

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN ABU TANDAM SAWIT DAN VARIASI FLY ASH TERHADAP NILAI CBR DAN PERMEABILITAS TANAH



Disusun Oleh :

ARKAM SAPUTRA
45 15 041 008

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

2022



LEMBAR PENGAJUAN SEMINAR UJIAN TUTUP
(TUGAS AKHIR)

Judul Tugas Akhir :

***“PENGARUH PENAMBAHAN ABU TANDAN SAWIT DAN
VARIASI FLY ASH TERHADAP NILAI CBR DAN
PERMEABILITAS TANAH”***

Disusun dan diajukan oleh :

N a m a : **Arkam Saputra**

NIM : **45 15 041 008**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada
Program Studi Teknik Sipil / Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa
Makassar

Telah disetujui oleh Komisi Pembimbing :

Pembimbing I : Ir. Fauzy Lebang, ST. MT (.....)

Pembimbing II : Ir. Tamrin Mallawangeng, ST. MT (.....)

Makassar,.....2022

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

Dr.H. Nasrullah, S.T., M.T.
NIDN.09-080773-01

Ketua Program Studi / Jurusan

Dr.Ir. Andi Rumpang Yusuf., M.T.
NIDN.00-010565-012



LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No.A.1203/FT/UNIBOS/VIII/2022 Tanggal 18 Agustus 2022, Perihal Pengangkatan panitia dan tim penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Jumat / 19 Agustus 2022
N a m a : **ARKAM SAPUTRA**
No.Stambuk : **45 15 041 008**
Judul Tugas Akhir : **“PENGARUH PENAMBAHAN ABU TANDAN SAWIT DAN VARIASI FLY ASH TERHADAP NILAI CBR DAN PERMEABILITAS TANAH”**

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan di depan tim penguji ujian sarjana strata satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua (Ex. Officio) : **Ir. Fauzy Lebang, ST. MT** (.....)
Sekretaris (Ex. Officio) : **Ir. Tamrin Mallawangeng, ST. MT** (.....)
Anggota : **Ir. Eka Yuniarto, ST. MT** (.....)
: **Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT** (.....)

Makassar, Agustus 2022

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik
Univ. Bosowa Makassar

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil
Univ. Bosowa Makassar


Dr. H. Nasrullah, ST. MT
NIDN.09-08077301


Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT.
NIDN.00-010565-02

**SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Arkam Saputra**
Nomor Stambuk : **45 15 041 008**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir : **PENGARUH PENAMBAHAN ABU TANDAM SAWIT
DAN VARIASI FLY ASH TERHADAP NILAI CBR
DAN PERMEABILITAS TANAH**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalih mediakan / mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkannya untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, Agustus 2022

Yang Menyatakan



Arkam Saputra

**PENGARUH PENAMBAHAN ABU TANDAM SAWIT DAN VARIASI FLY ASH
TERHADAP NILAI CBR DAN PERMEABILITAS TANAH**

Oleh: Arkam¹⁾, Fauzy Lebang²⁾, Tamrin Mallawangeng³⁾

ABSTRAK

Tanah merupakan permukaan dasar yang utama bagi semua pekerjaan konstruksi. Tetapi tidak semua jenis tanah dapat digunakan sebagai bahan konstruksi. Apabila tanah tersebut tidak memenuhi persyaratan, maka tanah tersebut perlu distabilisasi.

Hasil pengujian karakteristik tanah asli diperoleh bahwa tanah tersebut menurut AASHTO termasuk kelompok A-6 atau tanah berbutir halus karena lebih dari 35%

butirannya lolos saringan No.200 yaitu 81.69% tanah dalam kelompok ini biasanya merupakan jenis tanah lempung-lanau. Sedangkan menurut klasifikasi USCS tanah ini termasuk tanah kategori CL (Lempung tak organic dengan plastisitas rendah sampai sedang) karena nilai batas cair (LL) $32.59 < 50\%$

Nilai California Bearing Ratio (CBR) pencampuran *Fly Ash* dan Tandan Sawit, untuk penambahan Tandan Sawit mengalami penurunan nilai CBR dikarenakan berat isi kering pada pengujian kompaksi menurun sehingga mengalami penurunan pada nilai CBR nya, namun pada tiap penambahan variasi *Fly Ash* mengalami kenaikan nilai CBR karena nilai berat isi kering tanah pada pengujian kompaksi mengalami kenaikan sehingga mempengaruhi nilai CBRnya.

Kata kunci: California Bearing Ratio (CBR), Permeabilitas, Tandan Sawit, *Fly Ash*.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat yang berlimpah sehingga Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "PENGARUH PENAMBAHAN ABU TANDAM SAWIT DAN VARIASI FLY ASH TERHADAP NILAI CBR DAN PERMEABILITAS TANAH ". Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Dalam penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan tugas akhir. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala tempat meminta dan memohon pertolongan
2. Bapak Ir Fauzy Lebang, ST.MT sebagai pembimbing I, dan Bapak Ir.Tamrin Mallawangeng, ST.MT sebagai pembimbing II yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan hingga penyusunan tugas akhir ini selesai.
3. Bapak Dekan, Para Wakil Dekan dan Staf Fakultas Teknik Universitas Bosowa.
4. . DR.Ir.A.Rumpang Yusuf. MT sebagai Ketua Jurusan Sipil beserta staf dan dosen pada Fakultas Teknik jurusan Sipil Universitas Bosowa.
5. Bapak DR. Ir. H. Syahrul Sariman, MT. selaku kepala Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa.

6. Bapak Hasrullah, ST selaku instruktur laboratorium mekanika tanah Universitas Bosowa yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan selama penelitian di laboratorium.
7. Kedua orang tua, Ibu saya Rusniati dan Ayah saya Abbas Malaka dan juga keluarga yang telah memberikan dukungan moral dan materi yang tidak terhitung jumlahnya, sehingga tugas akhir ini dapat rampung seperti saat ini.
8. Teman - teman Angkatan 2015 Teknik Sipil Universitas Bosowa yang telah membagi suka dan duka dengan penulis selama perkuliahan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa pada penulisan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, oleh sebab itu penulis mohon maaf dan mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Akhirnya, semoga penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun rekan-rekan mahasiswa lainnya dimasa yang akan datang dan semoga segala bantuan dari semua pihak bernilai ibadah di sisi Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Aamiin

Makassar, Agustus 2022

MIFTAHUL SHAHIB SE PUTRA

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Pengajuan Ujian Tutup	iii
Surat Pernyataan Keaslian	iv
Kata Pengantar.....	v
Abstrak	vi
Daftar Isi	ix
Daftar Notasi.....	xii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Tabel.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2. Rumusan Masalah.....	I-2
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	I-2
1.3.1. Tujuan Penelitian.....	I-2
1.3.2. Manfaat Penelitian.....	I-3
1.4. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah.....	I-3
1.4.1. Ruang Lingkup.....	I-3
1.4.2. Batasan Masalah.....	I-4
1.5. Sistematika Penulisan.....	I-4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Tanah.....	II-1
2.1.1	Pengertian Tanah.....	II-1
2.1.2	Komponen-Komponen Penyusun Tanah.....	II-2
2.1.3	Sistem Klasifikasi Tanah	II-2
2.1.4	Sifat – Sifat Mekanis Tanah.....	II-2
2.2	Karakteristik Tanah Lempung.....	II-5
2.3	Stabilitas Tanah.....	II-10
2.4	Abu Tandan Sawit	II-12
2.5	Fly Ash.....	II-13
2.6	CBR (California Bearing Ratio).....	II-14
2.7	Permeabilitas Tanah	II-15

BAB III METODE PENELITIAN

3.1.	Bagan Penelitian.....	III-1
3.2.	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	III-2
3.3.	Jenis Pengujian Material.....	III-2
3.4.	Variabel Penelitian	III-2
3.5.	Notasi dan Jumlah Sampel.....	III-3
3.6.	Metode Analisis.....	III-4

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.	Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Sifat Tanah Asli.....	IV-1
4.2.	Rekapitulasi Sifat Mekanik Tanah setelah dicampur Variasi Tandan Sawit dan Fly Ash.....	IV-1

4.3.	Pembahasan Klasifikasi Tanah Asli.....	IV-7
4.3.1.	AASHTO (<i>American Association Of State Highway And Transportation Officials</i>)	IV-3
4.3.2.	USCS (Unified Soil Classification System)	IV-3
4.3.3.	Berat Jenis (GS)	IV-3
4.4.	Sifat Mekanis Tanah.....	IV-5
4.4.1.	Kompaksi	IV-7
4.4.2.	Hasil Pengujian CBR (California Bearing Ratio)	IV-9
4.4.3.	Hasil Pengujian Rembesan (Permaebilitas)	IV-10

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan.....	V-1
5.2.	Saran.....	V-2
	Daftar Pustaka	x
	Lampiran	xi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Tanah berguna sebagai bahan bangunan dalam pekerjaan teknik sipil, salah satunya pada konstruksi jalan raya. Stabilitas konstruksi perkerasan secara langsung akan dipengaruhi oleh kemampuan tanah dasar dalam menerima dan meneruskan beban yang bekerja. Namun, tidak semua lapisan tanah dasar mampu menahan beban di atasnya. Hanya tanah yang memiliki klasifikasi baik yang mampu berfungsi sebagai daya dukung.

Tanah dasar (*subgrade*) merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan maupun tebal dari lapisan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar ini.

Umumnya tanah lempung memiliki sifat plastisitas tinggi, volume akan berubah bila kadar air berubah. Sifat inilah yang dapat menimbulkan kerusakan pada konstruksi perkerasan seperti retaknya jalan, terangkatnya lapisan perkerasan, jalan bergelombang dan sebagainya. Oleh sebab itu, sifat tanah lempung yang kurang baik harus diperbaiki sebelum melaksanakan suatu konstruksi.

Usaha perbaikan sifat-sifat tanah dasar lempung lunak dilakukan dengan cara distabilisasi. Metode stabilisasi dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan tambahan (*additive*) untuk memperbaiki mutu tanah dasar tersebut. Pemanfaatan bahan limbah yang ramah lingkungan juga perlu dipertimbangkan sebagai bahan perkuatan tanah. Untuk memperbaiki mutu tanah digunakan bahan pencampur yang salah satunya adalah Abu Tandan Sawit.

Pada penelitian ini digunakan tanah lempung yang distabilisasi dengan memanfaatkan bahan limbah Abu Tandan Sawit. Abu Tandan Sawit digunakan sebagai campuran pada tanah lempung agar dampak bahan buangan dapat

dimanfaatkan secara tepat. Stabilisasi tanah dengan Abu Tandan Sawit diharapkan mampu meningkatkan daya dukung tanah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengetahui bahwa tanah yang diteliti itu adalah tanah lempung?
2. Bagaimana pengaruh variasi campuran abu tandan sawit dan variasi fly ash terhadap nilai CBR?
3. Bagaimana pengaruh variasi campuran abu tandan sawit dan variasi fly ash terhadap permeabilitas pada tanah lempung?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

Adapun tujuan yang dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui klasifikasi tanah lempung
- b. Untuk mengetahui pengaruh campuran abu tandan sawit dan variasi fly ash terhadap nilai CBR tanah lempung
- c. Untuk mengetahui pengaruh campuran abu tandan sawit dan variasi fly ash terhadap permeabilitas tanah lempung

1.3.2 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- 1 Meningkatkan kekuatan dan menjaga stabilitass volume tanah
- 2 Sebagai kontribusi pengetahuan dalam bidang perbaikan tanah

3. Dapat memberikan alternative lain dalam penggunaan bahan tambah untuk tanah lempung dengan abu tandan sawit dan fly ash

3.3 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

1.4.1 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penulisan ini sebagai berikut

1. Melakukan pengujian material nilai CBR.
2. Membuat variasi campuran abu tandan sawit dan variasi fly ash
3. Menentukan nilai CBR dan permeabilitas terhadap tanah lempung
4. Melakukan analisis penelitian.

1.4.2 Batasan Masalah

1. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tanah lempung
2. Bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu abu tandan sawit dengan variasi 7,5%, untuk uji nilai CBR.
3. Bahan stabilisator fly ash yang digunakan yaitu 0%,15%,30% dan 45%.
4. Pengujian sampel tanah di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dengan pengujian CBR.
5. Penelitian hanya sebatas mengetahui pengaruh penambahan abu tandan sawit dan fly ash terhadap permeabilitas tanah lempung.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini akan di bahas mengenai latar belakang, maksud dan tujuan penulisan, batasan masalah dan metode sistematika penulisan.

BAB II STUDI PUSTAKA

Pada bab ini membahas teori-teori dasar berdasarkan kajian pustaka tentang uraian mengenai tanah lempung dan karakteristiknya, stabilisasi tanah, abu tandan sawit fly ash serta teori teori dasar mengenai kuat tekan bebas dan kuat geser langsung.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai lokasi dan waktu penelitian, prosedur penelitian di laboratorium serta analisis data.

BAB IV PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dari pembahasan pada bab-bab sebelumnya. Serta berisikan saran yang dapat lebih membangun dalam penulisan tugas akhir ini.

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1. Tanah

2.1.1 Pengertian Tanah

Menurut Craig (1991), 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. (Verhoef, 1994).

Jadinya 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*).

Tanah merupakan 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 mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil, di samping itu tanah berfungsi juga sebagai pendukung pondasi dari bangunan (Das, 1995). Istilah pasir, lempung, lanau atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas ukuran butiran yang telah ditentukan, tetapi istilah yang sama juga digunakan untuk menggambarkan sifat jenis tanah yang khusus. Lempung adalah jenis

tanah yang bersifat kohesif dan plastis, sedangkan pasir digambarkan sebagai tanah yang tidak kohesif dan tidak plastis (Hardiyatmo, 1992).

2.1.2. Komponen-Komponen Penyusun Tanah

Komponen-komponen tanah terdiri dari tiga komponen yaitu: air, udara dan bahan padat (butiran). Udara dianggap tidak mempunyai pengaruh teknis atau dianggap sama dengan nol, sedangkan air sangat mempengaruhi sifat-sifat teknis tanah. Ruang diantara butiran-butiran dapat terisi sebagian atau seluruhnya dengan air maupun udara. Dalam tanah yang kering, tanah hanya terdiri dari butiran dan udara, dalam tanah yang jenuh terdiri dari butiran dan air pori sedangkan dalam tanah tidak jenuh terdiri dari butiran, udara dan air.

2.1.3. Sistem Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah digunakan untuk mengelompokkan tanah-tanah sesuai perilaku dari tanah pada kondisi fisis tertentu. Tanah-tanah yang dikelompokkan dalam urutan berdasarkan suatu kondisi fisis tertentu bisa saja mempunyai urutan yang tidak sama jika didasarkan pada kondisi-kondisi fisis yang lain. Sistem klasifikasi tanah yang dipakai pada penelitian ini yaitu sistem klasifikasi tanah menurut AASHTO. Sistem klasifikasi AASHTO (American Association of state Higway and Transpormation Officials) yang membagi tanah ke dalam 8 kelompok, A-1 sampai A-8 termasuk sub-sub kelompok. Sistem ini berguna untuk menentukan kualitas tanah guna perencanaan timbunan jalan, subbase dan subgrade

Tabel berikut memperlihatkan sistem klasifikasi AASHTO tampak terdiri dari kelompok A-1 sampai A-7 dengan dua sub kelompok dalam A-1, empat sub kelompok A-2 dan dua sub kelompok A-7 dengan jumlah 12 sub kelompok. Sedangkan sub kelompok A-8 tidak diperlihatkan, tetapi merupakan gambut yang ditentukan berdasarkan klasifikasi visual. Kelompok tanah berbutir kasar dibedakan dalam kelompok A-1 sampai dengan A-2.

