekanik beton berupa uji kuat tekan, dan serapan air beton dengan prosedur pegujian standar SN.I - Analisis dan pembahasan, pada tahap ini diperoleh hasil pengujian lalu dianalisis dan dibahas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pengaruh penambahan abu serbuk kayu dalam campuran <i>paving block</i> pada presentase 0%, 10%, 15%, 20%, dan 25% abu serbuk kayu memiliki daya serap air sebesar 7,12%, 7,83%, 7,80% , 8,59% dan 8,05%. - Kuat tekan maksimum dalam penelitian ini terdapat pada penambahan 10% abu serbuk kayu yaitu 11,083 Mpa dengan daya serap air minimum 7,83%. Pada variasi ini pengikatan yang terjadi antara silica yang dihasilkan dengan kalsium hidrosida sudah mencapai titik optimum.

NO	Judul	Peneliti	Tujuan	Metode	Kesimpulan
2	Analisis Campuran Kapur- <i>Fly Ash</i> Dan Kapur-Abu Sekam Padi Terhadap Lempung Ekspansif.	Denny Boy Pinasang. (2016)	<ul style="list-style-type: none"> - Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai kekuatan tanah; - Memberikan yang distabilisasi dengan pencampuran <i>fly ash</i> batu bara dan kapur - abu sekam padi pada tanah lempung ekspansif; - Berapakah prosentasi yang efektif dan efisien pada penambahan <i>fly ash</i> batu bara dibandingkan dengan kapur-abu sekam padi terhadap kekuatan tanah pada tanah lempung ekspansif. 	<p>Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental yang dilakukan dilaboratorium. Prosedur penelitian dibagi menjadi dua tahap, yaitu penelitian awal untuk menentukan apakah tanah lempung yang akan diteliti benar-benar merupakan tanah lempung ekspansif atau merupakan lempung biasa. Pengujian awal meliputi: pengujian analisis saringan dan pengujian indeks properties. Setelah diketahui bahwa tanah adalah tanah lempung ekspansif, maka dilakukan penelitian lanjutan dengan menambah kapur - abu terbang batu bara dan kapur-abu sekam padi yang kemudian diuji sifat-sifat mekaniknya. Pengujian lanjutan meliputi: pengujian kepadatan, CBR laboratorium, kuat tekan bebas dan uji geser langsung.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tanah lempung yang diamati merupakan tanah ekspansif dengan yang memiliki potensi mengembang tinggi dengan kandungan mineral lempung montmorillonit; - Penggunaan kapur + abu terbang lebih efektif dari pada menggunakan kapur + abu sekam padi untuk menurunkan nilai plastisitas; - Penambahan kapur + abu sekam padi dan penambahan kapur + abu terbang menunjukkan terjadi peningkatan nilai q_u seiring bertambahnya persentasi kapur, penambahan kapur + abu terbang lebih memberikan nilai kekuatan yang lebih besar jika dibandingkan dengan campuran kapur + abu sekam padi.

NO	Judul	Peneliti	Tujuan	Metode	Kesimpulan
3.	Pengaruh Penambahan Serbuk Batu Bata Merah Terhadap Stabilitas Tanah Lempung Sebagai Tanah Dasar Jalan	Mochamad Sholeh (2012)	<ul style="list-style-type: none"> - Betujuan untuk mengetahui batas cair, atas plastis dan indeks, Plastisitas tanah asli (Lempung) - Untuk mengetahui nilai optimal tanah lempung dengan penambahan serbuk bata merah. - Mengetahui nilai kenaikan indeks plastisitas tanah lempung dengan menggunakan serbuk bata merah. 	<p>Penelitian ini meliputi Kadar Air, Berat Isi, Berat Jenis, Batas Cair, Batas Plastis. Lokasi penelitian ini diambil di Desa Glugur, Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tanah Asli, LL = 60,9, PL = 42,8 dan IP = 18,1 - Presentase penambahan optimal 7,5 % - Nilai IP pada 7,5 % adalah 20,31



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 UMUM

Penelitian dilapangan meliputi survei lokasi pengambilan sampel tanah, pemboran tanah, dan pengambilan contoh tanah. Pemboran dilakukan adalah pemboran ringan sampai pada kedalaman dangkal (< 10m). Bor yang digunakan adalah bor jenis Iwan (*Iwan Auger*).

Penelitian di laboratorium menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui efektifitas abu serbuk kayu sebagai bahan alternatif stabilisasi tanah dasar. Pembuatan dan pengujian terhadap sampel akan dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Penelitian ini terdiri dari tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan bahan dan alat
2. Pemeriksaan sifat fisik dan sifat mekanik tanah asli.
3. Perencanaan campuran dengan proposi yang ditentukan.
4. Pemeriksaan sifat mekanik campuran
5. Analisis data .

3.2 Persiapan Bahan dan Alat

Bahan yang dipersiapkan terdiri dari sampel tanah asli dan abu serbuk kayu. Alat yang dipersiapkan terdiri dari :

1. Oven, timbangan, desikator dan cawan timbang tertutup dari gelas atau logam tahan karat untuk pemeriksaan kadar air.

2. Ring berat isi, jangka sorong, timbangan, oven dan desitaktor untuk pemeriksaan berat isi
3. Piknometer, desitaktor, oven, bak perendam, botol berisi air suling, neraca, pompa hampa udara atau tungku listrik, thermometer serta saringan dan penadahanya untuk pemeriksaan berat jenis
4. Alat batas cair standard (*Atterberg*), alat pembuat alur (*grooving tool*) ASTM dan Cassagrande, cawan porselin (*mortar*), pastel (penumbuk/penggerus) berkepala karet atau bungkus karet, spatula/spatel, gelas ukur, cawan (*thin box*), saringan, air destilasi dalam botol cuci (*wash bottle*) dan alat-alat pemeriksaan batas cair.
5. Plat kaca, spatula batang pembedangan cawan porselin, cawan untuk menentukan kadar air, gelas ukur, neraca, oven, dan air destilasi dalam botol cuci (*wash bottle*) untuk pemeriksaan batas susut
6. *Prong plate*, *monel dish*, *cristalizing dish*, cawan perty, mercury, *porselin dish*, neraca dan oven untuk pemeriksaan batas susut
7. Mesin pengguncang saringan (*sieve analysis*), saringan (*sieve*), timbangan dan talam untuk pemeriksaan analisa saringan
8. Hidrometer, tabung-tabung gelas, termometer, pengaduk mekanis dan mangkuk dispresi, saringan, neraca, oven, batang pengaduk dari gelas, dan *stop watch* untuk analisa hidrometer.
9. Mold pemadatan, palu pemadatan *standard*, pisau pemotong, palu karet, kantong plastik, sendok, cawan, pan, gelas ukur, alar pengeluar contoh (*extruder mold*) dan timbangan untuk pemeriksaan pemadatan laboratorium

10. Mesin penetrasi CBR, CBR *mold*, pring pemisah, palu penumbuk *modified*, alat pengeluar contoh (*extruder mold*), alat pengukur pengembangan (*swelling*) keping beban dan penetrasi, talam dan cawan alat perata, bak perendam, timbangan, kantong plastik, gelas ukur, dan kertas saring (*filter*) untuk pemeriksaan CBR.

