

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KUAT TEKAN DAN KUAT GESER TANAH
EKSPANSIF DENGAN LIMBAH GYPSUM DAN VARIASI
ABU KAYU BAKAR**



Disusun Oleh:

ILHAM SAPUTRA

45 16 041 104

JURUSAN SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

2021



LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP
TUGAS AKHIR

Judul : "ANALISIS KUAT TEKAN DAN KUAT GESER TANAH EKSPANSIF
DENGAN LIMBAH GYPSUM DAN VARIASI ABU KAYU BAKAR"

Disusun dan diajukan oleh :

N a m a : ILHAM SAPUTRA

No.Stambuk : 45 16 041 104


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

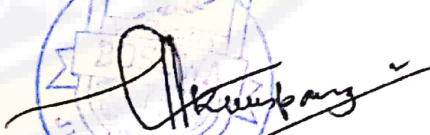
Telah disetujui oleh Komisi Pembimbing :

Pembimbing I : Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT. (.....)

Pembimbing II : Ir. Arman Setiawan, ST.,MT. (.....)

Mengetahui :


Dekan Fakultas Teknik
Dr. Ridwan, S.T., M.Si.
NIDN.09-101271-01


Ketua Program Studi / Jurusan Sipil
Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf., M.T.
NIDN.00-010565-012



LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No. A666/FT/UNIBOS/VIII/2021 Tanggal 26 Agustus 2021, Perihal Pengangkatan panitia dan tim penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Jum'at / 27 Agustus 2021
N a m a : **Ilham Saputra**
No.Stambuk : **45 16 041 104**

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) : **Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT** (.....)
Sekretaris (Ex. Officio) : **Ir. Arman Setiawan, ST. MT** (.....)
Anggota : **Ir. Fauzy Lebang, ST. MT** (.....)
Ir. Eka Yuniarto, ST. MT (.....)

Makassar, Agustus 2021

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik
Univ. Bosowa Makassar


Dr. Ridwan, S.T., M.Si.
NIDN.09-101271-01

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil
Univ. Bosowa Makassar


Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT.
NIDN.00-040565-02

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Ilham Saputra**
Nomor Stambuk : **45 16 041 104**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir : **“Analisis Kuat Tekan Dan Kuat Geser Tanah Ekspansif Dengan Limbah Gypsum Dan Variasi Abu Kayu Bakar”**

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, 2021
Yang Menyatakan



Ilham Saputra

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat, kasih karunia yang berlimpah sehingga Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “***Analisis Kuat Tekan Dan Kuat Geser Tanah Ekspansif Dengan Limbah Gypsum Dan Variasi Abu Kayu Bakar***”. 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 – bantuan pihak lain dalam memberi bantuan dan bimbingan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan tugas akhir. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Allah SWT tempat meminta dan memohon pertolongan
2. Kedua orang tua saya yang telah memberikan dukungan moral dan materi yang tidak terhitung jumlahnya, sehingga tugas akhir ini dapat rampung seperti saat ini
3. Bapak Dr.Ir.Syahrul Sariman,MT sebagai Ketua kelompok dosen Bidang Kajian Geoteknik Dan juga Sebagai Dosen Pembimbing I saya yang sudah banyak meluangkan waktunya untuk

membimbing dan mengarahkan saya sehingga terselesainya penyusunan Tugas akhir ini.

4. Bapak Ir. Arman Setiawan, ST, MT. sebagai Dosen Pembimbing II saya yang sangat saya cintai dan selalu saya banggakan karena sudah banyak meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan saya sehingga terselesainya penyusunan Tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT. sebagai Ketua Jurusan Sipil beserta staf dan dosen pada Fakultas Teknik jurusan Sipil 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. Teman – teman Angkatan 2016 Teknik Sipil Universitas Bosowa yang telah membagi suka dan duka dengan penulisan 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 disisi Tuhan Yang Maha Esa, Amin.

Makassar, 7 Juli 2021

ILHAM SAPUTRA

UNIVERSITAS

BOSOWA

ANALISIS KUAT TEKAN DAN KUAT GESER TANAH EKSPANSIF DENGAN LIMBAH GYPSUM DAN VARIASI ABU KAYU BAKAR

Oleh : Ilham Saputra¹⁾, Syahrul Sariman²⁾, Arman Setiawan³⁾

Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar

ABSTRAK

Tanah ekspansif ini mempunyai sifat yang khas yakni kandungan mineral ekspansif mempunyai kapasitas pertukaran ion yang tinggi, mengakibatkan tanah ekspansif memiliki potensi kembang susut tinggi apabila terjadi perubahan kadar air. Salah satu usaha perbaikan tanah ekspansif dengan cara menambahkan limbah gypsum dan abu kayu bakar sebagai bahan stabilisasi tanah. Penelitian ini digunakan 15% penambahan limbah gypsum dan variasi abu kayu bakar sebanyak 5%, 7,5%, 10%, 12,5% dan 15% dari berat tanah kering. Dari hasil penelitian didapatkan nilai kuat tekan rata-rata tertinggi pada penambahan 15% limbah gypsum + 7,5% abu kayu bakar yaitu 1.075 kg/cm². begitu pula pada pengujian kuat geser didapatkan nilai kohesi dan sudut geser tertinggi pada penambahan 15% limbah gypsum + 7,5% abu kayu bakar yaitu 0,3854 untuk kohesi dan 27,83 untuk sudut geser. Jumlah penambahan abu kayu bakar diatas 7,5% menyebabkan nilai sudut geser dan kuat tekan tanah mengalami penurunan.

Kata Kunci : Tanah Ekspansif, Kuat Tekan, Kuat Geser, Gypsum, Abu kayu bakar

ABSTRACT

This expansive soil has a characteristic property that the expansive mineral content has a high ion exchange capacity, causing expansive soil to have high milking potential if there is a change in water content. One of the efforts to improve expansive soil by adding gypsum waste and firewood ash as soil stabilization materials. The study used 15% increase in gypsum waste and 5% variation in firewood ash, 7.5%, 10%, 12.5% and 15% of dry land weight. From the results of the study obtained the highest average compressed strong value at the addition of 15% gypsum waste + 7.5% firewood ash which is 1,075 kg / cm². Similarly, in the strong test of shear obtained the highest cohesion value and shear angle at a 15% dissing of gypsum waste + 7.5% firewood ash which is 0.3854 for cohesion and 27.83 for shear angle. The amount of firewood ash addition above 7.5% causes the sliding angle value and strong ground press decreases.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGAJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR NOTASI.....	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-2
1.3 Tujuan Dan Manfaat Penelitian.....	I-3
1.3.1 Tujuan.....	I-3
1.3.2 Manfaat.....	I-3
1.4 Pokok Bahasan Dan Batasan Masalah.....	I-3
1.4.1 Pokok Bahasan.....	I-3
1.4.2 .Batasan Masalah.....	I-4
1.5 Sistematika Penulisan.....	I-4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Tinjauan Umum	II-1
2.1.1	Pengertian Tanah	II-1
2.1.2	Klasifikasi Tanah	II-5
2.1.3	Stabilisasi Tanah.....	II-12
2.1.4	Pemadatan Tanah	II-14
2.2	Tanah Lempung	II-16
2.3	Tanah Lempung Ekspansif	II-21
2.4	Gypsum.....	II-21
2.5	Abu Kayu Bakar.....	II-22
2.6	Karakteristik Tanah.....	II-23
2.6.1	Pengujian kadar air.....	II-23
2.6.2	Pengujian berat isi	II-24
2.6.3	Pengujian berat jenis.....	II-24
2.6.4	Batas – Batas Konsistensi (Atterberg).....	II-25
2.6.5	Analisa Saringan.....	II-27
2.6.6	Pengujian pemadatan Tanah.....	II-27
2.6.7	Pengujian Kuat tekan bebas.....	II-28
2.6.8	Pengujian Kuat geser langsung.....	II-30
2.7	Penelitian Terdahulu.....	II-30

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Diagram Alur Penelitian	III-1
3.2	Jenis Pengujian Material.....	III-2
3.3	Variabel Penelitian.....	III-2
3.4	Jumlah Dan Notasi Sampel.....	III-3

3.4.1	Jumlah Sampel Pengujian Kuat Geser Dan Kuat Tekan Bebas....	III-3
3.5	Metode Analisis	III-4
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Karakteristik Dasar Tanah Asli	IV-1
4.2	Pembahasan hasil pemeriksaan karakteristik tanah tanpa bahan tambah	IV-2
4.2.1	Kadar air.....	IV-2
4.2.2	Berat Jenis (Gs).....	IV-2
4.2.3	Pengujian Batas-batas Konsistensi.....	IV-3
4.2.4	Analisa Gradasi Butiran.....	IV-6
4.3	Klasifikasi Tanah Asli.....	IV-9
4.3.1	AASHTO (<i>American Association Of State Highway And Transportation Officials</i>).....	IV-9
4.3.2	USCS (<i>Unified Soil Classification System</i>).....	IV-10
4.4	Hasil Pengujian Sifat Mekanis Tanah ..	IV-11
4.4.1	Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Compression Test</i>)	IV-11
4.4.2	Hasil Pengujian Kuat Geser	IV-18
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
DOKUMENTASI		

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1. Rentang dari batas cair dan indeks plastisitas	II-10
Gambar 2.2 Hubungan berat volume kering dengan kadar air	II-16
Gambar 2.3 Tahapan tanah beku, plastis, dan cair	II-30
Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian.....	III-1
Gambar 4.1. Grafik Aliran untuk Penentuan Batas Cair.....	IV-3
Gambar 4.2. Grafik Analisa Saringan	IV-7
Gambar 4.3. Grafik Pembagian Butir Analisa Hidrometer	IV-8
Gambar 4.4. Grafik Pengujian Kompaksi	IV-9
Gambar 4.5. Nilai q_u rata-rata Optimum pada Variasi limbah gypsum	IV-12
Gambar 4.6. Nilai q_u rata-rata Optimum pada Variasi abu kayu bakar	IV-12
Gambar 4.7. Grafik gabungan nilai hasil kuat tekan bebas.....	IV-13
Gambar 4.8. Grafik hubungan kohesi tanah dengan variasi limbah Gypsum	IV-16
Gambar 4.9. Grafik hubungan kohesi dengan variasi limbah Gypsum + Abu kayu bakar	IV-17
Gambar 4.10. Grafik hubungan Sudut geser dengan variasi limbah Gypsum.....	IV-18
Gambar 4.11. Grafik hubungan Sudut geser dengan variasi Limbah Gypsum + Abu Kayu Bakar	IV-18
Gambar 4.12. Grafik hubungan Kuat geser dengan variasi Limbah Gypsum	IV-19

Gambar 4.13. Grafik hubungan Kuat geser dengan variasi Limbah

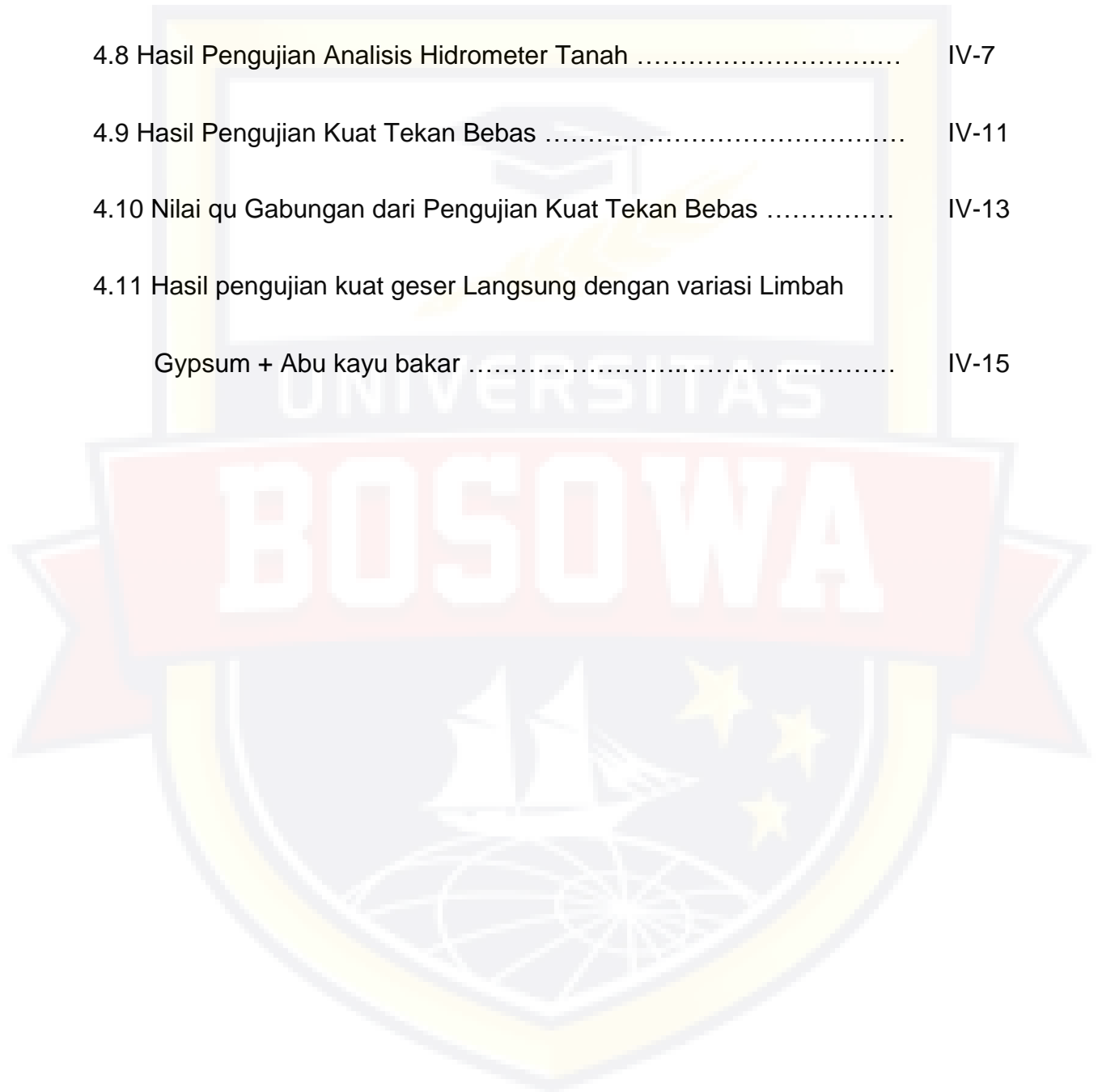
Gypsum + Abu Kayu Bakar.....IV-20



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Klasifikasi berdasarkan ukuran butiran	II-7
2.2 Klasifikasi tanah berdasarkan sistem AASHTO	II-9
2.3 Klasifikasi Tanah Sistem USCS	II-11
2.4 Bagan klasifikasi tanah Unified	II-12
2.5 Perbedaan antara pemadatan Standar dan pemadatan modified proctor	II-17
2.6. Klasifikasi Tanah Ekspansif berdasarkan Shrinkage Limit	II-25
2.7 Klasifikasi Tanah Ekspansif berdasarkan Prosentase Butiran Tanah yang Lolos Ayakan No.200,LL, dan Standart Penetration Resistance	II-25
2.8 Identifikasi Masalah Tanah Ekspansif	II-26
2.9 Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasar Index Plastisitasnya	II-26
3.1 Pengujian karakteristik tanah	III-2
3.2 Jumlah sampel pengujian kuat geser dan kuat tekan bebas.....	III-3
4.1 Rekapitulasi hasil pemeriksaan karakteristik tanah tanpa bahan stabilisasi	IV-1
4.2 Pengujian Kadar Air Tanah Asli	IV-2
4.3 Berat Jenis dan Beberapa Jenis Tanah	IV-3
4.4 Hasil Uji Batas Plastis (PL)	IV-4

4.5 Batasan Mengenai PI, Sifat, Macam Tanah Dan Kohesi	IV-5
4.6 Hasil pengujian batas susut (SL)	IV-5
4.7 Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah	IV-6
4.8 Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Tanah	IV-7
4.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas	IV-11
4.10 Nilai q_u Gabungan dari Pengujian Kuat Tekan Bebas	IV-13
4.11 Hasil pengujian kuat geser Langsung dengan variasi Limbah Gypsum + Abu kayu bakar	IV-15



DAFTAR NOTASI

ASTM	American Society for Testing and Material
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
USCS	Unified Soil Classification System
SNI	Standar Nasional Indonesia
GI	Indeks Kelompok
F	Presentase butiran lolos saringan No.200
G _s	Berat Jenis
IP	Indeks Plastis
LL	Batas Cair
PL	Batas Plastis
w	Kadar air
W ₁	Berat cawan + Tanah Kering
W ₂	Berat cawan + Tanah Kering
W ₃	Berat Cawan
W ₁ -W ₂	Berat Air
W ₂ -W ₃	Berat Tanah Kering
γ	Berat isi
W _t	Berat tanah Basah

Vt	Volume tanah
t	Tinggi cincin
d	Diameter dalam cincin
Vs	Volume Butiran Padat
γ_w	Berat Volume air
γ_s	Berat Volume Padat
K	Faktor Koreksi Terhadap Suhu
Wn	Kadar Air Pada Ketukan
N	Jumlah Ketukan Untuk Menutup Celah
SL	Batas Susut
m1	Berat Tanah Basah Dalam Cawan Percobaan
m2	Berat Tanah Kering Oven
V1	Volume Berat Tanah Basah Dalam Cawan Percobaan
V2	Volume Tanah Kering Oven
γ_b	Berat volume basah
γ_d	Berat volume kering
CH	Lempung Unorganik
OMC	Kadar Air Optimum Hasil Uji
MC	Kadar Air Sekarang

W_m	Berat Mold
W_{ms}	Berat Mold + Sampel
W_s	Berat Sampel
W_{opt}	Kadar air optimum
$\gamma_d \text{ maks}$	Berat isi kering maksimum
q_u	Kuat Tekan Bebas
GYP	Gypsum
AK	Abu Kayu Bakar
c	Cohesi
ϕ	Sudut Geser Dalam
τ	Kuat Geser

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan bagian yang sangat utama dalam kestabilan konstruksi bangunan yang meliputi pekerjaan pemadatan tanah, galian dan timbunan. Untuk mengatasi kestabilan konstruksi perlu adanya daya dukung tanah yang memiliki klasifikasi yang baik. Tanah ekspansif adalah salah satu jenis tanah yang memiliki daya dukung yang rendah.

(Lestari, 2014) Salah satu jenis tanah yang bermasalah ialah tanah lempung ekspansif. Tanah lempung ekspansif adalah tanah yang memiliki sifat kembang susut yang besar dan prilakunya sangat dipengaruhi oleh air, tanah yang memiliki fluktuasi kembang susut tinggi disebut lempung ekspansif. Tanah ekspansif ini sering menimbulkan kerusakan pada bangunan seperti retaknya dinding, terangkatnya pondasi, jalan bergelombang dan sebagainya. Semua tanah lempung yang mengandung mineral ekspansif akan mempunyai sifat mengembang dan menyusut yang besar, apabila terjadi penambahan atau pengurangan kadar airnya. Proses kembang tanah lempung ekspansif dipengaruhi oleh faktor lingkungan, di antaranya faktor perbedaan iklim, curah hujan, sistem drainasi dan fluktuasi muka air tanah.

(Arif Wibawa, 2015) Gypsum adalah salah satu contoh mineral dengan kadar kalsium yang mendominasi pada mineralnya. Dalam ilmu kimia gypsum disebut sebagai Kalsium Sulfat Hidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Gypsum mengandung material yang termasuk kedalam mineral sulfat yang berada di bumi dan nilainya sangat menguntungkan, sehingga banyak ketersediaannya dan mudah didapat. Maka melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan salah satu cara dalam meningkatkan daya dukung tanah ekspansif.

Telah banyak dilakukan penelitian terhadap tanah lempung ekspansif untuk mencari alternatif terbaik yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas tanah lempung ekspansif. Oleh karena itu dengan mencampur tanah dasar yang telah ada dengan bahan tambahan yang mempunyai sifat-sifat khusus dapat membantu mendapatkan sifat tanah dasar yang diinginkan.

Dalam hal ini abu kayu bakar merupakan opsi yang diambil untuk menjadi bahan campuran dalam menstabilisasikan tanah lempung ekspansif, dikarenakan abu kayu bakar memiliki kemampuan untuk dapat memperbaiki sirkulasi air dan udara di dalam tanah. Selain itu, abu kayu bakar juga berfungsi sebagai media untuk mengikat karbon dalam tanah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat diambil masalah yaitu:

- a. Bagaimana membuktikan bahwa tanah yang diteliti adalah tanah ekspansif?
- b. Bagaimana pengaruh limbah gypsum terhadap kuat tekan dan kuat geser tanah ekspansif?

c. Bagaimana pengaruh penambahan abu kayu bakar terhadap kuat tekan dan kuat geser tanah ekspansif yang mengandung limbah gypsum?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan :

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk menentukan bahwa tanah yang diteliti adalah tanah ekspansif
2. Untuk memperoleh pengaruh limbah gypsum terhadap kuat tekan dan kuat geser tanah ekspansif
3. Untuk memperoleh pengaruh penambahan abu kayu bakar terhadap kuat tekan dan kuat geser tanah ekspansif yang mengandung limbah gypsum

1.3.2 Manfaat Penelitian:

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- a. Untuk pemanfaatan limbah gypsum
- b. Sebagai kontribusi pengetahuan dalam bidang perbaikan tanah
- c. Dapat memberikan alternative lain dalam penggunaan bahan tambah untuk tanah ekspansif dengan limbah gypsum dan abu kayu bakar

1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

1.4.1 Pokok Bahasan

- a. Melakukan pengujian terhadap tanah yang diuji untuk mengetahui bahwa tanah tersebut termasuk tanah ekspansif

- b. Mencampur tanah ekspansif dengan limbah gypsum dan abu kayu bakar
- c. Melakukan pengujian sifat-sifat mekanik (kuat tekan dan kuat geser) tanah ekspansif yang telah ditambahkan limbah gypsum dan abu kayu bakar
- d. Menganalisis perbandingan kuat tekan dan kuat geser tanah ekspansif tanpa penambahan gypsum dan abu kayu bakar dengan yang ditambahkan limbah gypsum dan abu kayu bakar.

1.4.2 Batasan Penelitian

Penulisan skripsi ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Tidak meneliti sifat kimia pada gypsum dan abu kayu bakar
2. Limbah gypsum yang akan digunakan tidak berasal dari lokasi tertentu
3. Abu kayu bakar yang digunakan tidak berasal dari jenis kayu tertentu
4. Tanah lempung ekspansif di ambil di Kabupaten Jeneponto

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini terdiri dari lima bab yang berurutan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini merupakan pendahuluan yang menguraikan latar belakang masalah, rumusan masalah, maksud dan tujuan penulisan, ruang lingkup penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori-teori pendukung mengenai penelitian yang dilakukan.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tentang bagan alur penelitian, bahan, lokasi, dan waktu penelitian, metode pengambilan sampel, persiapan bahan campuran dan pembuatan benda uji.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang hasil rekapitulasi data, analisa rancangan campuran , hasil pengtesan benda uji serta pembahasan hasil penelitian.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan penutup yang memberikan kesimpulan dan saran-saran yang diharapkan sesuai dengan tujuan dan manfaat penulisan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum

2.1.1. Pengertian Tanah

(Aziz & Safitri, 2015) Tanah merupakan kumpulan butiran (agregat) mineral alami yang bisa dipisahkan oleh suatu cara mekanik bila agregat tersebut diaduk dalam air atau kumpulan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relative lepas (loose), yang terletak diatas batuan dasar (bedrock).

(Darwis, 2018) Tanah terbentuk berlapis-lapis karena proses fisik, kimia, dan biologi yang meliputi transformasi bahan tanah. Di kalangan Insinyur Sipil, membagi materi penyusun kerak bumi atas dua jenis, yakni “tanah” dan “batuan”. Tanah adalah kumpulan butiran mineral alami (agregat) yang bisa dipisahkan oleh suatu cara mekanis bila agregat tersebut diaduk dalam air. Sedangkan batuan adalah agregat yang mineralnya satu sama lain diikat oleh gaya-gaya kohesif yang permanen dan kuat, dan tidak bisa dipisahkan dengan cara mekanis sederhana.

(Darwis, 2018) Mekanika tanah pada dasarnya merupakan studi tentang tanah dan propertinya sehubungan dengan tujuan konstruksi. Mekanika tanah adalah disiplin teknik sipil yang memprediksi karakteristik kinerja tanah, dengan menggunakan teknik statika, teknik dinamika, mekanika fluida, dan teknologi

lainnya. Mekanika tanah meliputi studi komposisi tanah, kekuatan, konsolidasi, dan penggunaan prinsip hidrolis, untuk menangani masalah yang menyangkut sedimen dan endapan lainnya. Mekanika tanah adalah salah satu ilmu utama untuk menyelesaikan masalah yang juga berkaitan dengan geologi teknik. Studi mekanika tanah sangat penting bagi insinyur sipil karena berdasarkan temuan studi mekanika tanah, struktur rekayasa dapat dirancang-bangun. Jenis konstruksi, jenis peralatan yang akan digunakan, jenis pondasi, bahan pendukung, dan banyak aspek pekerjaan konstruksi lainnya sangat dipengaruhi oleh hasil dari studi mekanika tanah. Pada dasarnya mekanika tanah mempelajari tentang proses pembentukan tanah, sifat fisik dan kimia tanah, kompresibilitas tanah, permeabilitas, konsolidasi, dan lain sebagainya.

(Darwis, 2018) mengutip dari Braja M. Das. 1995 Bahwa Sistem 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

(Septayani, 2016) Ada berbagai macam jenis-jenis tanah untuk klasifikasi tanah dilapangan antara lain :

1. Pasir dan kerikil

Pasir dan kerikil yaitu agregat tak berkoheisi yang tersusun dari

regmin-regmin sub angular atau angular. Partikel berukuran sampai 1/8 inchi dinamakan pasir sedangkan partikel yang berukuran 1/8 inchi sampai 6/8 inchi disebut kerikil. Fragmen bergaris tengah lebih besar dari 8 inchi disebut boulders (bongkah).

2. Hardpan

Hardpan merupakan tanah yang tahanan terhadap penetrasi alat pemboran besar sekali. Cirinya sebagian besar dijumpai dalam keadaan bergradasi baik, luar biasa padat, dan merupakan agregat partikel mineral yang kohesif

3. Lanau anorganik (*inorganic silt*)

Lanau anorganik merupakan tanah berbutir halus dengan plastisitas kecil atau sama sekali tidak ada. Jenis yang plastisitasnya paling kecil biasanya mengandung butiran kuarsa sedimensi, yang kadang-kadang disebut tepung batuan (rockflour), sedangkan yang sangat plastis mengandung partikel berwujud serpihan dan dikenal sebagai lanau plastis.

4. Lanau organik (*Organic silt*)

Lanau organik merupakan tanah agak plastis, berbutir halus dengan campuran partikel-partikel bahan organik terpisah secara halus. Warna tanah bervariasi dari abu-abu terang ke abu-abu sangat gelap, di samping itu mungkin mengandung H₂S, CO₂, serta berbagai gas lain hasil peluruhan tumbuhan

yang akan memberikan bau khas kepada tanah. Permeabilitas lanau organik sangat rendah sedangkan kompresibilitasnya sangat tinggi.

5. Lempung

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan . Permeabilitas lempung sangat rendah.

6. Lempung Organik

Tanah lempung organik merupakan lempung yang sebagian sifat-sifat fisis pentingnya dipengaruhi adanya bahan organik yang terpisah dalam keadaan jenuh lempung organik cenderung bersifat sangat kompresibel tapi pada keadaan kering kekuatannya sangat tinggi. Warnanya abu-abu tua atau hitam, dan berbau.

7. Gambut (*peat*)

Tanah gambut merupakan agregat agak berserat yang berasal dari serpihan makroskopik dan mikroskopik tumbuh-tumbuhan. Warnanya coklat terang dan hitam bersifat kompresibel, sehingga tidak mungkin menopang pondasi.

2.1.2. Klasifikasi Tanah

(Bowles, 1986) Tanah dapat diklasifikasikan secara umum sebagai tanah yang tidak kohesif dan kohesif, atau tanah yang berbutir kasar atau halus. Istilah ini terlalu umum, sehingga memungkinkan terjadinya identifikasi yang sama untuk tanah – tanah yang hampir bersamaan sifatnya. Namun klasifikasi di atas tidak cukup lengkap untuk menentukan apakah tanah itu sesuai untuk suatu bahan konstruksi.

(Bowles, 1986) Sejumlah sistem klasifikasi telah dipergunakan pada akhir-akhir ini, dan terkadang seseorang mengajukan suatu sistem yang sama sekali baru, ataupun yang merupakan sistem klasifikasi yang telah pernah ada.

Dari beberapa sistem klasifikasi yang ada, hanya dua buah sistem tersebut yang akan kita tinjau:

(Bowles, 1986) Sistem Klasifikasi Tanah Unified [*Unified Soil Classification* (USC)] sistem yang paling banyak dipakai (dan secara internasional) untuk pekerjaan Teknik fondasi seperti untuk bendungan, bangunan, dan konstruksi yang hampir sama. Sistem ini biasa dipergunakan untuk desain lapangan udara dan untuk spesifikasi pekerjaan tanah bagi jalan.

(Bowles, 1986) *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO, dahulunya disebut *Bureau of Public Roads*) dipakai hampir secara eksklusif oleh beberapa departemen

transportasi dari negara bagian di Amerika Serikat dan oleh *Federal Highway Administration* (Administrasi Jalan Raya Federal) untuk spesifikasi pekerjaan tanah pada lintas transportasi.

(Darwis, 2018) Kebanyakan klasifikasi tanah menggunakan indeks tipe pengujian yang sangat sederhana untuk memperoleh karakteristik tanah. Karakteristik tersebut digunakan untuk menentukan kelompok atau klasifikasi tanah. Umumnya, klasifikasi tanah didasarkan atas ukuran partikel yang diperoleh dari analisis saringan (dan atau uji sedimentasi) serta plastisitas. Dari sudut pandangan teknis, secara umum tanah ini dapat digolongkan ke dalam kelas/macam pokok sebagai berikut :

1. Batu Kerikil (*gravel*)
2. Pasir (*Sand*)
3. Lanau (*Silt*)
4. Lempung (*Clay*) :
 - Lempung anorganik (*anorganic clay*)
 - Lempung organik (*organic clay*)

(Darwis, 2018) Golongan batu kerikil dan pasir seringkali dikenal sebagai kelas bahan-bahan yang berbutir kasar atau bahan-bahan tidak kohesif (*non cohesive soils*). Sedangkan golongan Lanau dan lempung dikenal sebagai kelas bahan-bahan yang berbutir halus atau bahan-bahan yang kohesif (*cohesive soils*).

Ada beberapa macam sistem klasifikasi tanah antara lain:

a. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Ukuran Butir

(Darwis, 2018) Sifat-sifat tanah sedikit banyaknya selalu tergantung pada ukuran butir-butirnya dan ini dipakai sebagai titik tolak untuk penentuan klasifikasiteknis dari tanah. Berdasarkan hal ini, tanah dibagi sebagai berikut :

Tabel 2.1. Pembagian Jenis Tanah Berdasarkan Ukuran Butir

Jenis Tanah	Batasan Ukuran Butir
Berangkal (<i>Boulder</i>)	> 8 inci (20 cm)
Kerakal (<i>Cobblestone</i>)	3 inci – 8 inci (8 – 20 cm)
Batu Kerikil (<i>Gravel</i>)	2 mm – 3 inci (2mm – 8cm)
Pasir Kasar (<i>Course Sand</i>)	0,6 mm – 2 mm
Pasir Sedang (<i>Medium Sand</i>)	0,2 mm – 0,6 mm
Pasir Halus (<i>Fine Sand</i>)	0,06 mm – 0,2 mm
Lanau (<i>Silt</i>)	0,002 mm – 0,06 mm
Lempung (<i>Clay</i>)	< 0,002 mm

Sumber : (Darwis, 2018)

(Darwis, 2018) Untuk tanah-tanah yang berbutir kasar, maka sifat-sifatnya sangat tergantung pada ukuran butirnya, sehingga distribusi ukuran butir-butir itu adalah satu-satunya sifat yang dipakai untuk mengklasifikasikan tanah-tanah granuler. Akan tetapi lain halnya dengan tanah berbutir halus. Pada tanah-tanah yang berbutir halus diketahui bahwa tidak ada hubungan langsung antara sifat-sifatnya dengan ukuran butir-butirnya. Karena itu, untuk menyatakan sifat-sifat dan

mengklasifikasikannya dipakai metoda-metoda lain, yaitu terutama dengan percobaan Batas Atterberg dan/atau percobaan Dilatasi.

(Darwis, 2018) Dengan kata lain, apabila sudah jelas diketahui bahwa butir-butir tanah tertentu seluruhnya lebih halus dari 0,08 mm, maka tidak perlu lagi mengukur lebih lanjut ukuran butir-butirnya, untuk menentukan apakah tanah itu lanau atau lempung. Penentuannya dilakukan atas dasar hasil-hasil percobaan-percobaan Batas Atterberg atau Dilatasi.

b. Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO (*American Association Of State Highway and Transporting Official*)

(Darwis, 2018) Klasifikasi tanah dengan cara AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*), mempunyai tujuan agar kita dapat dengan mudah memilih material tanah untuk konstruksi subgrade. Pemilihan tanah tersebut, tentunya didasarkan atas hasil uji tanah dan apabila kita telah mempunyai pengalaman lapangan dalam pembuatan konstruksi subgrade maka pemilihan tanah sangat mudah dilakukan.

(Darwis, 2018) Sistem klasifikasi tanah sistem AASHTO pada mulanya dikembangkan pada tahun 1929 sebagai *Public Road Administration Classification System*. Sistem ini mengklasifikasikan tanah kedalam delapan kelompok, A-1 sampai A-7. Setelah diadakan beberapa kali perbaikan, sistem ini dipakai oleh *The American Association of State Highway Officials* (AASHTO) dalam tahun 1945.

Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi tanah AASHTO

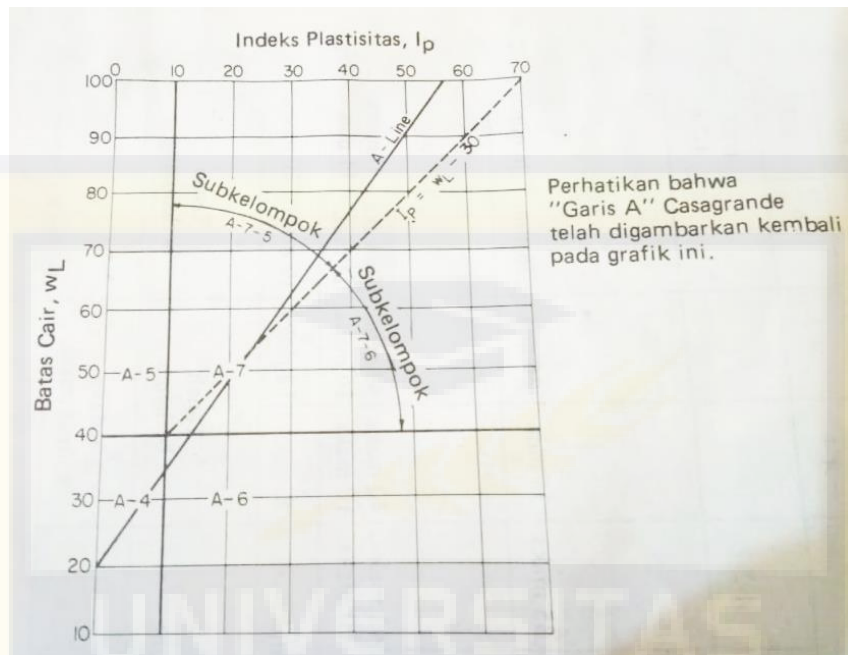
Klasifikasi Umum	Bahan-bahan (35% atau kurang melalui No.200)							Bahan-bahan lanau-lempung (Lebih dari 35% melalui No.200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi Kelompok	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5; A-7-6
Analisis saringan: Persen melalui: No. 10 No. 40 No. 200	50 maks. 30 maks. 15 maks.	50 maks. 25 maks.	51 maks. 10 maks.	35 maks. 35 maks.	35 maks. 35 maks.	35 maks. 35 maks.	35 maks.	36 min. 36 min.	36 min. 36 min.	36 min. 36 min.	36 min. 36 min.
Karakteristik fraksi melalui No. 40 Batas cair: Indeks plastisitas	6 maks.		N.P.	40 maks. 10 maks.	41 min. 10 maks.	40 maks. 11 min.	41 maks. 10 maks.	40 maks. 10 maks.	41 min. 10 maks.	40 maks. 11 min.	41 min. 11 min.
Indeks kelompok	0	0	0	4 maks.			8 maks.	12 maks.	16 maks.	20 maks.	
Jenis-jenis bahan pendukung utama	Fragmen batuan, kerikil, dan pasir		pasir halus	Kerikil dan pasir berlanau atau berlempung				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Tingkatan umum sebagai tanah	Sangat baik sampai baik							sedang sampai buruk			

Sumber : (Bowles, 1986)

(Bowles, 1986) Secara umum sistem klasifikasi ini menganggap tanah sebagai:

1. Berdasarkan tabel 2, tanah yang dikelompokkan berada dikanan lebih buruk untuk dipakai dalam pembangunan jalan, seperti tanah A-6 lebih kurang memuaskan dibandingkan dengan tanah A-5
2. Apabila indeks kelompok bertambah untuk sub kelompok tertentu kemungkinan lebih buruk untuk dipakai dalam pembangunan jalan, seperti tanah A-6 (3) adalah lebih tidak memuaskan dari pada tanah A-6 (1)

Kelompok tanah dapat dilihat berdasarkan hubungan indeks plastisitas dan batas cair seperti pada Gambar 1 Di bawah ini :



Gambar 2.1. Batas cair dan batas indeks plastisitas untuk tanah lanau-lempung (A-4 sampai A-7) (Bowles, 1986)

(Darwis, 2018) Indeks kelompok (*group index*) digunakan untuk mengevaluasi lebih lanjut tanah-tanah dalam kelompoknya. Indeks kelompok dihitung dengan persamaan:

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

Dimana:

GI = indeks kelompok (*group index*)

F= persentase butiran lolos saringan no.200

LL = batas cair (*liquid limit*)

PI= indeks plastisitas

(Darwis, 2018) Apabila nilai indeks kelompok semakin tinggi, maka semakin berkurang ketepatan dalam pemilihan penggunaan tanah tersebut (gradasi jelek). tanah granuler diklasifikasikan dalam

A1 sampai A3. Sedangkan tanah berbutir halus diklasifikasikan dalam A4 sampai A7

c. Klasifikasi tanah *Unified* (USCS)

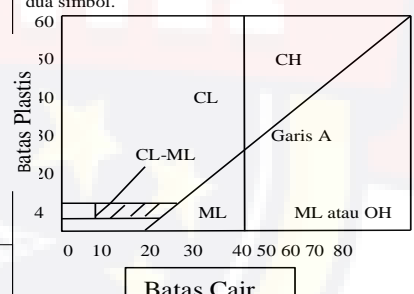
(Septayani, 2016) Sistem klasifikasi Unified mulanya diperkenalkan oleh Casagrande pada tahun 1942 untuk dipergunakan dalam pekerjaan pembuatan lapangan terbang oleh *The Army Corps of engineers* selama perang dunia II. Pada masa kini, sistem klasifikasi Unified digunakan secara luas oleh para ahli teknik. Pada Sistem Unified, tanah diklasifikasikan ke dalam tanah berbutir kasar (Kerikil dan Pasir) jika kurang dari 50% lolos saringan nomor 200, dan sebagai tanah berbutir halus (lanau/lempung) jika lebih dari 50% lolos saringan nomor 200.

Tabel 2.3. Simbol-simbol dalam sistem USCS

Jenis Tanah	Prefiks	Sub kelompok	Sufiks
		Gradasi baik	W
Kerikil	G	Gradasi Buruk	P
Pasir	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau	M		
Lempung	C	wL<50 persen	L
Organis	O	wL>50 persen	H
Gambut	Pt		

Sumber : (Bowles, 1986)

Tabel 2.4. Bagan klasifikasi tanah Unified

Divisi Utama		Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi				
Tanah berbutir kasar= 50% butiran tertahan saringan No. 200	Kerikil 50% = fraksi kasar tertahan saringan No. 4	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW				
		GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus					
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau					
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung					
	Pasir= 50% fraksi kasar lolos saringan No. 4	Pasir bersih (hanya pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW			
			SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus				
		Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Bila batas <i>Atterberg</i> berada di daerah arsis dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$ Bila batas <i>Atterberg</i> berada di daerah arsis dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol			
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung				
			Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan lempung batas cair = 50%		ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung	Diagram Plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas <i>Atterberg</i> yang termasuk dalam daerah yang di arsis berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol. 
						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 = 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		<i>Peat</i> (gambut), <i>muck</i> , dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488			

Sumber : (Bowles, 1986)

(Septayani, 2016) Untuk klasifikasi yang benar, perlu diperhatikan faktor-faktor berikut :

1. Persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 (ini adalah fraksi halus)

2. Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No. 40
3. Koefisien keseragaman (C_u) dan koefisien gradasi (C_c) untuk tanah dimana 0-12% lolos ayakan No. 200
4. Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (IP) bagian tanah yang lolos ayakan No. 40 (untuk tanah dimana 5% atau lebih lolos ayakan No. 200)

2.1.3. Stabilisasi Tanah

(Bowles, 1986) Apabila suatu tanah yang terdapat dilapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, atau apabila ia mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, mempunyai permeabilitas yang terlalu tinggi, atau mempunyai sifat lain yang tidak diinginkan sehingga tidak sesuai untuk suatu pekerjaan pembangunan, maka tanah tersebut harus distabilisasikan.

(Maulana, 2016) Proses stabilisasi tanah meliputi pencampuran tanah dengan tanah lain untuk memperoleh gradasi yang diinginkan, atau pencampuran tanah dengan bahan tambahan buatan pabrik, sehingga sifat-sifat teknis tanah menjadi lebih baik. Guna mengubah sifat-sifat teknis dari tanah, seperti: daya dukung, kompresibilitas, permeabilitas, workability, potensi pengembangan dan sensitifitas terhadap perubahan kadar air, maka dapat dilakukan dengan cara penanganan dari yang paling mudah, seperti pemadatan sampai teknik yang lebih mahal, seperti: mencampur tanah dengan renolith, semen, kapur, abu terbang (*fly ash*), injeksi semen (*grouting*) dan lain-lain.

(Bowles, 1986) Stabilisasi dapat terdiri dari tindakan-tindakan

berikut:

1. Meningkatkan kerapatan tanah.
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan atau tahanan geser yang timbul.
3. Menambah bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisis pada tanah.
4. Menurunkan muka air tanah.
5. Mengganti tanah yang buruk.

(Bowles, 1986) Usaha stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan salah satu cara atau kombinasi dari pekerjaan pekerjaan berikut :

1. Mekanis adalah pemadatan dengan berbagai jenis peralatan mekanis seperti mesin gilas (*roller*), benda berat yang dijatuhkan, ledakan tekanan statis, tekstur, pembekuan, pemanasan, dan sebagainya.
2. Bahan pencampur (*addtiver*) adalah penambahan bahan lain pada tanah. Bahan *additive* yang digunakan dapat berupa bahan kimiawi, seperti semen, abu batubara, aspal, sodium, kalsium klorida, atau limbah parabrik kertas dan lain-lain sedangkan bahan nonkimia yang biasa digunakan antara lain gamping atau kerikil.

2.1.4. Pemadatan Tanah

(Irawan, 2010) Pemadatan tanah dilakukan untuk meningkatkan kerapatan tanah dengan menggunakan energi mekanis guna

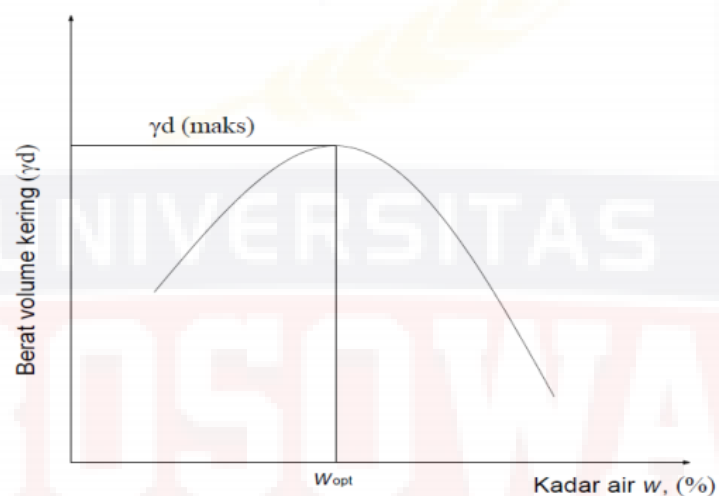
menghasilkan kemanfaatan partikel tanah dengan tujuan meningkatkan kuat geser tanah dan mengurangi kompresibilitas tanah. Untuk suatu jenis tanah yang dipadatkan dengan daya pemadatan tertentu, kepadatan yang dicapai tergantung pada banyaknya air (kadar air) tanah tersebut.

(Septayani, 2016) Tingkat kepadatan tanah diukur dari nilai berat volume keringnya (γ_d). Berat volume kering tidak berubah oleh adanya kenaikan kadar air. Dengan demikian, tanah yang telah selesai dipadatkan di lapangan kemudian berubah kadar airnya maka berat volume kering tetap tidak berubah sepanjang volume total tanah masih tetap. Pengujian pemadatan 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 pemadatan ini digunakan untuk penelitian uji kuat tekan bebas

Pemadatan 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. Pemadatan ini dilakukan dalam cetakan dengan memakai alat pemukul dengan tinggi jatuh tertentu.

Tanah lempung yang dipadatkan dengan cara yang benar akan dapat memberikan kuat geser tinggi. Stabilitas terhadap sifat kembang susut tergantung dari jenis kandungan mineralnya. 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 (proctor menggunakan angka pori)



Gambar 2.2. Hubungan berat volume kering dengan kadar air (Septayani, 2016)

Untuk menentukan hubungan kadar air dan berat volume, dan untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan pemadatan, maka umumnya sering dilakukan uji pemadatan.

(Irawan, 2010) Berdasarkan tenaga pemadatan yang diberikan, pengujian *proctor* dibedakan menjadi 2 macam:

1. *Standard Proctor* AASHTO T 99 (ASTM D 689) dan
2. *Modified Proctor* AASHTO T 180 (ASTM D 1557). Berikut tabulasi perbedaan pemadatan standar dan pemadatan berlebih

Tabel 2.5. Perbedaan Antara Pemadatan Standar Dan Pemadatan *Modified Proctor*

	Proctor Standar (ASTM D-698)	Proctor Modifikasi (ASTM D-1557)
Berat palu	24,5 N (5,5 lb)	44,5 N (10 lb)
Tinggi jatuh palu	305 mm (12 in)	457 mm (18 in)
Jumlah lapisan	3	5
Jumlah tumbukan/lapisan	25	25
Volume cetakan	1/30 ft ³	
Tanah	saringan (-) No. 4	
Energi pemadatan	595 kJ/m ³	2698 m ³

Sumber : (Bowles, 1986)

2.2. Tanah Lempung

(Landangkasiang, 2020) Tanah Lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas.

Sifat yang khas dari tanah lempung adalah dalam keadaan kering akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak plastis, dan kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air.

(Andriani, 2012) mengutip dari (Das, 1995) Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Menurut Terzaghi Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah.

(Andriani, 2012) Partikel-partikel mineral dari lempung merupakan sumber utama dari kohesi di dalam tanah yang kohesif (Bowles, 1991). Tanah lempung merupakan tanah yang berukuran mikroskopis sampai dengan sub mikroskopis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan, tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Pada kadar air lebih tinggi lempung bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak (Das, 1995). Menurut Chen (1975) mineral lempung terdiri dari 3 komponen utama yaitu montmorillonite, illite, dan kaolinite

a. Kaolinite

(Andriani, 2012) Umumnya tidak ekspansif karena adanya ikatan hidrogen yang pada kondisi tertentu partikel *kaolinite* mungkin terbentuk oleh lebih dari seratus tumpukan yang sukar dipisahkan, sehingga mineral ini stabil dan air tidak dapat masuk diantara lempengannya (tidak terjadi pengembangan dan penyusutan pada sel satuannya, rumus kimianya

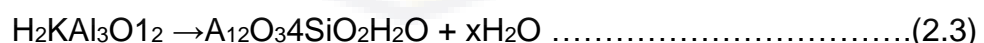


b. Illite

(Andriani, 2012) Memiliki formasi struktur satuan kristal yang hampir sama dengan *montmorillonite*. Satu satuan kristal *illite* memiliki tebal dan komposisi yang sama dengan *montmorillonite*. Perbedaannya adalah:

- Terdapat kurang lebih dua puluh persen pergantian silicon (Si) oleh aluminum (Al) pada lempeng tetrahedral.
- Antar satuan kristal terdapat kalium (K) yang berfungsi sebagai penyeimbang muatan dan pengikat antar satuan kristal.
- Struktur mineralnya tidak mengembang sebagaimana *montmorillonite*.

Illite merupakan kelompok Mica-like, termasuk illites dan vermiculites, bisa berperilaku ekspansif tetapi umumnya tidak menimbulkan persoalan yang berarti. Illite terdiri dari sebuah lembaran oktahedra yang terikat dua lembaran silika tetrahedra. Dalam lembaran oktahedra, terdapat substitusi parsial aluminium oleh magnesium dan besi serta di dalam lembaran tetrahedra terdapat pula substitusi silikon oleh aluminium yang menghasilkan muatan negatif. Muatan negatif ini mengikat ion kalium yang terdapat diantara lapisan-lapisan *illite*. Ikatan-ikatan tersebut lebih lemah dari pada ikatan hidrogen pada kristal kaolinite, tetapi lebih kuat dari ikatan ionik yang membentuk kristal *montmorillonite*. Rumus kimianya adalah



c. Montmorillonite

Merupakan tanah yang sangat ekspansif karena ikatan antar

lapisannya disebabkan oleh gaya *Vander Wall* yang lebih lemah dari ikatan hidrogen atau ikatan ion lainnya. *Montmorillonite* mempunyai struktur yang sama dengan *Illite*, yaitu terdiri dari dua lembaran silika dan satu lembaran aluminium atau gibbsite. Pada *montmorillonite* terjadi substitusi isomorfis antara atom-atom magnesium dan besi menggantikan sebagian atom-atom ion kalium seperti pada *illite*, dan sejumlah besar molekul tertarik pada ruangan antara lapisan-lapisan tersebut. Kristal *montmorillonite* sangat kecil tetapi mempunyai gaya tarik yang cukup terhadap air. Tanah yang mengandung mineral ini sangat mudah mengembang oleh tambahan kadar air. Rumus kimia *montmorillonite* sebagai berikut



Jadi dapat dijelaskan besarnya *swelling* ditentukan oleh mineral yang ada dalam tanah lempung, dan tanah lempung yang banyak mengandung *montmorillonite* akan lebih besar pengembangannya daripada tanah yang banyak mengandung *koalinite*. Juga dapat disimpulkan bahwa besarnya *swelling* ditentukan oleh kimia tanahnya (banyaknya kation-kation dalam tanah). Kation terutama yang memiliki valensi yang tinggi berfungsi sebagai pengikat antar partikel-partikel lempung dan mengurangi pengembangan atau pembesaran jarak antar partikel. Jadi kembang susut tanah dapat dikurangi dengan cara menambah kation-kation dalam tanah, seperti Na^+ , K^+ , Ca^+ , Mg^{++} dll.

2.3. Tanah Ekspansif

(Putranto, Zaika, & Suryo, 2015) mengutip dari (Lashari, 2000).

Tanah ekspansif adalah suatu jenis tanah yang memiliki derajat pengembangan volume yang tinggi sampai sangat tinggi, biasanya ditemukan pada jenis tanah lempung yang sifat fisiknya terpengaruh oleh air. Ciri yang paling mudah diamati secara visual tentang jenis tanah ini adalah permukaan tanah yang tampak kaku / tegang. Potensi pengembangan dan penyusutan tanah ekspansif dipengaruhi berdasarkan soil properties dari tanah tersebut

(Raditya, 2017) Tanah lempung ekspansif adalah tanah yang memiliki perilaku kembang dan susut yang tinggi. Perilaku ini dapat terjadi karena adanya perubahan kadar air, sehingga daya dukungnya sangat dipengaruhi oleh perubahan kadar air. Pada musim kemarau volume tanah ini akan banyak menyusut, sedangkan pada musim penghujan volume tanah akan mengembang, oleh sebab itu tanah ini sangat berpengaruh oleh musim yang ada di Indonesia.

(Raditya, 2017) Efek dari tanah ekspansif akan berpengaruh terhadap daya dukung tanah, sehingga sangat menyebabkan tanah di daerah tersebut mempunyai kekurangan yang dapat mempengaruhi bangunan di sekitarnya yang memerlukan daya dukung tanah. Oleh karena itu, salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi perilaku tanah ekspansif yang kurang menguntungkan tersebut adalah menggunakan stabilisasi.

(Santoso, 2019) Karakteristik tanah ekspansif dipengaruhi oleh dua hal, yaitu faktor mikroskopik dan faktor makroskopik. yang dimaksud dengan faktor mikroskopik mineralogi tanah dan perilaku kimiawi tanah. Sedangkan yang dimaksud dengan faktor makroskopik adalah properti tanah secara fisik, antara lain plastisitas dan berat volume tanah, Faktor makroskopik tanah ekspansif dipengaruhi oleh perilaku mikroskopiknya.

(Santoso, 2019) Mengutip dari (Chen, 1985) Ada beberapa hal yang termasuk faktor mikroskopik tanah ekspansif yang menyebabkan tanah ekspansif mengalami kembang susut, antara lain mineralogy tanahnya, perilaku kimiawi tanah, dan jumlah exchangeable cation (cation exchange capacity) serta besarnya specific starface dari partikel tanah.

Karakteristik makro tanah ekspansif adalah yang biasanya menunjukkan perilaku kembang susut tanah. Batas Atterberg merupakan salah satu parameter termasuk karakteristik makro tanah yang dapat digunakan sebagai indikator untuk mengetahui potensi kembang susut tanah.

Identifikasi dan Klasifikasi Tanah Ekspansif

(Azzyzaro Junior Karaseran, 2015) Banyak ahli geoteknik yang melakukan penelitian guna mengidentifikasi dan mengklasifikasikan tanah ekspansif diantaranya adalah:

Berdasarkan aktivitas (A_c) yang dapat dihitung berikut :

$$\text{Aktivitas} = A_c = \frac{\text{Indeks Plastisitas}}{\% \text{ Berat lebih kecil dari } 2 \text{ } \mu\text{m}}$$

Tabel 2.6 Klasifikasi tanah ekspansif menurut Skempton (1953)

AKTIVITAS	KETERANGAN
<0,75	Tidak aktif
0,75 sampai 1,25	Normal
>1,25	Aktif (Tanah Ekspansif)

Sumber : Skempton (1953)

Tabel 2.7. Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasar Prosentase Butiran Tanah yang Lolos Ayakan No.200, LL, dan *Standart Penetration Resistance*

Presentase Lewat saringan No.200	LL (%)	Standart Penetration Resistance (Blows/ft)	% Perubahan Volume Total	Derajat Ekspansif
> 95	> 60	30	> 10	Sangat tinggi
60-95	40-60	20-30	3-10	Tinggi
30-60	30-40	10-20	1-5	Medium
< 30	< 30	< 10	< 1	Rendah

Sumber : (Chen, 1965)

Tabel 2.9. Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasar Index Plastisitasnya

PI	Potensi Ekspansif
0-15	Rendah
10-35	Medium
20-55	Tinggi
> 55	Sangat Tinggi

Sumber : (Chen, 1988)

Tabel 2.10. Tanah Ekspansif Berdasarkan LL, Indeks Plastisitas serta hisapan tarikan air pada kadar air alaminya .

LL (%)	PI (%)	u nat (tsf)	Kemungkinan Muai (%)	Klasifikasi Kemungkinan Muai
< 50	< 25	< 1,5	, 0,5	Rendah
50 Sampai 60	25 Sampai 35	1,5 – 4	0,5 Sampai 1,5	Menengah
> 60	> 35	> 4	> 1,5	Tinggi

Sumber : Snethen (1997)

2.4. Gypsum

(Landangkasiang, 2020) Gypsum merupakan salah satu bahan stabilisasi yang mudah diperoleh dan efektif. Gypsum adalah salah satu contoh mineral dengan kadar kalsium yang mengikat tanah bermateri organik terhadap lempung dan juga lebih menyerap air yang sangat berguna untuk memperkokoh tanah. Dilihat dari segi nilai ekonomis dan kurangnya pemanfaatan limbah gypsum serta kelebihanannya maka diharapkan dapat memberikan salah satu cara dalam meningkatkan daya dukung tanah lempung.

(Widiantoro, 2016) Gypsum mempunyai senyawa $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Gypsum secara teknik, dikatakan sebagai zat kapur sulfat. Terbentuknya gypsum disebabkan oleh proses pendedapan air laut yang membentuk batuan berwarna putih. Gypsum adalah mineral terbanyak dalam batuan sedimen dan lunak bila murni. Vemmy Kurniawan dkk. (2014) beberapa pengaruh positif gypsum pada tanah lempung ekspansif.

1. Gypsum dapat meningkatkan stabilitas tanah karena mengandung kalsium yang mampu mengikat tanah lempung ekspansif yang dipengaruhi oleh agregat tanah
2. Gypsum yang dicampur pada tanah lempung ekspansif dapat mengurangi retak karena sodium pada tanah dapat tergantikan oleh kalsium pada gypsum sehingga pengembangannya menjadi lebih kecil
3. Gypsum mampu meningkatkan kecepatan rembesan air karena gypsum itu sendiri lebih menyerap banyak air.

2.5. Abu Kayu Bakar

(Zaenuri, 2019) mengutip dari (Widhiarto et al. 2015) Abu kayu bakar merupakan sebuah partikel hasil pembakaran dari limbah rumah tangga maupun perindustrian yang berasal dari beberapa jenis kayu kering. Partikel abu kayu bakar terbilang hampir sama dengan beberapa partikel abu pada umumnya, yaitu tersusun dari butiran – butiran halus bahkan berstruktur mikro. Adapun sifat dari partikel tersebut adalah padat dan sedikit menyerap air secara kelompok, namun hampir bersifat lolos air pada setiap sel partikelnya. Dalam hal konsistensi, sifat dari abu lebih bagus jika dibandingkan dengan sifat ekspansif tanah. Pada penelitian terdahulu terdapat penggunaan beberapa jenis abu yang dipergunakan sebagai bahan stabilitas tanah, misalnya Abu sekam padi. “Abu sekam merupakan material yang banyak mengandung silika dan material pozzolan”

(Sengeoris, 2016) mengutip dari (Karaseran, 2015), Dengan menggunakan arang tempurung dapat memperbaiki sirkulasi air dan udara dalam tanah, sebagai media yang dapat mengikat unsur karbon, dan dapat mengurangi kembang susut pada tanah karena mereduksi nilai indeks plastisitas tanah. Hal ini dapat menjadi latar belakang penggunaan bubuk arang kayu sebagai bahan stabilisasi, karena sifat dan unsur kimia yang terkandung pada semua jenis arang pada umumnya terdiri dari bahan penyusun yang sama.

2.6. Karakteristik Tanah

2.6.1 Pengujian kadar air

Kadar air suatu tanah adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat butir tanah tersebut dan dinyatakan dalam persen. Berikut rumus perhitungan kadar air (SNI 1965-2008) :

$$w_c = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

w_c = Kadar air (%)

W_1 = Berat cawan + tanah basah (gr)

W_2 = Berat cawan + tanah kering (gr)

W_3 = Berat cawan (gr)

$W_1 - W_2$ = Berat air (gr)

$W_2 - W_3$ = Berat tanah kering (gr)

2.6.2 Pengujian Berat Isi

(Manuel & Muslimah, 2019) Berat isi tanah adalah perbandingan antara berat tanah dengan volumenya dalam keadaan asli di lapangan. Berat isi dapat digunakan untuk mencari berat isi kering pada percobaan pemadatan tanah. Semakin besar berat isi kering tanah maka tingkat kepadatannya pun tinggi. Berat isi juga dapat menentukan parameter-parameter tanah lainnya.

(Manuel & Muslimah, 2019) Semakin besar berat isi tanah, semakin besar kepadatan tanah tersebut. Untuk meningkatkan Berat Isi tanah dilakukan dengan cara pemadatan sampai mencapai spesifikasi. Berat isi juga sangat diperlukan dalam perhitungan tegangan vertikal horizontal dan tekanan lateral tanah terhadap struktur penahan. Berikut rumus perhitungan berat isi (SNI 03-3637-1994):

$$\gamma = \frac{w_2 - w_1}{V_t} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

γ = Berat isi (gram / cm³)

Wt = Berat tanah Basah (gram)

Vt = Volume tanah (cm)

W₁ = Berat Cincin Kosong (gram)

W₂ = Berat cincin + tanah (gram)

t = Tinggi cincin (cm)

d = Diameter dalam cincin (cm)

2.6.3 Pengujian Berat Jenis

(Manuel & Muslimah, 2019) Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat butir tanah dengan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu. Berat jenis dari suatu tanah menandakan bahwa berat tanah tersebut dibandingkan dengan volumenya. Faktor yang mempengaruhi berat jenis tanah adalah tekstur tanah dan bahan organik tanah. Berikut rumus perhitungan berat jenis (SNI 1964-2008):

$$G_s = \frac{W_s/V_s}{W_w/V_w} = \frac{W_s}{V_s} = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$$
$$G_s = \frac{W_2/W_1}{(W_4-W_1)-(W_3-W_2)} K \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

V_s = volume butiran padat

γ_w = Berat volume air

γ_s = Berat volume padat

γ_w = Berat volume air

G_s = Berat jenis

W_1 = Berat piknometer kosong (gr)

W_2 = Berat piknometer + tanah kering (gr)

W_3 = Berat piknometer + tanah dan air suling (gr)

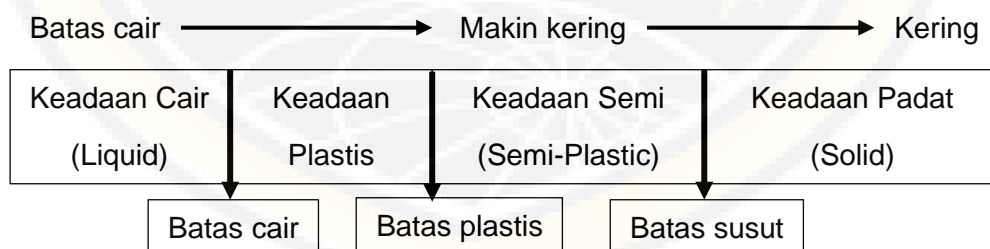
W_4 = Berat piknometer + air suling (gr)

K = Faktor koreksi terhadap suhu

2.6.4 Pengujian Batas – Batas Atterberg

(Wesley, 2017) Jika lempung ini ditambah air dan dicampur aduk supaya seragam sedikit demi sedikit, maka tanah itu akan melalui beberapa keadaan tertentu dari keadaan beku sampai keadaan cair.

(Wesley, 2017) Kedua angka yang paling penting adalah batas plastis dan batas cair (disebut batas-batas Atterberg). Pengukuran batas-batas ini dilakukan secara rutin pada sebagian besar penyelidikan tanah. Batas-batas ini bukan Kering dan Basah pada lempung. Makin kering -batas ini bukan Kering dan sifat-sifat yang tepat maka dipakai uji empiris untuk menentukan nilai. Uji ini dilakukan hanya pada bagian tanah yang lebih kecil dari 0,425 mm. Walaupun demikian, kalau bagian yang lebih besar dari pada 0,425 mm tidak banyak, sebaiknya pengujian dilakukan pada seluruh contoh begitu saja.



Gambar 2.3. Tahapan tanah beku, plastis, dan cair (Wesley, 2017)

(Aldrian, 2016) Batas konsistensi tanah dibagi menjadi 3 bagian, yaitu:

a) Pengujian Batas Cair (*Liquid Limit*)

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan batas cair. Pengujian ini dilakukan terhadap tanah yang berbutir halus atau lebih kecil. Batas cair adalah kadar air minimum, yaitu sifat tanah berubah dari keadaan cair menjadi keadaan plastis (SNI 1967-2008) :

$$LL = wN(\%) \left(\frac{N}{25} \right) 0.121 \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

LL : *Liquid Limit*

Wn : Kadar air pada ketukan

N : Jumlah Ketukan untuk menutup celah 0,5 in (12,7 mm)

25 : Jumlah keseluruhan ketukan

b) Batas Plastis (PL)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi batas plastisitas. Batas plastisitas adalah kadar air minimum suatu tanah dalam keadaan plastisitas (ASTM D 424 – 74). Indeks plastisitas dapat dihitung dengan rumus, sebagai berikut:

$$PL = \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat Tanah Kering}} (100)$$

$$PL = \frac{w_2 - w_3}{w_3 - w_1} (100) \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

W1 = Berat cawan kosong

W2 = Berat cawan + tanah basah

W3 = Berat Cawan + Tanah Kering

PL = *Plastis Liquid*

c) Batas Susut (SL)

(Darwis, 2018) Batas susut adalah nilai kadar air pada kedudukan antara zone semi padat dengan zone padat. Pada kondisi ini pengurangan kadar air dalam tanah tidak akan mempengaruhi lagi perubahan volume pada tanah.

Percobaan untuk mengetahui batas susut dilakukan dengan mengisi tanah jenuh sempurna ke dalam cawan porselin berukuran 44,4 mm dan tinggi 12,7 mm. selanjutnya cawan dan tanah isinya dikeringkan dalam oven. Setelah tanah dalam cawan mengering, selanjutnya dikeluarkan dari cawan tersebut. Untuk mengetahui nilai batas susut, maka sampel yang telah kering dicelupkan ke dalam air raksa, dan nilai batas susutnya dihitung dengan persamaan sebagai berikut

$$SL = \left[\frac{(m1-m2)}{m2} - \frac{(v1-v2)\gamma_w}{m2} \right] \times 100\% \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

SL = Batas susut (%).

m1 = berat tanah basah dalam cawan percobaan (gram)

m_2 = berat tanah kering oven (gram)

V_1 = Volume berat tanah basah dalam cawan percobaan (cm^3).

V_2 = Volume tanah kering oven (cm^3).

γ_w = berat volume air (gram/ cm^3)

2.6.5 Pengujian Analisa Saringan

(Manuel & Muslimah, 2019) Analisa saringan digunakan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan, tujuannya untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran. (SNI 03-1968-1990).

Berikut rumus pengolahan data analisa saringan:

Σ Berat tanah tertahan = Berat tanah tertahan + Berat tanah tertahan
sebelumnya

% Berat kumulatif tertahan = $\frac{\Sigma \text{berat tanah tertahan}}{\text{Jumlah total tanah yang disaring}} \times 100\% \dots \dots (2.11)$

% kumulatif lolos = 100 % - Persen kumulatif tertahan

2.6.6 Pengujian Pemadatan

(Aldrian, 2016) Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah dengan cara memadatkan tanah didalam silinder berukuran tertentu menggunakan alat penumbuk tertentu pula. Pengujian pemadatan dilakukan dengan menggunakan cetakan diameter 102 mm (4 inci), bahan tanah lolos saringan no.40. Kegunaan pengujian ini untuk mencari nilai kepadatan

maksimum (*Maximum Dry Density/MDD*) dan kadar air optimum (*Optimum Moisture Content/OMC*) dari suatu tanah (ASTM D 698-70).

a. Berat volume basah (γ_b)

$$\gamma_b = \frac{W}{V} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

γ_b = berat volume basah (gr/cm³)

W = berat tanah padat (gram)

V = volume silinder cetak (cm³)

b. Berat Volume Kering (γ_d)

$$\gamma_{wed} = \frac{\gamma_b}{1+w.100} \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

γ_{wed} = Berat volume kering (gr/cm³)

γ_b = Berat volume basah (gr/cm³)

w = kadar air (%)

$$\gamma_{d\ ZAV_{100}} = \frac{G_s}{1 + (\omega \times G_s)/100} \times 1 \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan :

γ_d = Berat Volume kering (gram/cm³)

Gs = Berat Jenis

ω = Kadar Air

ZAV_{100} = Zero air void 100 %

2.6.7 Pengujian Kuat Tekan Bebas

(Manuel & Muslimah, 2019) Kuat tekan bebas (q_u) adalah besarnya beban aksial persatuan luas pada saat benda uji mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 20%. Percobaan *unconfined* terutama dilakukan pada tanah lempung (*clay*) atau lanau (*silt*). Bila lempung mempunyai derajat kejenuhan 100%, maka kekuatan gesernya dapat ditentukan langsung dari nilai kekuatan *unconfined*.