Klasifikasi Umum	Material Berbutir Kasar (35% atau kurang lolos saringan No. 200)							Material Lanau -Lempung (lebih dari 35% lolos saringan No. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Klasifikasi Group	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Analisa Tapis, persen lolos:											
No. 10	50 max	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 40	30 max	50 max	51 min	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 200	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Karakteristik fraksi lolos saringan No. 40:											
Batas Cair	-	-	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	41 min
Indeks Plastisitas	6 max	N.P.	10 max	10 max	11 min	11 min	10 max	10 max	11 min	11 min	11 min*
Jenis Material Pokok	Fragmen batu, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan Pasir Kelanauan atau kelompungan				Tanah lanau		Tanah lempung	
Tingkat Kegunaan sebagai Subgrade	Sangat baik hingga baik							Cukup baik hingga buruk			

* Indeks Plastisitas untuk sub group A-7-5 sama dengan atau kurang dari batas cair dikurang 30. Indeks Plastisitas untuk sub group A-7-6 lebih besar dari batas cair dikurang 30.

Gambar 3.2 Standard Specifications for Highway Bridges (14th ed)
AASHTO

(Sumber: AASHTO, 1991)

A-1 adalah kelompok tanah yang terdiri dari campuran kerikil, pasir kasar, pasir halus yang bergradasi baik mempunyai plastisitas yang sangat kecil atau tidak sama sekali. Sub kelompok A-1-a yang dapat mengandung kerikil yang cukup banyak merupakan bahan yang bergradasi lebih besar dari pada A-1-b yang terutama terdiri dari pasir

kasar. Kelompok ini mempunyai sejumlah kecil plastisitas Ip adalah bahan yang tidak lebih dari 35%, lebih halus dari saringan No.200, mempunyai karakteristik plastisitas dari kelompok A-6 dan A-7. A-3 adalah kelompok tanah yang terdiri dari pasir halus yang relatif seragam, dapat juga dari pasir halus bergradasi buruk dengan sebagian kecil pasir kasar dan kerikil, merupakan bahan yang tidak plastis. Bahan lanau dan lempung berada pada kelompok A-4 sampai A-7 yang merupakan kelompok tanah berbutir halus yang lebih dari 35% butirannya lolos saringan No. 200 yang sangat ditentukan oleh sifat plastisitas tanah. A-4 adalah kelompok tanah lanau dengan plastisitas rendah. A-5 adalah kelompok tanah lanau yang mengandung tanah plastis, sehingga tanahnya lebih plastis dari pada A-4. A-6 adalah kelompok lempung yang mengandung pasir dan kerikil yang masih mempunyai sifat perubahan volumenya besar. A-7 adalah kelompok lempung yang bersifat plastis dan mempunyai sifat perubahan volume yang cukup besar. Kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6 bergantung pada batas plastisitasnya (PL). Untuk $PL > 30$, klasifikasinya A-7-5. Untuk $PL < 30$ maka termasuk dalam A-7-6. A-8 adalah gambut (sangat organis) atau rawang (tipis, sangat berair dengan bahan organis yang cukup banyak) dan diidentifikasi lewat pemeriksaan terhadap deposit.

2.2. Karakteristik Tanah Lempung

Lempung merupakan partike-partike berukuran mikroskopik sampai submikroskopik yang berasal dari pelapukan kimiawi batuan. Lempung bersifat plastis pada kadar air sedang, dalam keadaan kering lempung sangat keras dan tidak mudah dikelupas hanya dengan jari. Lempung mempunyai beberapa sifat yang membedakannya dengan tanah lain yaitu ukuran butir halus (kurang dari 0,002 mm), permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, serta proses konsolidasinya bersifat lambat. Berbagai studi akhir mengenai lempung dengan mempergunakan scanning electron microscope (SEM) memperlihatkan bahwa masing-masing partikel berkelompok atau berfokulasi bersama-sama dalam suatu satuan struktur sub-mikroskopis yang disebut domain, hal ini ditunjukkan oleh berbagai peneliti Tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran mikrokonis sampai dengan sub mikrokonis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Domain-domain tadi berkelompok dan membentuk kelompok yang juga submikroskopis disebut cluster, pengelompokan ini terjadi karena adanya gaya antar partikel yang bekerja pada satuan-satuan dasar yang kecil, cluster ini berkelompok lagi membentuk ped dengan ukuran mikroskopis. Ped ini pada keadaan makro struktur lainnya membentuk struktur tanah berstruktur makro.

Ada beberapa karakteristik pada tanah lempung yaitu sebagai berikut.

1. Hubungan antar plastisitas dengan dehidrasi

Partikel lempung hampir selalu terhidrasi, yaitu dikelilingi lapisan lapisan air teradsorpsi. Lapisan ini umumnya mempunyai tebal 2 molekul dan disebut lapisan difusi, daya ikatnya terhadap air kuat sehingga berperilaku lebih padat dari pada benda cair (Bowles, 1989). Apabila lapisan difusi ini mengalami dehidrasi pada temperatur yang rendah dibawah temperatur matahari, pada umumnya plastisitasnya dapat dikembalikan lagi dengan penambahan air secukupnya. Namun jika dehidrasi terjadi pada temperatur yang lebih tinggi dari temperatur sinar matahari, maka sifat plastisitasnya akan berkurang dari plastisitas semula secara permanen.

2. Hubungan antara plastisitas dan fraksi lempung

Ketebalan air mengelilingi butiran lempung tergantung dari macam mineralnya, jadi plastisitas lempung tergantung dari sifat mineral lempung yang ada pada butirannya dan jumlah mineralnya (Hardiyatmo, 1992).

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), tanah lempung merupakan tanah yang terdiri dari partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat plastis apabila dalam kondisi basah. Lempung didefinisikan sebagai golongan partikel yang mempunyai ukuran kurang dari 0,002 mm. Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung adalah sebagai berikut **(Hardiyatmo, 1999)** :

- 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 sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis (tidak dapat dilihat dengan jelas jika hanya menggunakan mikroskop biasa) yang berbentuk lempengan-lempengan pipih yang merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung, dan mineral-mineral yang sangat halus lainnya. Lempung membentuk gumpalan keras saat kering lengket saat basah terkena air dan memiliki sifat elastis yang kuat. Lempung juga menyusut saat kering dan akan memuai saat basah.

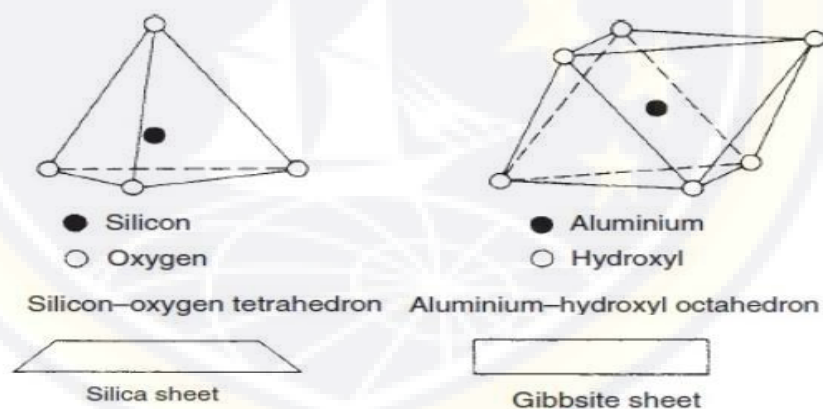
Menurut Chen(1975), mineral lempung terdiri dari tiga komponen penting yaitu montmorillonite, illite, dan kaolinite. Mineral montmorillonite mempunyai luas permukaan lebih besar dan sangat mudah menyerap air dalam jumlah banyak bila dibandingkan dengan mineral yang lainnya, Sehingga tanah yang mempunyai kepekaan terhadap pengaruh air ini sangat mudah mengembang. Struktur kaolinite terdiri dari unit lapisan silika dan aluminium yang diikat oleh ion hydrogen, kaolinite membentuk tanah yang stabil karena strukturnya yang terikat teguh mampu menahan molekul-molekul air sehingga tidak masuk ke dalamnya.

Struktur illite terdiri dari lapisan-lapisan unit *silica-aluminium-silica* yang dipisahkan oleh ion K⁺ yang mempunyai sifat mengembang. Struktur

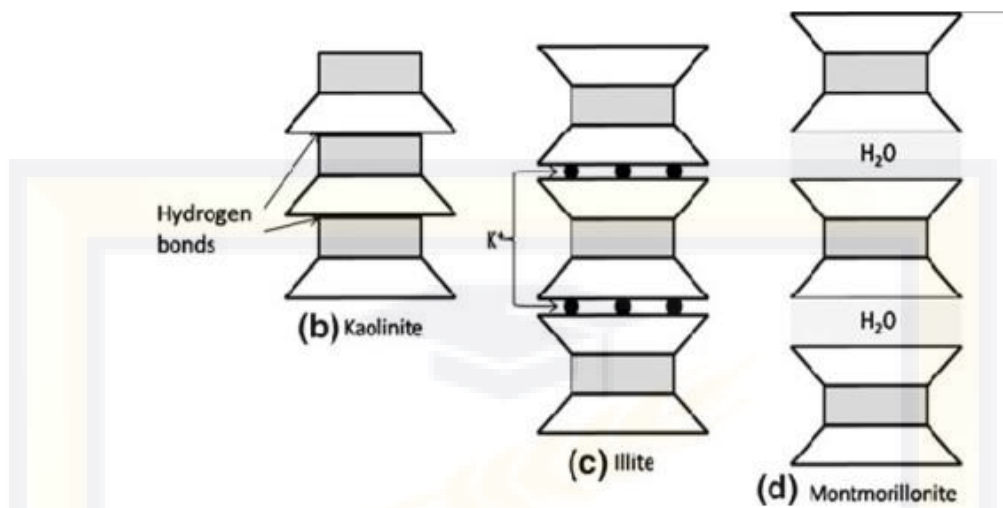
montmorillonite mirip dengan struktur illite, tetapi ion pemisahannya berupa ion H₂O, yang sangat mudah lepas, mineral ini dapat dikatakan sangat tidak stabil pada kondisi tergenang air, air dengan mudah masuk kedalam sela antar lapisan ini sehingga mineral mengembang, pada waktu mengering, air diantara lapisan juga mengering sehingga mineral menyusut. Karena sifat-sifat tersebut montmorillonite sangat sering menimbulkan masalah pada bangunan (Hardiyatmo,2002).

Tabel 2.1 Rata-rata ukuran relatif, tebal dan specific surface mineral lempung,(Yong dan Warkentin, 1975)

Mineral	Tebal tipikal	Diameter Tipikal	Permukaan spesifik
montmorillonite	3	100 – 1000	0.8
Illite	30	10000	0.8
Kaolinite	50-2000	300 – 4000	0.015



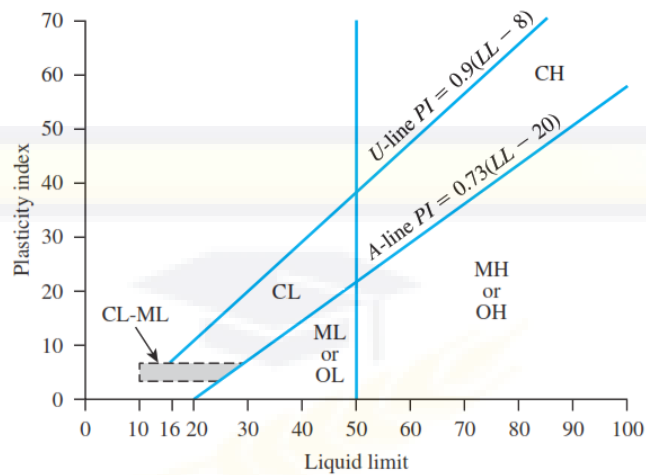
Gambar 2.1 Struktur dasar mineral lempung



Gambar 2.2 Mineral Kaolinite, Ilite dan montmorillonite

Kriteria menurut Skala Udden-Wentworth, ukuran partikel lanau berada di antara 3,9 sampai 62,5 μm , lebih besar daripada lempung tetapi lebih kecil daripada pasir ISO 14688 memberi batasan antara 0,002 mm dan 0,063 mm, diantara lempung dan pasir. Pada kenyataannya, ukuran lempung dan lanau sering kali saling tumpang tindih, karena keduanya memiliki bangunan kimiawi yang berbeda. Lempung terbentuk dari partikel-partikel berbentuk datar/lempengan yang terikat secara elektostatik. Kriteria USDA, yang diadopsi oleh FAO, memberi batasan ukuran 0,05 mm untuk membedakan pasir dari lanau. Ini berbeda dari bahasa Unified Soil Classification System (USCS) dan sistem klasifikasi Tanah AASHTO (lembaga pengatur standar sipil Amerika Serikat), yang memberi ukuran batas 0,075 mm (atau pengayak #200).

Gambar 2.3 berikut merupakan pedoman dasar untuk menentukan klasifikasi tanah berdasarkan Unified Soil Classification System (USCS)



2.3. Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah menurut beberapa ahli adalah sebagai berikut :

1. Menurut Kreb dan Walker (1971), dalam arti luas, tujuan stabilisasi tanah meliputi perlakuan tanah dimana dibuat lebih stabil.
2. Menurut Bowles (1989), stabilisasi tanah dapat terdiri dari salah satu atau kombinasi dari pekerjaan mekanis dan bahan pencampur (*additiver*).
3. Menurut Hardiyatmo (2010), dalam pembangunan perkerasan jalan, stabilisasi tanah didefinisikan sebagai perbaikan material jalan lokal yang ada, dengan cara stabilisasi mekanis atau dengan cara menambahkan suatu bahan tambah (*additive*) ke dalam tanah.