3.3 Pemeriksaan Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Tanah Asli

3.3.1 Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Asli

Pemeriksaan sifat fisik tanah asli meliputi :

1. Pemeriksaan Kadar Air (*Water content*)

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah memeriksa kadar air suatu sampel tanah. Kadar air adalah perbandingan antara berat yang dikandung tanah dengan berat kering tanah, yang dinyatakan dalam persen. prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 2216-71.

2. Pemeriksaan Berat Isi (*Density test*)

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah mengetahui berat isi, isi pori, serta derajat kejenuhan suatu sampel tanah. prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 2216-71.

3. Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk menentukan berat jenis tanah yang mempunyai butiran lewat saringan No.4 dengan Piknometer. Berat jenis tanah adalah perbandingan antar berat butir tanah dengan berat

air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 854-58.

4. Pemeriksaan Batas-batas *Atterbreg*

Tujuan pemeriksaan ini adalah menentukan batas cair tanah, batas cair tanah adalah kadar air tanah tersebut pada keadaan batas peralihan antara cair dan keadaan plastisitas. Tanah dalam keadaan batas cair apabila diperiksa dengan alat *Casagrande*, kedua bagian tanah dalam mangkok yang terpisah oleh alur lebar 2 mm. menutp sepanjang 12,7 mm. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM D 423-66.

5. Pemeriksaan Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan plastis. Batas plastis adalah kadar air minimum dimana suatu tanah dalam keadaan plastis. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur PB 0110-76 ; AASHTO T-90-74; ASTM 424-74; SK SNI M-06-1989-F.

6. Pemeriksaan Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Tujuan Pemeriksaan ini adalah untuk menentukan kadar air sampel tanah pada batas keadaan semi padat dan keadaan padat. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur AASHTO T-92-68.

7. Pemeriksaan Analisis Saringan (*Sieve Analysis*)

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui ukuran butir dan susunan butir (gradasi). Tanah yang tertahan saringan No.200.

Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur ASTM-D 422-63.

3.3.2 Pemeriksaan Sifat Tanah Mekanik Asli

Pemeriksaan sifat tanah asli meliputi :

1. Pemeriksaan Pemadatan Laboratorium (*Compaction Test*)

Tujuan pemeriksaan ini adalah : untuk mengetahui hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah. Dapat disebut juga *Proctor test* dan dapat dilakukan dengan cara *standard* maupun *modified*. Sesuai dengan prosedur PB-0111-76 dan PB-0112-76.

2. Pemeriksaan CBR Laboratorium (*laboratory CBR*)

Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk menentukan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) tanah dan campuran agregat di laboratorium pada kadar air tertentu. CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Prosedur pelaksanaan sesuai dengan prosedur PB-01113-76; AASHTO T-193-81; ASTM D-1883-73.

3.4 Perencanaan Campuran

Campuran direncanakan berdasarkan metode coba-coba (*trial and error*) yaitu tanah dicampur dengan abu batu kapur dengan presentase penambahan abu serbuk kayu sebesar 5 %, 7,5 % , 10 % dari berat tanah dan masa pemeraman yang sama yaitu selama 7 hari, sebelum dilakukan pengujian CBR dan pengujian yang lainnya.

Tabel 3.1 Sampel Pengujian untuk Tanah Asli

No	Pengujian	Spesimen	Kebutuhan Tanah (gr)
1	Pengujian Kadar Air Tanah	2	100
2	Pengujian Berat Jenis Tanah	2	100
	Pengujian Analisa Granular:		
3	Pengujian Analisa Saringan	2	1000
4	Pengujian Analisa Hidrometer	2	
	Pengujian Batas - Batas Konsistensi		
5	Pengujian Batas Cair	2	1000
6	Pengujian Batas Plastis	2	300
7	Pengujian Batas Susut	2	100
8	Pengujian Pematatan	5x2	40000
9	Pengujian CBR	3x2	30000
	Jumlah Total	21	62600

Sumber: Data Penelitian

Tabel 3.2 Sampel Pengujian Untuk Tanah Asli + Abu Serbuk Kayu

No	Pengujian	(Variasi Kadar Abu Serbuk Kayu) x Jumlah Specimen x Waktu Pemeraman	Jumlah Benda Uji
1	Pengujian Pematatan Standar	3x5x2	30
2	Pengujian CBR	3x3x2	18
	Jumlah		48

Sumber: Data Penelitian

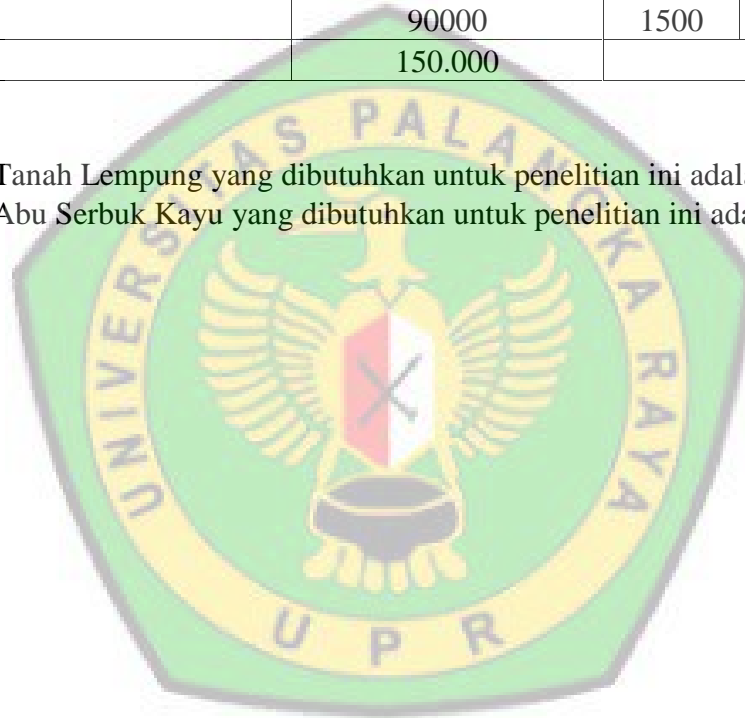
Tabel 3.3 Jumlah Kebutuhan Tanah Lempung dan Abu Serbuk Kayu