(Manuel & Muslimah, 2019) Jika tanah dibebani maka akan melibatkan tegangan. Apabila tegangan geser akan mencapai angka batas, maka massa tanah akan mengalami deformasi dan cenderung akan runtuh. Keruntuhan geser dalam tanah adalah akibat geser relatif antara butir-butir massa tanah.

Berikut rumus pengolahan data kuat tekan bebas (SNI 3638-2012) :

1. Regangan Axial (ε)

$$\text{Regangan Axial } (\varepsilon) = \frac{\Delta L}{T} \times 100 \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan:

ε = Regangan aksial (%)

ΔL = Perubahan tinggi benda uji

L_0 = Tinggi awal benda uji

2. Tegangan (σ)

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.16)$$

Keterangan :

σ = Tegangan (kPa)

P = Beban Aksial (kN)

A = Luas Penampang

3. Beban (P)

$$P = \text{Pembacaan arloji (beban)} \times \text{Faktor kalibrasi alat} \dots\dots\dots(2.16)$$

4. Luas(A_0)

$$\text{Luas} = \frac{1}{4} \times \pi d^2 \dots\dots\dots(2.17)$$

5. Luas Terkoreksi

$$\text{Luas terkoreksi} = \text{Luas} \times \text{angka koreksi} \dots\dots\dots(2.18)$$

6. Tegangan

$$\text{Tegangan} = \frac{\text{beban}}{\text{luas terkoreksi}} \dots\dots\dots(2.19)$$

2.6.8 Pengujian Kuat Geser Langsung

(Manuel & Muslimah, 2019) Kekuatan geser suatu tanah dapat didefinisikan sebagai tahanan maksimum suatu tanah terhadap tegangan geser dibawah suatu kondisi yang bersangkutan dengan sifat-sifat tanah tersebut. Persamaan yang digunakan sebagai berikut:

Tegangan Normal (kg/cm²)

$$\sigma = \frac{N}{A} \dots\dots\dots(2.20)$$

Keterangan :

N = beban (kg)

A = luasbi dan geser (cm²)

Tegangan Geser (kg/cm²)

$$\tau = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.21)$$

Keterangan :

P = beban maksimum (kg)

A = luas bidang geser (cm²)

Garis keruntuhan (failure envelope) yang dinyatakan oleh Persarnan yang sebenarnya berbentuk garis lengkung Untuk sebagian besar rmasalah-masalah mekanika tanah, garis tersebut cukup didekati dengan sebuah garis lurus yang menunjukkan hubungan linear antara tegangan normal

dan geser (Coulomb; 1776). Persamaan itu dapat kita tulis sebagai berikut (Braja M. Das ; 1993)

dengan

$$\tau_f = c + \sigma \tan \phi \quad \dots\dots\dots(2.23)$$

c = kohesi

ϕ = sudut geser-intemal

2.7. Penelitian Terdahulu

1. *Pengaruh Bahan Campuran Arang Tempurung Terhadap Kosolidasi Skunder Pada Lempung Ekspansif ;oleh Azzyzaro Junior*

Karaseran Oktovian B. A. Sompie, Sjachrul Balamba; Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado.

Dari hasil pengujian pencampuran semen (variasi campuran 0, 4, 6, 8, 10)

Pada contoh tanah asli dengan IP= 38,2 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. *Dari hasil uji peralatan dengan proctor standart didapatkan nilai γ_{dmax} = 1,202 kg/cm³ dan w_{opt} = 41,19%. Penambahan arang tempurung dengan variasi 4%, 6%, 8%, 10% telah meningkatkan γ_{dmax} masingmasing menjadi 1,222 kg/cm³, 1,236 kg/cm³, 1,256 kg/cm³, dan 1,257 kg/cm³ dengan w_{opt} sebesar 39%, 38,7%, 37,8%, dan 37,4%.*
2. *Pengaruh penambahan arang tempurung pada tanah mengakibatkan nilai koofisien Cv akan bervariasi sesuai dengan kadar arang tempurung.*

3. Pengaruh Penambahan arang tempurung akan mengurangi Indeks Pemampatan (C_c) pada tanah +6% arang tempurung nilai C_c mempunyai persentase pengurangan yang optimum. Nilai C_c akan menunjukkan besarnya penurunan konsolidasi primer yang dapat terjadi. Semakin kecil nilai C_c , maka penurunan akibat konsolidasi primer yang terjadi semakin kecil
4. Pengaruh penambahan arang tempurung pada tanah akan mengurangi Indeks Pemampatan Kembali (C_r) Indeks Pemampatan Kembali akan semakin kecil dengan berkurangnya kepadatan.
5. Pengaruh penambahan arang tempurung pada tanah akan mengurangi Indeks Tekanan. Sekunder (C_α) Nilai C_α akan menunjukkan besarnya penurunan konsolidasi primer yang dapat terjadi. Semakin kecil nilai C_α , maka penurunan akibat konsolidasi sekunder yang terjadi semakin kecil. (Azzyzaro Junior Karaseran, 2015)

2. Pengaruh penambahan serbuk gypsum dan abu sekam padi dengan lamanya waktu pengeringan (curing) terhadap karakteristik tanah lempung ekspansif di Bojonegoro ;oleh Febra Ndaru Wardhana, Yulvi Zaika, Arief Rachmansyah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang

Berdasarkan hasil penelitian, pengolahan data serta pembahasan, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan penambahan bahan campuran berupa serbuk gypsum dan abu sekam padi, nilai specific gravity mengalami penurunan dibandingkan dengan tanah asli. Sedangkan untuk nilai liquid limit, indeks plastisitas mengalami penurunan dibandingkan dengan tanah asli, sedangkan untuk shrinkage limit dan plastic limit mengalami peningkatan .
2. Untuk klasifikasi tanah tidak berubah karena penambahan bahan campuran berupa serbuk gypsum dan abu sekam padi dengan tanah asli masih tergolong sebagai tanah lanau yang elastis atau lempung dengan plastisitas tinggi (MH/OH) menurut klasifikasi tanah sistem Unified. Sedangkan menurut klasifikasi tanah AASHTO, tanah asli tergolong dalam kelompok A-7-6 menjadi tergolong dalam kelompok A-4.
3. Untuk kadar air optimum atau OMC, semakin banyak campuran serbuk gypsum dan abu sekam padi yang ditambahkan, maka semakin kecil nilai kadar air yang dibutuhkan untuk mencapai berat isi kering maksimum
4. Nilai CBR Unsoaked tanpa curing yang didapatkan untuk tanah dengan penambahan bahan campuran mengalami kenaikan dibandingkan dengan CBR tanah asli. Peningkatan nilai CBR paling optimum didapatkan pada kondisi penambahan bahan campuran serbuk gypsum dan abu sekam padi kedalam tanah asli sebesar 4%

penambahan serbuk gypsum dan 5% abu sekam padi dengan lama waktu curing selama 14 hari yaitu sebesar 21,87%.

5. Nilai CBR Soaked yang didapatkan paling tinggi terdapat pada masa curing hari ke 14 yaitu 4,02%. Antara nilai CBR Soaked dan Unsoaked masing-masing pada kondisi OMC dengan curing maupun tanpa curing, dapat diambil kesimpulan bahwa CBR Soaked memiliki nilai CBR yang lebih kecil dibandingkan dengan CBR Unsoaked.
6. Nilai pengembangan untuk tiap-tiap campuran dengan banyaknya penambahan campuran maka akan semakin kecil nilai pengembangannya. Untuk nilai pengembangan terhadap curing, semakin lama curing maka nilai pengembangan semakin kecil. Selisih nilai pengembangan selama curing 14 hari semakin kecil antara tanah campuran 4% serbuk gypsum + 5% abu sekam padi dengan penambahan campuran 4% serbuk gypsum + 6% abu sekam padi.
7. Direkomendasikan untuk pengujian CBR dengan hasil yang tertinggi, digunakan penambahan 4% serbuk gypsum dan 5% abu sekam padi dengan lama waktu curing selama 14 hari. (Febra Ndaru Wardhana, 2014)

3. STABILISASI TANAH EKSPANSIF DENGAN BAHAN TAMBAH GIPSUM (STUDI KASUS DI KAWASAN INDUSTRI CANDI BLOK K-18, SEMARANG); Ibnu Widianoro, Fauzi Ahmad Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan di laboratorium, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Penelitian yang dilakukan terhadap sampel tanah memiliki sifat fisik meliputi kadar air alami sebesar 28,14%, berat jenis (Gs) sebesar 2.42, batas susut sebesar 11.16%, batas cair 50,10%, batas plastis sebesar 25.00% serta indeks plastis sebesar 25.10%. Dari data tersebut dapat dikatakan bahwa sampel tanah di daerah Kawasan Industri Candi Blok K-18, Semarang termasuk kedalam tanah jenis lempung ekspansif
2. Pada uji pemadatan standar untuk kadar 0% gipsum nilai kadar air optimum sebesar 27%, kadar 15% gipsum sebesar 24%, kadar 20% gipsum sebesar 22,9% serta kadar 25% gipsum sebesar 22,0%. Penambahan gipsum mampu menurunkan nilai kadar air optimum. Penurunan terbaik diperoleh pada saat penambahan 15% gipsum.
3. Penambahan gipsum pada penelitian ini mampu meningkatkan nilai dari berat isi kering maksimum (γ_{dry} maksimal). Pada kadar 0% gipsum nilai γ_{dry} maksimal sebesar 1,36 gr/ cm³ , kadar 15% gipsum sebesar 1,43 gr/ cm³ , kadar 20% gipsum sebesar 1,45 gr/ cm³ , serta kadar 25% gipsum sebesar 1,47 gr/ cm³ . Peningkatan terbaik diperoleh pada saat penambahan 25% gipsum.
4. Pada uji pengembangan untuk kadar 0% gipsum tingkat pengembangannya 3.596%, pada kadar 15% gipsum sebesar 1.011%, pada kadar 20% gipsum sebesar 1.067% serta pada kadar 25%

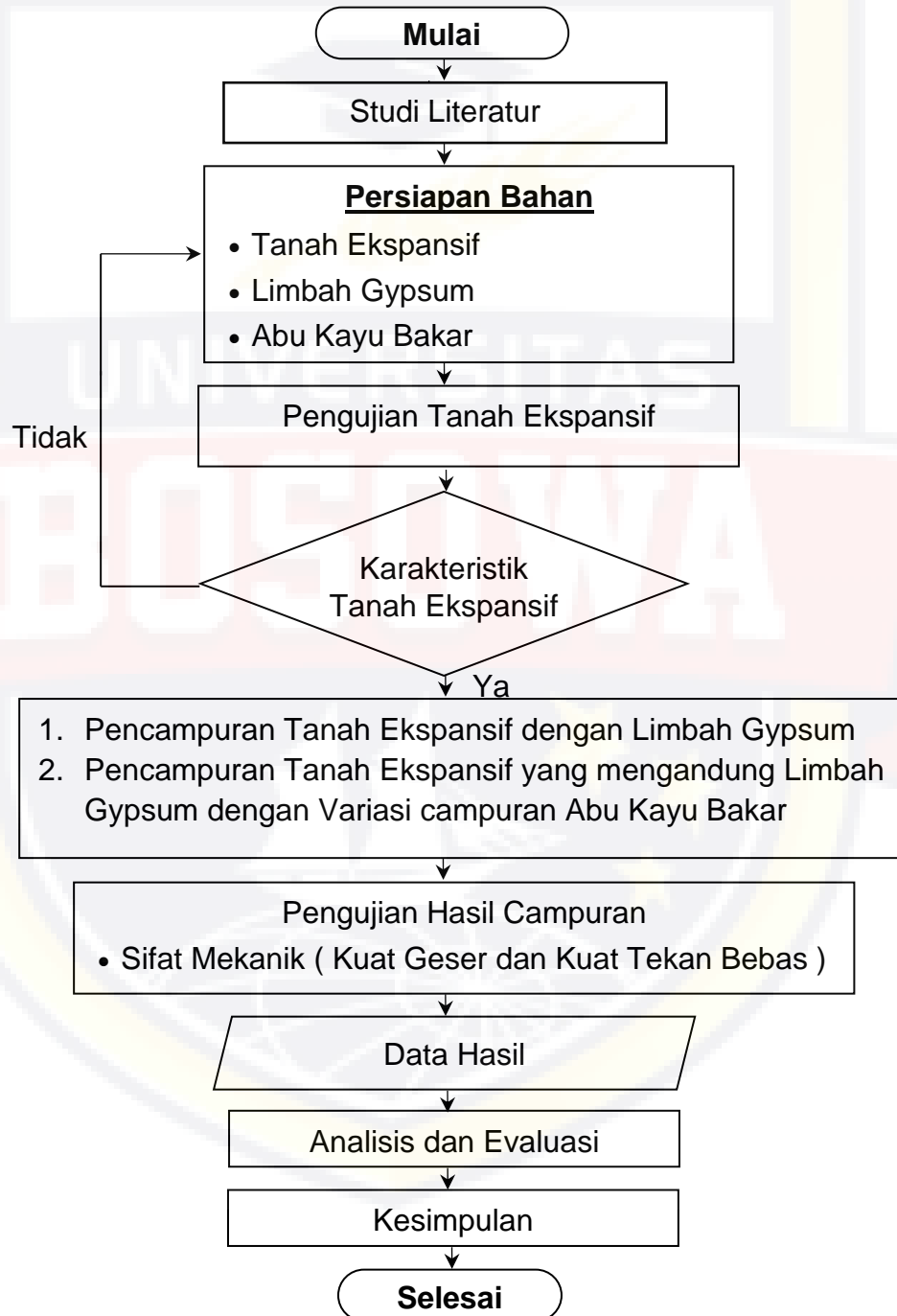
gypsum sebesar 1.573%. Hasil uji pengembangan terbaik terjadi pada saat penambahan kadar 15% gypsum.

5. Pada uji geser langsung diperoleh nilai untuk kohesi (c) pada kadar 0% gypsum sebesar 0,23 kg/cm² , pada kadar 15% gypsum sebesar 0,38 kg/cm² , pada kadar 20% gypsum sebesar 0,33 kg/cm² serta pada kadar 25% gypsum sebesar 0,35 kg/cm² . Hasil terbaik diperoleh saat penambahan 15% gypsum
6. Pada uji geser langsung diperoleh nilai untuk sudut geser (ϕ) pada kadar 0% gypsum sebesar 26.56o , pada kadar 15% gypsum sebesar 28.61 o , pada kadar 20% gypsum sebesar 35.31o serta pada kadar 25% gypsum sebesar 26.56o . Hasil terbaik diperoleh saat penambahan 20% gypsum.
7. Berdasarkan pengaruh penambahan kadar gypsum terhadap kualitas tanah, kadar 15% gypsum merupakan kadar penambahan yang paling baik dibandingkan kadar 20% dan 25%.
8. Tanah di Kawasan Industri Candi Blok K-18, Semarang dengan nilai berat isi kering sebesar 1,43 gr/ cm³ tidak memenuhi persyaratan sebagai tanah timbunan. Stabilisasi tanah di Kawasan Industri Candi Blok K-18, Semarang dengan menggunakan bahan tambah gypsum memberikan pengaruh yang cukup baik, namun tidak terlalu signifikan. (Widiantoro, 2016)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alur Penelitian



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

3.2. Jenis Pengujian Material

Tabel 1. Pengujian karakteristik tanah

No.	Jenis Pengujian	Referensi
1.	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990
2.	Kadar air	ASTM D 2216-(71)
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.	Indeks plastisitas (<i>plasticity index</i> , PI)	SNI 03-1966-1990
6.	Berat Jenis tanah	SNI 03-1964-2008/ASTM D854-88(72)
7.	Analisis hydrometer	SNI 03-3423-1994
8.	Kepadatan tanah	ASTM D 698-70
9.	Kuat Geser	ASTM D 3080
10.	Kuat Tekan Bebas	SNI 3638-2012

3.3. Variabel Penelitian

Sebagaimana judul penelitian ini adalah Analisis kuat tekan dan kuat geser daya dukung tanah ekspansif dengan bahan stabilisasi limbah gypsum dan variasi abu kayu bakar. Maka variabel yang digunakan adalah :

- a. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah komposisi Campuran Gypsum dan abu kayu bakar

- b. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kuat geser dan kuat tekan bebas.

3.4. Jumlah dan Notasi Sampel

3.4.1 Jumlah Sampel Pengujian Kuat Geser Dan Kuat Tekan Bebas

Tabel 2. jumlah sampel pengujian kuat geser dan kuat tekan bebas

NO	JENIS PERCOBAAN	MATERIAL DAN KOMPOSISI CAMPURAN	KODE SAMPEL	JUMLAH SAMPEL (BUAH)	TOTAL SAMPEL
1	Pembuktian tanah ekspansif	Tanah asli (tanah ekspansif)	TA	1 Set	1
2	Kuat Geser	Tanah + 15% Limbah Gypsum + 0% Abu Kayu Bakar	KG0	3	18
		Tanah + 15% Limbah Gypsum + 5% Abu Kayu Bakar	KG5	3	
		Tanah + 15% Limbah Gypsum + 7,5% Abu Kayu Bakar	KG7,5	3	
		Tanah + 15% Limbah Gypsum + 10% Abu Kayu Bakar	KG10	3	
		Tanah + 15% Limbah Gypsum + 12,5% Abu Kayu Bakar	KG12,5	3	
		Tanah + 15% Limbah Gypsum + 15% Abu Kayu Bakar	KG15	3	
3	Kuat Tekan	Tanah + 15% Limbah Gypsum + 0% Abu Kayu Bakar	KT0	3	18
		Tanah + 15% Limbah Gypsum + 5% Abu Kayu Bakar	KT5	3	
		Tanah + 15% Limbah Gypsum + 7,5% Abu Kayu Bakar	KT7,5	3	
		Tanah + 15% Limbah Gypsum + 10% Abu Kayu Bakar	KT10	3	
		Tanah + 15% Limbah Gypsum + 12,5% Abu Kayu Bakar	KT12,5	3	
		Tanah + 15% Limbah Gypsum + 15% Abu Kayu Bakar	KT15	3	
TOTAL SAMPEL					37

Tabel 3. Notasi Sampel Kuat Tekan dan Kuat Geser

No	Tanah Ekspansif		Limbah Gypsum		Abu Kayu Bakar		Berat Campuran (g)
	Persentasi	Berat (g)	Persentasi	Berat (g)	Persentasi	Berat (g)	
1	85 %	1275	15 %	225	0 %	0	1500
2	85 %	1275	15 %	225	5 %	75	1575
3	85 %	1275	15 %	225	7,5 %	112.5	1612.5
4	85 %	1275	15 %	225	10 %	150	1650
5	85 %	1275	15 %	225	12,5 %	187.5	1687.5
6	85 %	1275	15 %	225	15 %	225	1725

3.5. 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 pengaruh limbah Gypsum terhadap kuat tekan dan kuat geser tanah ekspansif

1. Nilai kohesi terhadap variasi limbah gypsum
2. Nilai sudut geser terhadap variasi gypsum
3. Nilai kuat geser terhadap variasi limbah Gypsum
4. Nilai kuat tekan bebas terhadap variasi limbah gypsum

c. Analisis pengaruh Abu kayu bakar terhadap kuat tekan dan kuat geser tanah ekspansif yang mengandung limbah Gypsum

1. Nilai kohesi terhadap variasi Abu kayu bakar
2. Nilai sudut geser terhadap variasi abu kayu bakar
3. Nilai kuat geser terhadap variasi Abu kayu bakar
4. Nilai kuat tekan bebas terhadap variasi Abu kayu bakar

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Dasar Tanah Asli

Hasil Pemeriksaan Karakteristik Fisis Tanah Tanpa Bahan Tambah

Tabel 4.1 Rekapitulasi hasil pemeriksaan karakteristik tanah tanpa bahan stabilisasi

No	Parameter	Hasil	Satuan
		Tanah Asli	
1	Pemeriksaan kadar air mula-mula	39.39	%
2	Pengujian berat jenis	2.732	g/cm ³
3	pengujian batas-batas atterberg		
	1. Batas Cair (LL)	54.92	%
	2. Batas Plastis	31.14	%
	3. Batas Susut	16.37	%
	4. Indeks Plastisitas (PI)	23.78	%
	5. Activity	1.49	
4	Pengujian analisa saringan dan Hidrometer		
	#4 (4,75 mm)	100.00	%
	#10 (2,00 mm)	95.22	%
	#20 (0,85 mm)	87.60	%
	#40 (0,43 mm)	82.48	%
	#60 (0,25 mm)	82.02	%
	#80 (0,180 mm)	79.86	%
	#100 (0,15 mm)	77.76	%
	#200 (0,075 mm)	74.92	%
5	Pasir	25.61	%
	Lanau	31.61	%
	Lempung	42.78	%
6	Pengujian Kompaksi		
	Kadar Air Optimum	20.29	%
	γ dry	1.55	gr/cm ³

Sumber: Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021

4.2. Pembahasan Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah Tanpa Bahan Tambah

4.2.1. Kadar Air

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air sampel tanah yaitu perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut. Hasil dari pengujian kadar air dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 4.2. Pengujian Kadar Air Tanah Asli

No. Cawang	-	1	2
Berat Cawan, W1	gram	8.7	8.7
Berat Cawang + Tanah Basah, W2	gram	84.5	84.7
Berat Cawang + Tanah Kering, W3	gram	63.1	63.2
Berat Tanah Kering, $W_s=W_3-W_1$	gram	54.4	54.5
Berat Air, $W_w=W_2-W_3$	gram	21.4	21.5
Kadar Air, $w=(W_w/W_s)*100$	%	39.34	39.45
Rata-rata	%	39.39	

(sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

4.2.2. Berat Jenis (Gs)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis tanah yang lolos saringan No. 40 dengan menggunakan labu ukur. Tujuan penggunaan ini untuk menentukan berat jenis suatu sampel, berat jenis tanah adalah nilai perbandingan berat butiran tanah dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu. Dari hasil pemeriksaan berat jenis spesifik di peroleh nilai berat jenis 2.73 g/cm^3 . Dari nilai berat jenis tersebut, tanah tersebut masuk kategori lempung anorganik yang mempunyai nilai berat jenis dari $2.68 - 2.75$

Tabel.4.3 Berat Jenis dan Beberapa Jenis Tanah

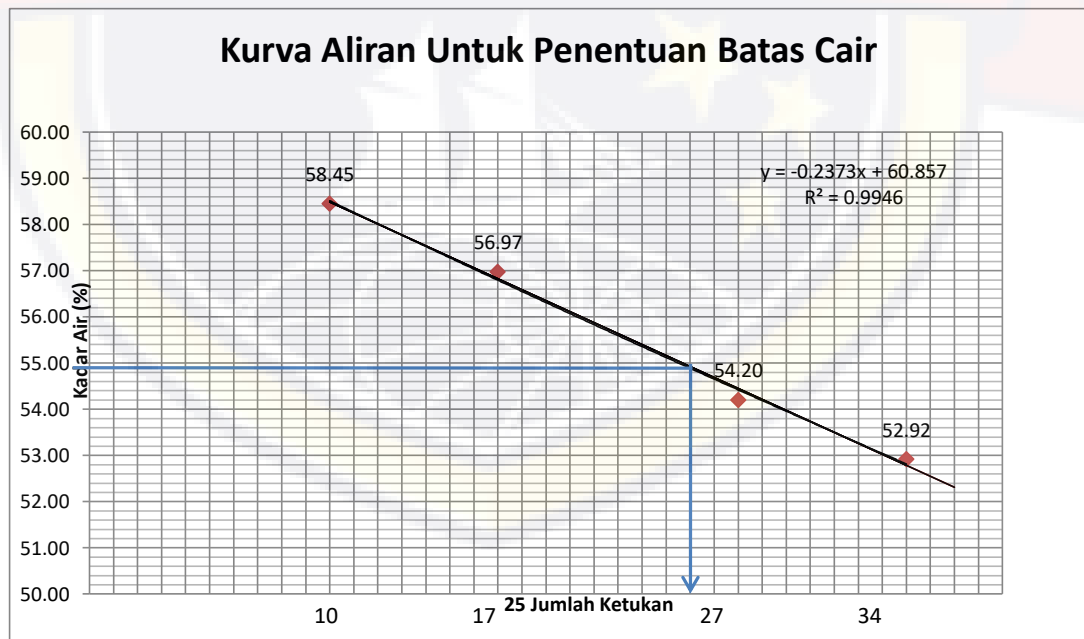
Macam Tanah	Berat Jenis (Gs)
KERIKIL	2.65 - 2.68
PASIR	2.65 - 2.68
LEMPUNG ORGANIK	2.58 - 2.65
LEMPUNG ANORGANIK	2.68 - 2.75
HUMUS	1,37
GAMBUT	1.25 - 1.8

4.2.3. Pengujian Batas-batas Konsistensi

a. Batas Batas Atterberg

1) Batas Cair (Liquid Limit, LL)

Dari Pengujian batas cair bertujuan untuk menentukan batas cair tanah dan untuk mengetahui jenis serta sifat-sifat tanah dari bagian tanah yang mempunyai ukuran butir lolos saringan no. 40. Hasil pengujian dari batas cair dapat dilihat pada gambar 4.1 sebagai berikut:



(sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

Gambar 4.1 Grafik Aliran untuk Penentuan Batas Cair

Dari hubungan jumlah ketukan dengan kadar air di peroleh nilai batas cair LL = 54.92 % Jadi batas cair (LL) tanah asli :

$$Y = -0.2373\ln(x) + 60.857 \quad x = \text{jumlah ketukan. Jadi Batas Cair (LL)} = -0.2126\ln(25) + 60.844 = 54.92\%.$$

Berdasarkan hasil uji Atterberg diperoleh batas cair (LL) = 54.92% Jadi termaksud pada potensi ekspansif tinggi menurut Chen (1965)

2) Batas Plastis (Plastic Limit, PL)

Pengujian batas plastis bertujuan untuk menentukan kadar air tanah pada kondisi plastis. Hasil dari pengujian batas plastis dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel.4.4. Hasil Uji Batas Plastis (PL)

No Test	-	1	2
No. Container	-	A1	A2
Berat Tanah Basah + Container (W1)	Gram	29.3	31.6
Berat Tanah Kering + Container (W2)	Gram	28.8	30.7
Berat Container (W3)	Gram	27.2	27.8
Berat Air (Ww=W1-W2)	Gram	0.5	0.9
Berat Tanah Kering, (Wd=W2-W3)	Gram	1.6	2.9
Kadar Air, (Ww/Wd x 100%)	%	31.25	31.03
Kadar Air Rata-rata	%	31.14	

(sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

Dari pengujian batas cair dan batas plastis maka hasil maka diperoleh hasil sebagai :

- Batas cair (LL) = 54.92%, Batas Plastis (PL) = 31.14%
- Indeks Plastisitas (IP) = LL – PL
=23.78%

Berdasarkan hasil uji Atterberg diperoleh Indeks Plastis (IP) = 23.78

Jadi termasuk pada potensi ekspansif tinggi menurut Chen (1988)

3) Indeks Plastisitas (Indeks Plasticity,IP)

Berdasarkan rumus $PI = LL - PL$ diperoleh nilai indeks platisitas (PI)

= 23,78%

Tabel 4.5 Batasan Mengenai PI, Sifat, Macam Tanah Dan Kohesi

PI (%)	Sifat	Macam tanah	Keterangan
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesi
<7	Plastisitas Rendah	Lanau	Kohesi Sebagian
7 – 17	Plastisitas Sedang	Lempung berlanau	Kohesi
>17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesi

(Sumber : (Hardiyatmo, 2002)

4) Batas Susut (Shrinkage Limit)

Pengujian batas susut bertujuan untuk menentukan kadar air pada batas semi padat ke keadaan padat

Tabel.4.6.Hasil pengujian batas susut (SL)

No. Test	-	1	2
Berat Mould (W1)	Gram	10,5	11,7
Berat Mould + Tanah Basah (W2)	Gram	35,9	37,4
Berat Mould + Tanah Kering (W3)	Gram	26,4	28,7
Berat Air Raksa yang dipakai untuk - mengisi mangkok shringkage (W4)	Gram	222,6	213,5
Berat Air Raksa yang dipindahkan oleh tanah yang di test, (W5)	Gram	128,9	132,9
Berat Tanah Basah, $Ww=W2-W1$	Gram	25,4	25,7
Berat Tanah Kering, $Wd=W3-W1$	Gram	15,9	17
Berat Air, $Wa=W2-W3$	Gram	9,5	8,7
Berat Cawan Petri, (Wp)	Gram	40,4	40,4
Berat Jenis Air Raksa (r)	Gram	13,6	13,6
Volume tanah basah, $Vw=(W4-Wp)/r$	m ³	13,40	12,73
Volume tanah kering, $Vd=(W5-Wp)/r$	m ³	6,51	6,80
Kadar air = $Wa/Wd \times 100\%$	%	59,75	51,18
Batas susut :			
$SL = Kadar\ air - ((Vw - Vd) / Wd) \times 100\%$	%	16,42	16,31
SL rata-rata	%	16,37	

(sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

Dari hasil pengujian batas susut di peroleh nilai batas susut =
16.37%

4.2.4. Analisa Gradasi Butiran

Dari hasil pengujian gradasi yang dilakukan dengan analisa saringan basah di peroleh hasil tanah tersebut sekitar 74.92% lolos saringan No. 200. Sehingga didapat fraksi pasir sebesar 25.61%. Berdasarkan persen lolos saringan no. 200 tanah tersebut masuk dalam golongan tanah lempung dengan kadar tinggi.

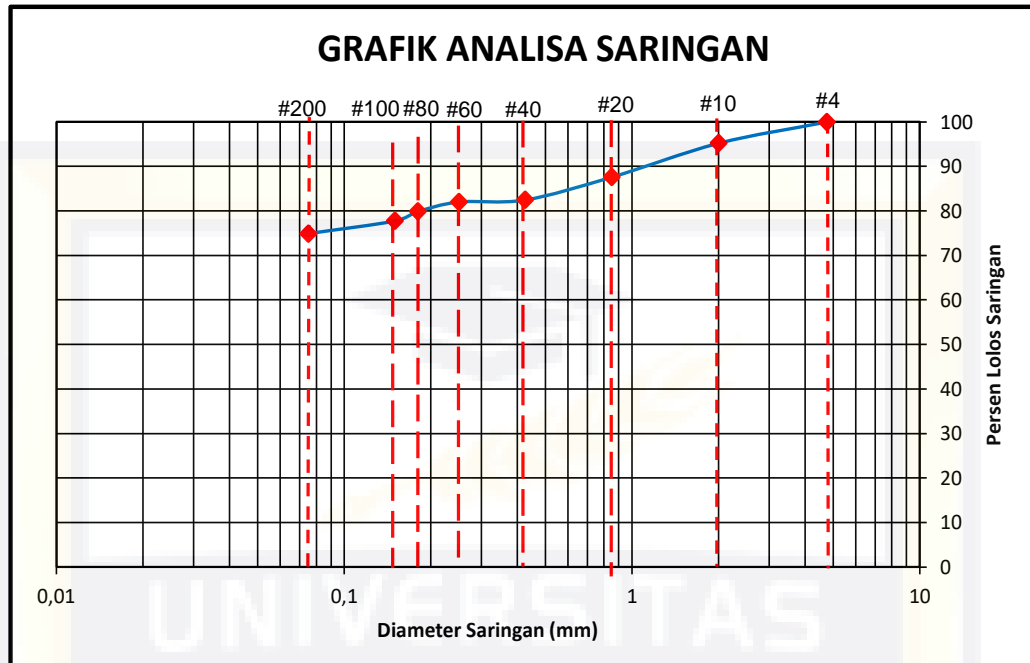
Dari hasil pengujian hydrometer berdasarkan kurva lengkungnya diperoleh hasil sebagian besar ukuran butir tanah adalah fraksi lanau yaitu sebanyak 31.61%. Sedangkan fraksi lempung sebesar 42.78 %.