Berdasarkan pendapat para ahli di atas dapat disimpulkan bahwa stabilisasi adalah sebuah upaya untuk meningkatkan daya dukung tanah dengan cara merubah struktur tanah atau sifat tanah. Stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan salah satu cara sebagai berikut (Bowles,1991) :

1. Meningkatkan kepadatan tanah
2. Menambah material yang efektif sehingga meningkatkan kohesi atau tahanan gesek yang timbul
3. Menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisik dari material tanah
4. Menurunkan muka air tanah
5. Mengganti tanah-tanah yang buruk

Secara umum, stabilisasi tanah dikelompokkan menjadi tiga bagian, yaitu stabilisasi fisis, stabilisasi mekanis dan stabilisasi kimiawi. Stabilisasi Fisis yaitu mencampur bahan tanah berkarakteristik jelek dengan tanah berkarakteristik baik (gradasi yang lebih baik). Stabilisasi mekanis adalah usaha meningkatkan kemampuan geser dan kohesi, sedangkan stabilisasi kimiawi mengandalkan bahan stabilisator yang dapat mengurangi sifat-sifat tanah yang kurang menguntungkan dan biasanya disertai dengan pengikatan terhadap butiran. Stabilisasi tanah menggunakan bahan stabilisator adalah untuk merubah interaksi air dengan tanah terhadap reaksi permukaan, karena itu aktivitas permukaan dari partikel tanah, muatan kutub, penyerapan, dan daerah penyerapan air memegang peranan penting. Sama pentingnya adalah penggabungan luas partikel sehingga dapat merubah menjadi suatu kesatuan untuk mencapai keseimbangan gaya tarik antar butir

2.4. Abu Tandan Sawit

Abu sawit adalah hasil pembakaran limbah sawit dari industri perkebunan kelapa sawit. Menurut Dinas Perkebunan Riau, luas perkebunan sawit di Riau sejak tahun 2011 adalah berkisar 2,2 juta hektar. Limbah padat kelapa sawit yang terdiri dari cangkang dan serabut berjumlah 190 kg/ton TBS yang jika tidak dimanfaatkan akan menjadi sumber kerusakan lingkungan. Se jauh ini limbah sawit seperti cangkang, serabut (fibres), dan tandan kosong sawit hanya digunakan sebagai bahan bakar boiler oleh pabrik kelapa sawit (Anonim, 2012). Abu sawit memiliki kadar silika (SiO_2 berkisar antara 50% hingga 80% (Safiuddin, 2010 dan Zahrina, 2007). Penggunaan abu sawit sebagai bahan tambah mineral telah banyak digunakan,

Abu sawit yang disebut juga dengan Palm Oil Fuel Ash (POFA) dihasilkan dari limbah padat kelapa sawit pada suhu sekitar 800 - 1.000°C pada pembangkit listrik tenaga uap di pabrik kelapa sawit (Tangchirapat, 2009). Industri kelapa sawit menghasilkan limbah padat seperti serat, cangkang dan tandan kosong. Proses ekstraksi 100 ton tandan buah segar akan menghasilkan 20 ton cangkang, 7 ton serat, dan 25 ton tandan kosong (Tay, 1995). POFA dapat digunakan sebagai pozzolan, yaitu bahan halus yang mengandung silika dan alumina yang dapat bereaksi dan membentuk bahan semen (ASTM, 2001). POFA mengandung silikon dioksida yang tinggi dan berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pengganti semen. POFA adalah bahan pozzolanic yang menjanjikan dan banyak tersedia di seluruh bagian dunia (Tangchirapat, 2009). Pemanfaatan POFA

yang tepat dapat mengurangi penggunaan semen dan mengurangi volume limbah sehingga sangat bermanfaat bagi kelestarian lingkungan (Tangchirapat, 2009).

2.5. Fly Ash

SNI 03-6414-2002 mendefinisikan fly ash / abu terbang adalah limbah hasil pembakaran batu bara pada tungku pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk halus, bundar dan bersifat pozolanik. Fly ash dan bottom ash merupakan limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batubara pada pembangkit tenaga listrik

Fly ash merupakan satu bahan tambah (additive) yang cukup populer saat ini untuk digunakan sebagai pengganti sebagian semen dalam campuran beton dan sebagai bahan untuk stabilisasi tanah ekspansif. Pemanfaatan fly ash lebih mudah dari pada bottom ash karena fly ash ukurannya sudah relatif kecil, sedangkan untuk bottom ash yang masih dalam bentuk bongkahan maka harus mengalami perlakuan pengecilan ukuran (size reduction treatment) sebelum dimanfaatkan lebih lanjut. Selain itu bottom ash yang masih mengandung kalori masih dapat digunakan kembali sebagai bahan bakar, sehingga penggunaan fly ash untuk stabilisasi lebih mudah dan lebih melestarikan lingkungan karena bottom ash masih dapat digunakan kembali. Limbah abu batubara yang relatif besar seperti fly ash menimbulkan dampak pencemaran yang cukup berbahaya. Sehingga perlu dipikirkan alternatif pemecahan permasalahan pencemaran ini, salah satunya digunakan untuk stabilisasi tanah.

2.6. CBR (California Bearing Ratio)

California Bearing Ratio (CBR) adalah suatu percobaan penetrasi yang dipergunakan untuk menilai kekuatan tanah dasar atau bahan lain yang akan dipakai untuk pembuatan perkerasan yang dikembangkan misalnya oleh U.S Army Corps of Engineers. Percobaan ini lebih dikenal sebagai CBR Laboratorium, dimaksudkan untuk menentukan nilai CBR tanah yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu. Nilai CBR merupakan perbandingan (dalam persen) antara tekanan yang diperlukan untuk menembus tanah dengan piston berpenampang bulat seluas 3 inch² dengan kecepatan 0,05 inch/menit terhadap tekanan yang diperlukan untuk menembus bahan standar tertentu. Tujuan dilakukan pengujian CBR ini adalah untuk mengetahui nilai CBR pada variasi kadar air pematatan. Metode ini awalnya diciptakan oleh O.J potter kemudian dikembangkan oleh California State Highway Departement, kemudian dikembangkan dan dimodifikasi oleh Corps insinyur-insinyur tentara Amerika Serikat (U.S Army Corps of Engineers). Metode ini mengkombinasikan percobaan pembebanan penetrasi di laboratorium atau di lapangan dengan rencana empiris untuk menentukan tebal lapisan perkerasan. Hal ini digunakan sebagai metode perencanaan perkerasan lentur (flexible pavement) suatu jalan. Tebal suatu bagian perkerasan ditentukan oleh nilai CBR.

2.7 Permeabilitas Tanah

Permeabilitas Tanah Koefisien permeabilitas terutama tergantung pada ukuran rata-rata pori yang dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel,

bentuk partikel dan struktur tanah. Secara garis besar, makin kecil ukuran partikel, makin kecil pula ukuran pori dan makin rendah koefisien permeabilitasnya. Berarti suatu lapisan tanah 24 berbutir kasar yang mengandung butiran-butiran halus memiliki harga k yang lebih rendah dan pada tanah ini koefisien permeabilitas merupakan fungsi angka pori. Kalau tanahnya berlapis-lapis permeabilitas untuk aliran sejajar lebih besar dari pada permeabilitas untuk aliran tegak lurus. Lapisan permeabilitas lempung yang bercelah lebih besar dari pada lempung yang tidak bercelah (unfissured).

Hukum Darcy menunjukkan bahwa permeabilitas tanah ditentukan oleh koefisien permeabilitasnya. Koefisien permeabilitas tanah bergantung pada berbagai faktor. Ada enam faktor utama yang mempengaruhi permeabilitas tanah yaitu sebagai berikut

1. Viskositas cairan, yaitu semakin tinggi viskositasnya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin kecil.
2. Distribusi ukuran pori, yaitu semakin merata distribusi ukurannya, koefisien permeabilitasnya cenderung semakin kecil.
3. Distribusi ukuran butiran, yaitu semakin merata distribusi ukurannya, koefisien permeabilitasnya cenderung semakin kecil.
4. Rasio kekosongan (void ratio) , yaitu semakin besar rasio kekosongannya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin besar.

5. Kekasaran partikel mineral, yaitu semakin kasar partikel mineralnya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin tinggi.
6. Derajat kejenuhan tanah, yaitu semakin jenuh tanahnya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin tinggi.

2.8 Penelitian Terdahulu

1. ***“Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Abu Tandan Kelapa Sawit Dan Semen Untuk Meningkatkan Nilai Cbr”*** Daniel Panggabean, Winayati, Muthia Anggraini. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning.

Bedasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil simpulan jenis tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah lempung yang diambil dari jalan Garuda Sakti km.13 Kabupaten Kampar, Riau. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kuat dukung tanah dengan stabilisasi tanah lempung dengan variasi campuran Abu Tandan Kelapa Sawit 5%, 10%, 15%, 20% dan semen 10% untuk meningkatkan nilai California Bearing Ratio (CBR). Metode yang digunakan yaitu pengujian laboratorium untuk mendapatkan nilai CBR yang mengacu pada pengujian California Bearing Ratio (CBR) menggunakan SNI 03-1744-2008. Dari hasil pengujian atterberg yang dilakukan semakin tinggi variasi abu tandan kelapa sawit dan semen pada tanah lempung maka nilai atterberg cenderung menurun. Nilai batas cair (PL) 57,93% - 43,16% - 24,94%

dan batas plastis (LL) 27,35% - 24,94%, sehingga menyebabkan nilai indeks plastis menurun sebesar 16,73%. Semakin tinggi persentase abu tandan kelapa sawit dan semen yang di campur dengan tanah lempung, maka tanah campuran tersebut semakin baik karena berkurangnya sifat plastisitas pada tanah asli. Pengujian nilai CBR maksimum dilaboratorium dengan variasi abu tandan kelapa sawit 15% dan semen 10% sebesar 70,5 %, nilai CBR yang didapat memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga CBR 6%. Penambahan Abu Tandan Kelapa Sawit dan semen dapat meningkatkan nilai CBR pada tanah lempung. Semakin banyak variasi kadar Abu Tandan Sawit dan semen maka nilai CBR tanah lempung akan semakin meningkat. Kesimpulannya variasi abu tandan kelapa sawit 15% dan semen 10% menghasilkan nilai CBR maksimum sebesar 70,5%.

2. ***“Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Semen Terhadap Kuat Tekan Bebas”*** : Muthia Anggraini, Alfian Saleh, Universitas Lancang Kuning.

Pencampuran tanah asli dengan abu tandan kelapa sawit kosong dan semen merupakan usaha untuk meningkatkan kuat dukung tanah lempung. Tujuan penelitian menentukan pengaruh penambahan 7,5% abu tandan kosong kelapa sawit dan semen masing –masing 5%, 7.5%, dan 10% terhadap nilai kuat tekan bebas. Kontribusi penelitian ini nantinya dapat menjadi

rekomendasi untuk penanganan perbaikan tanah. Metode yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan bebas tanah stabilisasi di laboratorium yang mengacu SNI 3638:2012. Hasil penelitian menunjukkan tanah lempung yang diteliti termasuk lempung plastisitas tinggi dengan nilai batas cair 55,3%. Penambahan abu tandankosong kelapa sawit dan semen cenderung mengurangi nilai batas cair tanah menjadi 40,30% pada persentase 7,5% abu tandan kelapa sawit kosong dan 10% semen. Nilai kuat dukung tanah naik maksimum 2,10 kg/cm² pada 7,5% abu tandan kosong kelapa sawit dan 10% semen, dan turun menjadi 1,88 kg/cm² pada 7,5% abu tandan kelapa sawit kosong dan 10% semen. Nilai kuat dukung tanah asli adalah 1,96 kg/cm². Kesimpulan yang didapat bahwa penambahan abu tandan kosong kelapa sawit dan semen cenderung mengurangi nilai konsistensi tanah dan menaikkan nilai kuat tekan bebas tanah pada kadar tertentu dan akan turun setelah mencapai maksimum.

3. ***“Pengaruh Penambahan Fly Ash Dan Tras Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Cbr”*** Oktovian B. A. Sompie, J. E. R. Sumampouw. Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

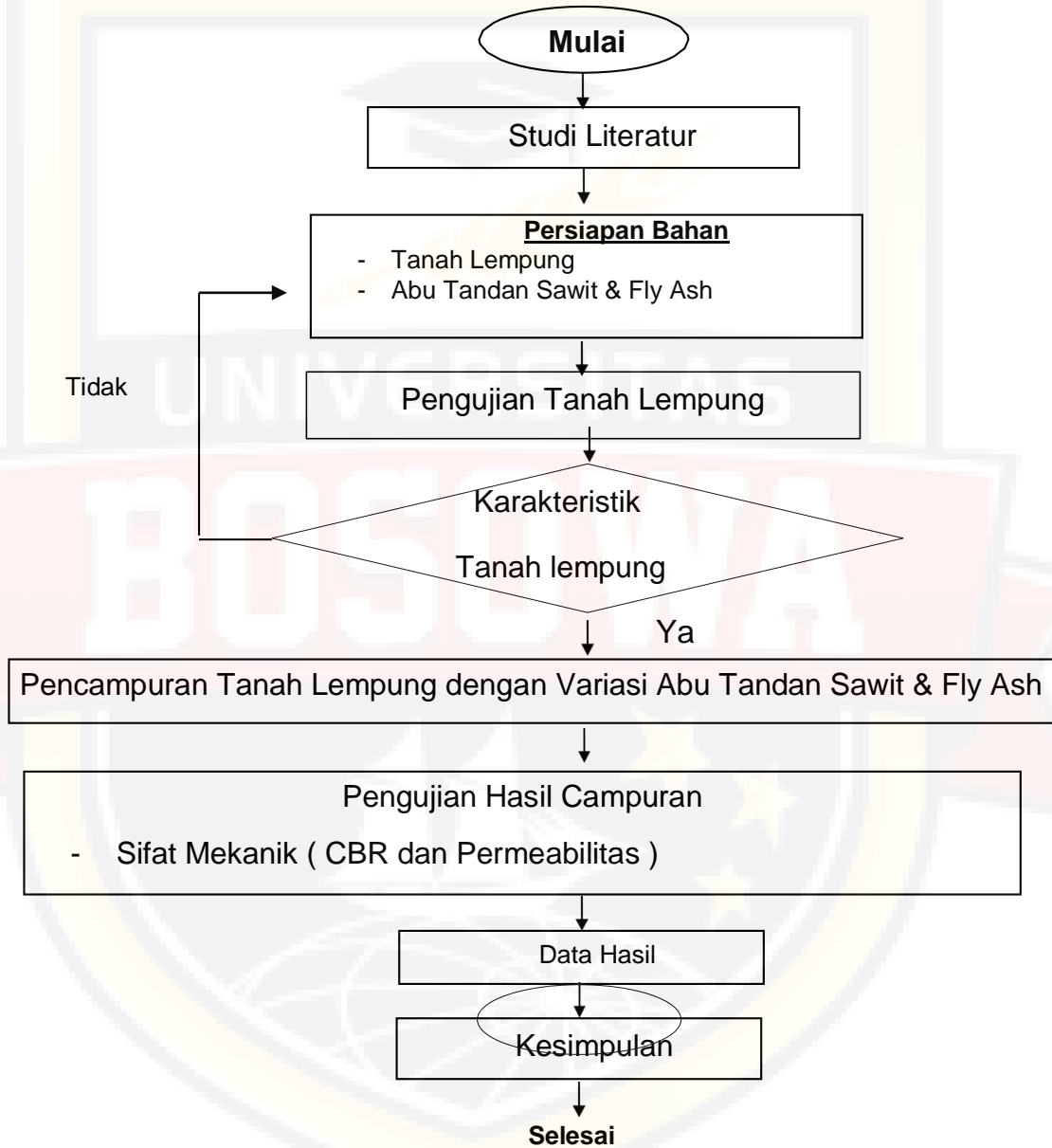
Berdasarkan hasil penelitian dengan Judul Penelitian “Pengaruh Penambahan Fly Ash Dan Tras Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai

CBR” dengan sampel tanah yang di ambil di Desa Sawangan, Kecamatan Tombulu, maka dapat disimpulkan:

1. Dengan variasi campuran antara fly ash 2.5% + Tras 2.5% sampai dengan fly ash 10% + tras 10%, maka diperoleh nilai berat isi tanah kering maksimum semakin besar, sedangkan kadar air optimum semakin kecil mengikuti persamaan $y = -0,0081x^2 + 0,0339x + 23,963$ & $y = 0,0003x^2 + 0,0018x + 1,1874$, menyatakan bahwa semakin padat tanah tersebut berarti semakin besar pula daya dukungnya (Lihat Gambar 4.4)
2. Lempung yang distabilisasi dengan fly ash 2.5% + Tras 2.5% sampai dengan fly ash 10% + tras 10% menunjukkan adanya peningkatan nilai CBR rendaman mengikuti persamaan $y = 0,0037x^2 + 0,0113x + 1,5342$, Kenyataan semakin besar (%) penambahan Fly Ash dan tras maka semakin besar pula CBR (daya dukung tanah).
3. Memperoleh kenaikan dan bentuk grafik yang sama juga sejalan sesuai teori.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Penelitian



3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian

Pemeriksaan, pembuatan dan pengujian benda uji dilakukan di Laboraturium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Pada bulan Maret 2021 – Mei 2021.