No	Pengujian	Kebutuhan Tanah Lempung (gr)	Kebutuhan Abu Serbuk Kayu (gr)			Jumlah (gr)
			5%	7,5%	10%	
1	Pengujian Pemadatan Standar	60000	500	1500	2000	4000
2	Pengujian CBR	90000	1500	2250	3000	6750
Jumlah		150.000				10750

Sumber: Data Penelitian

Maka:

1. Jumlah Kebutuhan Tanah Lempung yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah 150.000 gr atau 150 kg.
2. Jumlah Kebutuhan Abu Serbuk Kayu yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah 10.930 gr atau 10,75 kg



3.5 Pemeriksaan Sifat Mekanis Campuran

Pemeriksaan sifat mekanis campuran meliputi :

1. Pemeriksaan Pemadatan Laboratorium (*Compaction Test*)

Tujuan pemeriksaan, jumlah sampel, masa pemeraman dan prosedur pelaksanaan pemeriksaan sama dengan pemeriksaan sifat mekanis tanah asli.

2. Pemeriksaan CBR Laboratorium (*laboratory CBR*)

Tujuan pemeriksaan, jumlah sampel, masa pemeraman dan prosedur pelaksanaan pemeriksaan sama dengan pemeriksaan sifat mekanis tanah asli.

3.6 Pemeriksaan Kepadatan Maximum

Tabel 3.4 Kepadatan Maximum

Abu Serbuk Kayu %	d	Omc
5
7,5
10

Sumber: Data Penelitian

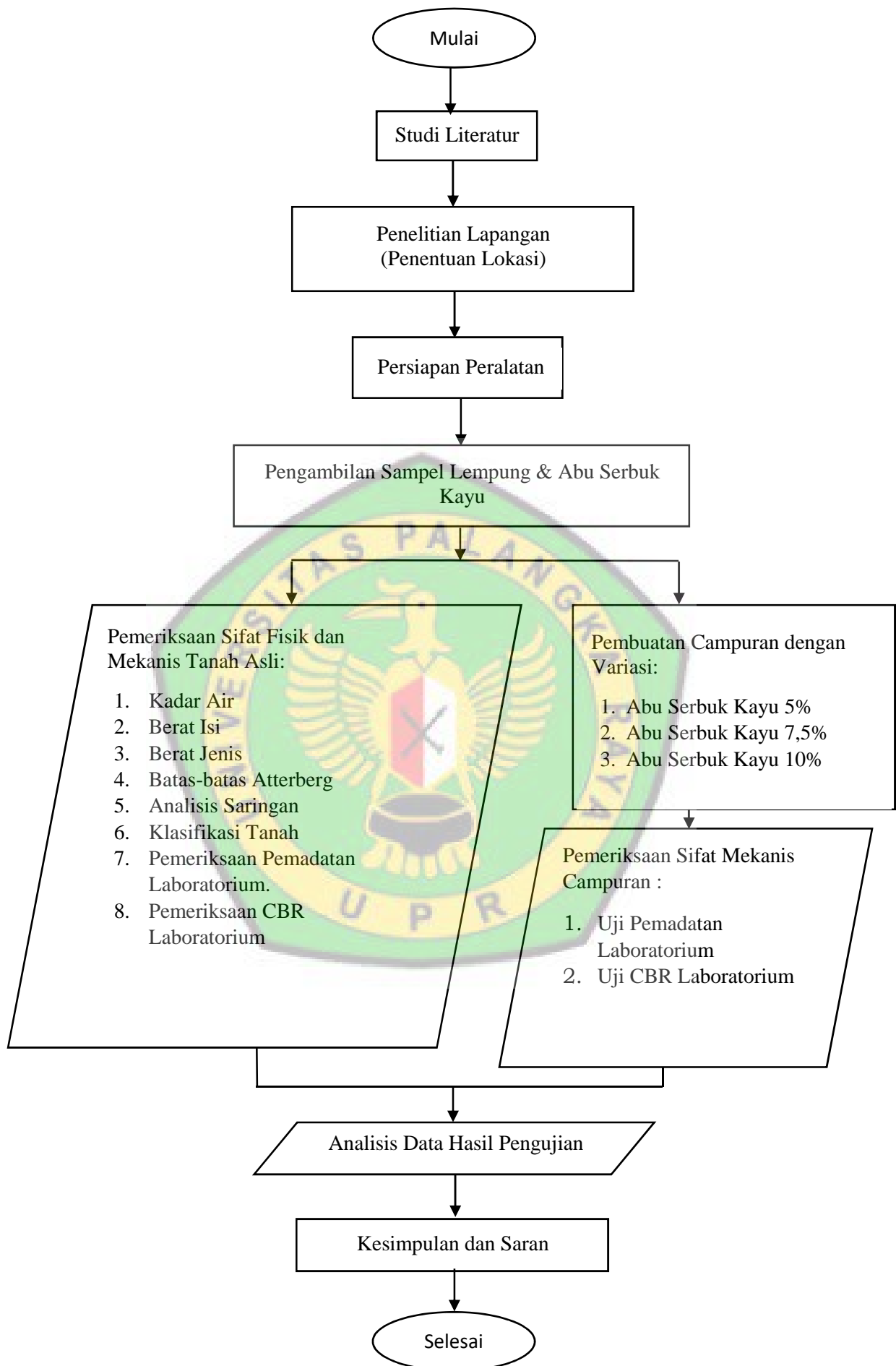
3.7 Pemeriksaan CBR

Tabel 3.5 Pemeriksaan CBR

Abu Serbuk Kayu (%)	10 Tumbukan	25 Tumbukan	55 Tumbukan	CBRRencana
5
7,5
10

Sumber: Data Penelitian





Gambar 3.1 Bagan Alir

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Untuk mengetahui sifat-sifat fisik tanah dilakukan pengujian yang dilakukan di laboratorium meliputi kadar air, berat jenis, berat isi, dan batas-batas *atterberg*. Pengujian sifat-sifat fisik dilakukan untuk mengklasifikasikan tanah. Pengujian ini menggunakan tanah tidak terganggu dan tanah terganggu. Pada pengujian sifat-sifat mekanik tanah dilakukan dalam 2 (dua) kondisi yaitu kondisi tanah asli dan kondisi tanah yang telah dicampuri abu serbuk kayu.

