

“TUGAS AKHIR”

“Analisis Kuat Geser dan Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Dengan Penambahan Serat Jerami dan Zeolit”

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan

Mencapai Gelar S- 1



Oleh

ARIYANTI TANDI LANGI

45 18 041 084

JURUSAN SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA

MAKASSAR

2023



**UNIVERSITAS
BOSOWA MAKASSAR**

Jln. Urip Sumoharjo Km.4
Telp.(0411) 452901 – 452789 Fax. 452949
MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP
TUGAS AKHIR

Judul : "ANALISIS KUAT GESER DAN KUAT TEKAN BEBAS TANAH
LEMPUNG DENGAN PENAMBAHAN SERAT JERAMI DAN ZEOLIT"

Disusun dan diajukan oleh :

N a m a : **ARIYANTI TANDI LANGI**

No.Stambuk : **45 18 041 084**

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. Eka Yuniarto, ST. MT**

(.....)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

Dr. H. Nasrullah ST, MT,
NIDN.09-0807-7301

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil

Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT
NIDN. 00.010565.02



BOSOWA

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jl. Urip Sumaharjo Km. 4 Cid. 21144
Makassar - Sulawesi Selatan 90211
Telp. 0411 452 901 - 452 989 ext. 116
Faks. 0411 424 568
<http://www.unibosowamk.ac.id>

LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No. A 867/FT/UNIBOS/VIII/ 2023, Tanggal 16 Agustus 2023, Perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Rabu, 23 Agustus 2023
N a m a : **ARIYANTI TANDI LANGI**
No.Stambuk : **45 18 041 084**
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : **“ANALISIS KUAT GESER DAN KUAT TEKAN BEBAS
TANAH LEMPUNG DENGAN PENAMBAHAN SERAT
JERAMI DAN ZEOLIT”**

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 Ujian Akhir

Ketua / Ex Officio : **Dr.Ir. H. Syahrul Sariman, MT** (.....)
Sekretaris / Ex Officio : **Ir. Eka Yuniarto, ST., MT** (.....)
Anggota : **Ir.Arman Setiawan, ST., MT** (.....)
 : **Ir. Tamrin Mallawangeng, MT** (.....)

Makassar, 2023

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil


Dr. H. Nasrullah, ST, MT
NIDN: 09 08077 01


Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT
NIDN: 0001565 02

**SURAT PERNYATAN
KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : **Ariyanti Tandi Langi**
Nomor Stambuk : **4518041084**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir : **"Analisis Kuat Geser dan Kuat Tekan Bebas Tanah Dengan Penambahan Serat Jerami dan Zeolit"**

Mengatakan 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 Makassar menyimpan, mengalihmediakan / mengalihformatkan, 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 Makassar 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, 2023

Yang membuat pernyataan



45 18 041 084

Analisis Kuat Geser Dan Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Dengan Penambahan Serat Jerami Dan Zeolit

Ariyanti Tandi Langi¹, Syahrul Sariman², Eka Yuniarto³

Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa Makassar

ariyantitandilangi@gmail.com

Abstrak. *Abstract.* Clay soil is a type of soil that has a high moisture content and low carrying capacity so that it is less technically profitable, in a construction work, so it is necessary to stabilize to improve the condition of the soil. The stabilization materials used in this study were straw fiber and zeolite. This study aims to obtain the characteristics of clay soil used through and obtain the effect of adding straw fiber and zeolite to the clay soil on the value of shear strength and free compressive strength carried out by mechanical testing of soil with a percentage of straw fiber 5%, 10%, 15% mixed with 5% zeolite (constant). The results of the study were obtained for the soil itself based on the AASHTO classification including group A-7-6 or loamy soil with high plasticity (CH) according to the USCS classification. While the effect of adding straw fiber to clay soil mixtures containing 5% zeolite causes a % increase when the mixture of 5% straw fiber is 37,04% for shear strength and 37,21% for free compressive strength testing. The influence of zeolite on native soil causes an increase in shear strength by 28,43% and compressive strength by 13,16%.