3.3. Jenis Pengujian Material

Tabel 3.1 Pengujian karakteristik tanah

No	Jenis Pengujian	Referensi
1.	Kadar air	ASTM D 2216-(71)
2.	Berat Jenis tanah	SNI 03-1964-2008/ ASTM D854-88(72)
3.	Batas cair (<i>liquid limit</i> , LL)	SNI 03-1967-1990
4.	Batas Plastis (<i>plastic limit</i> , PL)	SNI 03-1966-1990
5	Batas Susut	SNI 3422 2008
5.	Indeks plastisitas (<i>plasticity index</i> , PI)	SNI 03-1966-1990
6.	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990
7.	Analisis hydrometer	SNI 03-3423-1994

3.4. Variabel Penelitian

Sebagaimana judul penelitian ini adalah “Analisis Stabilitas Tanah Lempung Dengan Abu Tandan Sawit dan Fly Ash Terhadap Nilai CBR dan Rembesan”. Maka variabel yang digunakan adalah :

1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah komposisi Abu Tandan Sawit dan Fly Ash
2. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai CBR dan Rembesan (Permeabilitas).

3.5. Notasi dan Jumlah Sampel

NO	JENIS PERCOBAAN	MATERIAL DAN KOMPOSISI CAMPURAN	KODE SAMPEL	JUMLAH SAMPEL	TOTAL SAMPEL
1	Pemadatan Tanah (Compaction)	Tanah Asli 100% (2000 gram)	TA	5	20
		Tanah 93% (1850 gram)+ 7,5% (150 gram) Abu tandan sawit + 0% (0gram)fly ash	K1	5	
		Tanah 78% (1550 gram) + 7,5% (150 gram) Abu tandan sawit + 15%(300) fly ash	K2	5	
		Tanah 63% (1250 gram) + 7,5% (150 gram) Abu tandan sawit + 30% (600gram) fly ash	K3	5	
		Tanah 48% (950 gram) + 7,5% (150 gram) Abu tandan sawit + 45% (900gram) fly ash			
2	CBR	Tanah Asli 100% (5000 gram)	CT	3	15
		Tanah 93% (4625 gram)+ 7,5% (375 gram) Abu tandan sawit + 0% (0gram)fly ash	CT0	3	
		Tanah 78% (3875 gram) + 7,5% (375 gram) Abu tandan sawit + 15%(750) fly ash	CT15	3	
		Tanah 63% (3125 gram) + 7,5% (375 gram) Abu tandan sawit + 30% (1500gram) fly ash	CT30	3	
		Tanah 48% (2375 gram) + 7,5% (375 gram) Abu tandan sawit + 45% (2250gram) fly ash	CT45	3	
3	Permeabilitas	Tanah Asli 100% (500 gram)	PT	1	5
		Tanah 93% (462.5 gram)+ 7,5% (37.5 gram) Abu tandan sawit + 0% (0gram)fly ash	PT0	1	
		Tanah 78% (387.5 gram) + 7,5% (37.5 gram) Abu tandan sawit + 15%(75) fly ash	PT15	1	
		Tanah 63% (312.5 gram) + 7,5% (37.5 gram) Abu tandan sawit + 30% (150gram) fly ash	PT30	1	
		Tanah 48% (237.5 gram) + 7,5% (37.5 gram) Abu tandan sawit + 45% (225gram) fly ash	PT45	1	
TOTAL SAMPEL					40

Kompaksi

NO	Tanah Lempung		Abu Tandan		Fly Ash		Berat Total Sampel
	Persentasi	Berat	Persentasi	Berat (g)	Persentasi	Berat (g)	
1	100%	2000	0%	0	0%	0	2000
2	93%	1850	7.5%	150	0%	0	2000
3	78%	1550	7.5%	150	15%	300	2000
4	63%	1250	7.5%	150	30%	600	2000
5	48%	950	7.5%	150	45%	900	2000

CBR

NO	Tanah Lempung		Abu Tandan		Fly Ash		Berat Total Sampel
	Persentasi	Berat	Persentasi	Berat (g)	Persentasi	Berat (g)	
1	100%	5000	0%	0	0%	0	5000
2	93%	4625	7.5%	375	0%	0	5000
3	78%	3875	7.5%	375	15%	750	5000
4	63%	3125	7.5%	375	30%	1500	5000
5	48%	2375	7.5%	375	45%	2250	5000

Permeabilitas

NO	Tanah Lempung		Abu Tandan		Fly Ash		Berat Total Sampel
	Persentasi	Berat	Persentasi	Berat (g)	Persentasi	Berat (g)	
1	100%	500	0%	0	0%	0	500
2	93%	462.5	7.5%	37.5	0%	0	500
3	78%	387.5	7.5%	37.5	15%	75	500
4	63%	312.5	7.5%	37.5	30%	150	500
5	48%	237.5	7.5%	37.5	45%	225	500

3.6 Metode Analisis

Pada analisa data yang digunakan yaitu analisis terhadap data hasil uji di laboratorium sebagai berikut :

a. Analisis Tanah Asli

1. Analisis distribusi butiran terhadap tanah yaitu melakukan analisis hasil pengujian tanah di laboratorium dan klasifikasinya menurut klasifikasi tanah serta menggolongkannya menurut jenis mineral tanah.
2. Analisis kadar air dan berat jenis tanah lempung lunak terhadap penggunaan lapisan tanah dasar.
3. Analisis hasil pemadatan (Uji Proctor)
4. Analisis hasil pemadatan tanah asli dilakukan guna mengetahui nilai kadar air optimum terhadap peningkatan kepadatan tanah.

b. Analisis Tanah yang distabilisasi

1. Nilai CBR terhadap variasi Abu Tandan Sawit.
2. Nilai koefisien rembesan terhadap variasi Abu Tandan Sawit.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Sifat Tanah Asli

Berdasarkan hasil dari pengujian karakteristik tanah tanpa bahan tambah di laboratorium diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.1. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah

No	Parameter	Hasil	Satuan
		Tanah Asli	
1	Pemeriksaan kadar air mula-mula	47.49	%
2	Pengujian berat jenis	2.591	-
3	pengujian batas-batas atterberg		
	1. Batas Cair (LL)	32.59	%
	2. Batas Plastis	15.49	%
	3. Batas Susut	8.64	%
	4. Indeks Plastisitas (PI)	17.10	%
	5. Activity	0.49	%
4	Pengujian analisa saringan dan Hidrometer		
	#4 (4,75 mm)	100.00	%
	#10 (2,00 mm)	99.48	%
	#20 (0,85 mm)	98.30	%
	#40 (0,43 mm)	95.80	%
	#60 (0,25 mm)	92.04	%
	#80 (0,180 mm)	89.94	%
	#100 (0,15 mm)	86.24	%
	#200 (0,075 mm)	81.69	%
5	Pasir	18.31	%
	Lanau	47.01	%
	Lempung	34.68	%

sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021.

4.2. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Sifat Mekanik Tanah Setelah dicampur Fly Ash dan Abu Tandan Sawit

Menurut hasil sifat Mekanis pengujian setelah dicampur *Fly ash* dan variasii Tandan Sawit diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.2 Sifat Mekanik tanah setelah dicampur Tandan Kelapa Sawit dan *Fly ash*

Pengujian Kompaksi	K1	K2	K3	K4	K5
Fly Ash	0%	0%	15%	30%	45%
Tandan	0%	7.5%	7.5%	7.5%	7.5%
Kadar Air Optimum	21.67	22.57	21.52	21.40	21.36
g dry	1.55	1.51	1.53	1.56	1.59
Pengujian CBR	C1	C2	C3	C4	C5
Fly Ash	0%	0%	15%	30%	45%
Tandan	0%	7.5%	7.5%	7.5%	7.5%
Nilai CBR	6.9%	4.8%	5.3%	5.8%	6.1%
Rembesan (Permeabilitas)	P1	P2	P3	P4	P4
Fly Ash	0%	0%	15%	30%	45%
Tandan	0%	7.5%	7.5%	7.5%	7.5%
K	0.000888	0.0013	0.0007	0.0007	0.0006

sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2022.

4.3. Pembahasan Klasifikasi Tanah Asli

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

Sistem klasifikasi tanah yang menggunakan klasifikasi AASHTO dengan berdasarkan uji analisa distribusi butiran serta hasil uji batas-batas Atterberg, yaitu :

- Tanah lolos saringan No.200 = 81.69%
- Batas Cair (LL) = 32.59
- Batas Plastis (PL) = 15.49
- Batas Susut = 8.64
- Indeks Plastisitas (IP) = 17.10

Berdasarkan analisa basah, persentase bagian tanah yang lolos saringan no. 200 adalah 81,69 (>30%). Sehingga tanah diklasifikasikan dalam kelompok : (A-4,A-5 ; A-6,A7)

Batas cair (LL) = 32,59%. Untuk tanah yang batas cairnya lebih kecil dari 41% maka tanah tersebut masuk dalam kelompok A-6

Indeks Plastisitas (IP) = 17.10%. Untuk kelompok A-6 nilai PI minimumnya sebesar 11% maka tanah dikelompokkan kedalam kelompok A-6 (Tanah Berlempung)

4.3.2 USCS (Unified Soil Classification System)

Dari analisis saringan basah didapatkan tanah lolos saringan no. 200 lebih besar dari 50% sehingga masuk kedalam klasifikasi tanah lempung

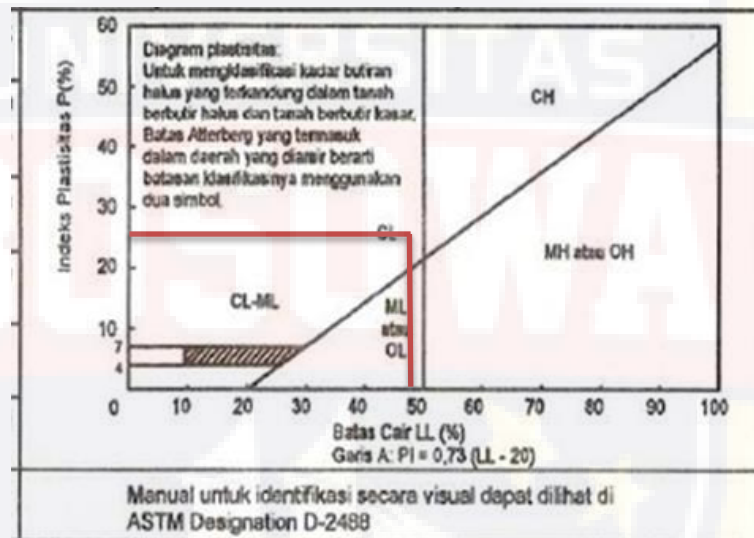
Batas cair (LL) = 32.59% dan indeks plastisitas (PI) = 17.10%. Dari bagian plastisitas, klasifikasi tanah masuk dalam kategori CL, Karena nilai LL 32.59% (Lebih kecil dari 50%) maka termaksud CL, selanjutnya PI = LL

- PL atau PI = 32.59% - 15.49= 24,83%

CL adalah symbol lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang.

Dari karakteristik material diatas (yaitu plastisitas dan distribusi ukuran partikel) dapat disimpulkan bahwa tanah tersebut adalah : Tanah Lempung (clay) dengan sifat plastisitas sedang

Gambar 4.1 Sistem Klasifikasi Tanah USCS (Unified Soil Classification System)



4.3.3 Berat jenis (Gs)

Berat Jenis tanah adalah perbandingan antara berat butir-butir dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu. Pengujian ini dimaksud untuk menentukan berat jenis tanah yang lolos saringan No.40 dengan menggunakan labu ukur. Dari hasil pemeriksaan berat jenis diperoleh berat jenis 2,591. Dari nilai berat jenis tersebut, tanah tersebut termasuk

kategori lempung organik yang mempunyai nilai berat jenis antara 2,68-2,75

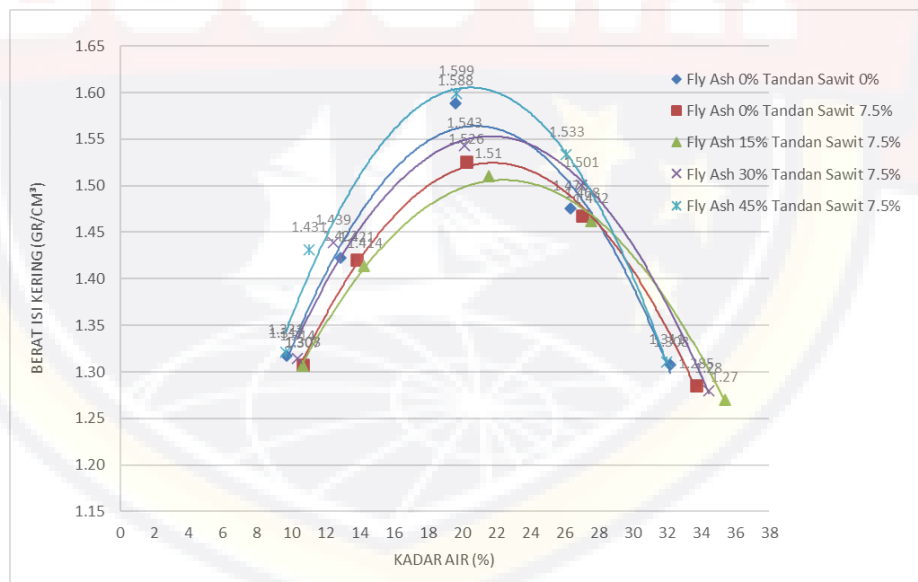
Tabel 4.3 Tabel Pembagian Jenis tanah berdasarkan berat jenis

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 - 1.8

4.4 Sifat Mekanik Tanah

4.4.1 Pengujian Kompaksi (Pemadatan)

Gambar 4.2 Grafik Hubungan Penambahan Variasi Tandan Sawit



Dari grafik diatas nilai kepadatan kering tanah lempung atau tanah dengan campuran variasi Tras maka diperoleh :

- untuk variasi *Fly Ash* 0% dan Penambahan Tandan Sawit 0%

kepadatan kering sebesar 1,55 gr/cm³ gr/cm³ dan kadar air sebesar 21,67% .

- untuk variasi *Fly Ash* 0% dan penambahan Tandan Sawit 7.5%, terjadi penurunan kepadatan kering sebesar 1,51 gr/cm³ dengan selisih 0,04 gr/cm³ dan mengalami kenaikan kadar air sebesar 22.57% dengan selisih 1,10%.
- untuk variasi *Fly Ash* 15% dan penambahan Tandan Sawit 7.5%, terjadi kenaikan kepadatan kering sebesar 1,53 gr/cm³ dengan selisih 0,02 gr/cm³ dan mengalami penurunan kadar air sebesar 21.52% dengan selisih 1.05%.
- untuk variasi *Fly Ash* 30% dan penambahan Tandan Sawit 7.5%, terjadi kenaikan kepadatan kering sebesar 1,56 gr/cm³ dengan selisih 0,03 gr/cm³ dan mengalami penurunan kadar air sebesar 21.40% dengan selisih 0,12%.
- untuk variasi *Fly Ash* 45% dan penambahan Tandan Sawit 7.5%, terjadi kenaikan kepadatan kering sebesar 1,59 gr/cm³ dengan selisih 0,03 gr/cm³ dan mengalami kenaikan kadar air sebesar 21.36% dengan selisih 0.04%.