4.1.1 Hasil Pengujian Sampel Tanah Asli

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil
1	Kadar Air (%)	26,39
2	Berat Isi (gr/cc)	1,43
3	Berat Jenis	2,72
4	Batas- Batas <i>Atterberg</i>	
	a. Batas Cair (%)	26,57
	b. Batas Plastis (%)	15,21
	c. Indeks Plastisitas (%)	11,36
	d. Batas Susut (%)	14,75
5	Analisa Saringan	
	Saringan Lolos No. 200 (%)	52,54
6	Analisis Hydrometer	8,29

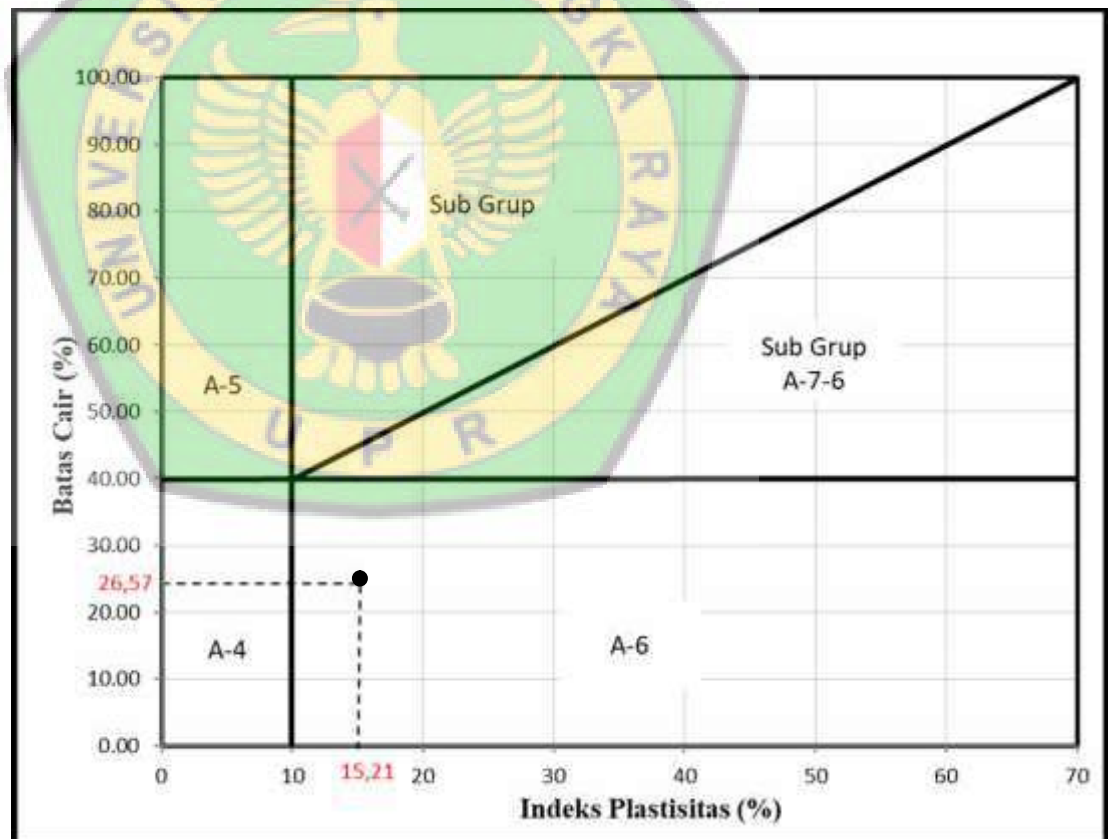
Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium (2020)

4.1.2 Klasifikasi Tanah

a. Sistem AASHTO

Klasifikasi tanah berdasarkan sistem AASHTO mengikuti prosedur sebagai berikut:

1. Dari hasil pemeriksaan analisa saringan presentase material lolos saringan No.200 (0,075 mm) adalah 52,54% > 35%.
2. Pemeriksaan batas-batas *atterberg* didapat nilai batas cair (LL) = 26,57% < 40% dan indeks plastiitas (PI) = 11,36% > 11% maka tanah tersebut termasuk kelompok A-6 (gambar 4.1).



Gambar 4.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO

4.2 Tabel Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO

Umum	Material Granular (<35% lolos saringan no.200)							Tanah lanau tanah lempung (<35% lolos saringan no.200)			
Klasifikasi Kelompok	A1		A3	A2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Analisa Saringan (% Lolos)											
2.00 mm (no.10)	50 maks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.425 mm (no.40)	30 maks	50 maks	51 maks	-	-	-	-	-	-	-	-
0.075 mm (no.200)	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat Fraksi Lolos Saringan No. 40											
Batas Cair (LL)	-	-	-	40 maks	40 maks	40 maks	40 min	40 maks	40 min	40 maks	40 min
Indeks Plastis (PI)	6 maks		Np	10 maks	10 maks	11 min	11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Indeks Kelompok (GI)	0		0	0		4 maks		8 maks	12 maks	6 maks	20 maks
Tipe Material Yang Pokok Pada Umumnya	Pecahan Batu, Kerikil dan Pasir		Pasir Halus	Kerikil Berlanau atau Berlempung dan Pasir				Tanah Berlanau		Tanah Berlempung	
Penilaian Umum Sebagai Tanah Dasar	Sangat Baik Sampai Baik							Sedang Sampai Buruk			

Sumber : Hardiyatmo (1992)

Kelompok A-6 merupakan kelompok Tanah berlempung yang masih mengandung butir-butir pasir tetapi sifat perubahan volumenya cukup besar. Sistem klasifikasi ini membagi tanah dalam beberapa kelompok yang setiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya. Perhitungan Indeks Kelompok (GI) berdasarkan perhitungan berikut :

$$GI = (F - 35) ((0,2 + 0,005 (LL - 40)) + 0,01 (F - 15) (PI - 10))$$

$$GI = (52,54 - 35)[0,2 + 0,005(26,57 - 40)] + 0,01 (52,54 - 15)(11,36 - 10) \\ = 2,84 \sim 3$$