Keywords: Clay soil, Straw fiber, Zeolite, Shear Strength, Compressive Strength

Abstrak. Tanah lempung merupakan jenis tanah yang memiliki kadar air yang tinggi serta daya dukung yang rendah sehingga kurang menguntungkan secara teknis, dalam suatu pekerjaan konstruksi, sehingga perlu dilakukan stabilisasi untuk memperbaiki kondisi tanah tersebut. Bahan stabilisasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Serat Jerami dan Zeolit. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh karakteristik tanah lempung yang digunakan melalui serta mendapatkan pengaruh penambahan serat jerami dan zeolit pada tanah lempung tersebut terhadap nilai kuat geser dan kuat tekan bebas yang dilakukan dengan pengujian mekanis tanah dengan persentase serat jerami 5%, 10%, 15% dicampur dengan Zeolit 5% (konstan). Hasil penelitian di dapatkan untuk tanah itu sendiri berdasarkan klasifikasi AASHTO termasuk kelompok A-7-6 atau tanah berlempung dengan plastisitas tinggi (CH) sesuai klasifikasi USCS. Sedangkan pengaruh penambahan serat jerami pada campuran tanah lempung yang mengandung 5% zeolit menyebabkan % peningkatan pada saat campuran 5% serat jerami sebesar 37,04% untuk kuat geser dan 37,21% untuk pengujian kuat tekan bebas. Adapun pengaruh zeolit terhadap tanah asli menyebabkan % peningkatan terhadap kuat geser sebesar 28,43% dan kuat tekan sebesar 13,16%.

Kata kunci : Tanah Lempung, Serat Jerami, Zeolit, Kuat Geser, Kuat Tekan

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, oleh karena berkat dan kasih-Nya yang melimpah, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul ***“Analisis Kuat Geser dan Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Dengan Penambahan Serat Jerami dan Zeolit”*** ini dengan baik. Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bosowa, Makassar.

Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini memerlukan proses yang tidak singkat, dan tidak hanya jerih payah penulis semata, tetapi berkat dorongan, arahan dan bantuan moral maupun materi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan rahmat-Nya sehingga dapat memberikan kelancaran dalam penulisan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua tercinta, Bapak Tombi Tandilangi dan Ibu Naomi Pongmanapa, serta kakak dan adik saya dan semua keluarga yang selalu memberikan semangat, dukungan moral dan materi yang tak terhitung jumlahnya