Dari data diatas dapat dilihat bahwa tanah asli tanpa dengan Variasi *Fly Ash* 0% dan Tandan Sawit 7.5 % mengalami penurunan Berat Kering tanah karena Tandan Sawit memiliki berat jenis yang lebih ringan dibandingkan berat jenis tanah, tetapi untuk kadar air optimumnya mengalami kenaikan karena penyerapan tandan sawit lebih besar , sedangkan pada penambahan *Fly Ash* seiring bertambahnya Variasi *Fly ash* Kepadatan Kering tanah mengalami kenaikan karena *Fly Ash* memiliki berat jenis lebih ringan dari tanah, tetapi untuk kadar airnya menurun

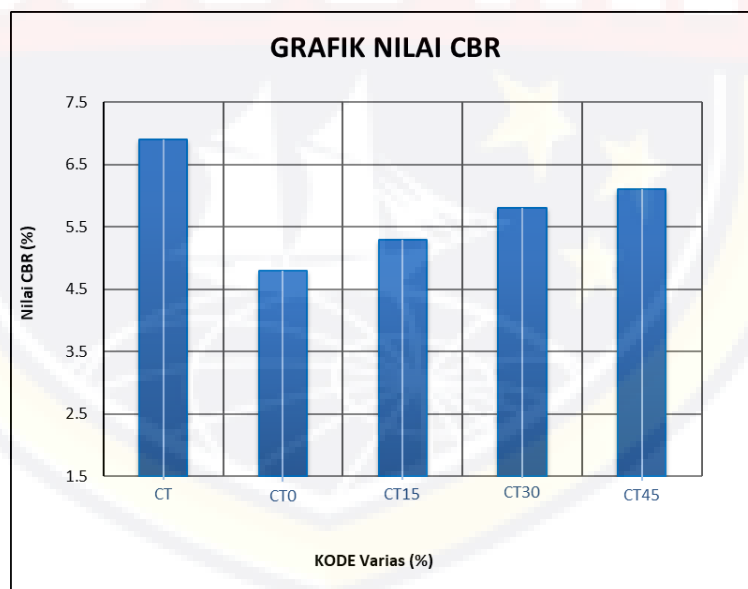
seiring penambahan varisasi dikarenakan Fly ash menyerap air lebih sedikit dibandingkan dengan tanah.

4.4.2 Pengujian CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)

Tabel 4.4 Hasil Pengujian CBR *Fly Ash* dan Variasi Tras

No	VARIASI CAMPURAN	KODE	NILAI CBR
1	FLY ASH 0%+TANDAN SAWIT 0%	CT	6.9
2	FLY ASH 0%+TANDAN SAWIT 7.5%	CT0	4.8
3	FLY ASH 15%+TANDAN SAWIT 7.5%	CT15	5.3
4	FLY ASH 30%+TANDAN SAWIT 7.5%	CT30	5.8
5	FLY ASH 45%+TANDAN SAWIT 7.5%	CT45	6.1

Adapun Perbandingan Nilai CBR Tanah Asli dan Fly ash serta Variasi Tandan Sawit dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.5 Grafik CBR

Berdasarkan data diatas diperoleh hasil penetrasi CBR Tanah Asli sebesar 6.9% dan untuk penambahan *Tandan Sawit 7.5%+ Fly Ash 0%*

mengalami penurunan sebesar 4.8%.

Namun nilai CBR meningkat seiring penambahan persen Fly Ash, Fly Ash 15% + Tandan Sawit 7.5% nilai CBR sebesar 5.3%, Fly Ash 30% + Tandan Sawit 7.5% nilai CBR sebesar 5.8% dan pada penambahan Fly Ash 45% + Tandan Sawit 7.5% mengalami peningkatan nilai CBR sebesar 6.1%

Berdasarkan tabel dan grafik hubungan tiap presentasi pencampuran *Fly Ash* dan Tandan Sawit, untuk penambahan Tandan Sawit mengalami penurunan nilai CBR dikarenakan berat isi kering pada pengujian kompaksi menurun sehingga mengalami penurunan pada nilai CBR nya, namun pada tiap penambahan variasi Fly Ash mengalami kenaikan nilai CBR karena nilai berat isi kering tanah pada pengujian kompaksi mengalami kenaikan sehingga mempengaruhi nilai CBRnya.

4.4.3 Pengujian Rembesan / Permeabilitas

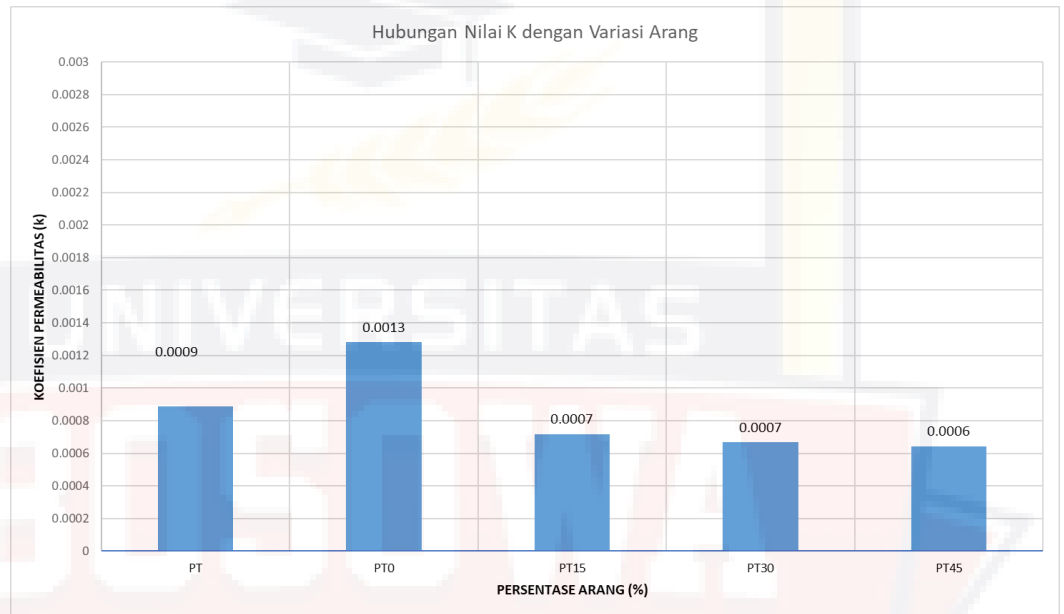
Falling Head
 Diameter buret : 0.5 cm
 Diameter sampel : 6.5 cm

Sampel			PT	PT0	PT15	PT30	PT45
Luas potongan melintang buret ($A=\frac{1}{4}\pi.d^2$)	a	cm ²	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Luas potongan melintang sampel ($A=\frac{1}{4}\pi.D^2$)	A	cm ²	33.18	33.18	33.18	33.18	33.18
Beda tinggi Head	h	cm	10.90	16.50	8.90	8.30	8.00
Tinggi Head mula-mula	h1	cm	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Tinggi Head akhir	h2	cm	89.10	83.50	91.10	91.70	92.00
Tinggi sampel	L	cm	6.50	6.00	6.50	6.50	6.50
Waktu pengujian	t	menit	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Temperatur	T	°C	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00
Koefisien Permeabilitas ($K=2,303*(aL/At)\text{Log}(h1/h2)$)	K	cm/menit	0.000888	0.0013	0.0007	0.0007	0.0006
Gradien hidraulik ($i=A/L$)	i	cm/menit	5.11	5.53	5.11	5.11	5.11
Volume aliran air persatuan waktu ($q= A*K*i$)	q	cm ³	0.15	0.24	0.12	0.11	0.11
Kecepatan aliran ($v=K*i$)	v	cm/menit	0.00	0.0071	0.0037	0.0034	0.0033

Tabel 4.5 . Hasil Pengujian Permeabilitas

Berdasarkan data diatas didapat hasil Koefisien Permeabilitas Tanah Asli sebesar 0,000888 dan untuk Tanah Asli dengan bahan tambah Tandan Sawit 7,5% dan Fly Ash 0% sebesar 0,0013 dengan selisih 0.000412 mengalami kenaikan permeabilitas karena tandan sawit menyerab air lebih banyak, sedangkan pada penambahan variasi fly ash

untuk variasi Tandan Sawit 7.5%+Fly Ash 15% nilai permeabilitasnya 0.0007 mengalami penurunan permeabilitas dikarenakan adanya fly ash yang menyerab air lebih sedikit, dantiap penambahan Fly Ash nya nilai Permeabilitasnya semakin menurun Dilihat pada grafik sebagai berikut:



Gambar 4.7 Grafik Nilai Koefisien Permeabilitas

Berdasarkan Grafik diatas didapat bahwa dengan penambahan tandan sawit dapat menikkan permeabilitas tanah karena menyerab air lebih banyak sedangkan Variasi Fly Ash tiap penambahan menurunkan Permeabilitas Tanah.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian di laboratorium, maka kami menarik beberapa kesimpulan tentang perilaku sampel tanah yang distabilisasi menggunakan bahan substitusi sebagai berikut:

1. Hasil pengujian karakteristik tanah asli diperoleh bahwa tanah tersebut menurut AASHTO termasuk kelompok A-6 atau tanah berbutir halus karena lebih dari 35% butirannya lolos saringan No.200 yaitu 81.69% tanah dalam kelompok ini biasanya merupakan jenis tanah lempung-lanau. Sedangkan menurut klasifikasi USCS tanah ini termasuk tanah kategori CL (Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang) karena nilai batas cair (LL) $32.59 < 50\%$
2. Nilai California Bearing Ratio (CBR) pencampuran *Fly Ash* dan Tandan Sawit, untuk penambahan Tandan Sawit mengalami penurunan nilai CBR dikarenakan berat isi kering pada pengujian kompaksi menurun

sehingga mengalami penurunan pada nilai CBR nya, namun pada tiap penambahan variasi Fly Ash mengalami kenaikan nilai CBR karena nilai berat isi kering tanah pada pengujian kompaksi mengalami kenaikan sehingga mempengaruhi nilai CBRnya.

- 5.2.** Berdasarkan Hasil yang didapat bahwa dengan penambahan tandan sawit dapat menaikkan permeabilitas tanah karena menyerab air lebih banyak sedangkan Variasi Fly Ash tiap penambahan menurunkan Permeabilitas Tanah.

Saran

1. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai salahsatu solusi untuk menangani masalah tanah lempung.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan tentang judulnya ini, dengan menambahkan proporsi yang lebih besar.
3. Untuk hasil pengujian CBR perlu ada variasi lain, dan variasi waktu pemeraman, serta memperbanyak jumlah sampel untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Azzyzaro Junior Karaseran Oktovian B. A. Sompie, Sjachrul Balamba; *Pengaruh Bahan Campuran Arang Tempurung Terhadap Kosolidasi Skunder Pada Lempung Ekspansif; Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado.*
- Andi Anisah Nurul Zahra., 2017.: “*Analisis Kuat Geser dan Permeabilitas Tanah Lempung Lunak yang Dicampur dengan Fly Ash dan Abu Sekam Padi*” (Skripsi), Jurusan Teknik Sipil – Universitas Bosowa.
- Ahmad Balla, 2016 ., *Pengaruh Kadar Abu Ampas Tebu Terhadap Pengembangan Dan Nilai CBR Tanah Ekspansif.* Jurusan Teknik Sipil – Universitas Bosowa
- Meiriza Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta 2016; *pemanfaatan bubuk arang kayu sebagai bahan stabilisasi terhadap kuat dukung tanah lempung sukodono dengan variasi perawatan (studi kasus tanah lempung sukodono, sragen).*
- Bowles, Joseph E, 1986, *Sifat-Sifat Fisis Geoteknis Tanah edisi kedua*, Erlangga, Jakarta.
- Buku Bahan Ajar Darwis Panguriseng. *Materi Pokok Mekanika Tanah – 1 dan Geologi Rekayasa.* Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar
- Wesley, L. D. Edisi Baru . *Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan dan Residu*, Penerbit: Andi, Jakarta
- Casagrande. 1942. *Sistem Klssifikasi Unifed Soil & Clasification System (USCS).*
- Das, Braja M, Endah Noor, Mochtar, Indrasurya B, 1998, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis), Jilid 2*, Penerbit: Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C. 1992. *Mekanika Tanah I.* Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, Hary Christiady 2010. *Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan.* Yogyakarta: Gadjah Mada University

- Hardiyatmo. 2006, "*Mekanika Tanah 1*" Edisi Keempat: Yogyakarta.
Mekanika Tanah, Laboratorium. 2014. *Buku Panduan Praktikum Mekanika Tanah*. Universitas Bosowa. Makassar.
- Soedarmo, G. D. & Purnomo, S. J. E. 1997. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta : Kanisius.
- Soedarmo, G. D. & Purnomo, S. J. E. 1997. *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta : Kanisius.
- Sutarman, E. *Konsep dan Aplikasi Mekanika Tanah*, Penerbit: Andi, Jakarta.
- Terzaghi, K., Peck, R. B. 1987. *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Verhoef, PNW. 1994. *Geologi Untuk Teknik Sipil*. Erlangga. Jakarta.
- Wesley, L. D. 1977. *Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan dan Residu*, Penerbit: Andi, Jakarta
- Mashuri dan M. iMaricar *Link:(<https://core.ac.uk/download/pdf/296459095.pdf>)
Sifat-Sifat Mekanis Aspal Yang Ditambahkan Serbuk Arang Tempurung Kelapa, 2005.*

A

M

P

I

R

A

N





**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Pengaruh Penambahan Abu Tandan Sawit dan Variasi fly Ash Terhadap Nilai CBR dan Permeabilitas"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 9 Februari 2022
Dikerjakan Oleh : Arkam Saputra

TABEL KADAIR AIR

No. Cawang	-	1	2	3
Berat Cawan, W1	gram	8.2	8.7	8.1
Berat Cawan + Tanah Basah, W2	gram	136.1	134.4	129
Berat Cawan + Tanah Kering, W3	gram	94.8	93.7	89.9
Berat Tanah Kering, $W_s=W_3-W_1$	gram	86.6	85	81.8
Berat Air, $W_w=W_2-W_3$	gram	41.3	40.7	39.1
Kadar Air, $w=(W_w/W_s)*100$	%	47.69	47.88	47.80
Rata-rata	%	47.79		

Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Makassar, Februari 2022

Diuji Oleh:

Arkam Saputra
Mahasiswa



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Pengaruh Penambahan Abu Tandan Sawit dan Variasi fly Ash Terhadap Nilai CBR dan Permeabilitas"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 9 Februari 2022
Dikerjakan Oleh : Arkam Saputra

**PENGUJIAN BERAT JENIS
(SNI 1964:2008)**

Sampel	-	I	II
Berat Piknometer, (W1)	gram	31.4	32.7
Berat Piknometer + Air, (W2)	gram	78.9	82.2
Berat Piknometer + Air + Tanah, (W3)	gram	94.3	97.5
Berat Tanah Kering, (Ws)	gram	25	25
Temperatur	°C	29	29
Faktor Koreksi, $\alpha = \gamma_T/\gamma_{20}$		0.99598	0.99598
Berat Jenis (Gs)		2.60	2.58
Berat Jenis rata-rata		2.591	

Tabel Pembagian Jenis Tanah Berdasarkan Berat Jenis

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
GAMBUS	1.25 - 1.8

Diperiksa Oleh:

Makassar, Februari 2022

Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Arkam Saputra
Mahasiswa



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Pengaruh Penambahan Abu Tandan Sawit dan Variasi fly Ash Terhadap Nilai CBR dan Permeabilitas"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 9 Februari 2022
Dikerjakan Oleh : Arkam Saputra

**PENGUJIAN BATAS-BATAS ATTERBERG (BATAS PLASTIS, PL)
(SNI 1996:2008)**

No Test	-	1	2
No. Container	-	A1	A2
Berat Tanah Basah + Container (W1)	Gram	16.9	14.5
Berat Tanah Kering + Container (W2)	Gram	15.2	13.1
Berat Container (W3)	Gram	3.9	3.8
Berat Air (Ww=W1-W2)	Gram	1.7	1.4
Berat Tanah Kering, (Wd=W2-W3)	Gram	11.3	9.3
Kadar Air, (Ww/Wd x 100%)	%	15.04	15.05
Kadar Air Rata-rata	%	15.05	

$$\begin{aligned} \text{Indeks Plastisitas PI} &= \text{LL} - \text{PL} \\ &= 32.59 - 15.05 = 17.10 \% \\ \text{Activity, A} &= \frac{\text{PI}}{\% \text{ Clay Sizes}} \\ &= \frac{17.10}{34.68} \\ &= \frac{17.10}{34.68} \\ &= 0.49 \end{aligned}$$

Sumber: Braja M Das Jilid 1 & 2

Diperiksa Oleh

Makassar, Februari 2022

Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Arkam Saputra
Mahasiswa



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

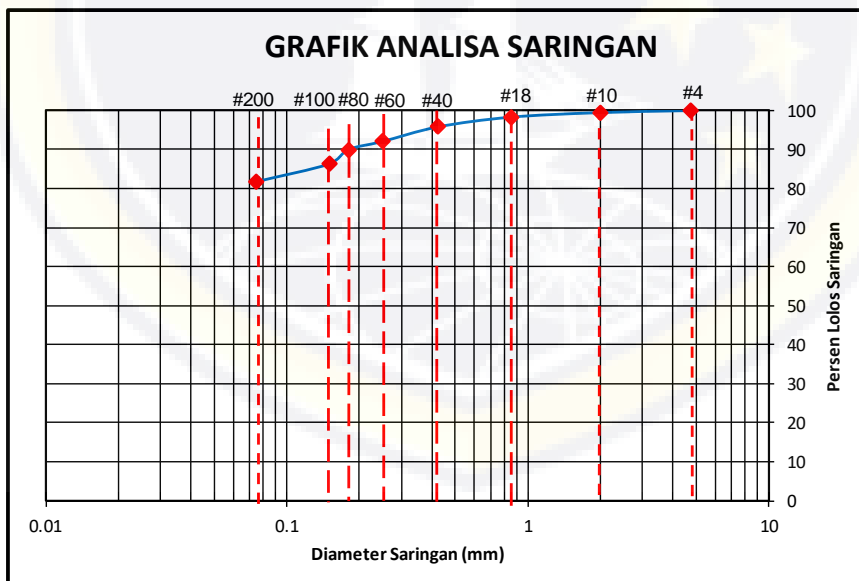
Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Pengaruh Penambahan Abu Tandan Sawit dan Variasi fly Ash Terrhac
Nilai CBR dan Permeabilitas"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 9 Februari 2022
Dikerjakan Oleh : Arkam Saputra

**PENGUJIAN ANALISA SARINGAN
(SNI 3423:2008)**

	Berat (gram)
Berat tanah kering oven	500.00
Berat tanah kering tertahan sar. 200 sesudah dicuci	183.08
Berat tanah lolos saringan 200 setelah dicuci	316.92

Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Kumulatif (gram)	Persen (%)	
				Tertahan	Lolos
4	4.75	0	0	0	100
10	2.00	2.6	2.6	0.52	99.48
18	0.85	5.9	8.5	1.70	98.30
40	0.43	12.50	21.00	4.20	95.80
60	0.25	18.80	39.8	7.96	92.04
80	0.18	10.50	50.3	10.06	89.94
100	0.15	18.50	68.80	13.76	86.24
200	0.075	22.74	91.54	18.31	81.69
Pan	-	91.54			



Diperiksa Oleh:

Makassar, Februari 2022
Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Arkam Saputra
Mahasiswa



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Pengaruh Penambahan Abu Tandan Sawit dan Variasi fly Ash Terhadap Nilai CBR dan Permeabilitas"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 9 Februari 2022
Dikerjakan Ole: Arkam Saputra

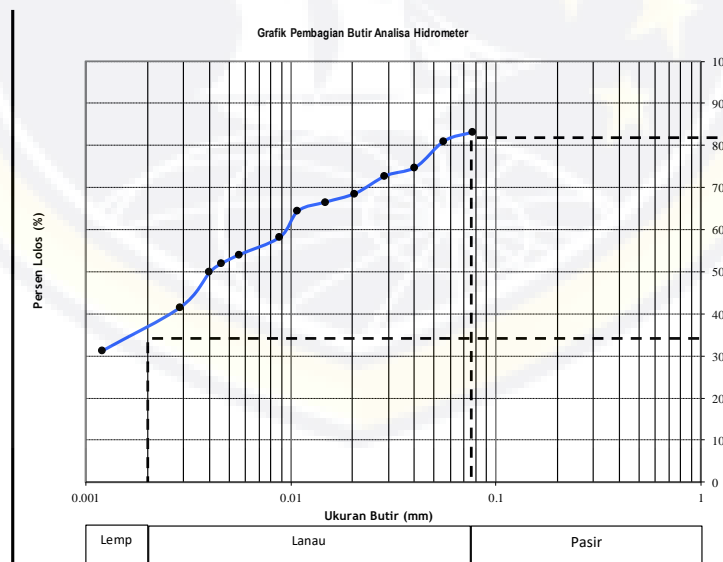
PENGUJIAN ANALISIS HIDROMETER TANAH
(SNI 3423:2008)

Berat Jenis : 2.591 gram/cm³
Zero Correction : 1
Meniscus Correction : 1
Gs Correction : 1.037
{a = 1.65 Gs/[(Gs-1)xGs]} :
Berat Tanah, Ws : 50 gram

Rcp = R + Temperatur Correction - Zero Correction

Rcl = R + Meniscus Correction

Waktu (menit)	T (°C)	R	Rcp	% Butiran Halus a.Rcp/Ws x 100 %	Rcl	L (cm)	K	D=K (L/t) ^{0.5}
0.25	29	38	40	83.08	39	9.7	0.01240	0.07724
0.5	29	37	39	81.01	38	10.2	0.01240	0.05601
1	29	34	36	74.79	35	10.7	0.01240	0.04056
2	29	33	35	72.71	34	10.9	0.01240	0.02895
4	29	31	33	68.56	32	11.1	0.01240	0.02066
8	29	30	32	66.49	31	11.4	0.01240	0.01480
15	29	29	31	64.41	30	11.5	0.01240	0.01086
30	29	26	28	58.19	27	15.3	0.01240	0.00886
60	29	24	26	54.04	25	12.4	0.01240	0.00564
90	29	23	25	51.97	24	12.5	0.01240	0.00462
120	29	22	24	49.89	23	12.7	0.01240	0.00403
240	29	18	20	41.59	19	13.2	0.01240	0.00291
1440	29	13	15	31.22	14	13.7	0.01240	0.00121



Diperiksa Oleh:

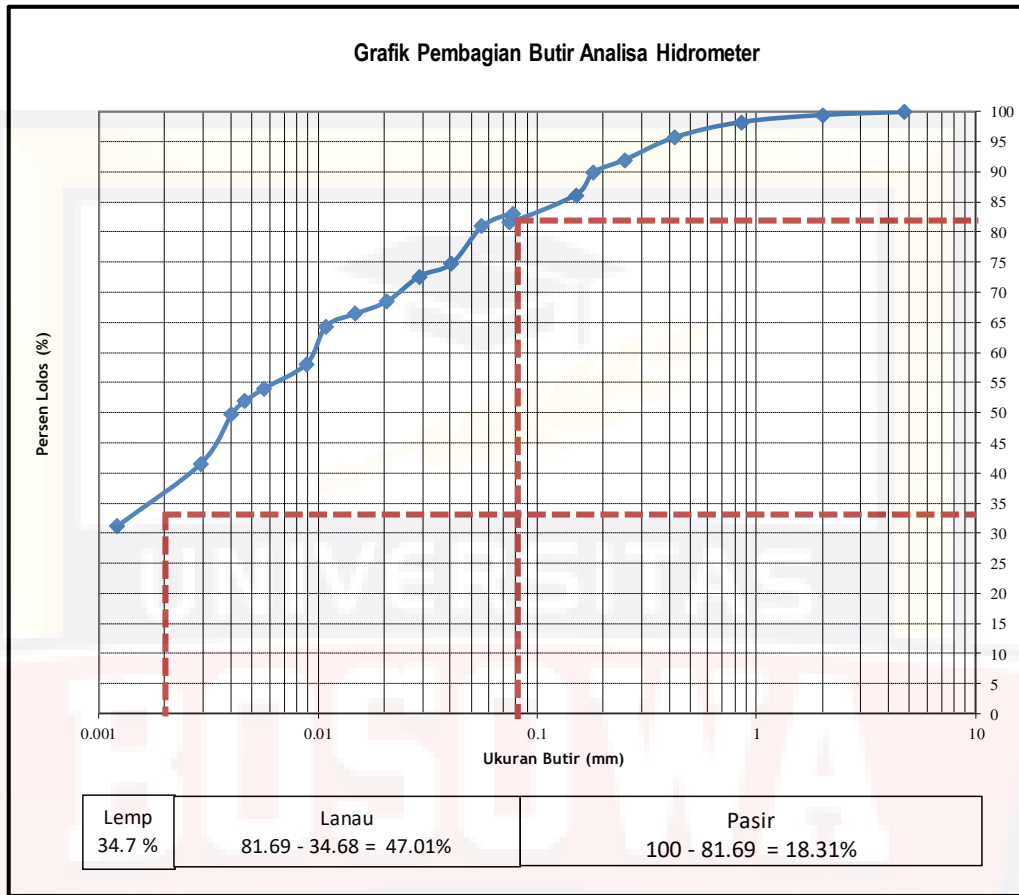
Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Makassar, Februari 2022

Diuji Oleh:

Arkam Saputra
Mahasiswa

GRAFIK PEMBAGIAN BUTIR ANALISA HIDROMETER





**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
 Judul : Pengaruh Penambahan Abu Tandan Sawit dan Variasi fly Ash Terhadap Nilai CBR dan Permeabilitas*
 Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah Asli
 Tanggal : 9 Februari 2022
 Dikerjakan Oleh : Arkam Saputra

**PENGUJIAN KOMPAKSI TANAH ASLI
(SNI 03-1742-1989)**

Berat Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-mula	gram	40.70	40.70	40.70	40.70	40.70
Penambahan Air	%	5	10	15	20	25
Penambahan Air	ml	100	200	300	400	500
Kadar Air Akhir	ml	10.350	12.466	20.133	26.995	34.447

BERAT ISI BASAH

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Berat Mould	gram	3371	4063	3592	3762	3882
Berat Tanah Basah + Mould	gram	4745	5596	5348	5568	5512
Berat Tanah Basah, Wwet	gram	1374	1533	1756	1806	1630
Volume Mould	cm ³	947.39	947.39	947.39	947.39	947.39
Berat Volume Basah	gr/cm ³	1.450	1.618	1.854	1.906	1.721
$\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mould}$						

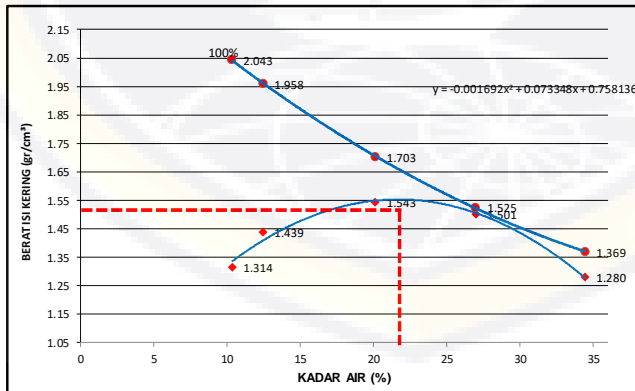
KADAR AIR

No. Cawan	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat Tanah Basah + Cawan	gram	43.2	41.3	28.2	30.1	22.3	22.6	47.1	36.3	45.9	36.8
Berat Tanah Kering + Cawan	gram	39.9	37.8	25.8	26.9	19.2	19.5	37.9	29.5	35.9	29.1
Berat Air (Ww)	gram	3.3	3.5	2.4	3.2	3.1	3.1	9.2	6.8	10	7.7
Berat Cawan	gram	8.0	4	3.9	4	4	3.9	4.1	4.1	6.8	6.8
Berat Tanah Kering	gram	31.9	33.8	21.9	22.9	15.2	15.6	33.8	25.4	29.1	22.3
Kadar Air (ω)	%	10.3	10.36	10.96	13.97	20.4	19.9	27.2	26.8	34.4	34.5
Kadar Air Rata-rata	%			10.350	12.466	20.133	26.995	34.447			

BERAT ISI KERING

Berat Tanah Basah, W wet	8	1374	1533	1756	1806	1630
Kadar Air Rata-rata	%	10.350	12.466	20.133	26.995	34.447
Berat Kering $W_{dry} = \frac{W_{wet}}{1 + (\frac{\omega}{100})}$	gram	1245.130	1363.074	1461.710	1422.100	1212.376
Volume Mould	cm ³	947.39	947.39	947.39	947.39	947.39
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \frac{W_{dry}}{V_{mould}}$	gr/cm ³	1.314	1.439	1.543	1.501	1.280
Berat Isi Basah $\gamma_{wet} = \frac{Gs}{1 + (\omega \times Gs)}$	gr/cm ³	2.043	1.958	1.703	1.525	1.369

Berat Jenis (G_s) = **2.591**



$$\begin{aligned}
 -0.001692 \times 2 & \quad 0.073348 \times 0.7581 & Y = & -0.0016920 \times 2 + & 0.07335 \times & + & 0.758136 \\
 = & & = & -0.003384000 & + & 0.07335 \\
 = & & = & \mathbf{21.67} & \text{Kadar Air Optimum} \\
 = & & = & \mathbf{1.55} & \text{yd maks.}
 \end{aligned}$$

Diperiksa Oleh:

Makassar Februari 2022
Diuji Oleh :

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Arkam Saputra
Mahasiswa



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
 Judul : Pengaruh Penambahan Abu Tandan Sawit dan Variasi fly Ash Terhadap Nilai CBR dan Permeabilitas*
 Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah Asli
 Tanggal : 9 Februari 2022
 Dikerjakan Oleh : Arkam Saputra

PENGUJIAN KOMPAKSI kompaksi Fly ash 0% dan Tandan Sawit 7.5%
 (SNI 03-1742-1989)

Berat Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-mula	gram	40.70	40.70	40.70	40.70	40.70
Penambahan Air	%	5	10	15	20	25
Penambahan Air	ml	100	200	300	400	500
Kadar Air Akhir	ml	10.681	14.279	21.564	27.542	35.404

BERAT ISI BASAH

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Berat Mould	gram	3373	4063	3592	3762	3882
Berat Tanah Basah + Mould	gram	4743	5594	5331	5528	5511
Berat Tanah Basah, Wwet	gram	1370	1531	1739	1766	1629
Volume Mould	cm ³	947.39	947.39	947.39	947.39	947.39
Berat Volume Basah $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mould}$	gr/cm ³	1.446	1.616	1.836	1.864	1.719