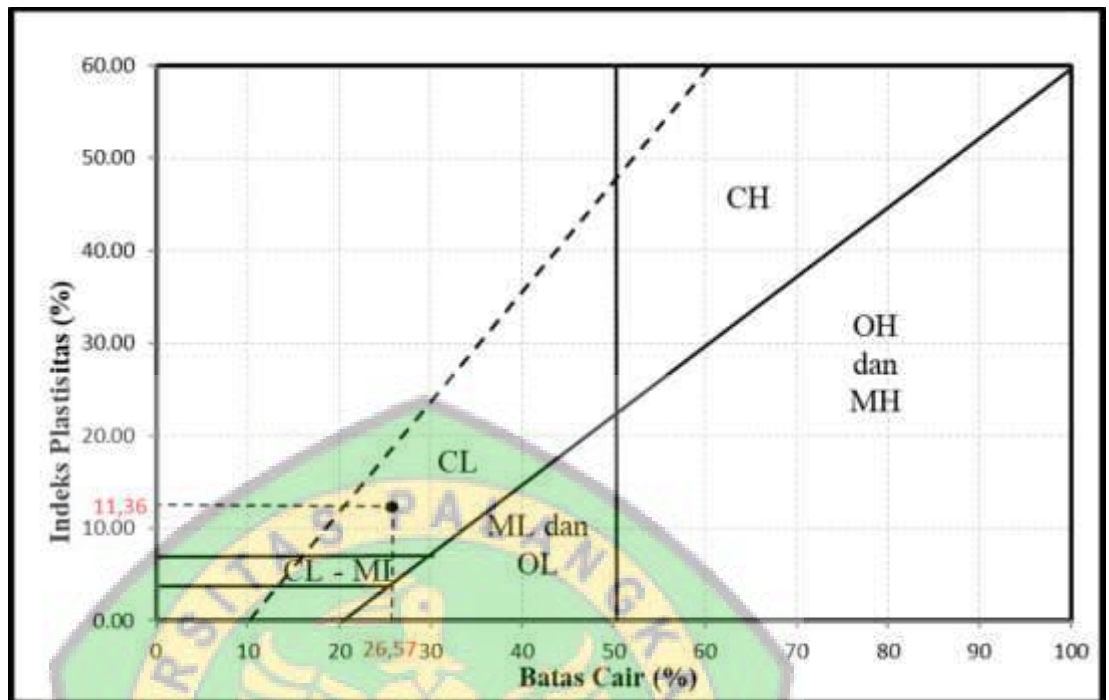
Jadi, tanah diklasifikasikan tanah berlempung kelompok A-6 (3).

b. Sistem Klasifikasi USCS

Klasifikasi tanah berdasarkan sistem USCS mengikuti prosedur sebagai berikut:

1. Dari hasil pemeriksaan analisis saringan, persentase material lolos saringan No.200 (0,0075) mm) rata-rata = 52,54% > 50%, maka tanah tersebut termasuk tanah berbutir halus.
2. Dari hasil pemeriksaan batas-batas atterberg, didapat nilai batas cair (LL) rata-rata = 26,57% < 50%, maka tanah tersebut termasuk kelompok ML, CL atau OL.
3. Dari grafik batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) (gambar terlampir) diperoleh LL dan PL yang diplot berada di bawah garis A, maka tanah tersebut termasuk kelompok CL.
4. Secara visual, tanah berwarna kuning dan bercampur dengan sedikit pasir, maka tanah tersebut termasuk dalam kelompok CL.

Kelompok CL merupakan kelompok lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir lempung berlanau, lempung “kurus” (*lean clays*).



Gambar 4.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi USCS

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengujian Sifat-sifat Mekanik Tanah

Pengujian sifat – sifat mekanik tanah di laboratorium terdiri dari pengujian laboratorium dan pengujian CBR laboratorium. Pengujian laboratorium dilakukan dengan metode pemadatan standar proctor

a. Pemadatan Laboratorium

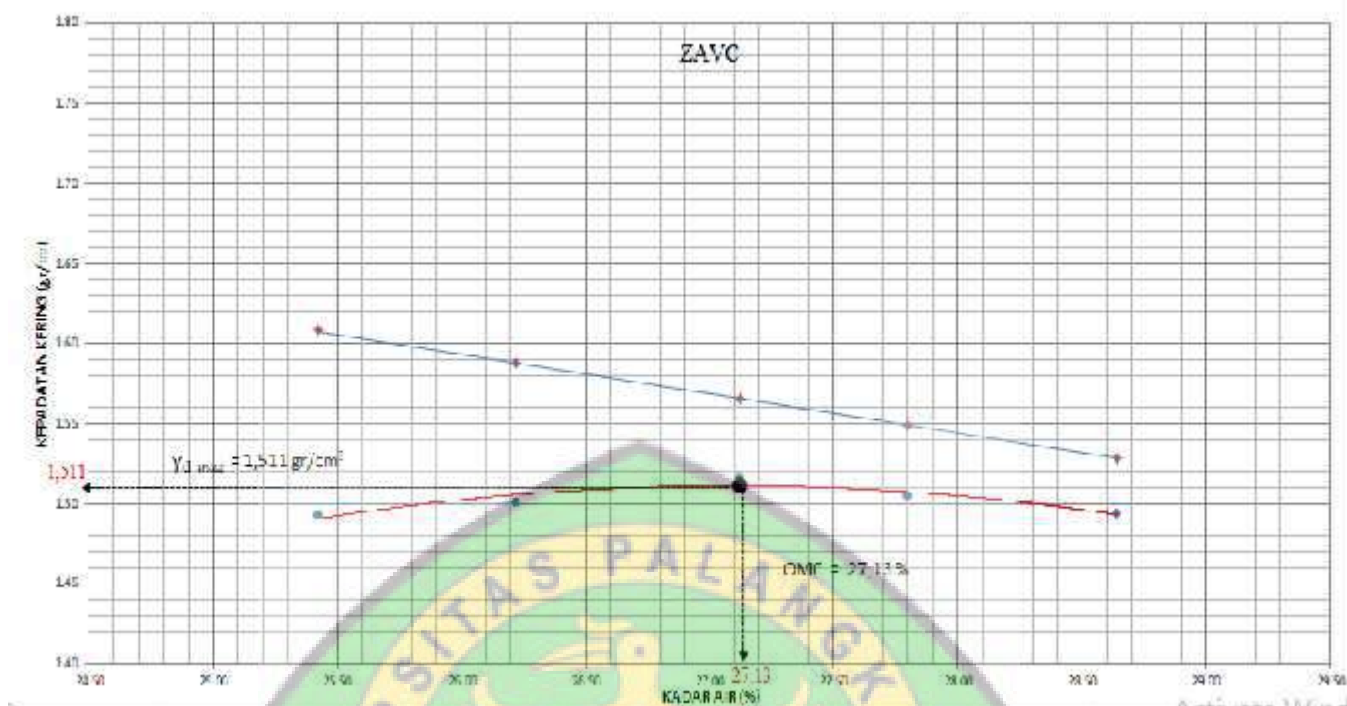
Pemadatan yang dilakukan adalah pemadatan tanah asli dan pemadatan tanah asli dengan penambahan bahan campuran abu serbuk kayu. Parameter yang diperoleh dari pengujian menggunakan standar proctor adalah nilai berat isi kering maksimum = *Maximum Dry Density* = Y_{dry} maks dan kadar air optimum = *Optimum Moisture Content* = OMC = (W_{opt}). Adapun hasil pengujian yang akan dipaparkan adalah sampel tanah lempung (tanah asli) yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pemadatan pada Tanah Lempung (Tanah Asli)