Hasil pengujian analisis butiran tanah asli tercantum pada tabel berikut:

Tabel.4.7. Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah

Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Komulatif (gram)	Persen (%)	
				Tertahan	Lolos
4	4,75	0	0	0	100
10	2,00	23,9	23,9	4,78	95,22
20	0,85	38,1	62,0	12,40	87,60
40	0,43	25,60	87,6	17,52	82,48
60	0,25	2,30	89,9	17,98	82,02
80	0,18	10,80	100,7	20,14	79,86
100	0,15	10,50	111,2	22,24	77,76
200	0,075	14,20	125,4	25,08	74,92
Pan	-	-	0,00	0,00	100,00

(sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021)



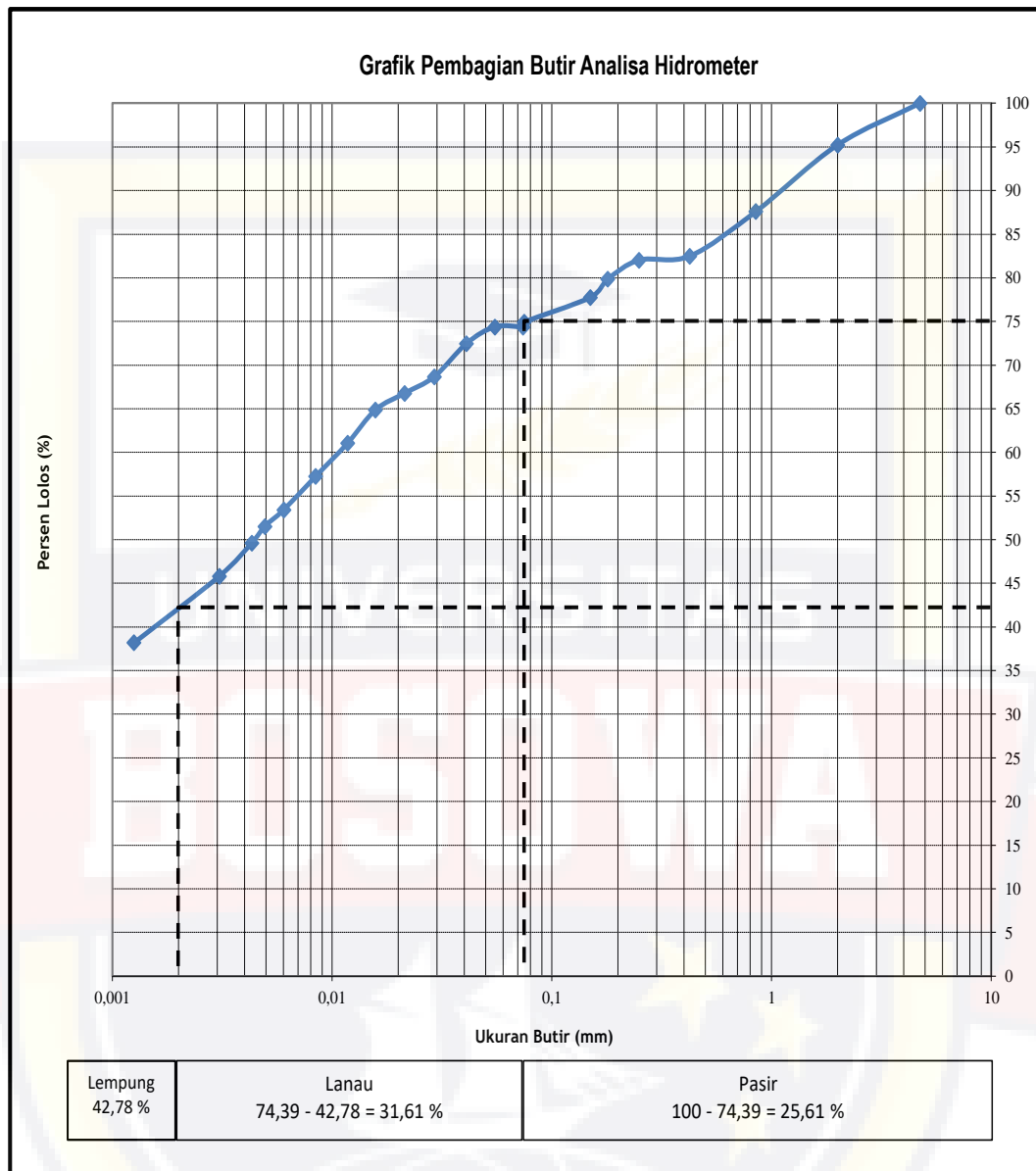
(sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

Gambar 4.2 Grafik Analisa Saringan

Tabel.4.8. Hasil Pengujian Analisis Hidrometer Tanah

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	37	39	74.39	38	8.9	0.01240	0.07399
0.5	29	37	39	74.39	38	9.9	0.01240	0.05518
1	29	36	38	72.48	37	10.9	0.01240	0.04094
2	29	34	36	68.67	35	11.1	0.01240	0.02921
4	29	33	35	66.77	34	11.9	0.01240	0.02139
8	29	32	34	64.86	33	12.9	0.01240	0.01575
15	29	30	32	61.05	31	13.5	0.01240	0.01176
30	29	28	30	57.24	29	13.8	0.01240	0.00841
60	29	26	28	53.43	27	14.2	0.01240	0.00603
90	29	25	27	51.53	26	14.3	0.01240	0.00494
120	29	24	26	49.62	25	14.5	0.01240	0.00431
240	29	22	24	45.81	23	14.7	0.01240	0.00307
1440	29	18	20	38.19	19	14.8	0.01240	0.00126

(sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021)



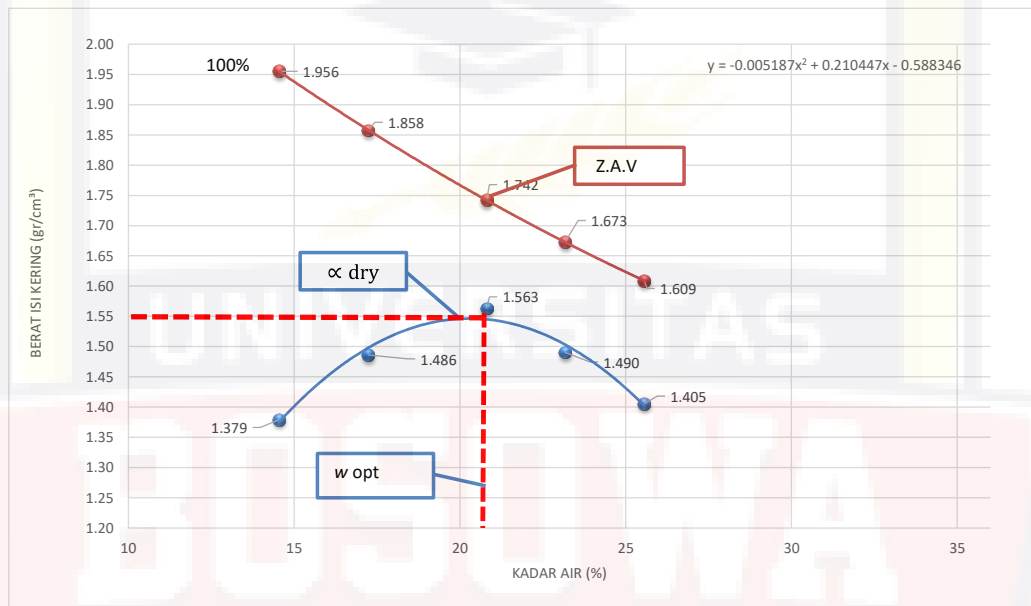
(sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021)

Gambar 4.3 Grafik Pembagian Butir Analisa Hidrometer

Peninjauan klasifikasi tanah yang mempunyai ukuran butir lebih kecil dari 0,002 mm, tidak berdasarkan secara langsung pada gradasinya, sehingga penentuan klasifikasinya lebih didasarkan pada batas batas atterbergnya.

b. Pengujian Kompaksi (Pematatan)

Dari pengujian pematatan Standar (Proctor test) diperoleh $w_{opt} = 20,29\%$ dan $\gamma_{maks} = 1,55 \text{ gr/cm}^3$. Dapat dilihat dari gambar 4.4 pengujian kompaksi berikut:



Gambar 4.4 Grafik Pengujian Kompaksi

4.3. Klasifikasi Tanah Asli

4.3.1 AASHTO (American Association Of State Highway And Transportation Officials)

Untuk mengklasifikasikan tanah yang diuji ke dalam klasifikasi AASTHO adalah dengan berdasarkan uji analisa distribusi butiran serta hasil uji batas-batas Atterberg, yaitu sebagai berikut:

- Tanah lolos saringan No.200 = 74,92%
- Batas cair (LL) = 54,92 %
- Batas Plastis (PL) = 31,14%

d) Indeks Plastisitas (IP) = 23,78%

Berdasarkan analisa basah, presentase bagian tanah yang lolos saringan no.200 adalah lebih besar dari 74,92% (> 35%). Sehingga tanah diklasifikasikan dalam kelompok : (A-4,A-5,A-6,A-7).

Batas cair (LL) = 54,92 %. Untuk tanah yang batas cairnya lebih besar dari 41% maka tanah tersebut masuk dalam kelompok A-5 (min. 41%) dan A-7 (A-7-5,A-7-6) yang juga min. 41%.

Indeks Plastisitas (PI) = 23,78%. Untuk kelompok A-5 nilai maksimalnya 10% sedangkan kelompok A-7 nilai PI minimumnya sebesar 11% maka tanah dikelompokkan kedalam kelompok A-7(A-7-5,A-7-6).

Sedangkan nilai Batas Plastis (PL) = 31,14%, untuk kelompok A-7-5 nilai PL > 30% ,sehingga tanah dikelompokkan ke dalam kelompok A-7-5. Tanah yang masuk kategori A-7-5 termasuk klasifikasi tanah lempung.

4.3.2 USCS (*Unified Soil Classification System*)

Dari analisis saringan basah didapatkan tanah lolos saringan no.200 lebih besar dari 50% sehingga masuk ke dalam klasifikasi tanah berbutir halus.

Batas cair (LL) = 54,92 %, dan indeks plastisitas (PI) = 23,78%. Dari bagian plastisitas, klasifikasi tanah masuk dalam range CH (diatas garis A, PI = 0,73 (LL-25) ,dimana : CH adalah simbol lempung anorganik dengan plastisitas tinggi ,lempung gemuk (fat clays).

Dari karakteristik material diatas (yaitu plastisitas dan distribusi ukuran partikel) dapat disimpulkan bahwa tanah tersebut adalah: Tanah Lempung (Clay) dengan Sifat Plastisitas tinggi.

4.4 Hasil Pengujian Sifat Mekanis Tanah

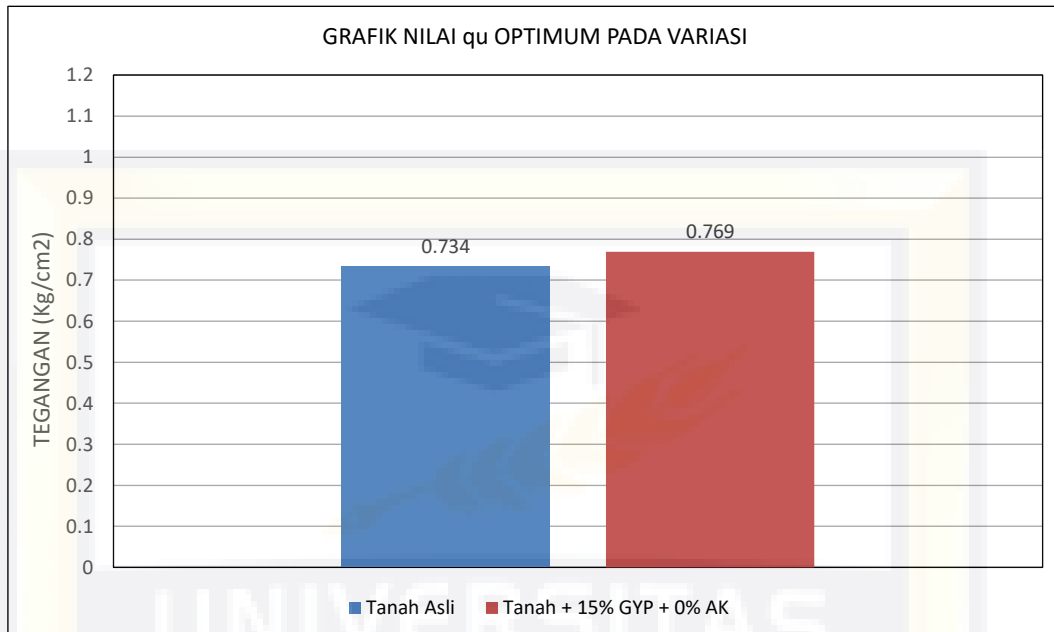
4.4.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*)

Hasil pengujian kuat tekan bebas variasi tanah ekspansif + gypsum 15% + abu kayu bakar 0%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% dan 15% dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut:

Tabel 4.9. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas

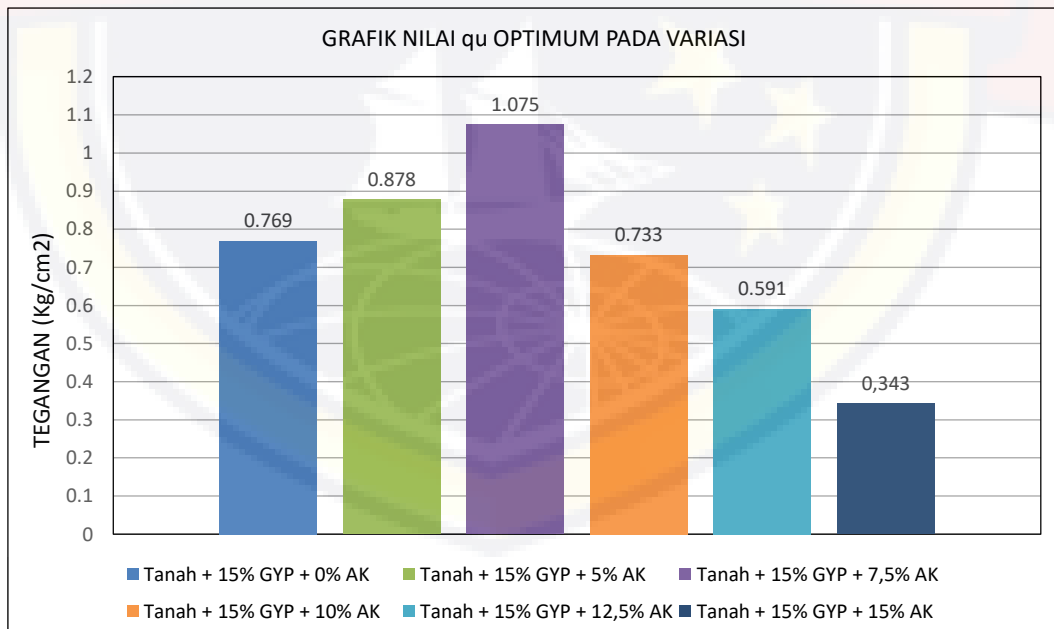
Komposisi Campuran	qu rata – Rata (kg/cm ²)
Tanah Asli	0,734
Tanah Ekspansif 85% + Limbah Gypsum 15% + Abu Kayu Bakar 0%	0,769
Tanah Ekspansif 85% + Limbah Gypsum 15% + Abu Kayu Bakar 5%	0,878
Tanah Ekspansif 85% + Limbah Gypsum 15% + Abu Kayu Bakar 7,5%	1,075
Tanah Ekspansif 85% + Limbah Gypsum 15% + Abu Kayu Bakar 10%	0,733
Tanah ekspansif 85% + Limbah Gypsum 15% + Abu Kayu Bakar 12,5%	0,591
Tanah ekspansif 85% + Limbah Gypsum 15% + Abu Kayu Bakar 15%	0,343

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021



Gambar 4.5 Grafik nilai qu Optimum pada variasi limbah gypsum

Pada gambar 4.5, dapat dilihat bahwa nilai qu optimum pada tanah asli sebesar 0,734 kg/cm². kemudian mengalami peningkatan setelah penambahan 15% limbah gypsum sebesar 0,769 kg/cm².



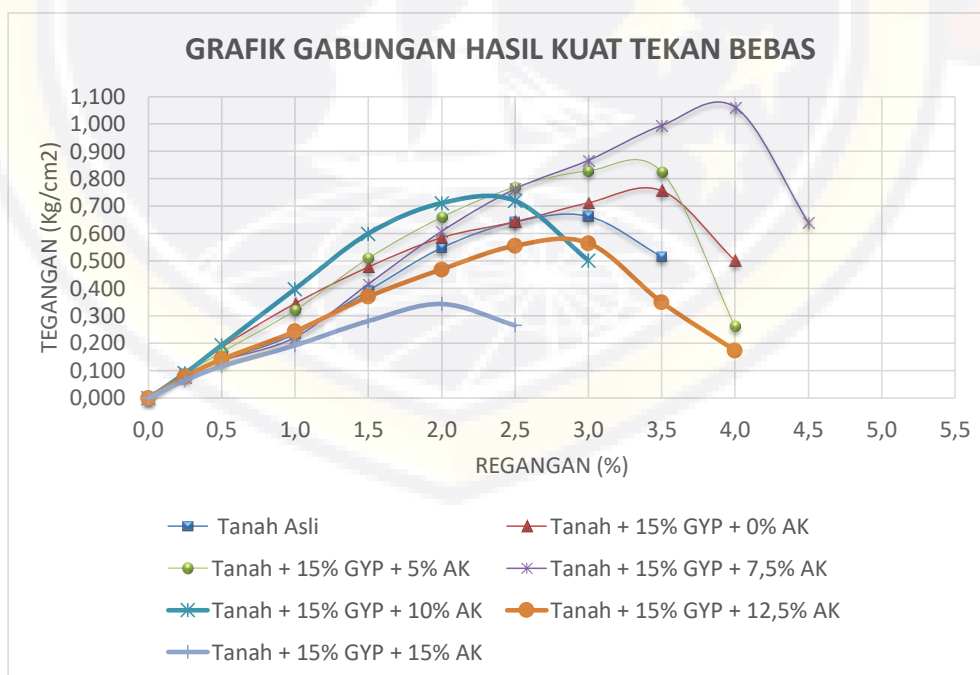
Gambar 4.6 Nilai qu rata-rata Optimum pada Variasi abu kayu bakar

Pada gambar 4.6, dapat dilihat bahwa nilai q_u optimum terus meningkat hingga nilai maksimum terdapat pada variasi tanah ekspansif + limbah gypsum 15% + Abu kayu bakar 7,5% sebesar 1,075. Dan mengalami penurunan pada variasi penambahan 10% 12,5% 15% + limbah gypsum 15% sebesar 0,343 kg/cm^2 .

Tabel 4.10 Nilai q_u Gabungan dari Pengujian Kuat Tekan Bebas

Regangan Aksial	Tanah Asli	Tanah + 15% GYP + 0% AK	Tanah + 15% GYP + 5% AK	Tanah + 15% GYP + 7,5% AK	Tanah + 15% GYP + 10% AK	Tanah + 15% GYP + 12,5% AK	Tanah + 15% GYP + 15% AK
0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,25	0,087	0,087	0,090	0,074	0,090	0,078	0,065
0,5	0,136	0,186	0,168	0,136	0,193	0,142	0,116
1,0	0,234	0,345	0,321	0,222	0,398	0,244	0,192
1,5	0,392	0,478	0,510	0,416	0,600	0,370	0,281
2,0	0,548	0,585	0,660	0,609	0,711	0,470	0,343
2,5	0,642	0,642	0,771	0,763	0,720	0,556	0,265
3,0	0,663	0,712	0,829	0,868	0,502	0,565	
3,5	0,516	0,756	0,825	0,995		0,350	
4,0		0,501	0,261	1,061		0,174	
4,5				0,641			

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021



Gambar 4.7 Gabungan Hasil Kuat Tekan Bebas

Berdasarkan tabel 4.10 dan gambar 4.7, gabungan hasil kuat tekan bebas dapat dilihat bahwa:

1. Pada tanah asli, peningkatan tegangan pada regangan 0.0 – 3.0 sebesar 0,663 kg/cm², namun mengalami penurunan tegangan pada regangan 3.5 yaitu sebesar 0,516 kg/cm².
2. Pada Tanah Ekspansif 85% + Limbah Gypsum 15% + Abu Kayu Bakar 0% terjadi peningkatan tegangan pada regangan 0.0 – 3.5 yaitu sebesar 0,756 kg/cm², namun mengalami penurunan tegangan pada regangan pada 4.0 yaitu sebesar 0.501 kg/cm².
3. Pada Tanah Ekspansif 85% + Limbah Gypsum 15% + Abu Kayu Bakar 5% terjadi peningkatan tegangan pada regangan 0.0 – 3.5 yaitu sebesar 0,825 kg/cm², namun mengalami penurunan tegangan pada regangan pada 4.0 yaitu sebesar 0.261 kg/cm².
4. Pada Tanah Ekspansif 85% + Limbah Gypsum 15% + Abu Kayu Bakar 7,5% terjadi peningkatan tegangan pada regangan 0.0 – 4.0 yaitu sebesar 1,061 kg/cm², namun mengalami penurunan tegangan pada regangan pada 4.5 yaitu sebesar 0.641 kg/cm².
5. Pada Tanah Ekspansif 85% + Limbah Gypsum 15% + Abu Kayu Bakar 10% terjadi peningkatan tegangan pada regangan 0.0 – 2.5 yaitu sebesar 0,720 kg/cm², namun mengalami penurunan tegangan pada regangan pada 4.0 yaitu sebesar 0.502 kg/cm².
6. Pada Tanah Ekspansif 85% + Limbah Gypsum 15% + Abu Kayu Bakar 12,5% terjadi peningkatan tegangan pada regangan 0.0 – 3.0 yaitu

sebesar 0,565 kg/cm², namun mengalami penurunan tegangan pada regangan pada 3.5 yaitu sebesar 0.350 kg/cm².

7. Pada Tanah Ekspansif 85% + Limbah Gypsum 15% + Abu Kayu Bakar 15% terjadi peningkatan tegangan pada regangan 0.0 – 2.0 yaitu sebesar 0,343 kg/cm², namun mengalami penurunan tegangan pada regangan pada 2.5 yaitu sebesar 0.265 kg/cm².

4.4.2. Hasil Pengujian Kuat Geser

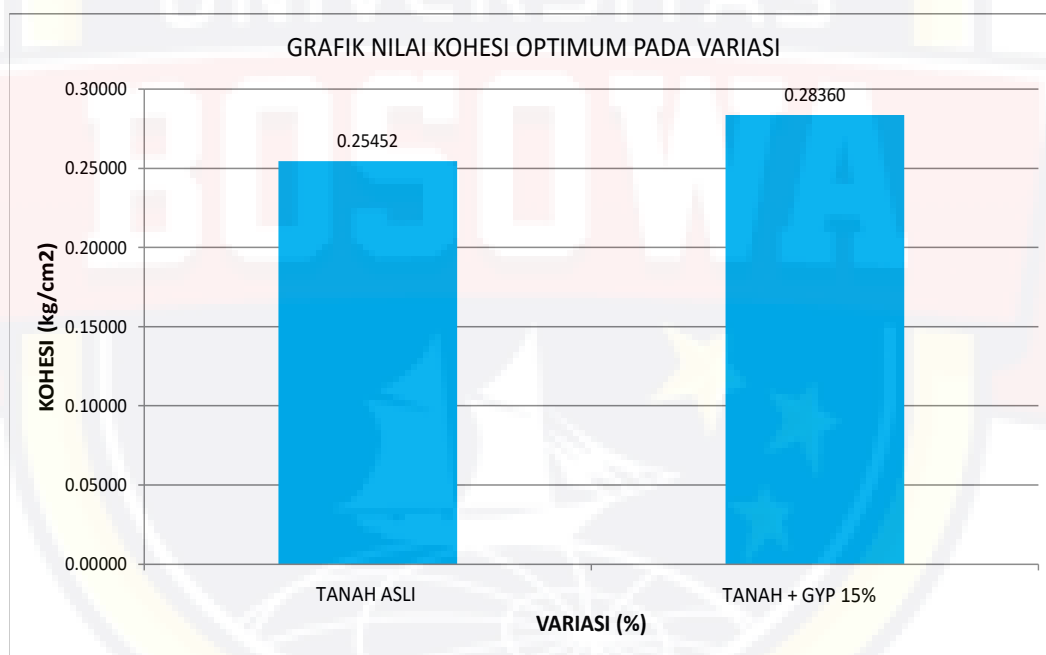
Hasil pengujian kuat geser variasi tanah ekspansif + limbah gypsum 15% + abu kayu bakar 0%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% dan 15% dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.11 Hasil pengujian kuat geser Langsung dengan variasi Limbah Gypsum + Abu kayu bakar

Sampel	kohesi (c)	Sudut geser dalam (φ)	Kuat geser geser (τ)
Tanah Asli	0.25452	19,39	0,3520
Tanah ekspansif + Limbah Gypsum 15% + Abu kayu bakar 0%	0.28360	22,90	0,4224
Tanah ekspansif + Limbah Gypsum 15% + Abu kayu bakar 5%	0,31269	24,59	0,4576
Tanah ekspansif + Limbah Gypsum 15% + Abu kayu bakar 7,5%	0,38541	27,83	0,5280

Tanah ekspansif + Limbah Gypsum 15% + Abu kayu bakar 10%	0,28360	15,73	0,2816
Tanah ekspansif + Limbah Gypsum 15% + Abu kayu bakar 12,5%	0,26179	13,84	0,2464
Tanah ekspansif + Limbah Gypsum 15% + Abu kayu bakar 15%	0,23270	11,93	0,2112

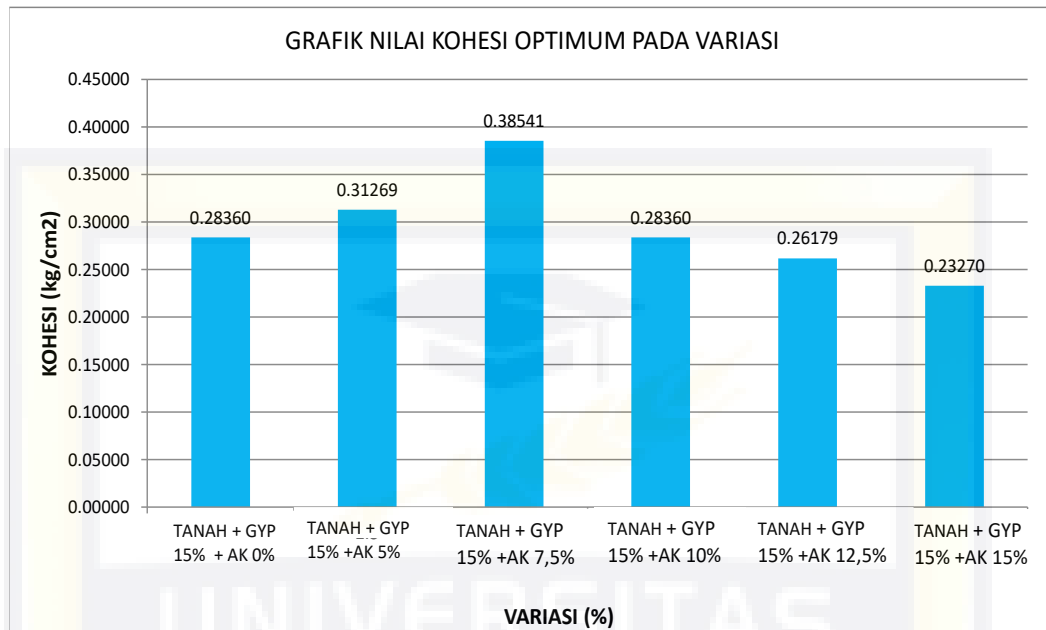
Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021



Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021

Gambar 4.8 Grafik hubungan kohesi tanah dengan variasi limbah gypsum

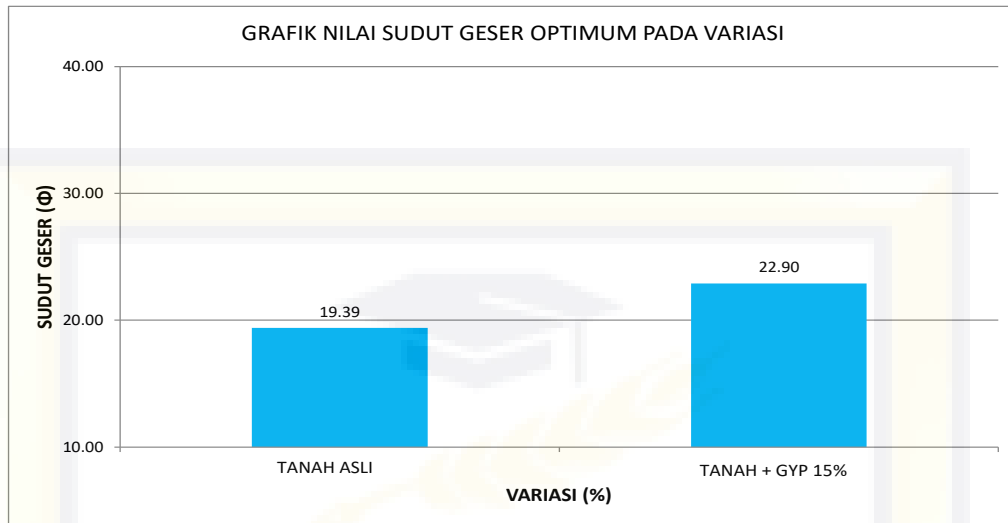
Pada gambar 4.8, dapat dilihat grafik hubungan kohesi tanah asli sebesar 0,25452 mengalami peningkatan setelah penambahan 15% limbah gypsum sebesar 0,28360.



Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021

Gambar 4.9 Grafik hubungan kohesi dengan variasi Limbah Gypsum + Abu kayu bakar

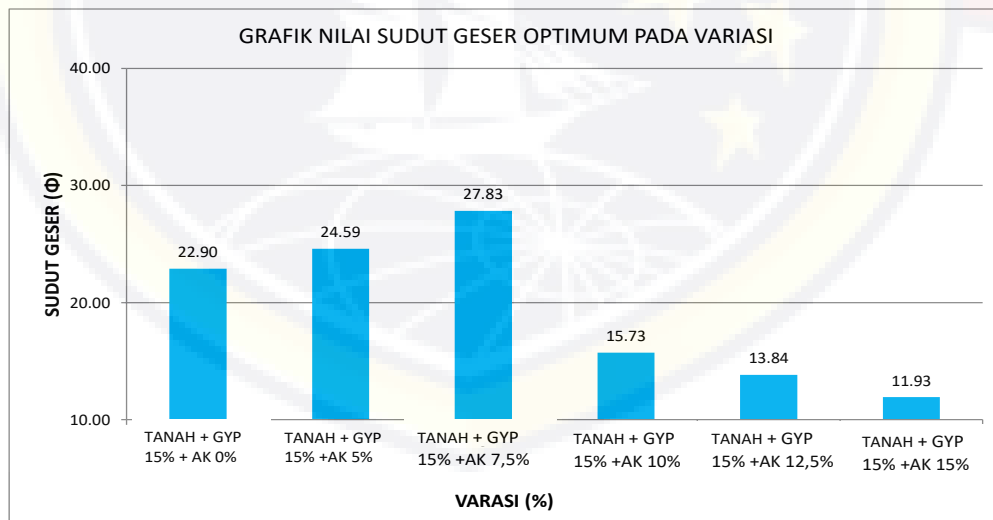
Pada gambar 4.9, dapat dilihat grafik hubungan kohesi tanah asli dengan limbah gypsum dan variasi abu kayu bakar, nilai kohesi terus meningkat pada variasi tanah + 15% Gypsum + 5% dan 7,5% abu kayu bakar sebesar 0,31269 dan 0,38541, namun nilai kohesi pada variasi tanah + 15% Gypsum + 10% abu kayu bakar terjadi penurunan dan begitu pula pada variasi tanah + 15% Gypsum + 12,5 dan 15% abu kayu bakar nilai kohesi juga mengalami penurunan bahkan lebih besar dari variasi sebelumnya, sehingga nilai kohesi optimum terdapat pada tanah + 15% Gypsum + 7,5% abu kayu bakar sebesar 0,38541.



Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021

Gambar 4.10 Grafik hubungan Sudut geser dengan variasi Limbah Gypsum

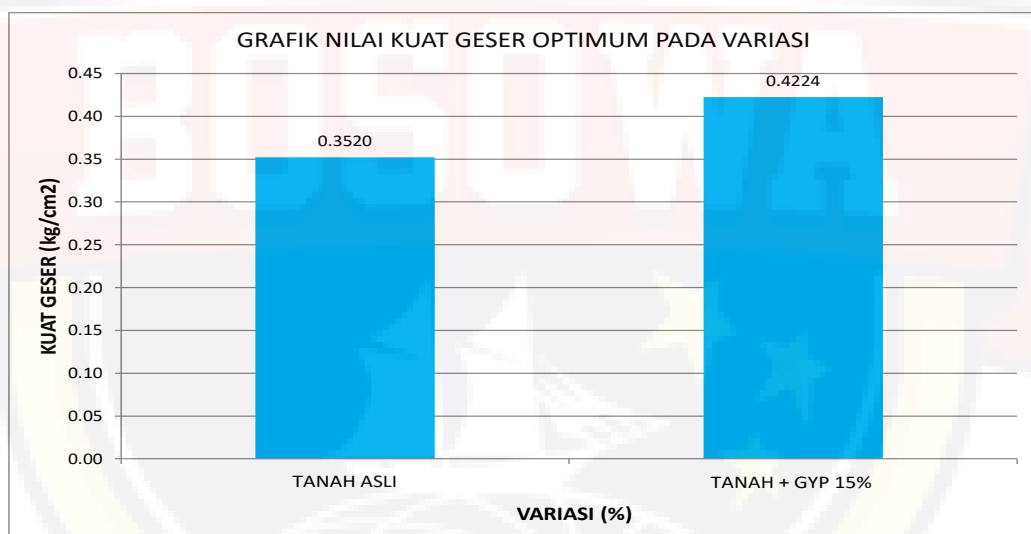
Pada gambar 4.10, dapat dilihat grafik hubungan sudut geser tanah asli sebesar 19,39 mengalami peningkatan setelah penambahan 15% limbah gypsum meningkat sebesar 22,90.



Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021

Gambar 4.11 Grafik hubungan Sudut geser dengan variasi Limbah Gypsum + Abu Kayu Bakar

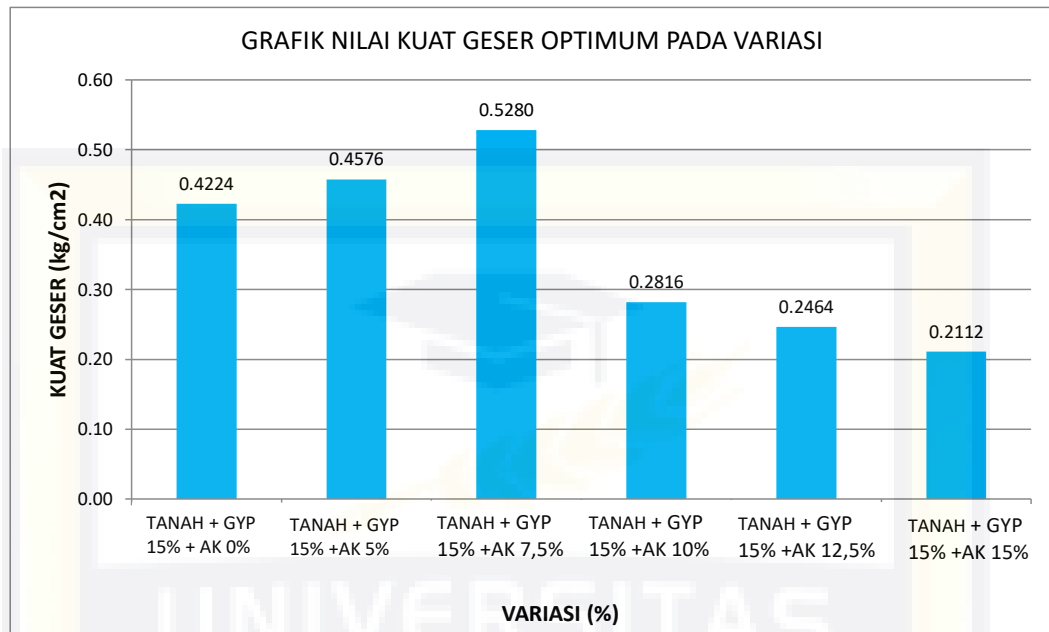
Pada gambar 4.22, dapat dilihat grafik hubungan sudut geser tanah + limbah gypsum dan variasi abu kayu bakar, nilai sudut geser terus meningkat pada variasi tanah + 15% Gypsum + 5% dan 7% abu kayu bakar sebesar 24,59 dan 27,83, namun nilai sudut geser pada variasi tanah + 15% Gypsum + 10% abu kayu bakar terjadi penurunan dan begitu pula pada variasi tanah + 15% Gypsum + 12,5 dan 15% abu kayu bakar nilai sudut geser juga mengalami penurunan bahkan lebih besar dari variasi sebelumnya, sehingga nilai sudut geser optimum terdapat pada tanah + 15% Gypsum + 7,5% abu kayu bakar sebesar 27,83.



Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021

Gambar 4.12 Grafik hubungan Kuat geser dengan variasi Limbah Gypsum

Pada gambar 4.12, dapat dilihat grafik hubungan kuat geser tanah asli sebesar 0,3520 mengalami peningkatan setelah penambahan 15% limbah gypsum sebesar 0,4224.



Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2021

Gambar 4.13 Grafik hubungan Kuat geser dengan variasi Limbah Gypsum + Abu Kayu Bakar

Pada gambar 4.13, dapat dilihat grafik hubungan kuat geser tanah + limbah gypsum dan variasi abu kayu bakar, nilai kuat geser terus meningkat pada variasi tanah + 15% Gypsum + 5% dan 7% abu kayu bakar sebesar 0,4576 dan 0,5280, namun nilai kuat geser pada variasi tanah + 15% Gypsum + 10% abu kayu bakar terjadi penurunan dan begitu pula pada variasi tanah + 15% Gypsum + 12,5 dan 15% abu kayu bakar nilai kuat geser juga mengalami penurunan bahkan lebih besar dari variasi sebelumnya, sehingga nilai kuat geser optimum terdapat pada tanah + 15% Gypsum + 7,5% abu kayu bakar sebesar 0,5280.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diperoleh beberapa kesimpulan ,yaitu ;

1. Hasil Pengujian karakteristik tanah asli diperoleh bahwa tanah tersebut termasuk tanah berbutir halus dengan sifat plastisitas tinggi atau termasuk kelompok A-7-5 sesuai klasifikasi AASHTO atau tanah lempung sesuai dengan plasititas tinggi sesuai klasifikasi USCS.
2. Pada pengujian kuat tekan bebas nilai q_u tanah asli mengalami peningkatan setelah penambahan 15% limbah gypsum + 0% abu kayu bakar dan terus meningkat hingga permbahan 15% limbah gypsum + 7,5 abu kayu bakar, kemudian nilai q_u mengalami penurunan saat penambahan 15% limbah gypsum + 10%, 12,5% dan 15% abu kayu bakar
3. Pada pengujian kuat geser nilai kohesi tanah asli mengalami kenaikan pada saat penambahan 15% limbah gypsum + 0%, 5%, 7,5%, abu kayu bakar kemudian mengalami penurunan setelah penambahan 15% limbah gypsum + 10%, 12,5% dan 15% Abu kayu bakar. Begitu pula pada kuat geser dan sudut geser sama-sama mengalami kenaikan pada saat penambahan 15% limbah

gypsum + 0%, 5%, 7,5%, abu kayu bakar kemudian mengalami penurunan setelah penambahan 15% limbah gypsum + 10%, 12,5% dan 15% Abu kayu bakar.

5.2 SARAN

1. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu solusi untuk menangani masalah tanah ekspansif pada saat dilakukan konstruksi atau pekerjaan di lapangan.
2. Perlu ada penelitian tentang penggunaan material – material bahan campuran lain yang dikombinasikan dengan tanah ekspansif, Abu kayu bakar yang lebih variatif.
3. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan apabila ingin mengembangkan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Aldrian, B. (2016). Penelitian penurunan (settlement) konsolidasi pada tanah lempung desa pare, godean, sleman, yogyakarta dengan metode vertical drains. *eprints.uny.ac.id*.

Andriani, A., Yuliet, R., & Fernandez, F. L. (2012). Pengaruh penggunaan semen sebagai bahan stabilisasi pada tanah lempung daerah lambung bukit terhadap nilai cbr tanah. *jrs.ft.unand.ac.id*.

Aziz, M. M., & Safitri, R. (2015). Peningkatan kekuatan tanah dasar jalan tanjung api - api menggunakan bahan tambah chemical geopolymer ditinjau dari nilai cbr. *eprints.polsri.ac.id*.

Azzyzaro Junior Karaseran, O. B. (2015). Pengaruh bahan campuran arang tempurung terhadap konsolidasi sekunder pada lempung ekspansif. *Jurnal Sipil Statik*.

Bowles, J. E. (1986). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.

Darwis, M. (2018). *Dasar-Dasar Mekanika Tanah*. Yogyakarta: Pena Indis.

Febra Ndaru Wardhana, Y. Z. (2014). Pengaruh penambahan serbuk gypsum dan abu sekam padi dengan lamanya waktu pengeraman (curing) terhadap karakteristik tanah lempung ekspansif di bojonegoro. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*.

Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika tanah 1*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Irawan, C. (2010). Pengaruh pemadatan dengan proctor modifikasi pada kuat geser tanah gambut melalui uji triaksial consolidated undrained. *lib.ui.ac.id*, 9.

Karaseran, J. (2015). Pengaruh Bahan Campuran Arang Tempurung Terhadap Konsolidasi Sekunder Pada Lempung Ekspansif. *Jurnal Teknik Sipil*.

Landangkasiang, F. N., Sompie, O. B., & Sumampouw, J. E. (2020). Analisis geoteknik tanah lempung terhadap penambahan limbah gypsum. *ejournal.unsrat.ac.id*.

Lestari, I. G. (2014). Karakteristik tanah lempung ekspansif (Studi Kasus di Desa Tanah Awu, Lombok Tengah). *unmasmataram.ac.id*.

Manuel, J., & Muslimah, A. A. (2019). Stabilisasi tanah sedimen danau tempe dengan bottom ash sebagai material tanah timbunan. *Laporan tugas akhir Program Studi Konstruksi Sipil Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang*.

Maulana, G., & Hamdhan, I. N. (2016). Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Menggunakan Campuran Renolith dan Kapur. *ejournal.itenas.ac.id*.

Putranto, A. R., Zaika, Y., & Suryo, E. A. (2015). Pengaruh Variasi Jarak dan Panjang Kolom Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif di Bojonegoro dengan 15% Fly Ash Menggunakan Metode Deep Soil Mixing Berpola Single Square Terhadap Daya Dukung Tanah. *Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*, 2.

Raditya, A. G., Zaika, Y., & Rachmansyah, A. (2017). Perubahan perilaku tanah ekspansif akibat stabilisasi menggunakan metode deep soil mixing pola panels dengan kapur 8%. *sipil.studentjournal.ub.ac.id*.

Santoso, H., & Widhiarto, H. (2019). Analisis tanah lempung ekspansif pamekasan menggunakan bahan stabilisasi abu jerami. *repository.untag-sby.ac.id*.

Sengeoris, M. (2016). Pemanfaatan bubuk arang kayu sebagai bahan stabilisasi terhadap kuat dukung tanah lempung sukodono dengan variasi perawatan (Studi Kasus Tanah Lempung Sukodono, Sragen). *eprints.ums.ac.id*.

Septayani, A., & Owens, D. A. (2016). Pengaruh penambahan pasir pada tanah lempung terhadap kuat geser dan stabilisasi tanah. *Politeknik Negeri Sriwijaya*.

Wesley, L. (2017). *Mekanika Tanah*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.

Wibawa, A., & Hisyam, E. S. (2015). Pengaruh Penambahan Limbah Gypsum Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Lempung.

journal.ubb.ac.id.

Widiantoro, I., & Ahmad, F. (2016). Stabilisasi Tanah Ekspansif Dengan Bahan Tambah Gypsum (Studi Kasus Di Kawasan Industri Canti Blok K-18, SEMARANG). *Jurnal Unika Soegijapranata*, 2.

Zaenuri, M., & Romadhon. (2019). Stabilisasi tanah lendut menggunakan penambahan abu kayu bakar dan semen portland tipe 1. *Jurnal CIVILLa Vol 4 No 2*, 269-270.

BOSOWA



Resume Pengujian Tanah Lempung

Project : Penelitian Tugas Akhir
Judul : "Analisis Kuat Tekan Dan Kuat Geser Tanah Ekspansif Dengan Limbah Gypsum Dan Variasi Abu Kayu Bakar"
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Univ. Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan oleh : Ilham Saputra

Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Asli

No	Parameter	Hasil	Satuan
		Tanah Asli	
1	Pemeriksaan kadar air mula-mula	39.39	%
2	Pengujian berat jenis	2.732	g/cm ³
3	pengujian batas-batas atterberg		
	1. Batas Cair (LL)	54.92	%
	2. Batas Plastis	31.14	%
	3. Batas Susut	16.37	%
	4. Indeks Plastisitas (PI)	23.78	%
	5. Activity	1.49	
4	Pengujian analisa saringan dan Hidrometer		
	#4 (4,75 mm)	100.00	%
	#10 (2,00 mm)	95.22	%
	#20 (0,85 mm)	87.60	%
	#40 (0,43 mm)	82.48	%
	#60 (0,25 mm)	82.02	%
	#80 (0,180 mm)	79.86	%
	#100 (0,15 mm)	77.76	%
	#200 (0,075 mm)	74.92	%
5	Pasir	25.61	%
	Lanau	31.61	%
	Lempung	42.78	%
6	Pengujian Kompaksi		
	Kadar Air Optimum	20.29	%
	γ dry	1.55	gr/cm ³

Berdasarkan hasil pemeriksaan sifat fisis tanah asli AASHTO mengklasifikasikan sampel tanah pada A-7 (tanah lempung) dan subkelompok A-7-5, sedangkan USCS mengklasifikasikan sampel tanah sebagai tanah berbutir halus dan termasuk kedalam kelompok CH.

Makassar, Maret 2021

Diperiksa Oleh:



Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Diuji Oleh:



Ilham Saputra
Mahasiswa

Kepala Laboratorium



**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 : "Analisis Kuat Tekan Dan Kuat Geser Tanah Ekspansif
Dengan Limbah Gypsum Dan Variasi Abu Kayu Bakar"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 17 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

TABEL KADAIR AIR

No. Cawang	-	1	2
Berat Cawan, W1	gram	8,7	8,7
Berat Cawang + Tanah Basah, W2	gram	84,5	84,7
Berat Cawang + Tanah Kering, W3	gram	63,1	63,2
Berat Tanah Kering, $W_s=W3-W1$	gram	54,4	54,5
Berat Air, $W_w=W2-W3$	gram	21,4	21,5
Kadar Air, $w=(W_w/W_s)*100$	%	39,34	39,45
Rata-rata	%	39,39	

Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Makassar, Februari 2021

Diuji Oleh:

Ilham 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 : "Analisis Kuat Tekan Dan Kuat Geser Tanah Ekspansif
Dengan Limbah Gypsum Dan Variasi Abu Kayu Bakar"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 17 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

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

Sampel	-	I	II
Berat Piknometer, (W1)	gram	37,5	35,5
Berat Piknometer + Air, (W2)	gram	87,1	83,2
Berat Piknometer + Air + Tanah, (W3)	gram	102,9	99,1
Berat Tanah Kering, (Ws)	gram	25	25
Temperatur	°C	28	28
Faktor Koreksi, $\alpha = \gamma_T/\gamma_{20}$		0,99655	0,99655
Berat Jenis (Gs)		2,72	2,75
Berat Jenis rata-rata		2,732	

Tabel Pembagian Jenis Tanah Berdasarkan Berat Jenis

Macam Tanah	Berat Jenis (Gs)
KERIKIL	2.65 - 2.68
PASIR	2.65 - 2.68
LEMPUNG ORGANIK	2.58 - 2.65
LEMPUNG ANORGANIK	2.68 - 2.75
HUMUS	1,37
GAMBUS	1.25 - 1.8

Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Makassar, Februari 2021

Diuji Oleh:

Ilham Saputra
Mahasiswa



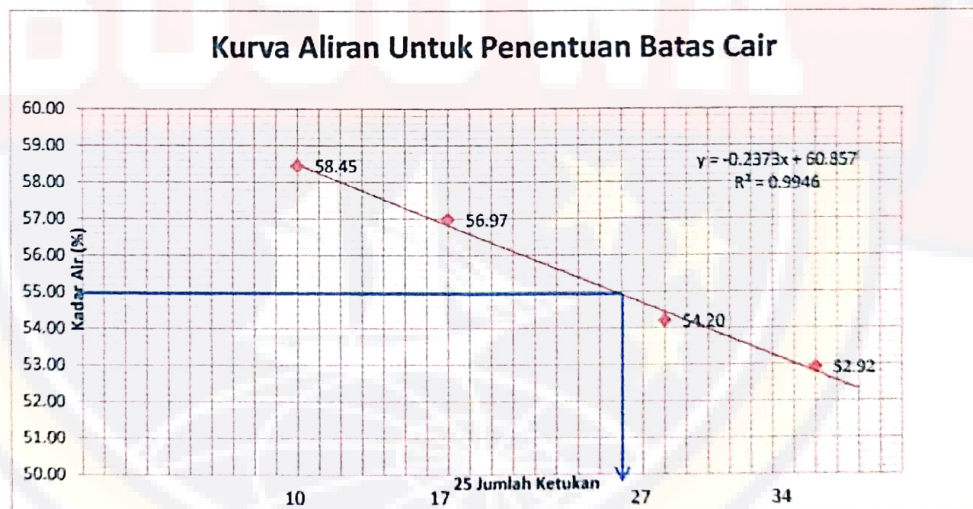
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : "Analisis Kuat Tekan Dan Kuat Geser Tanah Ekspansif
Dengan Limbah Gypsum Dan Variasi Abu Kayu Bakar"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 18 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

PENGUJIAN BATAS-BATAS ATTERBERG
(SNI 1996:2008)

No. Test	-	Batas Cair (LL)							
		10		17		27		34	
Jumlah Pukulan	-	10		17		27		34	
No. Cantainer	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B
Berat Tanah Basah + Container (W1)	gr	26.5	26.6	28.3	28.2	30.5	30.3	28.7	28.8
Berat Tanah Kering + Container (W2)	gr	20.1	20.2	21.4	21.2	23.4	23.2	21.9	22.0
Berat Container (W3)	gr	9.2	9.2	9.1	9.1	10.2	10.2	9.1	9.1
Berat Air (Ww=W1-W2)	gr	6.4	6.4	6.9	7.0	7.1	7.1	6.8	6.8
Berat Tanah Kering, (Wd=W2-W3)	gr	10.9	11.0	12.3	12.1	13.2	13.0	12.8	12.9
Kadar Air, Ww/Wd x 100%	%	58.7	58.2	56.1	57.9	53.8	54.6	53.1	52.7
Rata-rata		58.45		56.97		54.20		52.92	



Batas Cair (LL) didapat pada pukulan 25
Jadi, LL = $-0.2373 \ln(25) + 60.857 = 54.92\%$

Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Makassar, Februari 2021
Diuji Oleh:

Ilham 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 : "Analisis Kuat Tekan Dan Kuat Geser Tanah Ekspansif Dengan Limbah Gypsum Dan Variasi Abu Kayu Bakar"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 18 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

**PENGUJIAN BATAS SUSUT
(SNI 3422:2008)**

No. Test	-	1	2
Berat Mould (W1)	Gram	10.5	11.7
Berat Mould + Tanah Basah (W2)	Gram	35.9	37.4
Berat Mould + Tanah Kering (W3)	Gram	26.4	28.7
Berat Air Raksa yang dipakai untuk mengisi mangkok shringkage (W4)	Gram	222.6	213.5
Berat Air Raksa yang dipindahkan oleh tanah yang di test, (W5)	Gram	128.9	132.9
Berat Tanah Basah, $Ww=W2-W1$	Gram	25.4	25.7
Berat Tanah Kering, $Wd=W3-W1$	Gram	15.9	17
Berat Air, $Wa=W2-W3$	Gram	9.5	8.7
Berat Cawan Petri, (Wp)	Gram	40.4	40.4
Berat Jenis Air Raksa (r)	Gram	13.6	13.6
Volume tanah basah, $Vw=(W4-Wp)/r$	m ³	13.40	12.73
Volume tanah kering, $Vd=(W5-Wp)/r$	m ³	6.51	6.80
Kadar air = $Wa/Wd \times 100\%$	%	59.75	51.18
Batas susut : SL = Kadar air - $((Vw-Vd)/Wd) \times 100\%$	%	16.42	16.31
SL rata-rata	%	16.37	

Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Makassar, Februari 2021

Diuji Oleh:

Ilham 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 : "Analisis Kuat Tekan Dan Kuat Geser Tanah Ekspansif Dengan Limbah Gypsum Dan Variasi Abu Kayu Bakar"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 18 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham 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	29.3	31.6
Berat Tanah Kering + Container (W2)	Gram	28.8	30.7
Berat Container (W3)	Gram	27.2	27.8
Berat Air (Ww=W1-W2)	Gram	0.5	0.9
Berat Tanah Kering, (Wd=W2-W3)	Gram	1.6	2.9
Kadar Air, (Ww/Wd x 100%)	%	31.25	31.03
Kadar Air Rata-rata	%	31.14	

$$\text{Indeks Plastisitas PI} = LL - PL \\ = 54.92 - 31.14 = 23.78 \%$$

$$\text{Activity, A} = \frac{PI}{\% \text{ Clay Sizes} - 5} \\ = \frac{23.78}{21.00 - 5} \\ = \frac{23.78}{16.00} \\ = 1.49$$

Sumber: Braja M Das Jilid 1 & 2

Makassar, Februari 2021
Diuji Oleh:

Diperiksa Oleh

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Ilham Saputra
Mahasiswa



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

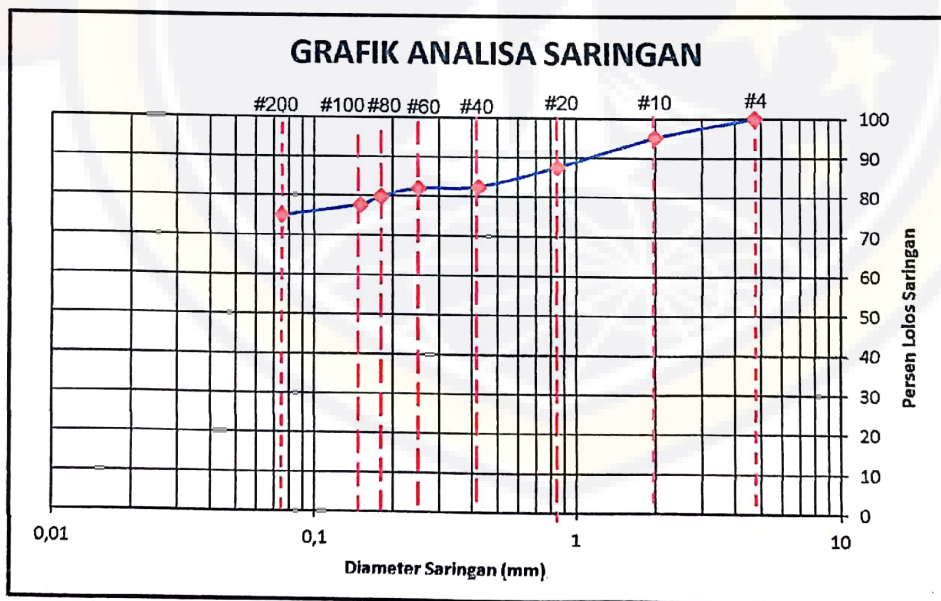
Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : "Analisis Kuat Tekan Dan Kuat Geser Tanah Ekspansif
Dengan Limbah Gypsum Dan Variasi Abu Kayu Bakar"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 18 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

PENGUJIAN ANALISA SARINGAN
(SNI 3423:2008)

	Berat (gram)
Berat tanah kering oven	500,00
Berat tanah kering tertahan sar. 200 sesudah dicuci	125,40
Berat tanah lolos saringan 200 setelah dicuci	374,60

Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Kumulatif (gram)	Persen (%)	
				Tertahan	Lolos
4	4,75	0	0	0	100
10	2,00	23,9	23,9	4,78	95,22
20	0,85	38,1	62,0	12,40	87,60
40	0,43	25,60	87,6	17,52	82,48
60	0,25	2,30	89,9	17,98	82,02
80	0,18	10,80	100,7	20,14	79,86
100	0,15	10,50	111,2	22,24	77,76
200	0,075	14,20	125,4	25,08	74,92
Pan	-	-	0,00	0,00	100,00



Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Makassar, Februari 2021
Diuji Oleh:

Ilham 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 : "Analisis Kuat Tekan Dan Kuat Geser Tanah Ekspansif Dengan Limbah Gypsum Dan Variasi Abu Kayu Bakar"
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 19 Februari 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

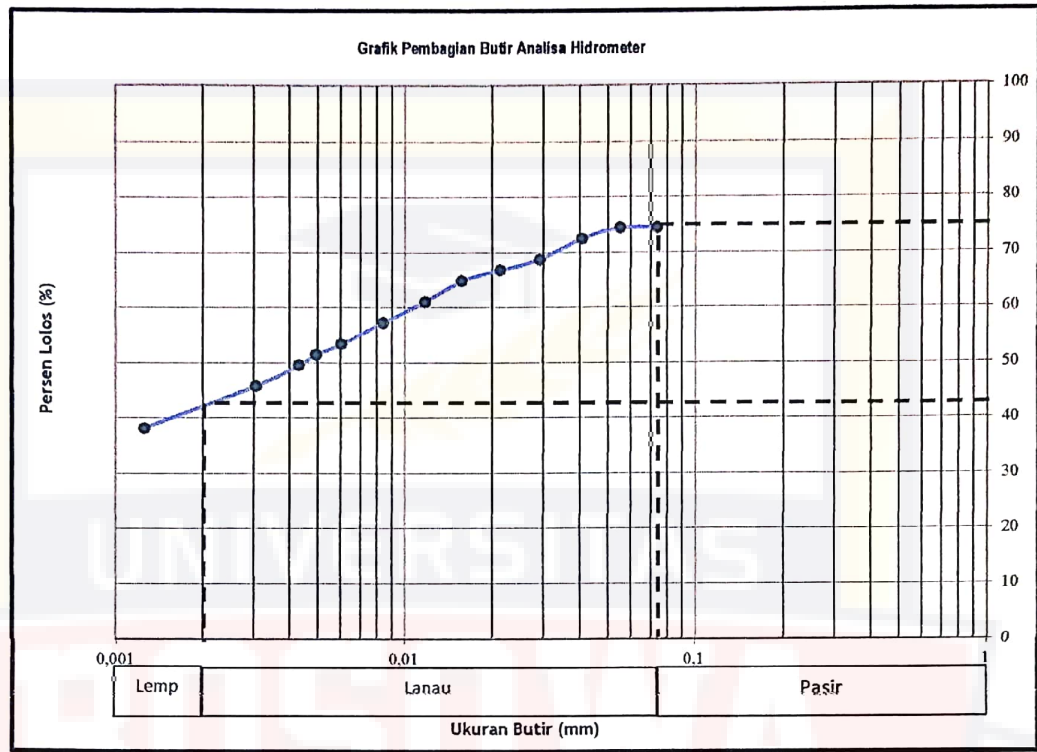
**PENGUJIAN ANALISIS HIDROMETER TANAH
(SNI 3423:2008)**

Berat Jenis : 2,732 gram/cm³
Zero Correction : 1
Meniscus Correction : 1
Gs Correction : 0,952
{a = 1.65 Gs/[(Gs-1)xGs]} :
Berat Tanah, W_s : 50 gram

R_{cp} = R + Temperatur Correction - Zero Correction

R_{cl} = R + Meniscus Correction

Waktu (menit)	T (°C)	R	R _{cp}	% Butiran Halus a.R _{cp} /W _s x 100 %	R _{cl}	L (cm)	K	D=K (L/t) ^{0,5}
0,25	29	37	39	74,39	38	8,9	0,01240	0,07399
0,5	29	37	39	74,39	38	9,9	0,01240	0,05518
1	29	36	38	72,48	37	10,9	0,01240	0,04094
2	29	34	36	68,67	35	11,1	0,01240	0,02921
4	29	33	35	66,77	34	11,9	0,01240	0,02139
8	29	32	34	64,86	33	12,9	0,01240	0,01575
15	29	30	32	61,05	31	13,5	0,01240	0,01176
30	29	28	30	57,24	29	13,8	0,01240	0,00841
60	29	26	28	53,43	27	14,2	0,01240	0,00603
90	29	25	27	51,53	26	14,3	0,01240	0,00494
120	29	24	26	49,62	25	14,5	0,01240	0,00431
240	29	22	24	45,81	23	14,7	0,01240	0,00307
1440	29	18	20	38,19	19	14,8	0,01240	0,00126



Makassar, Januari 2021

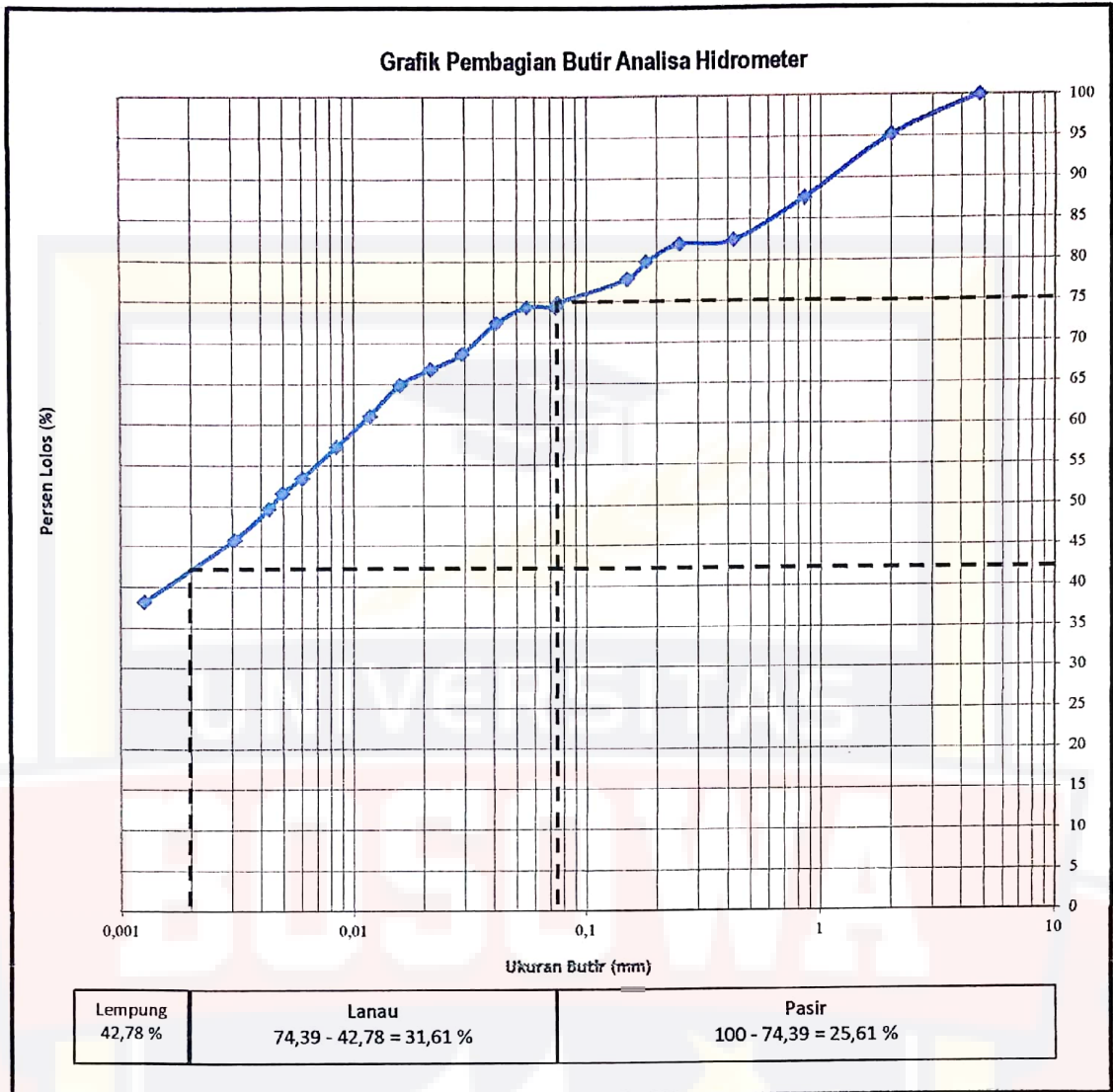
Diperiksa Oleh:

Diuji Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Ilham 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 : "Analisis Kuat Tekan Dan Kuat Geser Tanah Ekspansif
 Dengan Limbah Gypsum Dan Variasi Abu Kayu Bakar"
 Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah Asli
 Tanggal : 22 Februari 2021
 Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

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

Berat Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-mula	gram	23.12	23.12	23.12	23.12	23.12
Penambahan Air	%	5	10	15	20	25
Penambahan Air	ml	100	200	300	400	500
Kadar Air Akhir	ml	14.539	17.230	20.808	23.174	25.562

BERAT ISI BASAH

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Berat Mould	gram	1714	1856	1789	1774	1879
Berat Tanah Basah + Mould	gram	3185	3466	3545	3503	3540
Berat Tanah Basah, Wwet	gram	1471	1610	1756	1729	1661
Volume Mould	cm ³	944	944	944	944	944
Berat Volume Basah $\gamma_b = W_{wet} / V_{mould}$	gr/cm ³	1.558	1.706	1.860	1.832	1.760

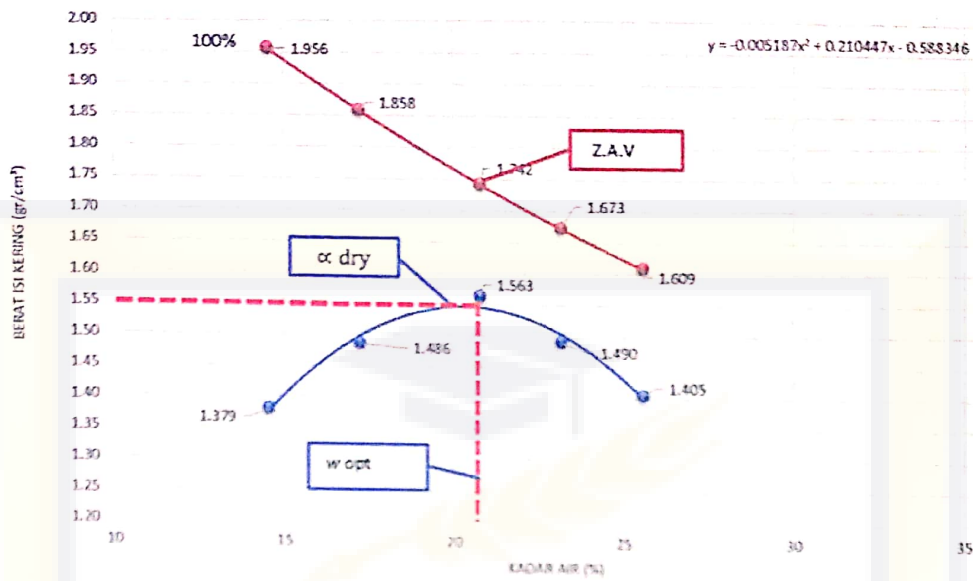
KADAR AIR

No. Cawan	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat Tanah Basah + Cawan	gram	28.0	28.7	32.6	31.8	25.2	27.1	28.4	28.0	39.6	39.4
Berat Tanah Kering + Cawan	gram	25.6	26.2	29.2	28.5	22.3	24.1	24.7	24.4	33.3	33.2
Berat Air (Ww)	gram	2.4	2.5	3.4	3.3	2.9	3	3.7	3.6	6.3	6.2
Berat Cawan	gram	8.9	9.2	9.2	9.6	8.8	9.2	8.8	8.8	8.7	8.9
Berat Tanah Kering	gram	16.7	17	20	18.9	13.5	14.9	15.9	15.6	24.6	24.3
Kadar Air (ω)	%	14.4	14.71	17	17.46	21.5	20.1	23.3	23.1	25.6	25.5
Kadar Air Rata-rata	%	14.539	17.230	20.808	23.174	25.562					

BERAT ISI KERING

Berat Tanah Basah, W wet	8	1471	1610	1756	1729	1661
Kadar Air Rata-rata	%	14.539	17.230	20.808	23.174	25.562
Volume Mould	cm ³	944	944	944	944	944
Berat Isi Kering $\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + \omega \cdot 100}$	gr/cm ³	1.379	1.486	1.563	1.490	1.405
Berat Isi Basah $\gamma_{d ZAV100} = \frac{G_s}{1 + (\omega \times G_s)} \times 1$	gr/cm ³	1.956	1.858	1.742	1.673	1.609

Berat Jenis (G_s) = **2.732**



$$-0.005187 x^2 + 0.210447 x - 0.5883$$

$$\begin{aligned}
 Y &= -0.0051870 x^2 + 0.21045 x + -0.588346 \\
 &= -0.010374000 + 0.21045 \\
 &= 20.29 \quad \text{Kadar Air Optimum} \\
 &= 1.546 \quad \text{yd maks.}
 \end{aligned}$$

Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Makassar, Mei 2021
Diuji Oleh:

Ilham Saputra
Mahasiswa





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

TABEL NILAI QU DARI PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Regangan Aksial	Tanah Asil	Tanah + 15% GYP	Tanah + 15% GYP + 5% AK	Tanah + 15% GYP + 7,5% AK	Tanah + 15% GYP + 10% AK	Tanah + 15% GYP + 12,5% AK	Tanah + 15% GYP + 15% AK
0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,25	0,087	0,087	0,090	0,074	0,090	0,078	0,065
0,5	0,136	0,186	0,168	0,136	0,193	0,142	0,116
1,0	0,234	0,345	0,321	0,222	0,398	0,244	0,192
1,5	0,392	0,478	0,510	0,416	0,600	0,370	0,281
2,0	0,548	0,585	0,660	0,609	0,711	0,470	0,343
2,5	0,642	0,642	0,771	0,763	0,720	0,556	0,265
3,0	0,663	0,712	0,829	0,868	0,502	0,565	
3,5	0,516	0,756	0,825	0,995		0,350	
4,0		0,501	0,261	1,061		0,174	
4,5				0,641			
5,0							

Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
sisten Laboratoriur

Hasrullah, ST.