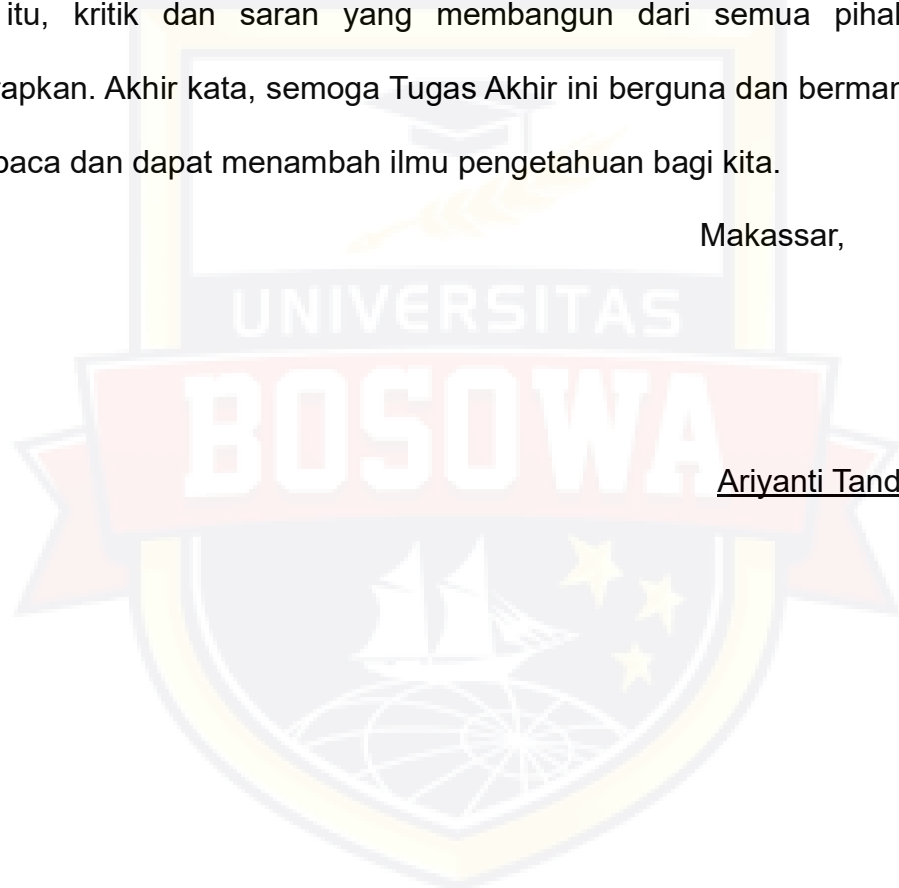
3. Bapak Dr. Ir. H. Syahrul Sariman., M.T., selaku kepala Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa, sekaligus sebagai pembimbing I, yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan saya sehingga penyusunan tugas akhir ini selesai.
4. Bapak Ir. Eka Yuniarto, S.T.,M.T., selaku pembimbing II dan sekaligus pembimbing akademik, yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan saya hingga penyusunan tugas akhir ini selesai.
5. Bapak Ir.Arman Setiawan, S.T.,M.T., dan bapak Ir. Tamrin Mallawangeng, M.T., selaku dosen penguji .
6. Bapak Dekan, Para Wakil Dekan dan Staf Fakultas Teknik Universitas Bosowa.
7. Bapak Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, M.T., selaku Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Bosowa.
8. Bapak Hasrullah, S.T., selaku instruktur laboratorium mekanika tanah Universitas Bosowa yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan selama penelitian di laboratorium.
9. Seluruh dosen, staf dan karyawan Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
10. Teman-teman Concrete 2018 Teknik Sipil Universitas Bosowa yang telah membagi suka dan duka dengan penulis selama perkuliahan.

11. Sahabat-sahabat saya yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, serta semua pihak terkait yang selalu mendukung dan membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Dalam Penulisan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan baik dari segi EBI, kosakata, tata bahasa, etika maupun isi. Maka dari itu, kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini berguna dan bermanfaat bagi pembaca dan dapat menambah ilmu pengetahuan bagi kita.

Makassar, 2023

Ariyanti Tandi Langi



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah memiliki peran penting dalam membangun suatu infrastruktur, sebab berfungsi menahan beban yang ada berada di atasnya, dengan kata lain tanah berfungsi sebagai dasar fondasi suatu struktur, memungkinkan bangunan tersebut berdiri dengan stabil dan kokoh. Zaman sekarang ini, banyak proyek pembangunan infrastruktur yang dicanangkan pemerintah untuk mendorong pertumbuhan ekonomi. Namun yang menjadi masalah adalah sifat-sifat tanah yang ada di setiap daerah pastilah berbeda dan tidak semua jenis tanah tersebut layak untuk dijadikan sebagai bahan dasar dari sebuah konstruksi, salah satunya yaitu tanah yang termasuk jenis tanah lempung.