Metode Pemadatan	Standart Proctor Test
$W_{optimum}$ (%)	27,13
Y_{dry} Max (gr/cm ³)	1,52

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2019)

Nilai dari tabel didapat dengan menggunakan grafik dengan cara plotkan tiap pasang data sebagai titik dalam grafik. Puncak garis lengkungan mempunyai ordinat OMC dan Y_{dry} maks.



Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Pemadatan pada Tanah Lempung (Tanah Asli)

Hasil pengujian pemadatan tanah dengan variasi campuran lainnya dapat dilihat pada ditabel 4.4

Tabel 4.4 Rekapitulasi Hasil Pengujian Pemadatan Laboratorium

Penggunaan Abu Serbuk Kayu (%)	Umur/Hari	Kadar air Optimum (%)	Berat Isi Kering (gr/cm^3)
0	0	27,10	1,511
5	3	19,20	1,527
7,5	3	19,20	1,564
10	3	14,73	1,614
5	7	20,31	1,525
7,5	7	20,79	1,572
10	7	16,51	1,608

Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium (2020)



Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Pemadatan Laboratorium

Kesimpulan : Berat isi kering tanah asli sebesar 1,511 (gr/cm^3), dan berat isi kering terbesar yaitu 1,614 (gr/cm^3) menurut gambar 4.4 pada penambahan Abu Serbuk Kayu 10% pada masa pemeraman 3 hari. Maka dapat disimpulkan terjadi kenaikan 6,82% dari tanah asli.

b. CBR Laboratorium

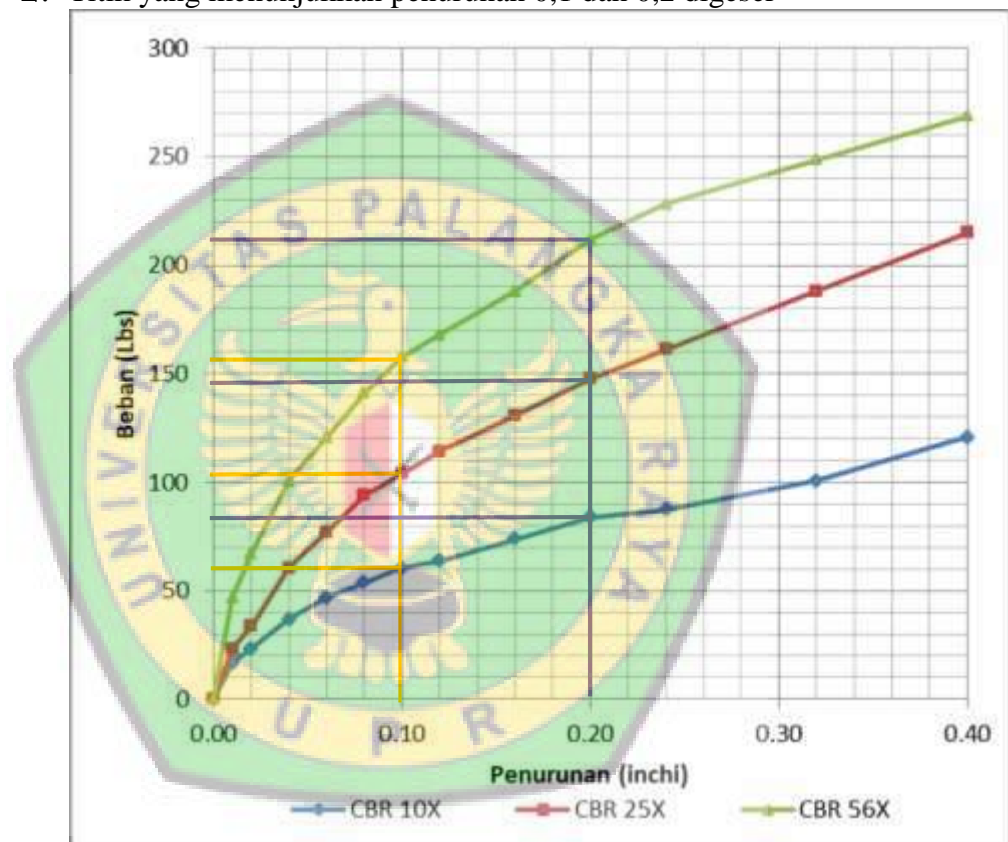
Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) pada tanah yang distabilisasi bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan abu serbuk kayu terhadap nilai daya dukung pada tanah lempung. Proses penelitian dilakukan dengan 3 jenis penumbukan yaitu 10 kali tumbukan, 25 kali tumbukan, dan 56 kali tumbukan. Adapun hasil pengujian yang dipaparkan adalah sampel tanah lempung (asli) yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kadar Air dan Berat Isi Kering

Pukulan	10x	25x	56x
Kadar Air rata-rata	14,29	19,71	19,22
Berat Isi Kering	1,37	1,43	1,53

Nilai CBR diperoleh dari langkah-langkah sebagai berikut :

1. Garis singgung ditarik pada garis lengkung sehingga memotong sumbu absis.
2. Titik yang menunjukkan penurunan 0,1 dan 0,2 digeser