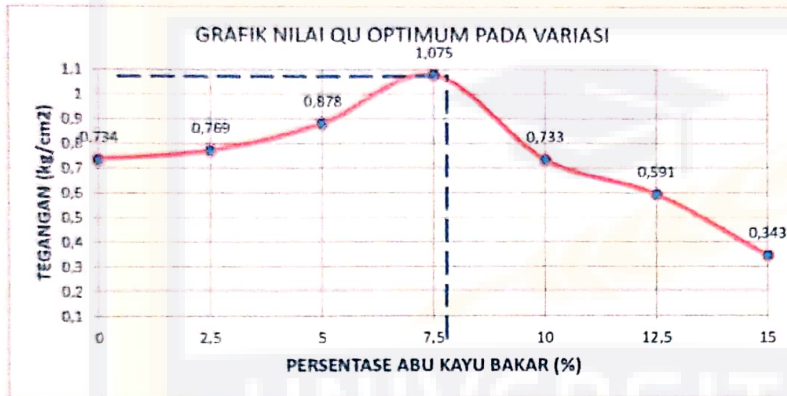
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
Mahasiswa

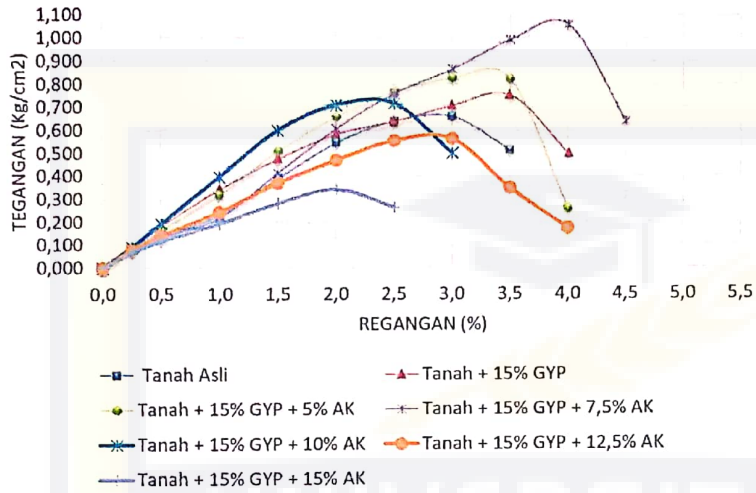
Ilham Saputra



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

GRAFIK GABUNGAN HASIL KUAT TEKAN BEBAS



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasnullah, ST.

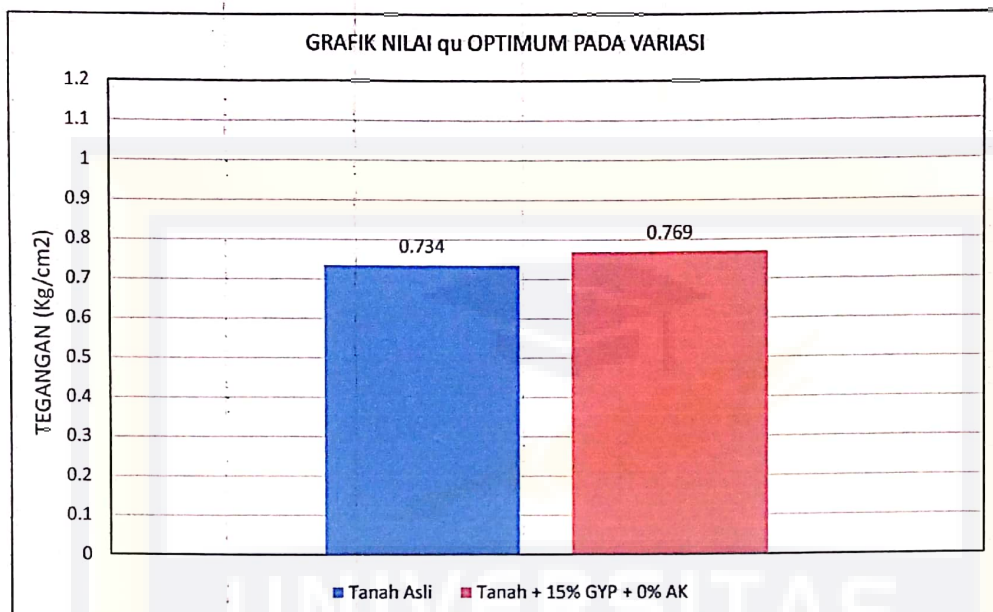
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

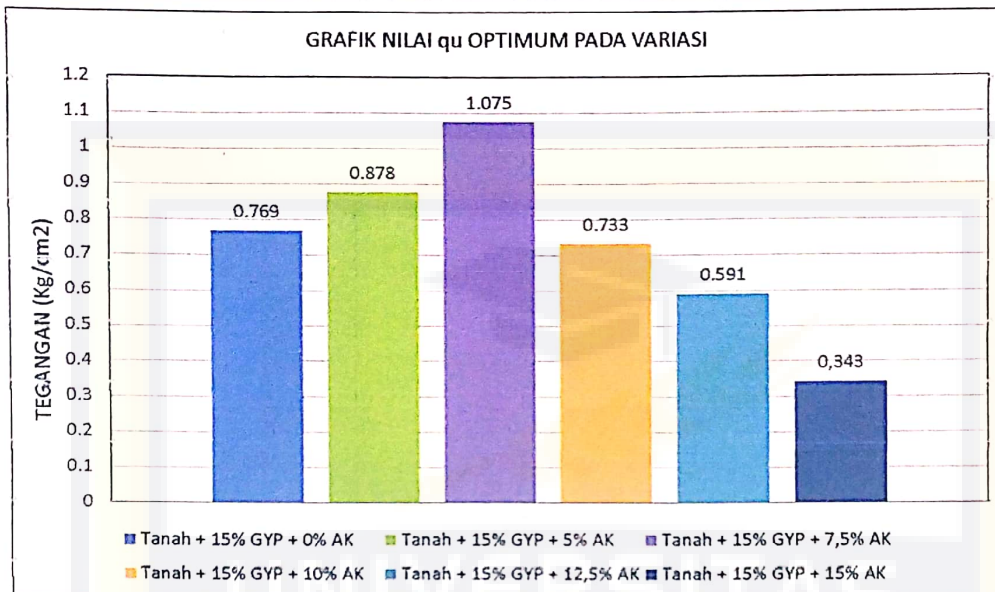
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasnallah, ST.

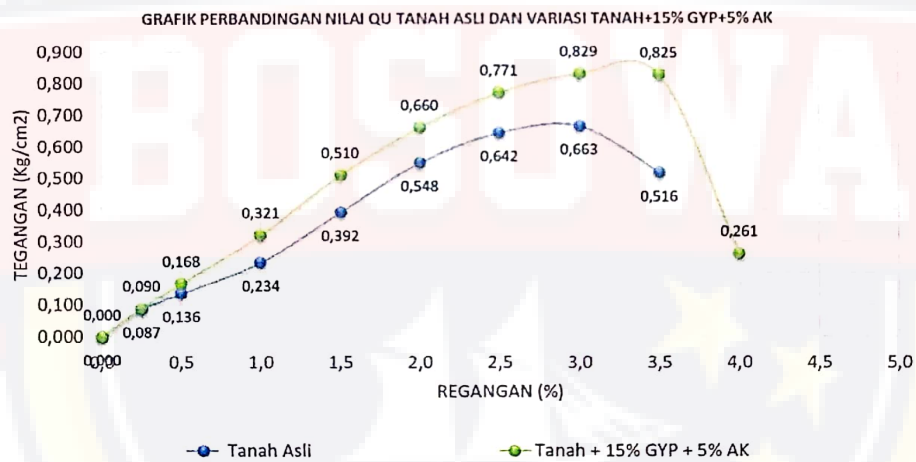
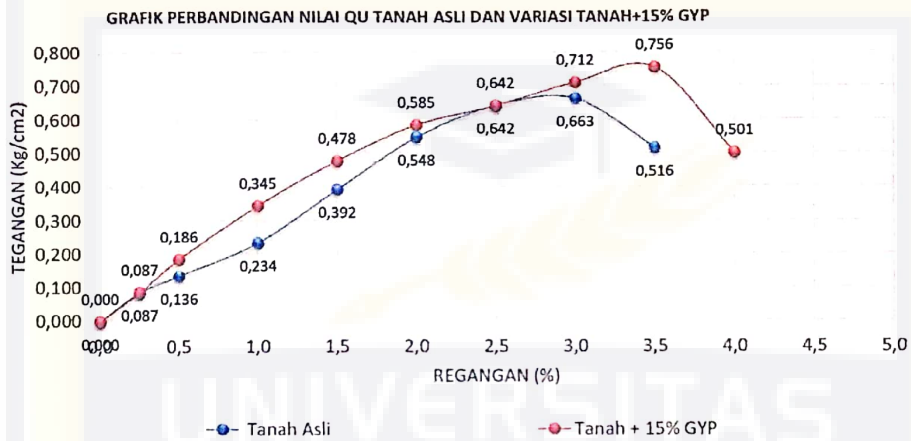
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

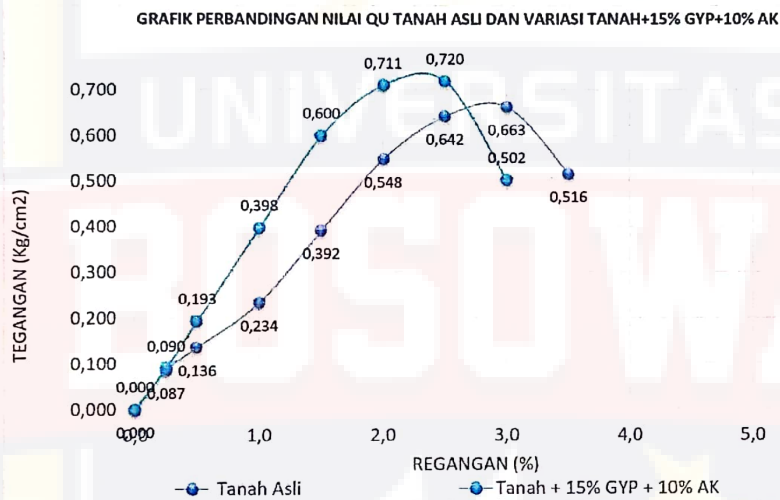
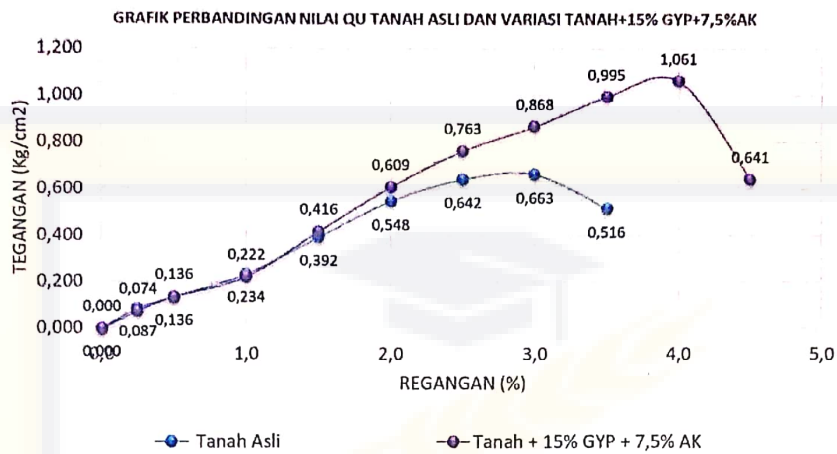
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
Mahasiswa

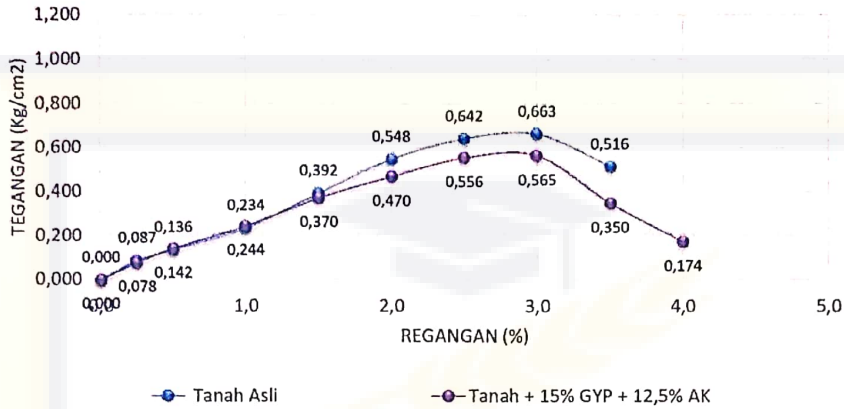
Ilham Saputra



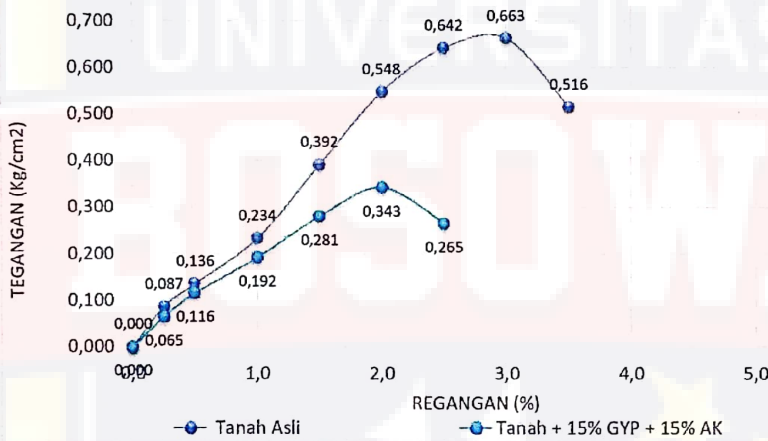
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

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

**GRAFIK PERBANDINGAN NILAI QU TANAH ASLI DAN VARIASI
TANAH + 15%GYP +12,5% AK**



GRAFIK PERBANDINGAN NILAI QU TANAH ASLI DAN VARIASI TANAH+15% GYP+15% AK



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 25 Maret 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)

SNI 3638-2012

Data 3 :

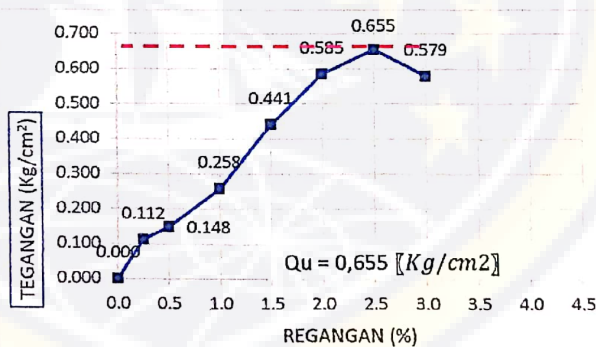
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703	
Diameter contoh	=	4.900	cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	9.800	cm
Luas Contoh (A)	=	18.848	cm ²
Isi Contoh	=	184.71	cm ³
Berat Contoh	=	1000.000	gr
Berat Isi Contoh	=	270.200	gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	218.500	gr
Berat Air	=	51.700	gr
Kadar Air Contoh	=	23.661	%

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon = (\delta H / H_0)$ (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas $A = A_0 / (1 - \delta h / h_0)$ (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.848	0.000
0.25	0.25	3.0	2.11	18.895	0.112
0.5	0.50	4.0	2.81	18.943	0.148
1.0	1.00	7.0	4.92	19.038	0.258
1.5	1.50	12.0	8.44	19.135	0.441
2.0	2.00	16.0	11.25	19.233	0.585
2.5	2.50	18.0	12.65	19.331	0.655
3.0	3.00	16.0	11.25	19.431	0.579
3.5					
4.0					

Qu = 0.655 Kg/cm²

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung dari Test Unconfined Compression

Qu (Kg/Cm ²)	Konsisten
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 25 Maret 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

Data 2 :

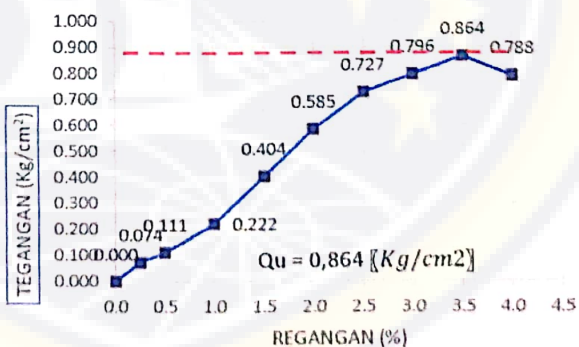
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.900 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.848 cm ²
Isi Contoh	=	188.48 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	301.300 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	244.700 gr
Berat Air	=	56.600 gr
Kadar Air Contoh	=	23.130 %

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon = (\delta H / H_0) (\%)$	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas $A = A_0 / (1 - \delta h / h_0)$ (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.848	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.895	0.074
0.5	0.50	3.0	2.11	18.943	0.111
1.0	1.00	6.0	4.22	19.038	0.222
1.5	1.50	11.0	7.73	19.135	0.404
2.0	2.00	16.0	11.25	19.233	0.585
2.5	2.50	20.0	14.06	19.331	0.727
3.0	3.00	22.0	15.47	19.431	0.796
3.5	3.50	24.0	16.87	19.531	0.864
4.0	4.00	22.0	15.47	19.633	0.788

$Q_u = 0.864 \text{ Kg/cm}^2$

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung dari Test Unconfined Compression

Qu (Kg/Cm ²)	Konsisten
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 25 Maret 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

Data 1 :

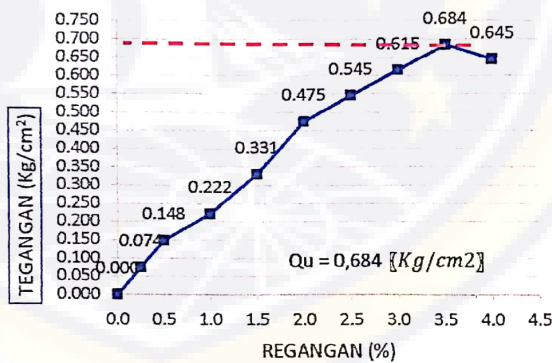
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.900 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.848 cm ²
Isi Contoh	=	188.48 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	288.600 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	232.400 gr
Berat Air	=	56.200 gr
Kadar Air Contoh	=	24.182 %

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
Pembacaan Deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon=(\delta H/H_0)$ (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas $A=A_0/(1-\delta h/h_0)$ (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.848	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.895	0.074
0.5	0.50	4.0	2.81	18.943	0.148
1.0	1.00	6.0	4.22	19.038	0.222
1.5	1.50	9.0	6.33	19.135	0.331
2.0	2.00	13.0	9.14	19.233	0.475
2.5	2.50	15.0	10.55	19.331	0.545
3.0	3.00	17.0	11.95	19.431	0.615
3.5	3.50	19.0	13.36	19.531	0.684
4.0	4.00	18.0	12.65	19.633	0.645

$Q_u = 0.684 \text{ Kg/cm}^2$

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung dari Test Unconfined Compression

Qu (Kg/Cm ²)	Konsisten
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 15% Gypsum + 0% Abu Kayu Bakar
Tanggal : 18 Mei 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)

SNI 3638-2012

Data 3 :

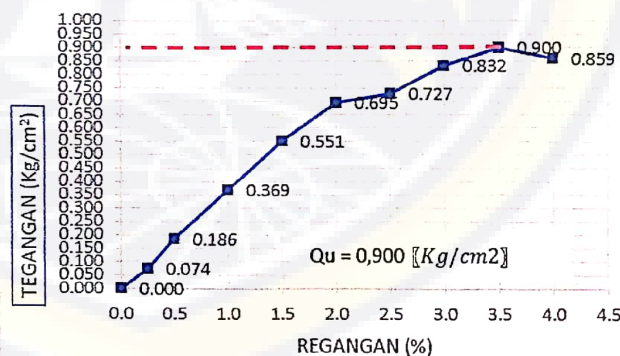
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703	
Diameter contoh	=	4.900	cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000	cm
Luas Contoh (A)	=	18.848	cm ²
Isi Contoh	=	188.48	cm ³
Berat Contoh	=	1000.000	gr
Berat Isi Contoh	=	319.800	gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	239.000	gr
Berat Air	=	80.800	gr
Kadar Air Contoh	=	33.808	%

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial ε=(δH/Ho) (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1-δh/ho) (cm ²)	Tegangan σ = P/A (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.848	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.895	0.074
0.5	0.50	5.0	3.52	18.943	0.186
1.0	1.00	10.0	7.03	19.038	0.369
1.5	1.50	15.0	10.55	19.135	0.551
2.0	2.00	19.0	13.36	19.233	0.695
2.5	2.50	20.0	14.06	19.331	0.727
3.0	3.00	23.0	16.17	19.431	0.832
3.5	3.50	25.0	17.58	19.531	0.900
4.0	4.00	24.0	16.87	19.633	0.859

Qu = 0.900 Kg/cm²

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung dari Test Unconfined Compression

Qu (Kg/Cm ²)	Konsisten
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



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

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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 15% Gypsum + 0% Abu Kayu Bakar
Tanggal : 18 Mei 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

**PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012**

Data 2 :

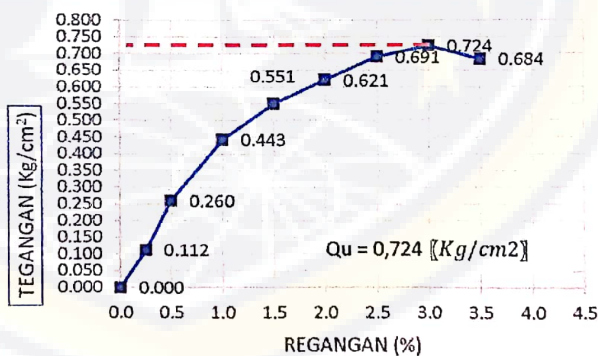
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.86 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	311.900 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	232.000 gr
Berat Air	=	79.900 gr
Kadar Air Contoh	=	34.440 %

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial ε=(δH/Ho) (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1-δh/ho) (cm ²)	Tegangan σ = P/A (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.848	0.000
0.25	0.25	3.0	2.11	18.895	0.112
0.5	0.50	7.0	4.92	18.943	0.260
1.0	1.00	12.0	8.44	19.038	0.443
1.5	1.50	15.0	10.55	19.135	0.551
2.0	2.00	17.0	11.95	19.233	0.621
2.5	2.50	19.0	13.36	19.331	0.691
3.0	3.00	20.0	14.06	19.431	0.724
3.5	3.50	19.0	13.36	19.531	0.684
4.0	4.00				

Qu = 0.724 Kg/cm²

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung dari Test Unconfined Compression

Qu (Kg/Cm ²)	Konsisten
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
 Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah + 15% Gypsum + 0% Abu Kayu Bakar
 Tanggal : 18 Mei 2021
 Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
 SNI 3638-2012

Data 1 :

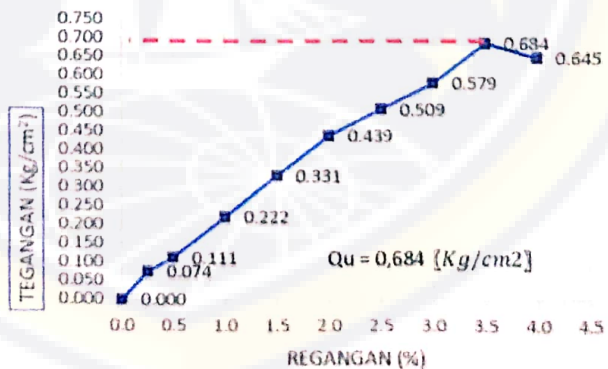
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.900 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.848 cm ²
Isi Contoh	=	188.48 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	318.800 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	236.000 gr
Berat Air	=	82.800 gr
Kadar Air Contoh	=	35.085 %

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial ε=(δH/Ho) (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1-δh/ho) (cm ²)	Tegangan σ = P/A (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.848	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.895	0.074
0.5	0.50	3.0	2.11	18.943	0.111
1.0	1.00	6.0	4.22	19.038	0.222
1.5	1.50	9.0	6.33	19.135	0.331
2.0	2.00	12.0	8.44	19.233	0.439
2.5	2.50	14.0	9.84	19.331	0.509
3.0	3.00	16.0	11.25	19.431	0.579
3.5	3.50	19.0	13.36	19.531	0.684
4.0	4.00	18.0	12.65	19.633	0.645

Qu = 0.684 Kg/cm²

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung dari Test Unconfined Compression

Qu (Kg/Cm ²)	Konsisten
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard



Makassar, Mei 2021

Dipenksa Oleh:
 Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
 Mahasiswa

Ilham Saputra



Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 15% Gypsum + 5% Abu Kayu Bakar
Tanggal : 18 Mei 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

Data 3 :

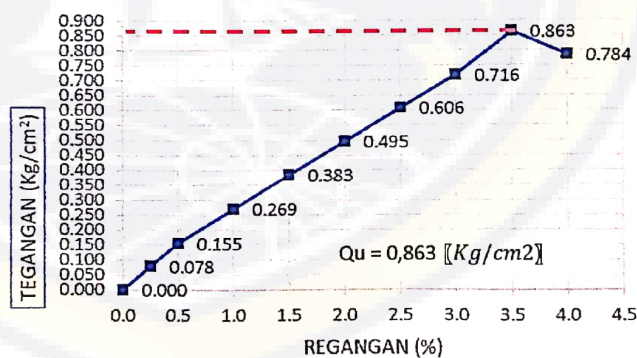
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703	
Diameter contoh	=	4.800	cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000	cm
Luas Contoh (A)	=	18.086	cm ²
Isi Contoh	=	180.86	cm ³
Berat Contoh	=	1000.000	gr
Berat Isi Contoh	=	311.000	gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	235.600	gr
Berat Air	=	75.400	gr
Kadar Air Contoh	=	32.003	%

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial ε=(δH/Ho) (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1-δh/ho) (cm ²)	Tegangan σ = P/A (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.132	0.078
0.5	0.50	4.0	2.81	18.177	0.155
1.0	1.00	7.0	4.92	18.269	0.269
1.5	1.50	10.0	7.03	18.362	0.383
2.0	2.00	13.0	9.14	18.456	0.495
2.5	2.50	16.0	11.25	18.550	0.606
3.0	3.00	19.0	13.36	18.646	0.716
3.5	3.50	23.0	16.17	18.742	0.863
4.0	4.00	21.0	14.76	18.840	0.784

Qu = 0.863 Kg/cm²

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung dari Test Unconfined Compression

Qu (Kg/Cm ²)	Konsisten
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



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

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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 15% Gypsum + 5% Abu Kayu Bakar
Tanggal : 18 Mei 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)

SNI 3638-2012

Data 2 :

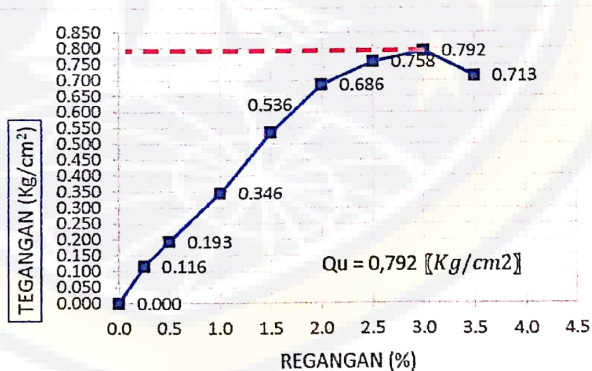
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.86 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	313.000 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	237.000 gr
Berat Air	=	76.000 gr
Kadar Air Contoh	=	32.068 %

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial ε=(δH/Ho) (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1-δh/ho) (cm ²)	Tegangan σ = P/A (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	3.0	2.11	18.132	0.116
0.5	0.50	5.0	3.52	18.177	0.193
1.0	1.00	9.0	6.33	18.269	0.346
1.5	1.50	14.0	9.84	18.362	0.536
2.0	2.00	18.0	12.65	18.456	0.686
2.5	2.50	20.0	14.06	18.550	0.758
3.0	3.00	21.0	14.76	18.646	0.792
3.5	3.50	19.0	13.36	18.742	0.713
4.0	4.00				

Qu = 0.792 Kg/cm²

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung dari Test Unconfined Compression

Qu (Kg/Cm ²)	Konsisten
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



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

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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 15% Gypsum + 5% Abu Kayu Bakar
Tanggal : 18 Mei 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

**PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012**

Data 1 :

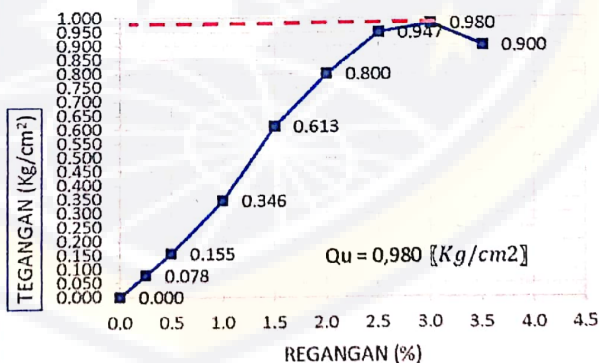
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.86 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	316.000 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	237.900 gr
Berat Air	=	78.100 gr
Kadar Air Contoh	=	32.829 %

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial ε=(δH/Ho) (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1-δh/ho) (cm ²)	Tegangan σ = P/A (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.132	0.078
0.5	0.50	4.0	2.81	18.177	0.155
1.0	1.00	9.0	6.33	18.269	0.346
1.5	1.50	16.0	11.25	18.362	0.613
2.0	2.00	21.0	14.76	18.456	0.800
2.5	2.50	25.0	17.58	18.550	0.947
3.0	3.00	26.0	18.28	18.646	0.980
3.5	3.50	24.0	16.87	18.742	0.900
4.0	4.00				

Qu = 0.980 Kg/cm²

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung dari Test Unconfined Compression

Qu (Kg/Cm ²)	Konsisten
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 15% Gypsum + 7,5% Abu Kayu Bakar
Tanggal : 18 Mei 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

Data 3 :

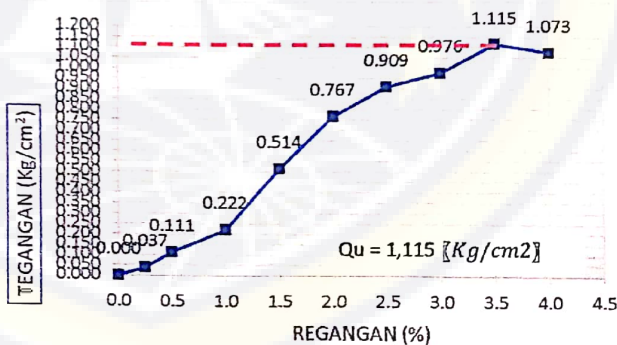
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703	
Diameter contoh	=	4.900	cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	9.800	cm
Luas Contoh (A)	=	18.848	cm ²
Isi Contoh	=	184.71	cm ³
Berat Contoh	=	1000.000	gr
Berat Isi Contoh	=	306.000	gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	233.500	gr
Berat Air	=	72.500	gr
Kadar Air Contoh	=	31.049	%

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial c=(δH/Ho) (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1-δh/ho) (cm ²)	Tegangan σ = P/A (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.848	0.000
0.25	0.26	1.0	0.70	18.896	0.037
0.5	0.51	3.0	2.11	18.945	0.111
1.0	1.02	6.0	4.22	19.042	0.222
1.5	1.53	14.0	9.84	19.141	0.514
2.0	2.04	21.0	14.76	19.241	0.767
2.5	2.55	25.0	17.58	19.341	0.909
3.0	3.06	27.0	18.98	19.443	0.976
3.5	3.57	31.0	21.79	19.546	1.115
4.0	4.08	30.0	21.09	19.650	1.073

Qu = 1.115 Kg/cm²

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung dari Test Unconfined Compression

Qu (Kg/Cm ²)	Konsisten
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 15% Gypsum + 7,5% Abu Kayu Bakar
Tanggal : 18 Mei 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

Data 2 :

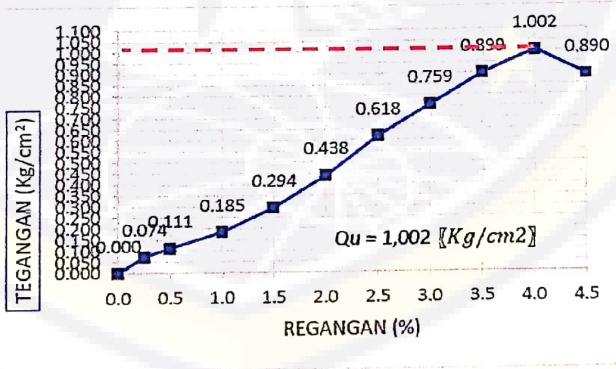
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.900 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	9.800 cm
Luas Contoh (A)	=	18.848 cm ²
Isi Contoh	=	184.71 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	308.000 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	235.000 gr
Berat Air	=	73.000 gr
Kadar Air Contoh	=	31.064 %

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial ε=(δH/Ho) (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1-δh/ho) (cm ²)	Tegangan σ = P/A (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.848	0.000
0.25	0.26	2.0	1.41	18.896	0.074
0.5	0.51	3.0	2.11	18.945	0.111
1.0	1.02	5.0	3.52	19.042	0.185
1.5	1.53	8.0	5.62	19.141	0.294
2.0	2.04	12.0	8.44	19.241	0.438
2.5	2.55	17.0	11.95	19.341	0.618
3.0	3.06	21.0	14.76	19.443	0.759
3.5	3.57	25.0	17.58	19.546	0.899
4.0	4.08	28.0	19.68	19.650	1.002
4.5	4.59	25.0	17.58	19.755	0.890

Qu = 1.002 Kg/cm²

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung dari Test Unconfined Compression

Qu (Kg/Cm ²)	Konsisten
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
 Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah + 15% Gypsum + 7,5% Abu Kayu Bakar
 Tanggal : 18 Mei 2021
 Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
 SNI 3638-2012

Data 1 :

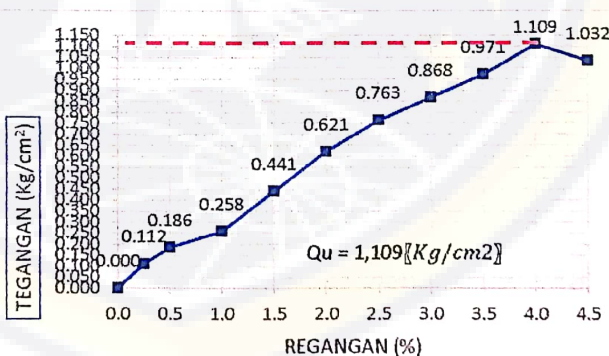
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.900 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	9.800 cm
Luas Contoh (A)	=	18.848 cm ²
Isi Contoh	=	184.71 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	306.000 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	232.000 gr
Berat Air	=	74.000 gr
Kadar Air Contoh	=	31.897 %

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial ε=(δH/Ho) (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1-δh/ho) (cm ²)	Tegangan σ = P/A (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.848	0.000
0.25	0.26	3.0	2.11	18.896	0.112
0.5	0.51	5.0	3.52	18.945	0.186
1.0	1.02	7.0	4.92	19.042	0.258
1.5	1.53	12.0	8.44	19.141	0.441
2.0	2.04	17.0	11.95	19.241	0.621
2.5	2.55	21.0	14.76	19.341	0.763
3.0	3.06	24.0	16.87	19.443	0.868
3.5	3.57	27.0	18.98	19.546	0.971
4.0	4.08	31.0	21.79	19.650	1.109
4.5	4.59	29.0	20.39	19.755	1.032