Jenis tanah lempung memiliki kandungan air yang cukup tinggi serta daya dukung yang rendah sehingga kurang menguntungkan secara teknis, dalam mendukung suatu pekerjaan konstruksi. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk memperbaiki kondisi tanah tersebut dengan melakukan stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah merupakan penyusunan kembali butir-butir tanah agar lebih rapat dan saling mengunci, untuk memperoleh tanah dasar yang stabil pada semua kondisi. Selain itu, stabilisasi tanah dapat dikatakan sebagai suatu proses untuk memperbaiki kembali sifat-sifat dari suatu tanah dengan cara menambahkan sesuatu pada tanah tersebut, sehingga itu bisa menaikkan kekuatan tanah serta

mempertahankan kekuatan geser. Dalam usaha meningkatkan stabilitas tanah, biasanya digunakan Polimer Polipropilena (PP), tetapi biayanya relatif tinggi. Untuk mengatasi biaya perbaikan tanah yang tinggi, dalam penelitian ini, peneliti mencoba melakukan stabilisasi dengan memanfaatkan limbah jerami padi, dimana untuk memanfaatkan limbah jerami padi yang menumpuk percuma dan juga jerami sebagai bahan organik yang dapat memperbaiki sifat dan struktur tanah karena memiliki kandungan unsur hara dan sering dijadikan sebagai kompos. Sedangkan zeolit sebagai bahan stabilisasi tambahan karena bahan zeolit memiliki kemampuan dapat mengikat butir-butir agregat serta memiliki massa tanah yang kokoh, sehingga daya dukung dan kuat tekan tanah dapat menjadi lebih baik, zeolit dapat bereaksi dengan hampir semua jenis tanah, dari jenis tanah kasar non kohesif sampai tanah yang sangat plastis (Amelia, 2017).

Kekuatan geser dan kekuatan tekan tanah adalah dua sifat mekanik yang sangat penting dalam konteks konstruksi karena keduanya memengaruhi kemampuan tanah dalam menopang beban struktural. Secara umum Kekuatan geser tanah diartikan sebagai kemampuan tanah melawan tegangan geser yang timbul di dalam tanah.

Berdasarkan pemaparan latar belakang diatas, maka penulis mengangkat topik ini dalam bentuk tugas akhir dengan judul **“Analisis Kuat Geser dan Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung dengan Penambahan Serat Jerami dan Zeolit”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka yang menjadi rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana karakteristik dari tanah lempung yang digunakan pada penelitian?
2. Bagaimana pengaruh penambahan zeolit pada tanah lempung terhadap nilai kuat geser dan nilai kuat tekan bebas?
3. Bagaimana pengaruh penambahan serat jerami pada tanah lempung terhadap nilai kuat geser dan nilai kuat tekan bebas?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

- 1) Mengetahui karakteristik tanah lempung yang digunakan pada penelitian.
- 2) Mendapatkan pengaruh penambahan zeolit pada tanah lempung terhadap terhadap nilai kuat geser dan nilai kuat tekan bebas
- 3) Mendapatkan pengaruh penambahan serat jerami pada tanah lempung terhadap nilai kuat geser dan nilai kuat tekan bebas

1.3.2 Manfaat Penelitian

- 1) Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi akademisi praktisi geoteknik mengingat pentingnya kondisi daya dukung tanah terhadap suatu bangunan yang ada di atasnya.
- 2) Dapat digunakan sebagai bahan referensi dalam penelitian tanah

- 3) Dapat memanfaatkan Jerami sebagai alternatif dalam perbaikan tanah.
Sehingga mengurangi limbah Jerami.

1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

1.4.1 Pokok Bahasan

Pokok bahasan pada penelitian ini, yaitu:

1. Melakukan pengujian pada tanah yang diuji untuk mengetahui karakteristik tanah lempung yang digunakan.
2. Mencampurkan tanah lempung dengan serat jerami dan zeolit.
3. Melakukan pengujian sifat-sifat mekanik tanah lempung yang telah dicampur dengan jerami dan zeolit.
4. Mengetahui pengaruh penambahan serat Jerami dan Zeolit terhadap nilai kuat tekan dan kuat geser tanah lempung sebelum dan sesudah distabilisasi .