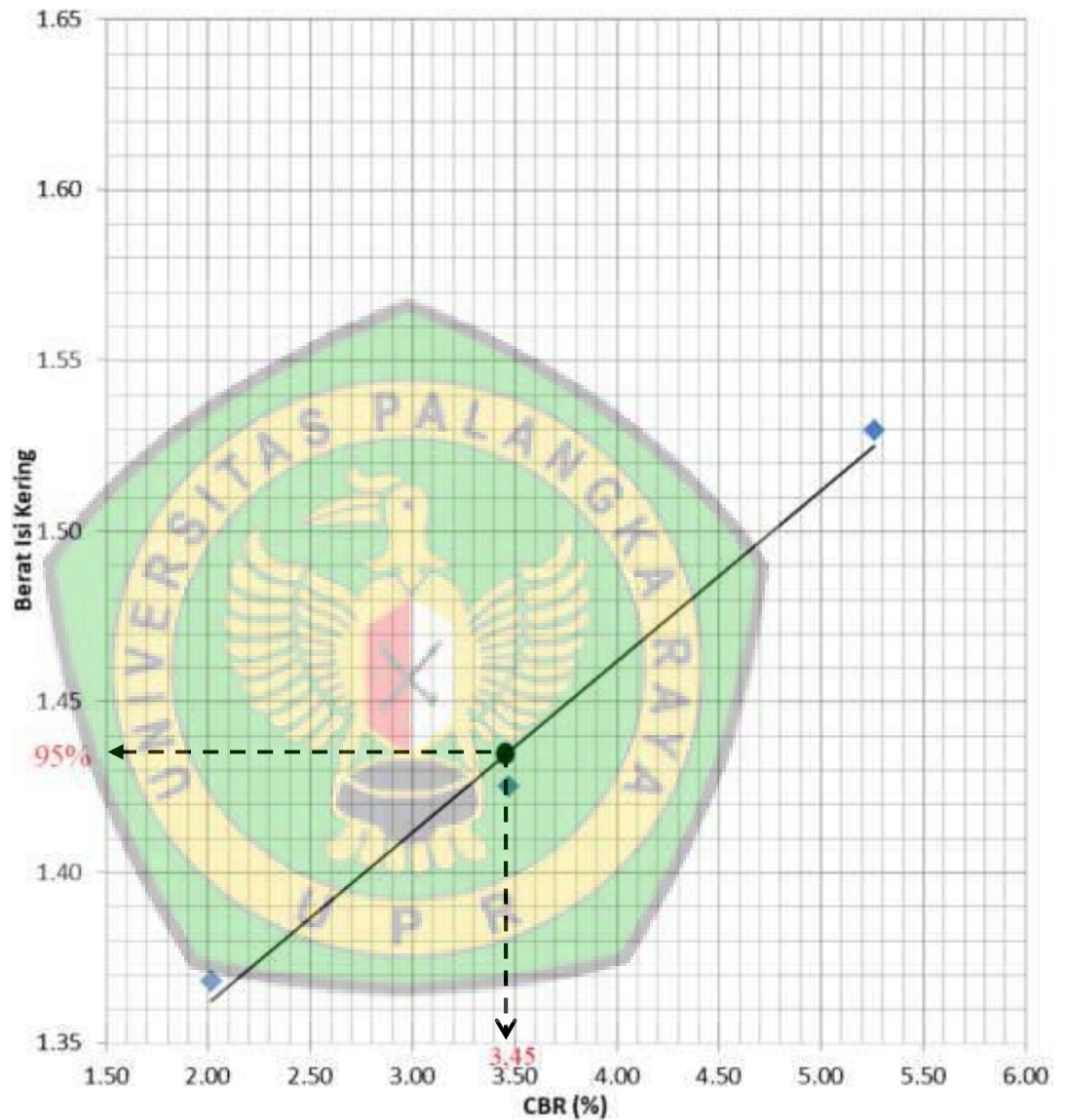


Gambar 4.5 Grafik Penurunan Tanah

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Nilai CBR

Pukulan	10x	25x	56x
Penurunan 0,10	$\frac{60,44}{3000} \times 100 = 2,01$	$\frac{104,06}{3000} \times 100 = 3,47$	$\frac{157,80}{3000} \times 100 = 5,26$
Penurunan 0,20	$\frac{83,94}{4500} \times 100 = 1,87$	$\frac{147,72}{4500} \times 100 = 3,28$	$\frac{208,17}{4500} \times 100 = 4,70$

Kemudian Nilai dari tabel 4.6 digunakan pada grafik hubungan berat isi kering dan nilai CBR dengan cara diplotkan pasang data sebagai titik dalam grafik sebagai berikut ;



Gambar 4.6 Grafik hubungan Berat Isi Kering dan Nilai CBR

Sehingga dari grafik hubungan di dapat nilai CBR tanah asli 3,45%. Hasil pengujian CBR dengan variasi campuran lainnya dapat dilihat selengkapnya pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR Laboratorium

Penggunaan Abu Serbuk Kayu	Umur/Hari	Berat Isi Kering 95% (gr/cm ³)	Nilai CBR (%)
0	0	1,435	3,450
5	3	1,451	4,200
7,5	3	1,486	4,880
10	3	1,533	5,850
5	7	1,449	4,210
7,5	7	1,493	5,090
10	7	1,528	6,050

Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium (2020)



Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian CBR Laboratorium

Kesimpulan : Nilai CBR tanah asli sebesar 3,45%, dan nilai CBR terbesar yaitu 6,05% menurut gambar 4.7 pada penambahan abu serbuk kayu 10% pada masa pemeraman 7 hari. Maka dapat disimpulkan terjadi kenaikan nilai CBR sebesar 75,36 % dari nilai CBR tanah asli.

4.2.2 Hubungan Nilai CBR dan Masa Pemeraman

Tabel 4.8 Nilai CBR dan Masa Pemeraman Pada Berbagai Penambahan Abu Serbuk Kayu

Penambahan abu serbuk kayu (%)	Umur / Hari	Nilai CBR Rata – rata
0%	0	3,45
5%	3	4,20
	7	4,21
7,5 %	3	4,88
	7	5,09
10%	3	5,85
	7	6,05

Sumber: Hasil Pemeriksaan Laboratorium (2020)