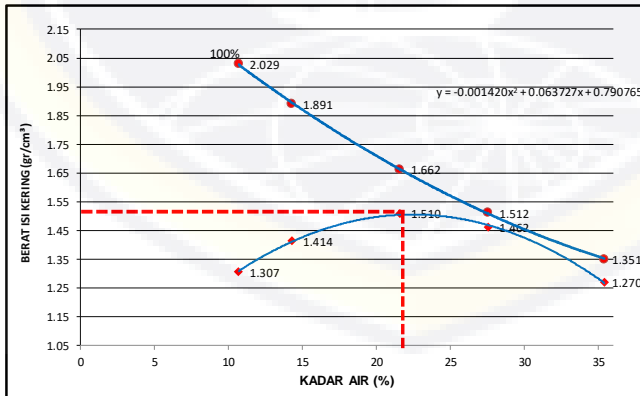
KADAR AIR

No. Cawan	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat Tanah Basah + Cawan	gram	43.3	41.3	28.2	30.1	22.3	22.8	47.3	36.3	45.9	35.8
Berat Tanah Kering + Cawan	gram	39.8	37.8	25.2	26.8	19.1	19.4	37.9	29.4	35.7	28.2
Berat Air (Ww)	gram	3.5	3.5	3	3.3	3.2	3.4	9.4	6.9	10.2	7.6
Berat Cawan	gram	8.0	4	3.9	4	4	3.9	4.1	4.1	6.8	6.8
Berat Tanah Kering	gram	31.8	33.8	21.3	22.8	15.1	15.5	33.8	25.3	28.9	21.4
Kadar Air (w)	%	11	10.36	14.08	14.47	21.2	21.9	27.8	27.3	35.3	35.5
Kadar Air Rata-rata	%		10.681	14.279		21.564		27.542		35.404	

BERAT ISI KERING

Berat Tanah Basah, W wet	8	1370	1531	1739	1766	1629
Kadar Air Rata-rata	%	10.681	14.279	21.564	27.542	35.404
Berat Kering $W_{dry} = \frac{W_{wet}}{1 + (\frac{w}{100})}$	gram	1237.795	1339.703	1430.525	1384.645	1203.066
Volume Mould	cm ³	947.39	947.39	947.39	947.39	947.39
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \frac{W_{dry}}{V_{mould}}$	gr/cm ³	1.307	1.414	1.510	1.462	1.270
Berat Isi Basah $\gamma_{wet} = \frac{Gs}{1 + (w \times Gs)}$	gr/cm ³	2.029	1.891	1.662	1.512	1.351

Berat Jenis (Gs) = **2.591**



$$\begin{aligned}
 Y &= -0.001412x^2 + 0.063727x + 0.7908 \\
 &= -0.002824000 + 0.06373 \\
 &= \mathbf{22.57} \quad \text{Kadar Air Optimum} \\
 &= \mathbf{1.51} \quad \text{yd maks.}
 \end{aligned}$$

Diperiksa Oleh:

Makassar Februari 2022

Diuji Oleh :

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Arkam Saputra
Mahasiswa



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Pengaruh Penambahan Abu Tandan Sawit dan Variasi fly Ash Terhadap Nilai CBR dan Permeabilitas*
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 9 Februari 2022
Dikerjakan Oleh : Arkam Saputra

PENGUJIAN KOMPAKSI Flyu Ash 15% + Tandan Sawit 7.5%
(SNI 03-1742-1989)

Berat Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-mula	gram	40.70	40.70	40.70	40.70	40.70
Penambahan Air	%	5	10	15	20	25
Penambahan Air	ml	100	200	300	400	500
Kadar Air Akhir	ml	10.681	13.825	20.256	27.023	33.717

BERAT ISI BASAH

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Berat Mould	gram	3373	4062	3593	3762	3883
Berat Tanah Basah + Mould	gram	4743	5594	5332	5529	5511
Berat Tanah Basah, Wwet	gram	1370	1532	1739	1767	1628
Volume Mould	cm ³	947.39	947.39	947.39	947.39	947.39
Berat Volume Basah $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mould}$	gr/cm ³	1.446	1.617	1.836	1.865	1.718

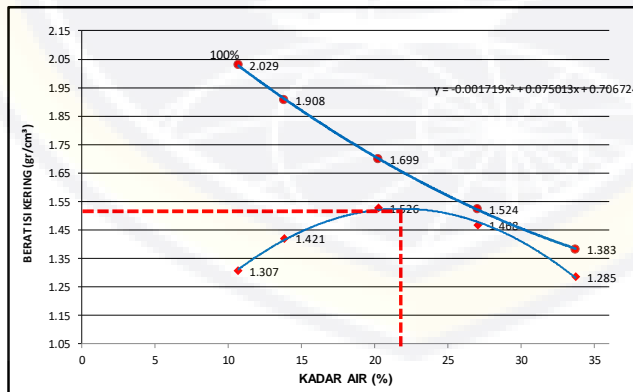
KADAR AIR

No. Cawan	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat Tanah Basah + Cawan	gram	43.3	41.3	28.1	30	22.1	22.6	48.1	36.2	45.6	35.3
Berat Tanah Kering + Cawan	gram	39.8	37.8	25.2	26.8	19.1	19.4	38.7	29.4	35.7	28.2
Berat Air (Ww)	gram	3.5	3.5	2.9	3.2	3	3.2	9.4	6.8	9.9	7.1
Berat Cawan	gram	8.0	4	3.9	4	4	3.9	4.1	4.1	6.8	6.8
Berat Tanah Kering	gram	31.8	33.8	21.3	22.8	15.1	15.5	34.6	25.3	28.9	21.4
Kadar Air (w)	%	11	10.36	13.62	14.04	19.9	20.6	27.2	26.9	34.3	33.2
Kadar Air Rata-rata	%		10.681	13.825		20.256		27.023		33.717	

BERAT ISI KERING

Berat Tanah Basah, W wet	8	1370	1532	1739	1767	1628
Kadar Air Rata-rata	%	10.681	13.825	20.256	27.023	33.717
Berat Kering $W_{dry} = \frac{W_{wet}}{1 + (\frac{w}{100})}$	gram	1237.795	1345.925	1446.077	1391.092	1217.498
Volume Mould	cm ³	947.39	947.39	947.39	947.39	947.39
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \frac{W_{dry}}{V_{mould}}$	gr/cm ³	1.307	1.421	1.526	1.468	1.285
Berat Isi Basah $\gamma_{wet} = \frac{Gs}{1 + (w \times Gs)}$	gr/cm ³	2.029	1.908	1.699	1.524	1.383

Berat Jenis (Gs) = **2.591**



$$\begin{aligned}
 Y &= -0.001719x^2 + 0.075013x + 0.706724 \\
 &= -0.003438000 + 0.07501 \\
 &= \mathbf{21.52 \text{ Kadar Air Optimum}} \\
 &= \mathbf{1.53 \text{ } \gamma_d \text{ maks.}}
 \end{aligned}$$

Diperiksa Oleh:

Makassar Februari 2022

Diuji Oleh :

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Arkam Saputra
Mahasiswa



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
 Judul : Pengaruh Penambahan Abu Tandan Sawit dan Variasi fly Ash Terhadap Nilai CBR dan Permeabilitas"
 Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah Asli
 Tanggal : 9 Februari 2022
 Dikerjakan Oleh : Arkam Saputra

PENGUJIAN KOMPAKSI Fly ash 30 % + Tandan Sawit 7.5%
 (SNI 03-1742-1989)

Berat Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-mula	gram	40.70	40.70	40.70	40.70	40.70
Penambahan Air	%	5	10	15	20	25
Penambahan Air	ml	100	200	300	400	500
Kadar Air Akhir	ml	10.681	14.044	20.587	26.825	32.964

BERAT ISI BASAH

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Berat Mould	gram	3373	4061	3551	3762	3883
Berat Tanah Basah + Mould	gram	4743	5594	5350	5529	5521
Berat Tanah Basah, Wwet	gram	1370	1533	1799	1767	1638
Volume Mould	cm ³	947.39	947.39	947.39	947.39	947.39
Berat Volume Basah	gr/cm ³	1.446	1.618	1.899	1.865	1.729
$\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mould}$						

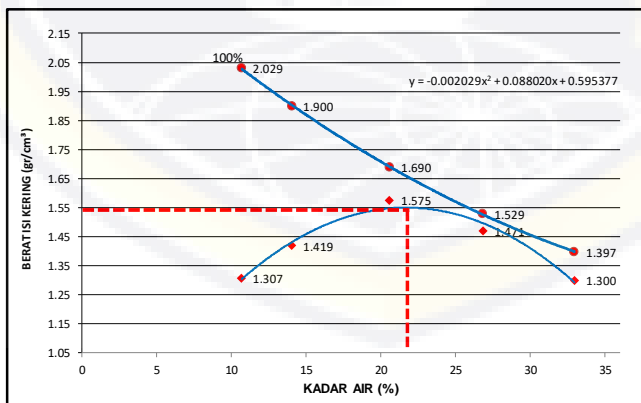
KADAR AIR

No. Cawan	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat Tanah Basah + Cawan	gram	43.3	41.3	28.1	30.1	22.2	22.6	48.1	36.1	45.3	35.2
Berat Tanah Kering + Cawan	gram	39.8	37.8	25.2	26.8	19.1	19.4	38.7	29.4	35.7	28.2
Berat Air (Ww)	gram	3.5	3.5	2.9	3.3	3.1	3.2	9.4	6.7	9.6	7
Berat Cawan	gram	8.0	4	3.9	4	4	3.9	4.1	4.1	6.8	6.8
Berat Tanah Kering	gram	31.8	33.8	21.3	22.8	15.1	15.5	34.6	25.3	28.9	21.4
Kadar Air (ω)	%	11	10.36	13.62	14.47	20.5	20.6	27.2	26.5	33.2	32.7
Kadar Air Rata-rata	%			10.681	14.044	20.587	26.825	32.964			

BERAT ISI KERING

Berat Tanah Basah, W wet	8	1370	1533	1799	1767	1638	
Kadar Air Rata-rata	%	10.681	14.044	20.587	26.825	32.964	
Berat Kering	$W_{dry} = \frac{W_{wet}}{1 + (\frac{\omega}{100})}$	gram	1237.795	1344.214	1491.863	1393.259	1231.911
Volume Mould	cm ³	947.39	947.39	947.39	947.39	947.39	
Berat Isi Kering	$\gamma_{dry} = \frac{W_{dry}}{V_{mould}}$	gr/cm ³	1.307	1.419	1.575	1.471	1.300
Berat Isi Basah	$\gamma_{wet} = \frac{Gs}{1 + (\omega \times Gs)}$	gr/cm ³	2.029	1.900	1.690	1.529	1.397

Berat Jenis (Gs) = **2.591**



$$Y = -0.002029x^2 + 0.088020x + 0.5395377$$

$$= -0.004058000x + 0.08802$$

21.40 Kadar Air Optimum
1.56 γ_d maks.

Diperiksa Oleh:

Makassar Februari 2022

Diuji Oleh :

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Arkam Saputra
Mahasiswa



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
 Judul : Pengaruh Penambahan Abu Tandan Sawit dan Variasi fly Ash Terhadap Nilai CBR dan Permeabilitas*
 Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah Asli
 Tanggal : 9 Februari 2022
 Dikerjakan Oleh : Arkam Saputra

PENGUJIAN KOMPAKSI kompaksi Fly ash 45% dan Tandan Sawit 7.5%
 (SNI 03-1742-1989)

Berat Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-mula	gram	40.70	40.70	40.70	40.70	40.70
Penambahan Air	%	5	10	15	20	25
Penambahan Air	ml	100	200	300	400	500
Kadar Air Akhir	ml	10.681	13.825	19.603	26.338	32.211

BERAT ISI BASAH

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Berat Mould	gram	3373	4061	3551	3762	3883
Berat Tanah Basah + Mould	gram	4743	5594	5350	5529	5521
Berat Tanah Basah, Wwet	gram	1370	1533	1799	1767	1638
Volume Mould	cm ³	947.39	947.39	947.39	947.39	947.39
Berat Volume Basah	gr/cm ³	1.446	1.618	1.899	1.865	1.729
$\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mould}$						

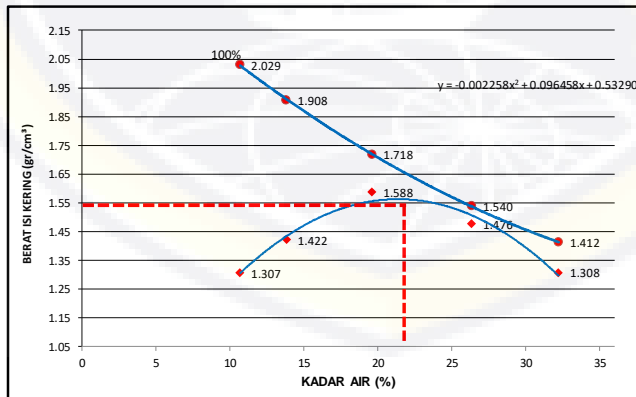
KADAR AIR

No. Cawan	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat Tanah Basah + Cawan	gram	43.3	41.3	28.1	30	22.0	22.5	47.9	36	45.0	35.1
Berat Tanah Kering + Cawan	gram	39.8	37.8	25.2	26.8	19.1	19.4	38.7	29.4	35.7	28.2
Berat Air (Ww)	gram	3.5	3.5	2.9	3.2	2.9	3.1	9.2	6.6	9.3	6.9
Berat Cawan	gram	8.0	4	3.9	4	4	3.9	4.1	4.1	6.8	6.8
Berat Tanah Kering	gram	31.8	33.8	21.3	22.8	15.1	15.5	34.6	25.3	28.9	21.4
Kadar Air (w)	%	11	10.36	13.62	14.04	19.2	20	26.6	26.1	32.2	32.2
Kadar Air Rata-rata	%		10.681	13.825	19.603	26.338	32.211				

BERAT ISI KERING

Berat Tanah Basah, W wet	8	1370	1533	1799	1767	1638
Kadar Air Rata-rata	%	10.681	13.825	19.603	26.338	32.211
Berat Kering $W_{dry} = \frac{W_{wet}}{1 + (\frac{\omega}{100})}$	gram	1237.795	1346.804	1504.147	1398.626	1238.924
Volume Mould	cm ³	947.39	947.39	947.39	947.39	947.39
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \frac{W_{dry}}{V_{mould}}$	gr/cm ³	1.307	1.422	1.588	1.476	1.308
Berat Isi Basah $\gamma_{wet} = \frac{Gs}{1 + (\omega \times Gs)}$	gr/cm ³	2.029	1.908	1.718	1.540	1.412

Berat Jenis (Gs) = 2.591



$$\begin{aligned}
 Y &= -0.002258 x^2 + 0.096458 x + 0.532905 \\
 &= -0.004516000 + 0.09646 \\
 &= \mathbf{21.36} \quad \text{Kadar Air Optimum} \\
 &= \mathbf{1.59} \quad \text{yd maks.}
 \end{aligned}$$