Qu = 1.109 Kg/cm²

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung dari Test Unconfined Compression

Qu (Kg/Cm ²)	Konsisten
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
 Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
 Mahasiswa

Ilham Saputra



Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 15% Gypsum + 10% Abu Kayu Bakar
Tanggal : 21 Mei 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

Data 3 :

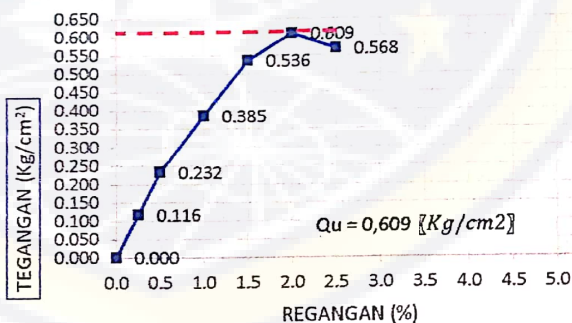
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703	
Diameter contoh	=	4.800	cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	9.800	cm
Luas Contoh (A)	=	18.086	cm ²
Isi Contoh	=	177.25	cm ³
Berat Contoh	=	1000.000	gr
Berat Isi Contoh	=	282.000	gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	216.000	gr
Berat Air	=	66.000	gr
Kadar Air Contoh	=	30.556	%

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial ε=(δH/Ho) (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1-δh/ho) (cm ²)	Tegangan σ = P/A (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.26	3.0	2.11	18.133	0.116
0.5	0.51	6.0	4.22	18.179	0.232
1.0	1.02	10.0	7.03	18.273	0.385
1.5	1.53	14.0	9.84	18.368	0.536
2.0	2.04	16.0	11.25	18.463	0.609
2.5	2.55	15.0	10.55	18.560	0.568
3.0	3.06				
3.5	3.57				
4.0	4.08				
4.5	4.59				
5.0	5.10				

Qu = 0.609 Kg/cm²

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung dari Test Unconfined Compression

Qu (Kg/Cm ²)	Konsisten
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



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

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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 15% Gypsum + 10% Abu Kayu Bakar
Tanggal : 21 Mei 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

**PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012**

Data 2 :

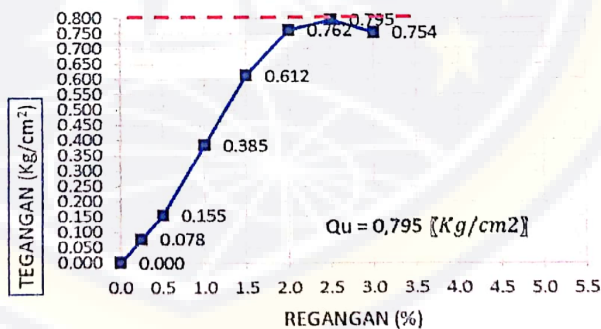
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	9.800 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	177.25 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	292.000 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	224.500 gr
Berat Air	=	67.500 gr
Kadar Air Contoh	=	30.067 %

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon = (\delta H/H_0)$ (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas $A=A_0/(1-\delta h/h_0)$ (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.26	2.0	1.41	18.133	0.078
0.5	0.51	4.0	2.81	18.179	0.155
1.0	1.02	10.0	7.03	18.273	0.385
1.5	1.53	16.0	11.25	18.368	0.612
2.0	2.04	20.0	14.06	18.463	0.762
2.5	2.55	21.0	14.76	18.560	0.795
3.0	3.06	20.0	14.06	18.658	0.754
3.5	3.57				
4.0	4.08				
4.5	4.59				
5.0	5.10				

Qu = 0.795 Kg/cm²

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung dari Test Unconfined Compression

Qu (Kg/Cm ²)	Konsisten
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 15% Gypsum + 10% Abu Kayu Bakar
Tanggal : 21 Mei 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

Data 1 :

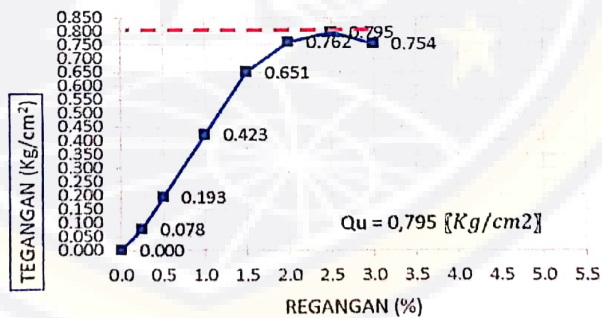
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	9.800 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	177.25 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	293.000 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	225.000 gr
Berat Air	=	68.000 gr
Kadar Air Contoh	=	30.222 %

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial ε=(δH/Ho) (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1-δh/ho) (cm ²)	Tegangan σ = P/A (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.26	2.0	1.41	18.133	0.078
0.5	0.51	5.0	3.52	18.179	0.193
1.0	1.02	11.0	7.73	18.273	0.423
1.5	1.53	17.0	11.95	18.368	0.651
2.0	2.04	20.0	14.06	18.463	0.762
2.5	2.55	21.0	14.76	18.560	0.795
3.0	3.06	20.0	14.06	18.658	0.754
3.5	3.57				
4.0	4.08				
4.5	4.59				
5.0	5.10				

Qu = 0.795 Kg/cm²

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung dari Test Unconfined Compression

Qu (Kg/Cm ²)	Konsisten
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 15% Gypsum + 12,5% Abu Kayu Bakar
Tanggal : 21 Mei 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

Data 3 :

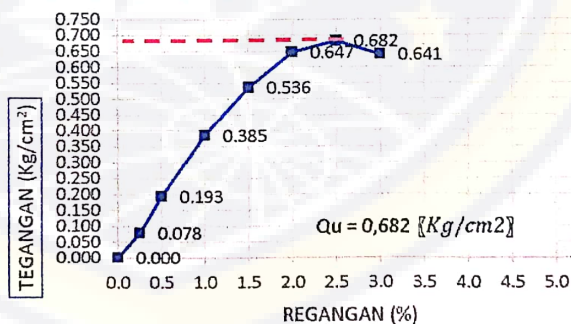
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703	
Diameter contoh	=	4.800	cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	9.800	cm
Luas Contoh (A)	=	18.086	cm ²
Isi Contoh	=	177.25	cm ³
Berat Contoh	=	1000.000	gr
Berat Isi Contoh	=	294.000	gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	217.700	gr
Berat Air	=	76.300	gr
Kadar Air Contoh	=	35.048	%

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial ε=(δH/Ho) (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1-δh/ho) (cm ²)	Tegangan σ = P/A (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.26	2.0	1.41	18.133	0.078
0.5	0.51	5.0	3.52	18.179	0.193
1.0	1.02	10.0	7.03	18.273	0.385
1.5	1.53	14.0	9.84	18.368	0.536
2.0	2.04	17.0	11.95	18.463	0.647
2.5	2.55	18.0	12.65	18.560	0.682
3.0	3.06	17.0	11.95	18.658	0.641
3.5	3.57				
4.0	4.08				
4.5	4.59				
5.0	5.10				

Qu = 0.682 Kg/cm²

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung dari Test Unconfined Compression

Qu (Kg/Cm ²)	Konsisten
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 15% Gypsum + 12,5% Abu Kayu Bakar
Tanggal : 21 Mei 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

Data 2 :

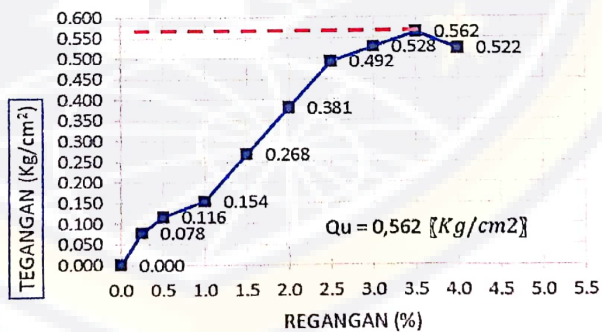
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	9.800 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	177.25 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	291.000 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	215.400 gr
Berat Air	=	75.600 gr
Kadar Air Contoh	=	35.097 %

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon = (\delta H / H_0)$ (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas $A = A_0 / (1 - \delta h / h_0)$ (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.26	2.0	1.41	18.133	0.078
0.5	0.51	3.0	2.11	18.179	0.116
1.0	1.02	4.0	2.81	18.273	0.154
1.5	1.53	7.0	4.92	18.368	0.268
2.0	2.04	10.0	7.03	18.463	0.381
2.5	2.55	13.0	9.14	18.560	0.492
3.0	3.06	14.0	9.84	18.658	0.528
3.5	3.57	15.0	10.55	18.756	0.562
4.0	4.08	14.0	9.84	18.856	0.522
4.5	4.59				
5.0	5.10				

Qu = 0.562 Kg/cm²

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung dari Test Unconfined Compression

Qu (Kg/Cm ²)	Konsisten
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



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

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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 15% Gypsum + 12,5% Abu Kayu Bakar
Tanggal : 21 Mei 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)

SNI 3638-2012

Data 1 :

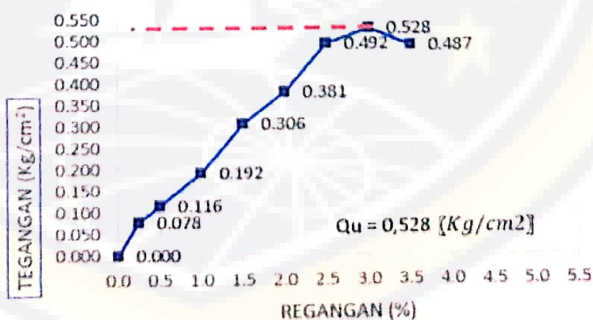
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	9.800 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	177.25 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	292.000 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	215.000 gr
Berat Air	=	77.000 gr
Kadar Air Contoh	=	35.814 %

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial ε=(δH/Ho) (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1-δh/ho) (cm ²)	Tegangan σ = P/A (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.26	2.0	1.41	18.133	0.078
0.5	0.51	3.0	2.11	18.179	0.116
1.0	1.02	5.0	3.52	18.273	0.192
1.5	1.53	8.0	5.62	18.368	0.306
2.0	2.04	10.0	7.03	18.463	0.381
2.5	2.55	13.0	9.14	18.560	0.492
3.0	3.06	14.0	9.84	18.658	0.528
3.5	3.57	13.0	9.14	18.756	0.487
4.0	4.08				
4.5	4.59				
5.0	5.10				

Qu = 0.528 Kg/cm²

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung dari Test Unconfined Compression

Qu (Kg/Cm ²)	Konsisten
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 15% Gypsum + 15% Abu Kayu Bakar
Tanggal : 21 Mei 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

Data 3 :

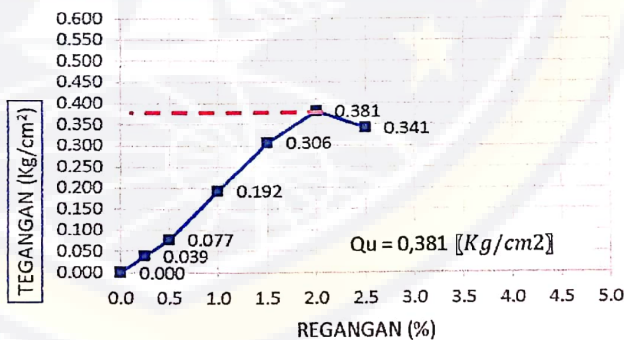
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703	
Diameter contoh	=	4.800	cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000	cm
Luas Contoh (A)	=	18.086	cm ²
Isi Contoh	=	180.86	cm ³
Berat Contoh	=	1000.000	gr
Berat Isi Contoh	=	276.000	gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	208.700	gr
Berat Air	=	67.300	gr
Kadar Air Contoh	=	32.247	%

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial ε=(δH/Ho) (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1-δh/ho) (cm ²)	Tegangan σ = P/A (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	1.0	0.70	18.132	0.039
0.5	0.50	2.0	1.41	18.177	0.077
1.0	1.00	5.0	3.52	18.269	0.192
1.5	1.50	8.0	5.62	18.362	0.306
2.0	2.00	10.0	7.03	18.456	0.381
2.5	2.50	9.0	6.33	18.550	0.341
3.0	3.00				
3.5	3.50				
4.0	4.00				
4.5	4.50				

Qu = 0.381 Kg/cm²

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung dari Test Unconfined Compression

Qu (Kg/Cm ²)	Konsisten
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



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

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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 15% Gypsum + 15% Abu Kayu Bakar
Tanggal : 21 Mei 2021
Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

**PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012**

Data 2 :

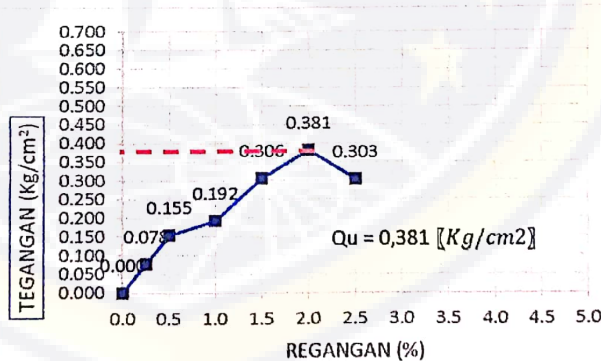
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.86 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	275.000 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	208.000 gr
Berat Air	=	67.000 gr
Kadar Air Contoh	=	32.212 %

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon = (\delta H/H_0) (\%)$	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas $A = A_0 / (1 - \delta h/h_0)$ (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.132	0.078
0.5	0.50	4.0	2.81	18.177	0.155
1.0	1.00	5.0	3.52	18.269	0.192
1.5	1.50	8.0	5.62	18.362	0.306
2.0	2.00	10.0	7.03	18.456	0.381
2.5	2.50	8.0	5.62	18.550	0.303
3.0	3.00				
3.5	3.50				
4.0	4.00				
4.5	4.50				

$Q_u = 0.381 \text{ Kg/cm}^2$

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung dari Test Unconfined Compression

Qu (Kg/Cm ²)	Konsisten
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ilham Saputra



Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
 Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah + 15% Gypsum + 15% Abu Kayu Bakar
 Tanggal : 21 Mei 2021
 Dikerjakan Oleh : Ilham Saputra

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
 SNI 3638-2012

Data 1 :

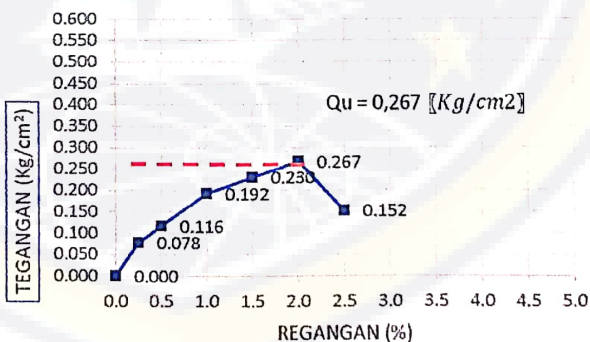
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.86 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	257.000 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	194.000 gr
Berat Air	=	63.000 gr
Kadar Air Contoh	=	32.474 %

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon = (\delta H/H_0)$ (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas $A = A_0 / (1 - \delta h/h_0)$ (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.132	0.078
0.5	0.50	3.0	2.11	18.177	0.116
1.0	1.00	5.0	3.52	18.269	0.192
1.5	1.50	6.0	4.22	18.362	0.230
2.0	2.00	7.0	4.92	18.456	0.267
2.5	2.50	4.0	2.81	18.550	0.152
3.0	3.00				
3.5	3.50				
4.0	4.00				
4.5	4.50				

$Q_u = 0.267 \text{ Kg/cm}^2$

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung dari Test Unconfined Compression

Qu (Kg/Cm ²)	Konsisten
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard



Makassar, Mei 2021

Diperiksa Oleh:
 Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Diuji Oleh:
 Mahasiswa

Ilham Saputra



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

RESUME

PENGUJIAN KUAT GESER TANAH LEMPUNG + GYPSUM + ABU KAYU BAKAR				
NO	PERSENTASE CAMPURAN	COHESI (C)	SUDUT GESER (Φ)	KUAT GESER
1	TANAH ASLI	0.25452	19.39	0.3520
2	0%	0.28360	22.90	0.4224
3	5%	0.31269	24.59	0.4578
4	7.5%	0.38541	27.83	0.5280
5	10%	0.28360	15.73	0.2816
6	12.5%	0.26179	13.84	0.2464
7	15%	0.23270	11.93	0.2112

Makassar, Mei 2021

Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Peneliti

Ilham Saputra

Kepala Laboratorium

Dr.Ir. H. Syahrul Sariman, MT.

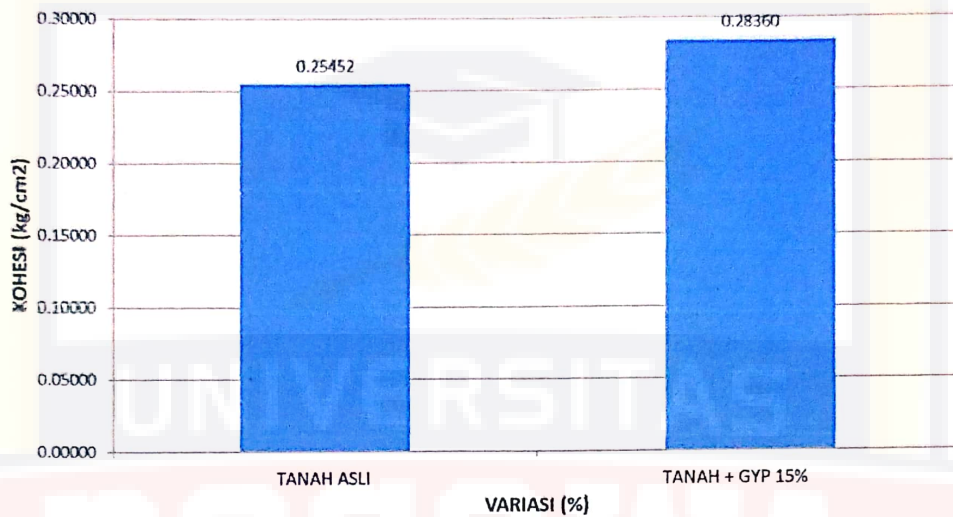
NIDN: 00 100359 03



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

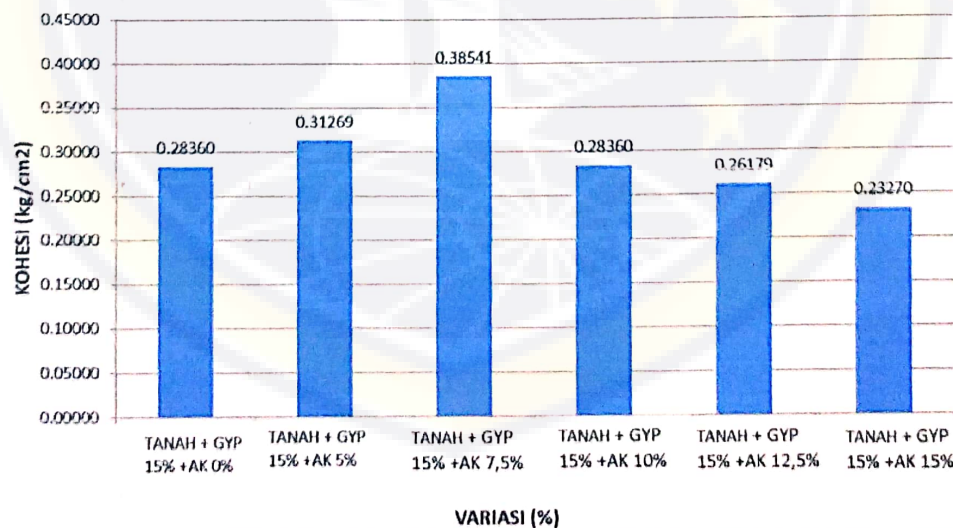
GRAFIK NILAI KOHESI OPTIMUM PADA VARIASI



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

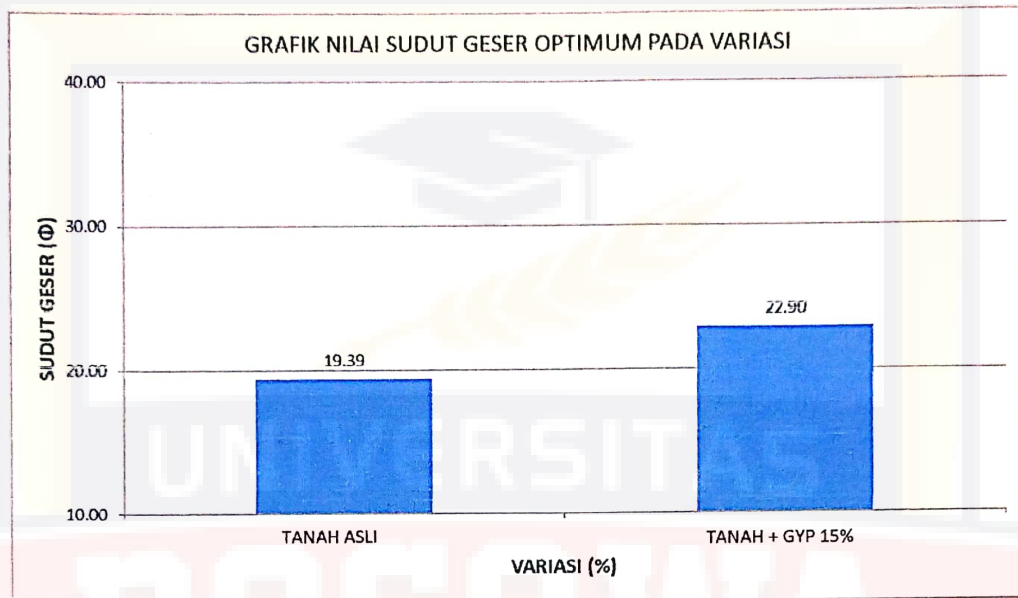
GRAFIK NILAI KOHESI OPTIMUM PADA VARIASI





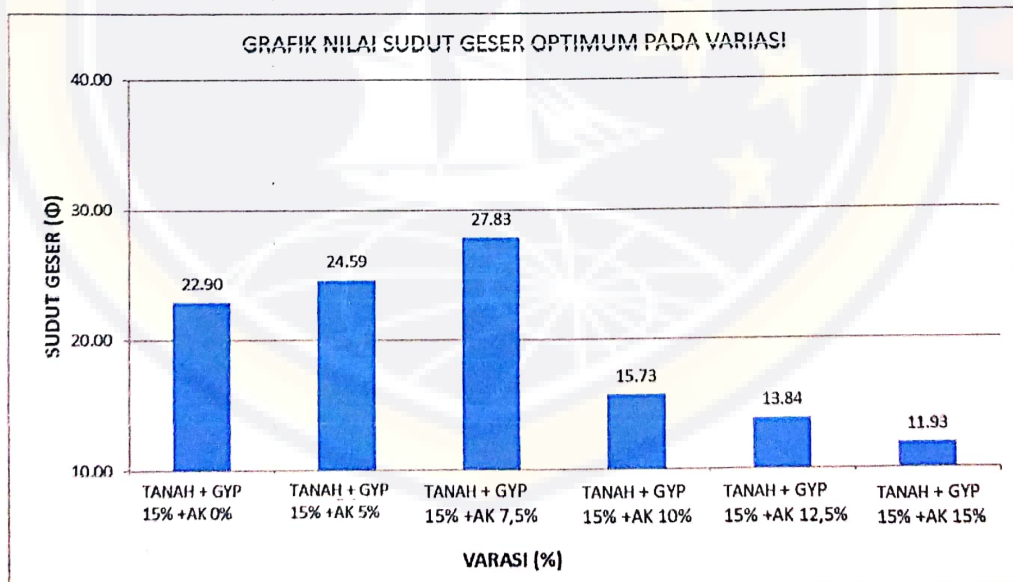
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

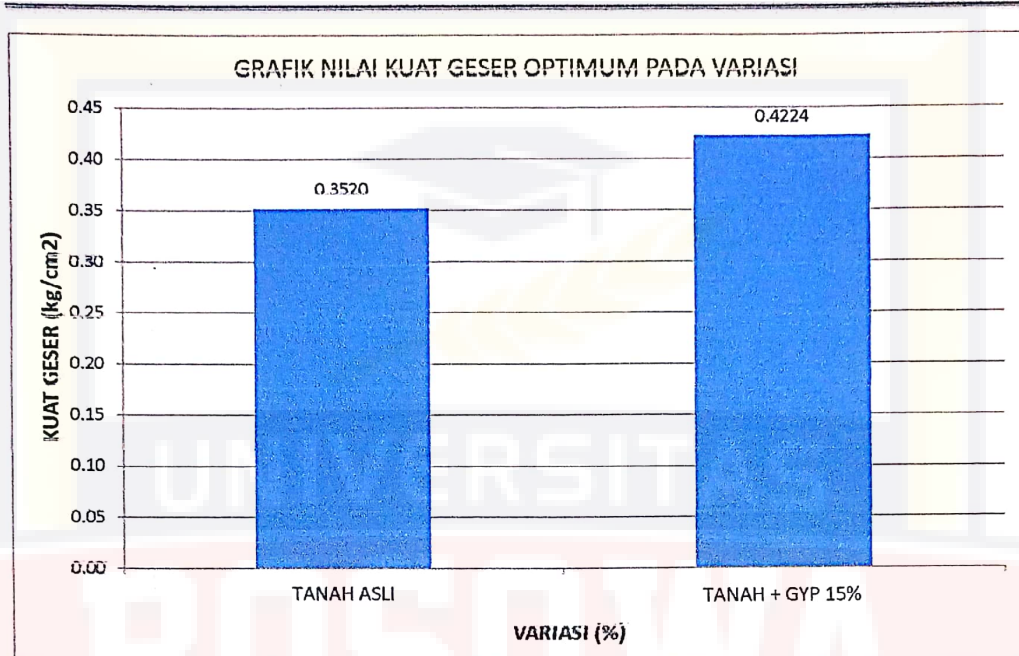
Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789





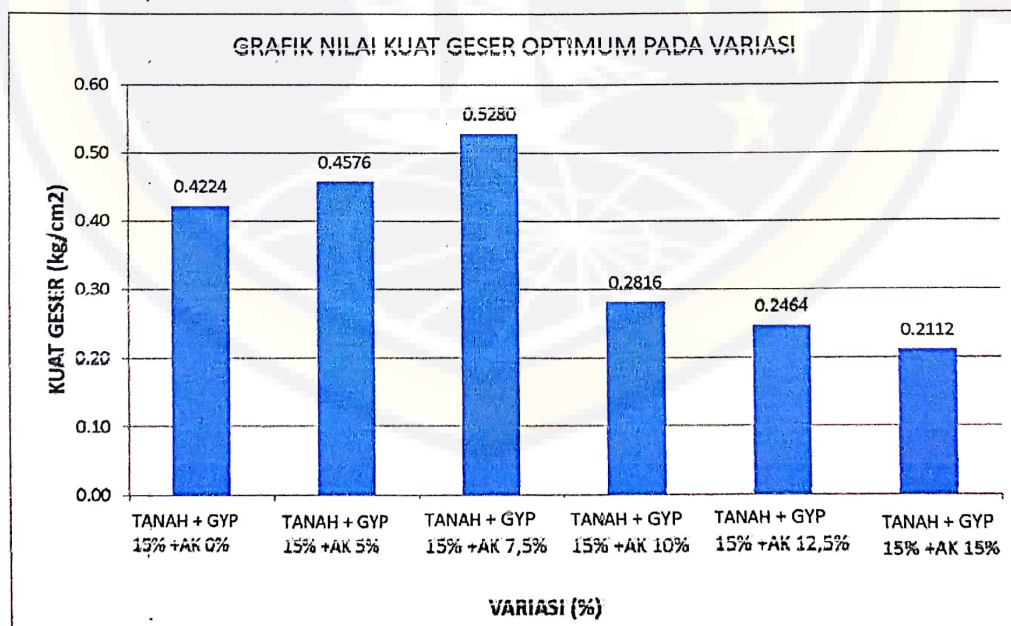
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

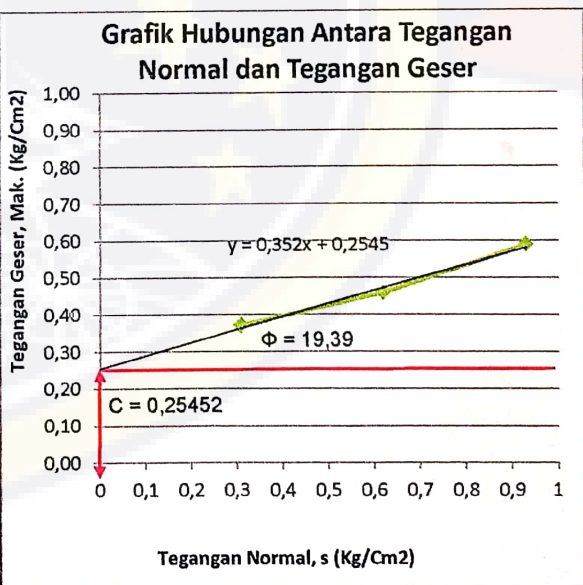
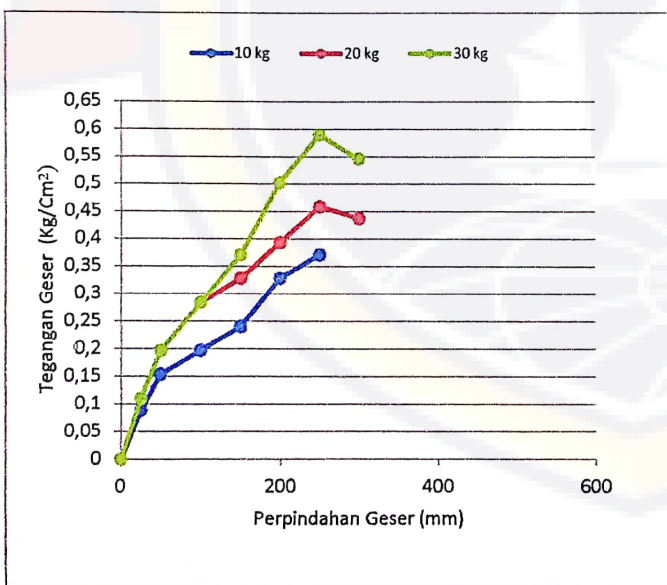


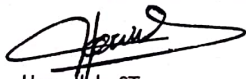
KUAT GESER LANGSUNG

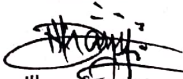
PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR
LOKASI	: LAB MEKANIKA TANAH JURUSAN SIPIL FT UNIV BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: SNI 03-3420-1994/ASTM D 3080 - 90
NAMA	: ILHAM SAPUTRA
TANGGAL	: 21 MEI 2021

Kedalaman Sampel : 0,2 m
 Dimensi Sampel : 6,41 cm
 Kalibrasi Proving Ring : 0,704 kg/div
 Tinggi Sampel : 2 cm
 Luas Sampel : 32,2705 cm²
 Benda Uji : Tanah Asli

Gaya Normal	P ₁ = 10 kg			P ₂ = 20 kg			P ₃ = 30 kg			
Tegangan Normal	σ ₁ = 0,30988 kg/cm ²			σ ₂ = 0,61976 kg/cm ²			σ ₃ = 0,92964 kg/cm ²			
Perpindahan Geser (mm)	Pembacaan (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Pembacaan (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Pembacaan (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	
0	0	0	0,0000	0	0	0,0000	0	0	0,0000	
25	4	2,816	0,0873	5	3,52	0,1091	5	3,52	0,1091	
50	7	4,928	0,1527	9	6,336	0,1963	9	6,336	0,1963	
100	9	6,336	0,1963	13	9,152	0,2836	13	9,152	0,2836	
150	11	7,744	0,2400	15	10,560	0,3272	17	11,968	0,3709	
200	15	10,56	0,3272	18	12,672	0,3927	23	16,192	0,5018	
250	17	11,968	0,3709	21	14,784	0,4581	27	19,008	0,5890	
300	15	10,560	0,3272	20	14,08	0,4363	25	17,60	0,5454	
350										
400										
450										
500										
550										
tegangan geser maksimum			0,3709				0,4581			



Diperiksa Oleh :
 Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

 Hasrullah, ST

Di Uji Oleh :
 Mahasiswa

 Ilham Saputra

Persamaan Regresi $y = ax + b$

No	XI (Tengangan Normal)	YI (Tengangan Geser)	XI . YI	XI ²	A	C	Φ
1	0,30988	0,3709	0,11492	0,09603			
2	0,61976	0,4581	0,28393	0,38410			
3	0,92964	0,5890	0,54758	0,86423	0,3520	0,25452	19,39
Total	1,85928	1,41801	0,94643	1,34436			

$$a : \frac{(n \cdot \sum XI \cdot YI - \sum XI \cdot \sum YI)}{n \cdot \sum XI^2 - (\sum XI)^2}$$

$$A : \frac{3 \cdot 0,94643 - 1,85928 \cdot 1,41801}{3 \cdot 1,34436 - 1,85928^2} \quad Y : \quad 0,352 \underline{X} \quad + \quad 0,254515$$

$$A : \frac{0,202806576}{0,576155046}$$

Persamaan Regresi $Y : ax + b$
 a : 0,352
 b : 0,2545151
 cohesi (C) : 0,25452 kg/cm²
 Sudut Geser : 19,39