Berdasarkan kolom tabel 4.8 menunjukkan penambahan abu serbuk kayu pada tanah dengan perbandingan masa pemeraman dapat meningkatkan nilai CBR. Peningkatan nilai CBR terbesar terjadi pada persentase penambahan abu serbuk kayu 10% dari tanah asli dengan masa pemeraman 7 hari sebesar 6,05% dan terjadi kenaikan nilai CBR sebesar 75,36 % dari nilai CBR tanah asli.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data yang telah dilakukan terhadap tanah lempung maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian sifat – sifat fisik tanah asli di dapat nilai, kadar air (w) = 26,39%; berat isi (γ_d) = 1,43gr/cm³; berat jenis (G_s) = 2,72 ; batas – batas Atterberg yaitu Batas cair (*Liquid Limit*) = 26,57%; Batas Plastis (*Plastic Limit*) = 15,21%; Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*) = 11,36% ; Batas Susut (*Shrinkage Limit*) = 14,75%; analisis saringan persentase lolos saringan No.200 = 52,54%. Menurut AASHTO tanah diklasifikasikan sebagai tanah berlempung dalam kelompok A-6 (3), dan menurut sistem USCS tanah diklasifikasikan sebagai tanah berlempung anorganik masuk dalam kelompok CL. Berdasarkan IP-nya tanah lempung yang diteliti termasuk plastisitas sedang. Sifat mekanik tanah di dapat nilai pemadatan laboratorium, untuk sampel tanah asli didapat, $OMC = 27,10\%$, dan $\gamma_{d\ max} = 1,511$ (g/cc) dan untuk nilai CBR tanah asli adalah 3,45%.
2. Dari hasil pengujian CBR Laboraturium didapatkan nilai tanah asli yang ditambah dengan abu serbuk kayu dapat dilihat sebagai berikut;

- a. Setelah ditambah abu serbuk kayu dengan variasi 5%, 7,5%, 10% dengan masa pemeraman 3 hari didapat nilai CBR 4,20%; 4,88%; 5,85%.
- b. Setelah ditambah abu serbuk kayu dengan variasi 5%, 7,5%, 10% dengan masa pemeraman 7 hari didapat nilai CBR 4,21%; 5,09%; 6,05%.

Artinya abu serbuk kayu memiliki pengaruh untuk meningkatkan nilai CBR tanah.

3. Dari hasil penelitian sampel nilai CBR tanah asli = 3,45% dan untuk CBR terbesar didapat dari variasi campuran abu serbuk kayu sebesar 10% dan masa pemeraman 7 hari dengan nilai CBR = 6,05%. Artinya ada kenaikan CBR sebesar 75,36% dari tanah asli. Pada variasi ini pengikatan yang terjadi antara silika yang dihasilkan dengan kalsium hidroksida sudah mencapai titik optimum.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian dan analisis data yang dilakukan, maka disarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya, abu serbuk kayu yang digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah harus di proses dan diketahui suhu pembakarannya untuk memperoleh hasil yang optimal.
2. Perlu diadakan pengujian lain dalam percobaan ini variasi campuran abu serbuk kayu baru mencapai 10% dalam campuran tanah, sehingga perlu

penelitian lain dengan presentase abu serbuk kayu yang lebih tinggi, untuk melihat presentase optimum dalam tanah.

3. Untuk melihat kenaikan atau penurunan CBR tanah, sebaiknya di lakukan penambahan umur pemeraman.
4. Pengawasan intensif perlu dilakukan pada pelaksanaan pembuatan sampel di laboratorium dan juga perlu diperhatikan kondisi peralatan yang digunakan pada saat penelitian sehingga diperoleh data yang akurat.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2006. "Sambutan Menteri Kehutanan Dan Perkebunan pada seminar nasional kehutanan : Masa depan industry hasil hutan (kayu) di Indonesia". *Departemen Kehutanan dan Perkebunan*. Jakarta.
- Bayuwirawan, Rinaldy. 2018. "*Pengaruh Penambahan Serbuk Bata Ringan Terhadap Potensial Swelling Pada Tanah Lempung Ekspansif Di Daerah Wiyung Surabaya*" Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
- Bowles, Joseph E., 1989. *Sifat-sifat Fisik dan Geoteknis Tanah*, Erlangga, Jakarta.
- Bowles, Joseph E., 1986. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Chapra, S. C. dan R. P. Canale, 1991. *Metode Numerik*, Edisi Kedua (Alih Bahasa Oleh: I Nyoman S), Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja. M., 1985. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Geoteknis)*, Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja, M., 1998. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid-1*, Erlangga, Jakarta.
- Fauziah, Nur. "*Pengaruh Penambahan Limbah Karbit Terhadap Potensial Swelling Pada Tanah Lempung Ekspansif Di Daerah Driyorejo Gresik*" Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
- Hardiyatmo, Hary Christady, 1992. *Mekanika Tanah 1*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Herman, Sarumaha E, 2017. "*Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai CBR Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Abu Serbuk Kayu*" Jurnal Teknik Sipil ITP.
- Ingles, &Metcalf, 1972. *Soil Stabilization, Principles and Practice*. USA, USA.
- Mulyati, S., Dahlan D. dan Adril, E, 2010. "*Pengaruh Persen Massa Hasil Pembakaran Serbuk Kayu Dan Ampas Tebu Pada Mortar Terhadap Sifat Mekanik dan Sifat Fisisnya*" Skripsi Jurusan Fisika, FMIPA UNAND.
- Rinaldy, B. (2018). *Pengaruh Penambahan Serbuk Bata Ringan Terhadap Potensial Swelling Pada Tanah Lempung Ekspansif Di Daerah Wiyung Surabaya*.

- Sari, (2019). Pengaruh Penambahan Abu Limbah Kertas Terhadap Kembang Susut Tanah Lempung. *Jurnal Teknik Sipil ITP 5(1)*, 7-15.
- Soedarno, G. D. & Purnomo, S. J. E., 1997. *Mekanika Tanah I*, Yogyakarta, Kanisius.
- Sosrodarsono, Suyono, dan Nakazawa, Kazuto, 2000. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, Pradnya Paramitha Jakarta.
- Ruswanto, T.A., 2017. *Pengaruh Penambahan Abu Pembakaran Serbuk Kayu Jati Terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air Pada Paving Block*, Universitas Muhammadiyah. Surakarta.
- Tarun, R.N., Rudolph, N.K., Rafat, S., 2003. "Use of Wood Ash in Cement- Based Materia" A CBU Report, CBU-2003-19 (REP-513).
- Terzaghi, K. dan Peck, R.B. 1987. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa*, Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Welcowitz, J., Ewen, R.B., and Cohen, J., 1982. *Introductory statistics for the behavioral sciences*, Third edition. Orlando, Florida. Harcourt, Brace Jovanovich, Inc.
- Wesley, L. D., 1977. *Mekanika Tanah*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Zamzam, Agung M. dan Arif, Eki (2012). *Pengrauh Penambahan Abu Gergaji Kayu Sebagai Bahan Stabilisasi Subgrade Dari Tanah Lunak*. Bandung. Politeknik Negeri Bandung