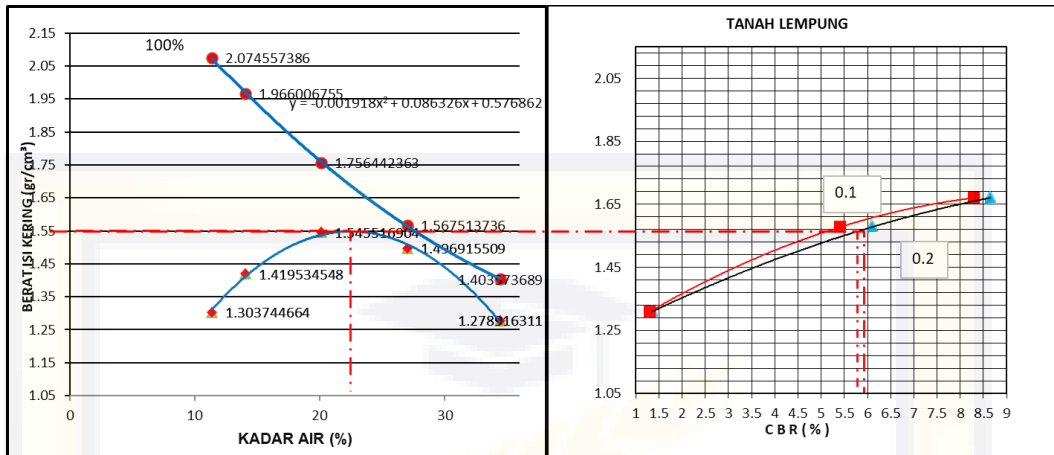
Diperiksa Oleh:

Makassar Februari 2022

Diuji Oleh :

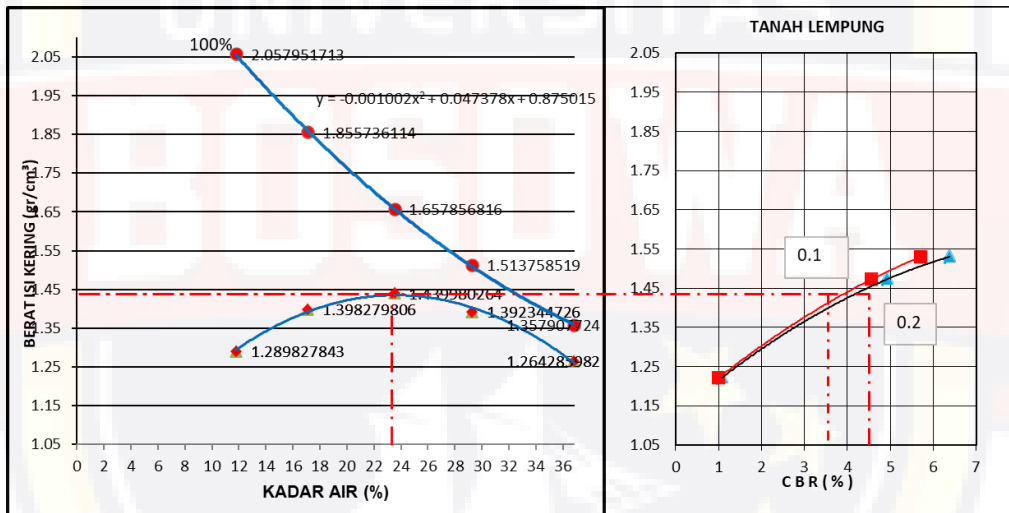
Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Arkam Saputra
Mahasiswa



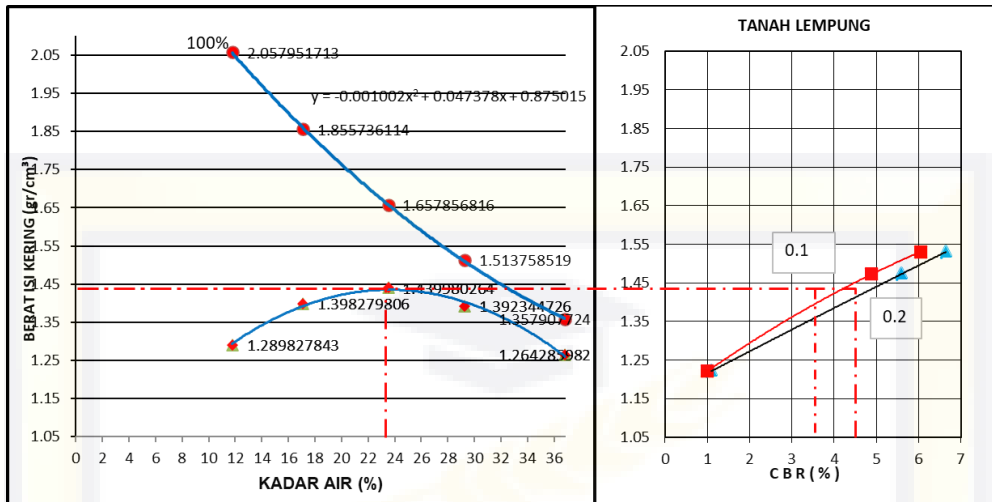
Nilai CBR (0,1) = 5.86 %

Nilai CBR (0,2) = 6.9%



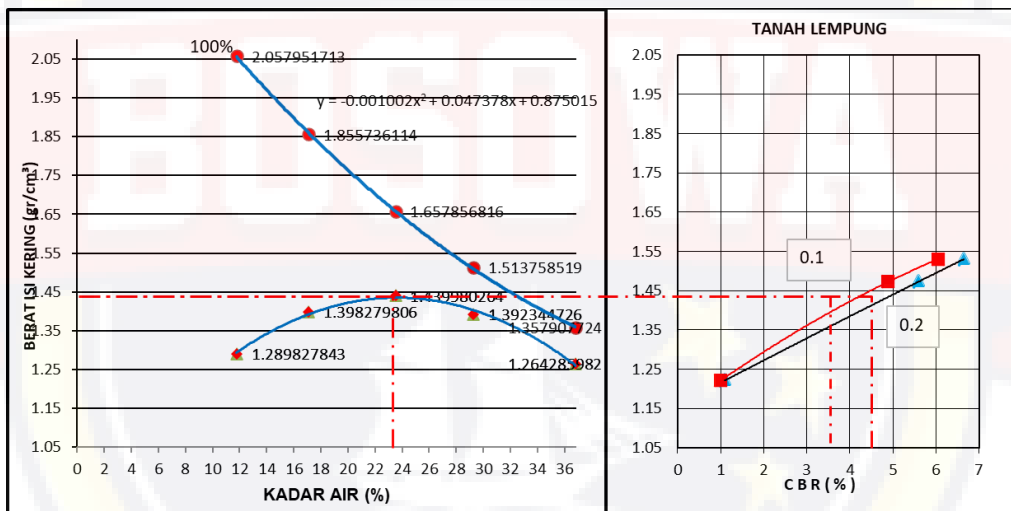
Nilai CBR (0,1) = 3.3%

Nilai CBR (0,2) = 4.8%



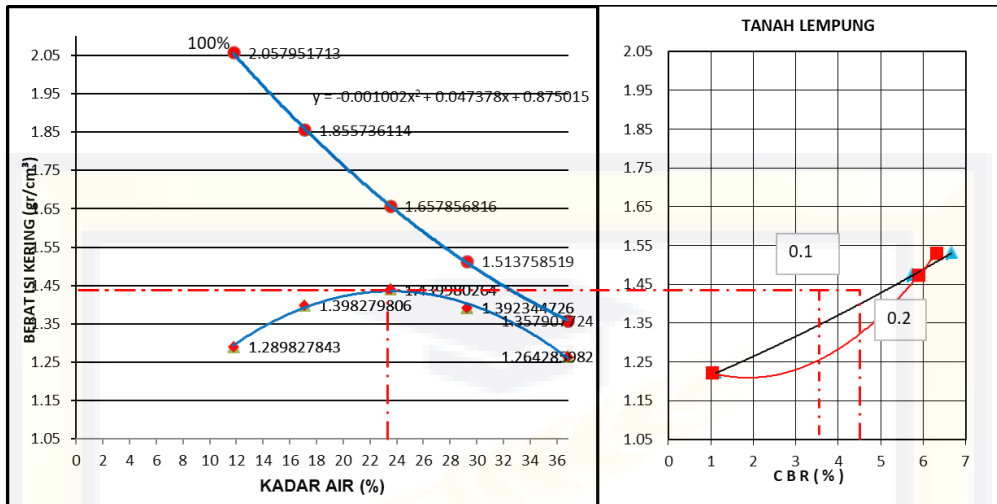
Nilai CBR (0,1) = 3.9%

Nilai CBR (0,2) = 5.3%



Nilai CBR (0,1) = 4.2%

Nilai CBR (0,2) = 5.8%



Nilai CBR (0,1) = 5.1%

Nilai CBR (0,2) = 6.1%

UNIVERSITAS

BOSOWA





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

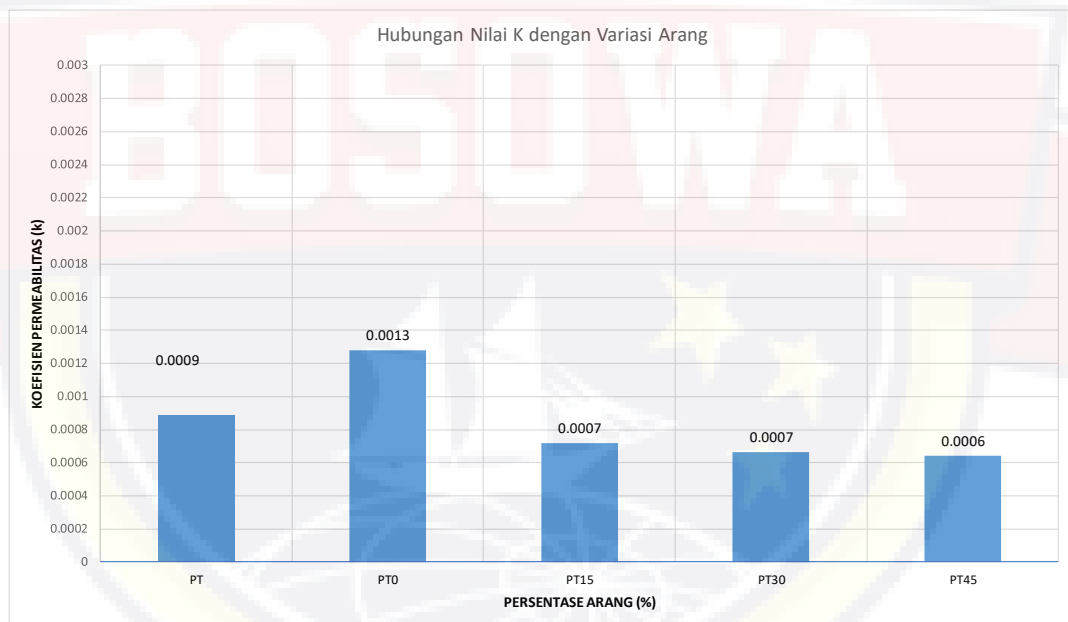
Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

HASIL PENGUJIAN REMBESAN / PERMEABILITAS

PROYEK : PENELITIAN TUGAS AKHIR
LOKASI PENGUJIAN : LAB MEKANIKA TANAH JURUSAN SIPIL FT. UNIV BOSOWA
METODE PENGUJIAN : ASTM D2434-68
TANGGAL PENGUJIAN : 7-Sep-20
NAMA : Miftahul Shahib Se Putra

Falling Head
Diameter buret : 0.5 cm
Diameter sampel : 6.5 cm

Sampel			PT	PT0	PT15	PT30	PT45
Luas potongan melintang buret ($A=\frac{1}{4}\pi.d^2$)	a	cm ²	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Luas potongan melintang sampel ($A=\frac{1}{4}\pi.D^2$)	A	cm ²	33.18	33.18	33.18	33.18	33.18
Beda tinggi Head	h	cm	10.90	16.50	8.90	8.30	8.00
Tinggi Head mula-mula	h1	cm	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Tinggi Head akhir	h2	cm	89.10	83.50	91.10	91.70	92.00
Tinggi sampel	L	cm	6.50	6.00	6.50	6.50	6.50
Waktu pengujian	t	menit	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Temperatur	T	°C	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00
Koefisien Permeabilitas ($K=2,303*(aL/At)Log(h1/h2)$)	K	cm/menit	0.000888	0.0013	0.0007	0.0007	0.0006
Gradien hidraulik ($i=A/L$)	i	cm/menit	5.11	5.53	5.11	5.11	5.11
Volume aliran air persatuan waktu ($q=A*K*i$)	q	cm ³	0.15	0.24	0.12	0.11	0.11
Kecepatan aliran ($v=K*i$)	v	cm/menit	0.00	0.0071	0.0037	0.0034	0.0033



Diperiksa Oleh:

Hasrullah ST.
Asisten Lab.

Makassar Februari 2022

Diuji Oleh :


Arkam Saputra
Mahasiswa

L

A

M

P

The logo of Universitas Bosowa is a shield-shaped emblem. At the top, it features a graduation cap and a yellow laurel wreath. Below this, a dark grey banner contains the word "UNIVERSITAS" in white capital letters. A prominent red banner across the middle of the shield contains the word "BOSOWA" in large, white, bold capital letters. The bottom section of the shield depicts a white sailboat on a globe, with three yellow stars to its right. The entire shield is outlined in yellow.

BOSOWA

R

A

N

DOKUMENTASI

DOKUMENTASI

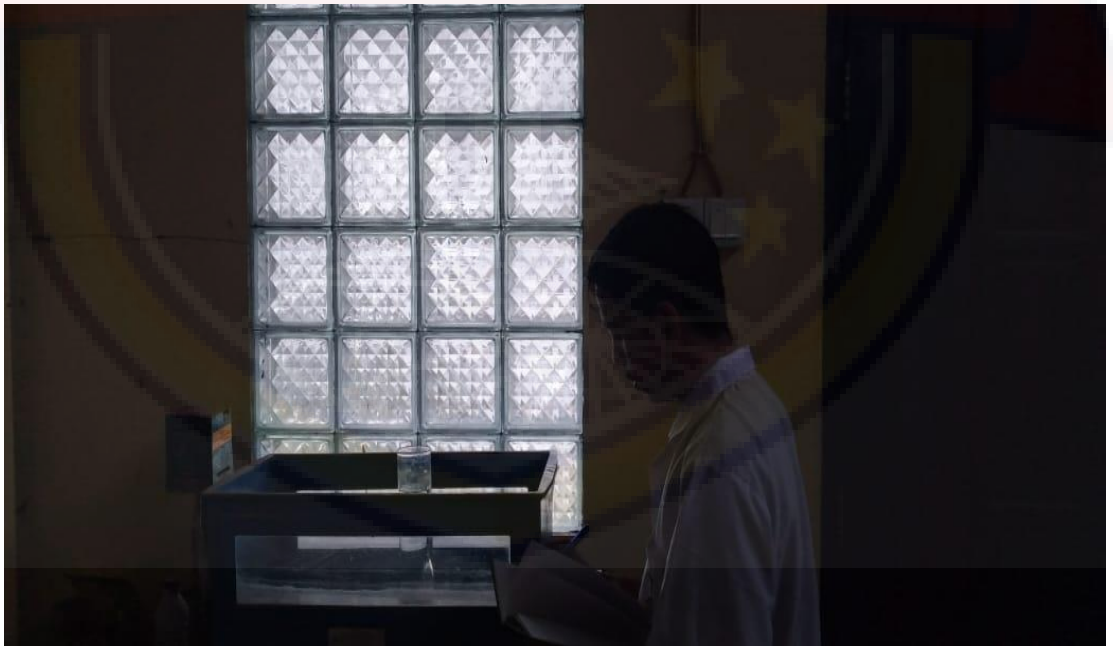














UNIVERSITAS

BOSOWA