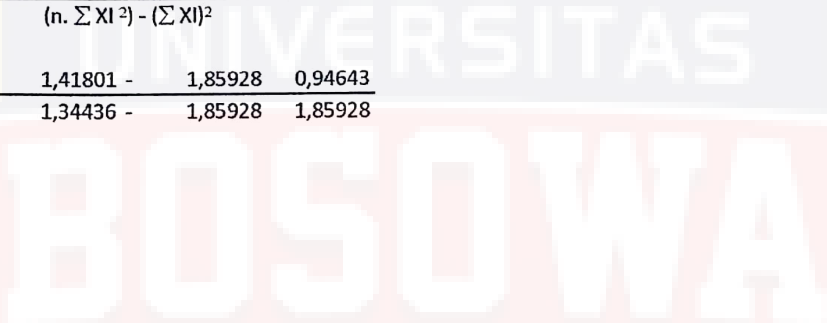
$$A : 0,35200$$

$$B : \frac{(\sum XI^2 \cdot \sum YI) - (\sum XI \cdot \sum XIYI)}{(n \cdot \sum XI^2) - (\sum XI)^2}$$

$$B : \frac{1,34436 \cdot 1,41801 - 1,85928 \cdot 0,94643}{3 \cdot 1,34436 - 1,85928^2}$$

$$B : \frac{0,1466401}{0,576155}$$

$$B : 0,2545151$$

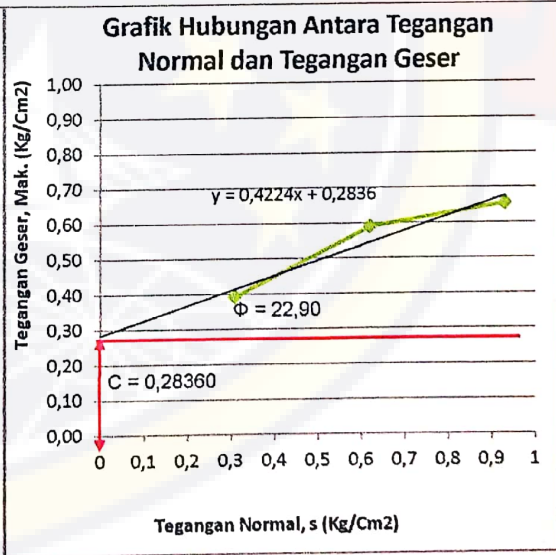
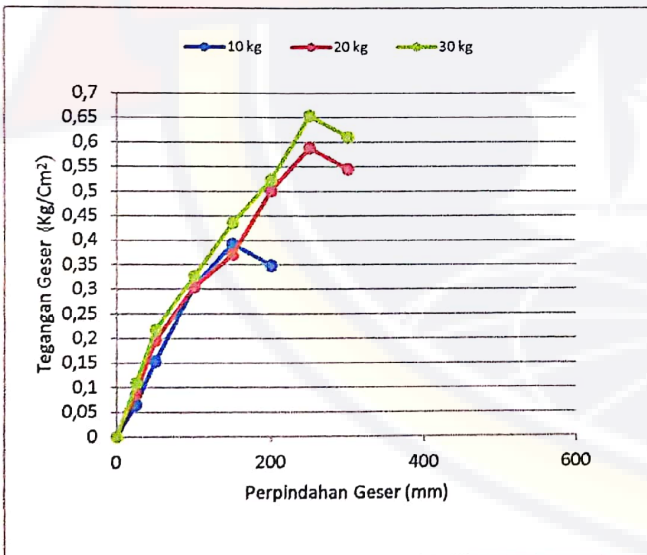


KUAT GESER LANGSUNG

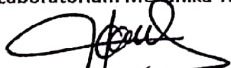
PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR
LOKASI	: LAB MEKANIKA TANAH JURUSAN SIPIL FT UNIV BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: SNI 03-3420-1994/ASTM D 3080 - 90
NAMA	: ILHAM SAPUTRA
TANGGAL	: 21 MEI 2021

Kedalaman Sampel : 0,2 m
 Dimensi Sampel : 6,41 cm
 Kalibrasi Proving Ring : 0,704 kg/div
 Tinggi Sampel : 2 cm
 Luas Sampel : 32,2705 cm²
 Benda Uji : Tanah + Gypsum 15% + 0% Abu Kayu Bakar

Gaya Normal	P ₁ = 10 kg			P ₂ = 20 kg			P ₃ = 30 kg		
Tegangan Normal	σ ₁ = 0,30988 kg/cm ²			σ ₂ = 0,61976 kg/cm ²			σ ₃ = 0,92964 kg/cm ²		
Perpindahan Geser (mm)	Pembacaan (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Pembacaan (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Pembacaan (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)
0	0	0	0,0000	0	0	0,0000	0	0	0,0000
25	3	2,112	0,0654	4	2,816	0,0873	5	3,52	0,1091
50	7	4,928	0,1527	9	6,336	0,1963	10	7,04	0,2182
100	14	9,856	0,3054	14	9,856	0,3054	15	10,56	0,3272
150	18	12,672	0,3927	17	11,968	0,3709	20	14,080	0,4363
200	16	11,264	0,3490	23	16,192	0,5018	24	16,896	0,5236
250				27	19,008	0,5890	30	21,12	0,6545
300				25	17,6	0,5454	28	19,712	0,6108
350									
400									
450									
500									
550									
tegangan geser maksimum			0,3927			0,5890			0,6545



Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah


 Hasrullah, ST

Di Uji Oleh :
Mahasiswa


 Ilham Saputra

Persamaan Regresi $y = ax + b$

No	XI (Tengangan Normal)	YI (Tengangan Geser)	XI . YI	XI ²	A	C	Φ
1	0,30988	0,3927	0,12168	0,09603			
2	0,61976	0,5890	0,36505	0,38410	0,4224	0,28360	22,90
3	0,92964	0,6545	0,60842	0,86423			
Total	1,85928	1,63617	1,09516	1,34436			

$$a : \frac{(n \cdot \sum XI \cdot YI - \sum XI \cdot \sum YI)}{n \cdot \sum XI^2 - (\sum XI)^2}$$

$$A : \frac{3 \cdot 1,09516 - 1,85928 \cdot 1,63617}{3 \cdot 1,34436 - 1,85928^2} \quad Y : \quad 0,4224 X \quad + \quad 0,283603$$

$$A : \frac{0,243367891}{0,576155046}$$

Persamaan Regresi $Y : ax + b$
 a : 0,4224
 b : 0,283603
 cohesi (C) : 0,28360 kg/cm²
 Sudut Geser : 22,90

$$A : 0,42240$$

$$B : \frac{(\sum XI^2 \cdot \sum YI) - (\sum XI \cdot \sum XIVI)}{(n \cdot \sum XI^2) - (\sum XI)^2}$$

$$B : \frac{1,34436 \cdot 1,63617 - 1,85928 \cdot 1,09516}{3 \cdot 1,34436 - 1,85928^2}$$

$$B : \frac{0,163399}{0,576155}$$

$$B : 0,2836025$$

BOSOWA

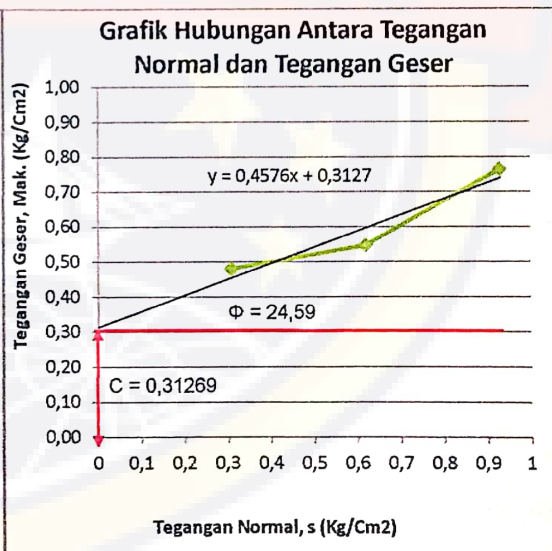
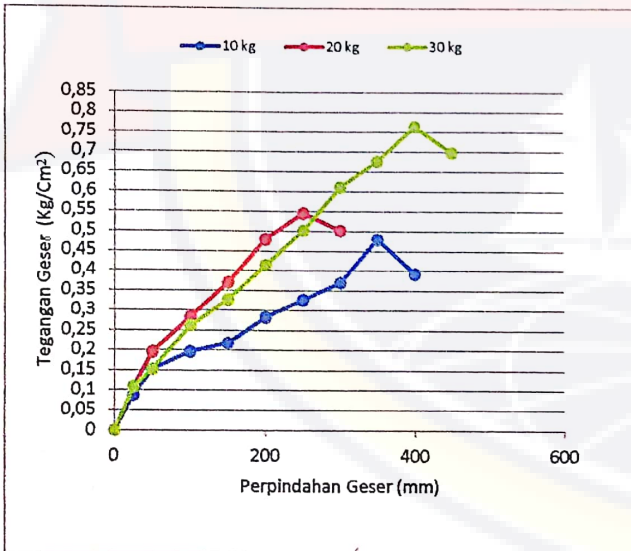


KUAT GESER LANGSUNG

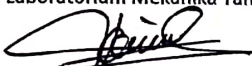
PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR
LOKASI	: LAB MEKANIKA TANAH JURUSAN SIPIL FT UNIV BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: SNI 03-3420-1994/ASTM D 3080 - 90
NAMA	: ILHAM SAPUTRA
TANGGAL	: 21 MEI 2021

Kedalaman Sampel : 0,2 m
 Dimensi Sampel : 6,41 cm
 Kalibrasi Proving Ring : 0,704 kg/div
 Tinggi Sampel : 2 cm
 Luas Sampel : 32,2705 cm²
 Benda Uji : Tanah + Gypsum 15% + 5% Abu Kayu Bakar

Gaya Normal	P ₁ = 10 kg			P ₂ = 20 kg			P ₃ = 30 kg			
	σ ₁ = 0,30988 kg/cm ²			σ ₂ = 0,61976 kg/cm ²			σ ₃ = 0,92964 kg/cm ²			
Perpindahan Geser (mm)	Pembacaan (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Pembacaan (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Pembacaan (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	
0	0	0	0,0000	0	0	0,0000	0	0	0,0000	
25	4	2,816	0,0873	5	3,52	0,1091	5	3,52	0,1091	
50	7	4,928	0,1527	9	6,336	0,1963	7	4,928	0,1527	
100	9	6,336	0,1963	13	9,152	0,2836	12	8,448	0,2618	
150	10	7,04	0,2182	17	11,968	0,3709	15	10,560	0,3272	
200	13	9,152	0,2836	22	15,488	0,4799	19	13,376	0,4145	
250	15	10,56	0,3272	25	17,6	0,5454	23	16,192	0,5018	
300	17	11,968	0,3709	23	16,192	0,5018	28	19,712	0,6108	
350	22	15,488	0,4799				31	21,824	0,6763	
400	18	12,672	0,3927				35	24,64	0,7635	
450							32	22,528	0,6981	
500										
550										
tegangan geser maksimum			0,4799				0,5454	0,7635		



Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah


 Hasrullah, ST

Di Uji Oleh :
Mahasiswa


 Ilham Saputra

Persamaan Regresi $y = ax + b$

No	XI (Tengangan Normal)	YI (Tengangan Geser)	XI . YI	XI ²	A	C	Φ
1	0,30988	0,4799	0,14872	0,09603			
2	0,61976	0,5454	0,33801	0,38410	0,4576	0,31269	24,59
3	0,92964	0,7635	0,70982	0,86423			
Total	1,85928	1,78888	1,19656	1,34436			

$$a = \frac{(n \cdot \sum XI \cdot YI - \sum XI \cdot \sum YI)}{n \cdot \sum XI^2 - (\sum XI)^2}$$

$$A: \frac{3 \cdot 1,19656 - 1,85928 \cdot 1,78888}{3 \cdot 1,34436 - 1,85928^2} \quad Y: \quad 0,4576 X \quad + \quad 0,31269$$

$$A: \frac{0,263648549}{0,576155046}$$

Persamaan Regresi $Y: ax + b$ a : 0,4576
 cohesi (C) : 0,31269 kg/cm²
 Sudut Geser : 24,59

$$A: \quad 0,45760$$

$$B: \frac{(\sum XI^2 \cdot \sum YI) - (\sum XI \cdot \sum XIYI)}{(n \cdot \sum XI^2) - (\sum XI)^2}$$

$$B: \frac{1,34436 \cdot 1,78888 - 1,85928 \cdot 1,19656}{3 \cdot 1,34436 - 1,85928^2}$$

$$B: \frac{0,1801579}{0,576155}$$

$$B: \quad 0,3126899$$

UNIVERSITAS
BOSOWA

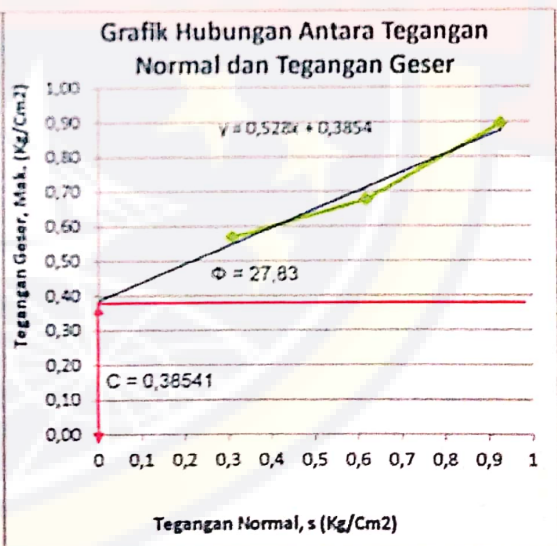
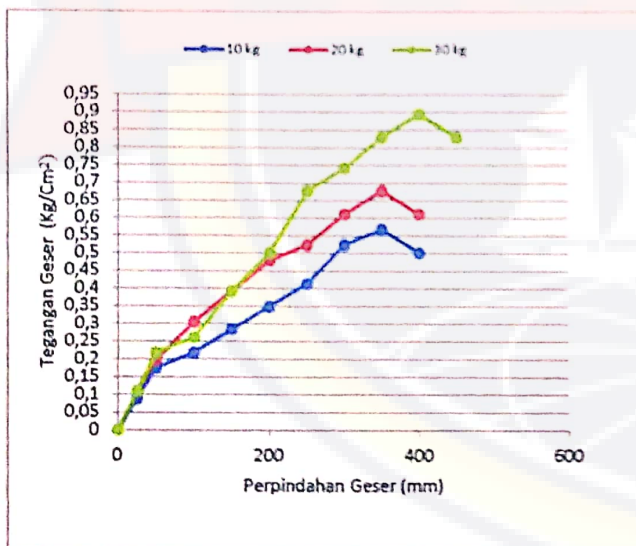


KUAT GESER LANGSUNG

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR
LOKASI	: LAB MEKANIKA TANAH JURUSAN SIPIL FT UNIV BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: SNI 03-3420-1994/ASTM D 3080 - 90
NAMA	: ILHAM SAPUTRA
TANGGAL	: 18 MEI 2021

Kedalaman Sampel : 0,2 m
 Dimensi Sampel : 6,41 cm
 Kalibrasi Proving Ring : 0,704 kg/div
 Tinggi Sampel : 2 cm
 Luas Sampel : 32,2705 cm²
 Benda Uji : Tanah + Gypsum 15% + 7,5% Abu Kayu Bakar

Gaya Normal	P ₁ = 10 kg			P ₂ = 20 kg			P ₃ = 30 kg		
Tegangan Normal	σ ₁ = 0,30988 kg/cm ²			σ ₂ = 0,61976 kg/cm ²			σ ₃ = 0,92964 kg/cm ²		
Perpindahan Geser (mm)	Pembacaan (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Pembacaan (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Pembacaan (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)
0	0	0	0,0000	0	0	0,0000	0	0	0,0000
25	4	2,816	0,0873	5	3,52	0,1091	5	3,52	0,1091
50	8	5,632	0,1745	9	6,336	0,1963	10	7,04	0,2182
100	10	7,04	0,2182	14	9,856	0,3054	12	8,448	0,2618
150	13	9,152	0,2836	18	12,672	0,3927	18	12,672	0,3927
200	16	11,264	0,3490	22	15,488	0,4799	23	16,192	0,5018
250	19	13,376	0,4145	24	16,896	0,5236	31	21,824	0,6763
300	24	16,896	0,5236	28	19,712	0,6108	34	23,936	0,7417
350	26	18,304	0,5672	31	21,824	0,6763	38	26,752	0,8290
400	23	16,192	0,5018	28	19,712	0,6108	41	28,864	0,8944
450							38	26,752	0,8290
500									
550									
tegangn geser maksimum			0,5672			0,6763			0,8944



Diperiksa Oleh :
 Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

 Hasrullah, ST

Di Uji Oleh :
 Mahasiswa

 Ilham Saputra

Persamaan Regresi $y = ax + b$

No	XI (Tengangan Normal)	YI (Tengangan Geser)	XI . YI	XI ²	A	C	Φ
1	0,30988	0,5672	0,17577	0,09603			
2	0,61976	0,6763	0,41913	0,38410	0,5280	0,38541	27,83
3	0,92964	0,8944	0,83151	0,86423			
Total	1,85928	2,13793	1,42641	1,34436			

$$a : \frac{(n \cdot \sum XI \cdot YI - \sum XI \cdot \sum YI)}{n \cdot \sum XI^2 - (\sum XI)^2}$$

$$A : \frac{3 \cdot 1,42641 - 1,85928 \cdot 2,13793}{3 \cdot 1,34436 - 1,85928 \cdot 1,85928} \quad Y : \quad 0,528 \underline{X} \quad + \quad 0,385409$$

$$A : \frac{0,304209864}{0,576155046}$$

Persamaan Regresi $Y: ax + b$
 a : 0,528
 b : 0,385409
 cohesi (C) : 0,38541 kg/cm²
 Sudut Geser : 27,83

$$A : 0,52800$$

$$B : \frac{(\sum XI^2 \cdot \sum YI) - (\sum XI \cdot \sum XIYI)}{(n \cdot \sum XI^2) - (\sum XI)^2}$$

$$B : \frac{1,34436 \cdot 2,13793 - 1,85928 \cdot 1,42641}{3 \cdot 1,34436 - 1,85928 \cdot 1,85928}$$

$$B : \frac{0,2220551}{0,576155}$$

$$B : 0,3854085$$

BOSOWA

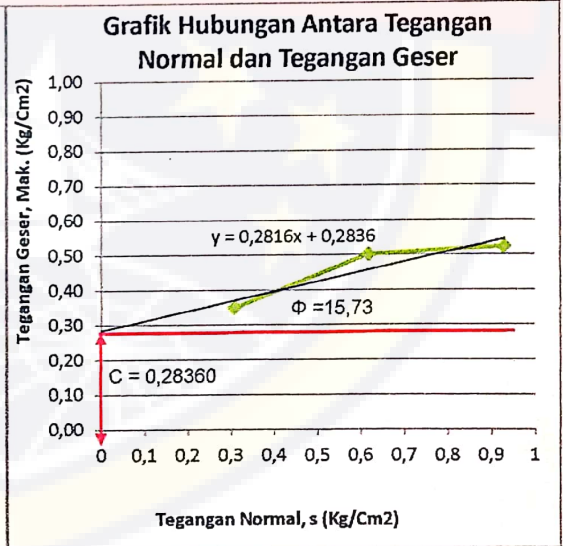
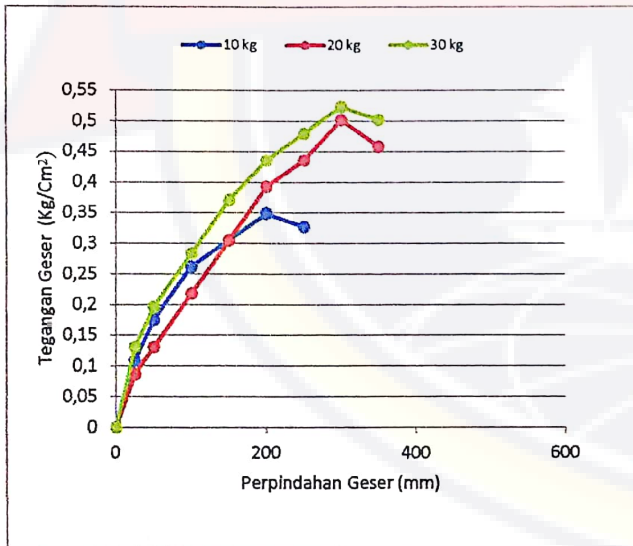


KUAT GESER LANGSUNG

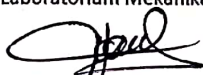
PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR
LOKASI	: LAB MEKANIKA TANAH JURUSAN SIPIL FT UNIV BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: SNI 03-3420-1994/ASTM D 3080 - 90
NAMA	: ILHAM SAPUTRA
TANGGAL	: 25 MARET 2021

Kedalaman Sampel : 0,2 m
 Dimensi Sampel : 6,41 cm
 Kalibrasi Proving Ring : 0,704 kg/div
 Tinggi Sampel : 2 cm
 Luas Sampel : 32,2705 cm²
 Benda Uji : Tanah + Gypsum 15% + 10% Abu Kayu Bakar

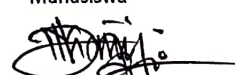
Gaya Normal	P ₁ = 10 kg			P ₂ = 20 kg			P ₃ = 30 kg		
Tegangan Normal	σ ₁ = 0,30988 kg/cm ²			σ ₂ = 0,61976 kg/cm ²			σ ₃ = 0,92964 kg/cm ²		
Perpindahan Geser (mm)	Pembacaan (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Pembacaan (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Pembacaan (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)
0	0	0	0,0000	0	0	0,0000	0	0	0,0000
25	5	3,52	0,1091	4	2,816	0,0873	6	4,224	0,1309
50	8	5,632	0,1745	6	4,224	0,1309	9	6,336	0,1963
100	12	8,448	0,2618	10	7,04	0,2182	13	9,152	0,2836
150	14	9,856	0,3054	14	9,856	0,3054	17	11,968	0,3709
200	16	11,264	0,3490	18	12,672	0,3927	20	14,080	0,4363
250	15	10,56	0,3272	20	14,08	0,4363	22	15,488	0,4799
300				23	16,192	0,5018	24	16,896	0,5236
350				21	14,784	0,4581	23	16,192	0,5018
400									
450									
500									
550									
tegangan geser maksimum			0,3490			0,5018			0,5236



Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah


 Hasrullah, ST

Di Uji Oleh :
Mahasiswa


 Ilham Saputra

Persamaan Regresi $y = ax + b$

No	XI (Tengangan Normal)	YI (Tengangan Geser)	XI . YI	XI ²	A	C	Φ
1	0,30988	0,3490	0,10816	0,09603			
2	0,61976	0,5018	0,31097	0,38410	0,2816	0,28360	15,73
3	0,92964	0,5236	0,48674	0,86423			
Total	1,85928	1,37438	0,90587	1,34436			

$$a : \frac{(n \cdot \sum XI \cdot YI - \sum XI \cdot \sum YI)}{n \cdot \sum XI^2 - (\sum XI)^2}$$

$$A : \frac{3 \cdot 0,90587 - 1,85928 \cdot 1,37438}{3 \cdot 1,34436 - 1,85928^2} \quad Y : \quad 0,2816 X \quad + \quad 0,283603$$

$$A : \frac{0,162245261}{0,576155046}$$

Persamaan Regresi $Y : ax + b$ a : 0,2816
 cohesi (C) : 0,28360 kg/cm²
 Sudut Geser : 15,73

$$A : 0,28160$$

$$B : \frac{(\sum XI^2 \cdot \sum YI) - (\sum XI \cdot \sum XIYI)}{(n \cdot \sum XI^2) - (\sum XI)^2}$$

$$B : \frac{1,34436 \cdot 1,37438 - 1,85928 \cdot 0,90587}{3 \cdot 1,34436 - 1,85928^2}$$

$$B : \frac{0,163399}{0,576155}$$

$$B : 0,2836025$$

UNIVERSITAS
BOSOWA

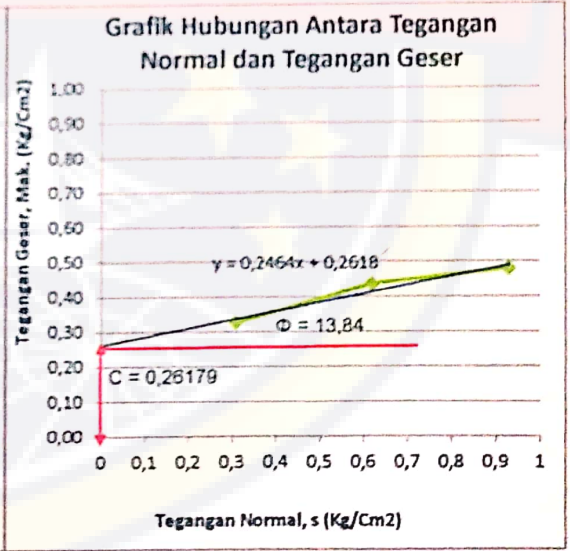
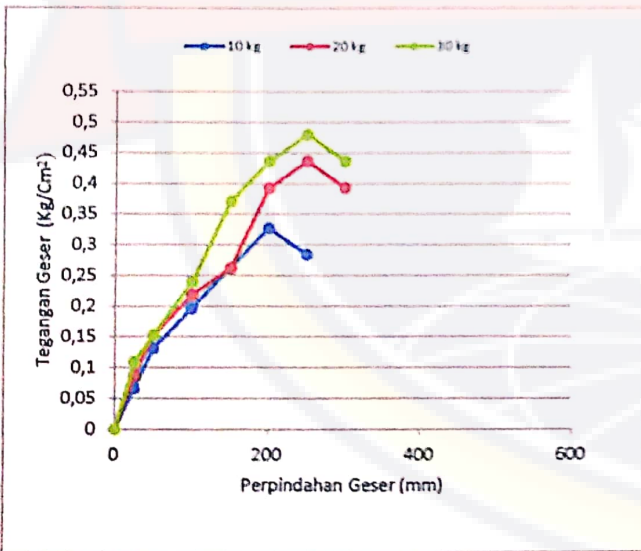


KUAT GESER LANGSUNG

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR
LOKASI	: LAB MEKANIKA TANAH JURUSAN SIPIL FT UNIV BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: SNI 03-3420-1994/ASTM D 3080 - 90
NAMA	: ILHAM SAPUTRA
TANGGAL	: 18 MEI 2021

Kedalaman Sampel : 0,2 m
 Dimensi Sampel : 6,41 cm
 Kalibrasi Proving Ring : 0,704 kg/div
 Tinggi Sampel : 2 cm
 Luas Sampel : 32,2705 cm²
 Benda Uji : Tanah + Gypsum 15% + 12,5% Abu Kayu Bakar

Gaya Normal	P ₁ = 10 kg			P ₂ = 20 kg			P ₃ = 30 kg			
Tegangan Normal	σ ₁ = 0,30988 kg/cm ²			σ ₂ = 0,61976 kg/cm ²			σ ₃ = 0,92964 kg/cm ²			
Perpindahan Geser (mm)	Pembacaan (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Pembacaan (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Pembacaan (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	
0	0	0	0,0000	0	0	0,0000	0	0	0,0000	
25	3	2,112	0,0654	4	2,816	0,0873	5	3,52	0,1091	
50	6	4,224	0,1309	7	4,928	0,1527	7	4,928	0,1527	
100	9	6,336	0,1963	10	7,04	0,2182	11	7,744	0,2400	
150	12	8,448	0,2618	12	8,448	0,2618	17	11,968	0,3709	
200	15	10,56	0,3272	18	12,672	0,3927	20	14,080	0,4363	
250	13	9,152	0,2836	20	14,08	0,4363	22	15,488	0,4799	
300				18	12,672	0,3927	20	14,08	0,4363	
350										
400										
450										
500										
550										
tegangan geser maksimum			0,3272				0,4363			



Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

Hasrullah, ST
Hasrullah, ST

Di Uji Oleh :
Mahasiswa

Ilham Saputra
Ilham Saputra

Persamaan Regresi $y = ax + b$

No	XI (Tengangan Normal)	YI (Tengangan Geser)	XI . YI	XI ²	A	C	Φ
1	0,30988	0,3272	0,10140	0,09603			
2	0,61976	0,4363	0,27041	0,38410	0,2464	0,26179	13,84
3	0,92964	0,4799	0,44617	0,86423			
Total	1,85928	1,24349	0,81799	1,34436			

$$a = \frac{(n \cdot \sum XI \cdot YI - \sum XI \cdot \sum YI)}{n \cdot \sum XI^2 - (\sum XI)^2}$$

$$A: \frac{3 \cdot 0,81799 - 1,85928 \cdot 1,24349}{3 \cdot 1,34436 - 1,85928^2} \quad Y: \quad 0,2464 X \quad + \quad 0,261787$$

$$A: \frac{0,141964603}{0,576155046} \quad \text{Persamaan Regresi } Y: ax + b \quad a: \quad 0,2464$$

cohesi (C): 0,26179 kg/cm²
Sudut Geser: 13,84

$$A: \quad 0,24640$$

$$B: \frac{(\sum XI^2 \cdot \sum YI) - (\sum XI \cdot \sum XIYI)}{(n \cdot \sum XI^2) - (\sum XI)^2}$$

$$B: \frac{1,34436 \cdot 1,24349 - 1,85928 \cdot 0,81799}{3 \cdot 1,34436 - 1,85928^2}$$

$$B: \frac{0,1508299}{0,576155}$$

$$B: \quad 0,2617869$$

BOSOWA

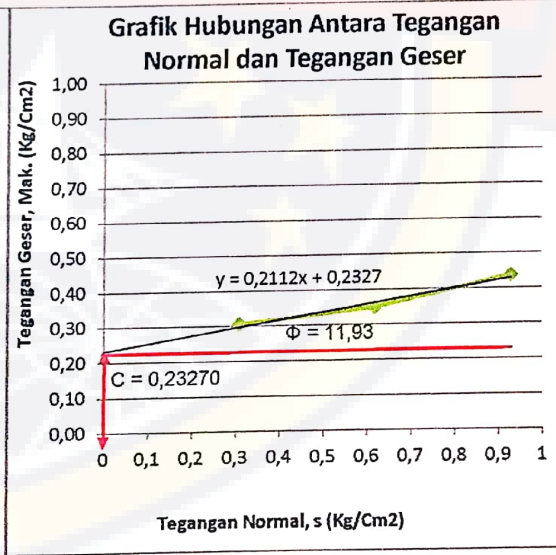
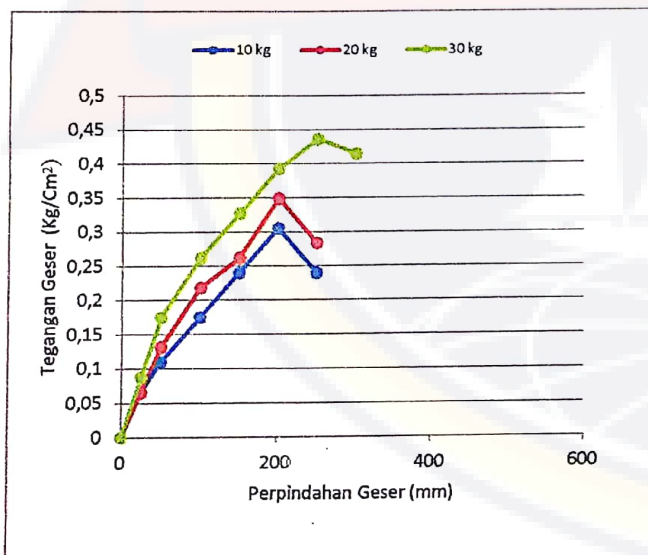


KUAT GESER LANGSUNG

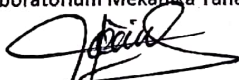
PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR
LOKASI	: LAB MEKANIKA TANAH JURUSAN SIPIL FT UNIV BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: SNI 03-3420-1994/ASTM D 3080 - 90
NAMA	: ILHAM SAPUTRA
TANGGAL	: 18 MEI 2021

Kedalaman Sampel : 0,2 m
 Dimensi Sampel : 6,41 cm
 Kalibrasi Proving Ring : 0,704 kg/div
 Tinggi Sampel : 2 cm
 Luas Sampel : 32,2705 cm²
 Benda Uji : Tanah + Gypsum 15% + 15% Abu Kayu Bakar


Gaya Normal	P ₁ = 10 kg			P ₂ = 20 kg			P ₃ = 30 kg		
Tegangan Normal	σ ₁ = 0,30988 kg/cm ²			σ ₂ = 0,61976 kg/cm ²			σ ₃ = 0,92964 kg/cm ²		
Perpindahan Geser (mm)	Pembacaan (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Pembacaan (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Pembacaan (div)	Gaya Geser (kg)	Tegangan Geser (kg/cm ²)
0	0	0	0,0000	0	0	0,0000	0	0	0,0000
25	3	2,112	0,0654	3	2,112	0,0654	4	2,816	0,0873
50	5	3,52	0,1091	6	4,224	0,1309	8	5,632	0,1745
100	8	5,632	0,1745	10	7,04	0,2182	12	8,448	0,2618
150	11	7,744	0,2400	12	8,448	0,2618	15	10,560	0,3272
200	14	9,856	0,3054	16	11,264	0,3490	18	12,672	0,3927
250	11	7,744	0,2400	13	9,152	0,2836	20	14,08	0,4363
300							19	13,376	0,4145
350									
400									
450									
500									
550									
tegangan geser maksimum			0,3054			0,3490			0,4363



Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah


 Hasrunah, ST

Di Uji Oleh :
Mahasiswa


 Ilham Saputra

Persamaan Regresi $y = ax + b$

No	XI (Tengangan Normal)	YI (Tengangan Geser)	XI . YI	XI ²	A	C	Φ
1	0,30988	0,3054	0,09464	0,09603			
2	0,61976	0,3490	0,21633	0,38410	0,2112	0,23270	11,93
3	0,92964	0,4363	0,40561	0,86423			
Total	1,85928	1,09078	0,71658	1,34436			

a :
$$\frac{(n \cdot \sum XI \cdot YI - \sum XI \cdot \sum YI)}{n \cdot \sum XI^2 - (\sum XI)^2}$$

A:
$$\frac{3 \cdot 0,71658 - 1,85928 \cdot 1,09078}{3 \cdot 1,34436 - 1,85928^2} \quad Y : \quad 0,2112 X \quad + \quad 0,232699$$

A:
$$\frac{0,121683946}{0,576155046}$$
Persamaan Regresi Y: $ax + b$
a : 0,2112
b : 0,232699

A: 0,21120
 cohesi (C) : 0,23270 kg/cm²
Sudut Geser : 11,93

B:
$$\frac{(\sum XI^2 \cdot \sum YI) - (\sum XI \cdot \sum XIYI)}{(n \cdot \sum XI^2) - (\sum XI)^2}$$

B:
$$\frac{1,34436 \cdot 1,09078 - 1,85928 \cdot 0,71658}{3 \cdot 1,34436 - 1,85928^2}$$

B:
$$\frac{0,134071}{0,576155}$$

B: 0,2326995

BOSOWA



Dokumentasi penelitian

1. Pemeriksaan Kadar Air



2. Pemeriksaan Berat Jenis



3. Batas-Batas Atterberg

a. Pengujian Pemeriksaan Batas Cair



b. Pengujian Pemeriksaan Batas Plastis



c. Pengujian Pemeriksaan Batas Susut



4. Pengujian Pemeriksaan Analisa Saringan





5. Pengujian Pemeriksaan Hidrometer



6. Pengujian Kompaksi



7. Pengujian Kuat Tekan Bebas



8. Pengujian Kuat Geser