1.4.2 Batasan Masalah

1. Pengujian hanya pada sifat-sifat fisik dan mekanik pada tanah lempung dan unsur kimia dari tanah lempung, jerami dan zeolite tidak diteliti
2. Hanya melihat pengaruh kuat tekan dan kuat geser tanah lempung dengan variasi jerami dan zeolit.
3. Persentase jerami yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, 15%, untuk uji kuat tekan bebas dan kuat geser langsung.
4. Jerami yang digunakan di potong dengan ukuran sekitar 0,5 – 1 cm, lalu ditumbuk, hingga berbentuk serat.
5. Bahan Stabilisator zeolit yang digunakan yaitu 5% (konstan)

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian tugas akhir ini terdiri dari lima bab, yaitu:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi uraian tentang teori-teori pendukung penelitian, diantaranya pengertian tanah, pengujian sifat fisik dan mekanis pada tanah, klasifikasi tanah, stabilisasi tanah, jerami padi, zeolit, teori dasar mengenai kuat geser dan kuat tekan bebas serta penelitian terdahulu sebagai referensi.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi alur bagan penelitian, tempat dan waktu penelitian, jenis pengujian material, variable dan notasi penelitian, serta jumlah sampel yang akan diteliti di laboratorium.

4. BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan selama pelaksanaan dilaboratorium.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan bab yang membahas tahap akhir dari penulisan skripsi yang memuat kesimpulan dari hasil analisa serta saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

2.1.1 Pengertian Tanah

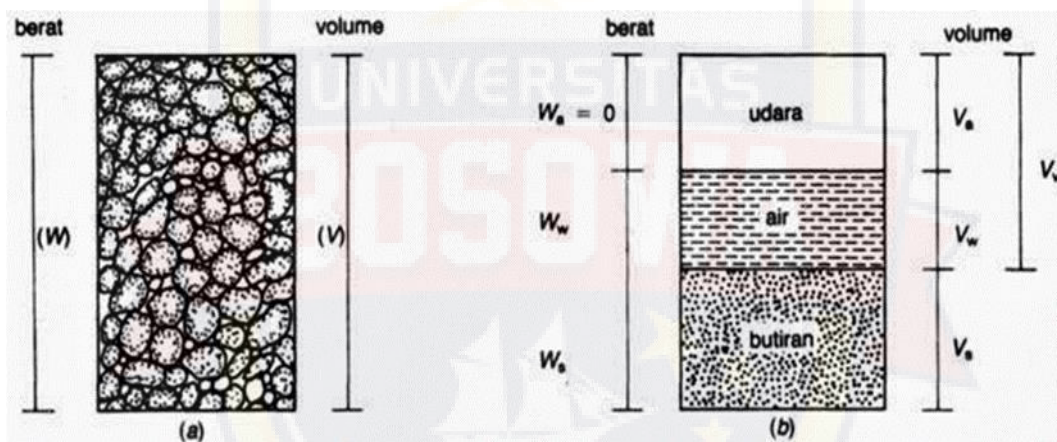
Tanah dalam bahasa Yunani yaitu *pedon*, bahasa Latin yaitu *solum* yang artinya tanah adalah bagian kerak bumi yang tersusun dari mineral dan bahan organik. Tanah secara umum memiliki 3 peran dalam konstruksi teknik sipil, yaitu: sebagai bahan bangunan, sebagai pemikul beban, dan sebagai beban pada suatu struktur. Dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) di sertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. (Das, 1995)

Sedangkan pengertian tanah menurut (Pahrida, 2021) dalam pandangan teknik sipil, tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak diatas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap diantara partikel-partikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat berisi air, udara maupun keduanya.

Secara umum, tanah dapat terdiri dari dua atau tiga bagian, kemungkinan tersebut adalah:

- a) Tanah kering, hanya terdiri dari dua bagian, yaitu butir-butir tanah dan pori-pori udara.
- b) Tanah jenuh juga terdapat dua bagian, yaitu bagian padat atau butiran dan air pori.
- c) Tanah tidak jenuh terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian padat atau butiran, pori-pori udara, dan air pori.

Bagian-bagian tanah dapat digambarkan dalam bentuk diagram fase, seperti yang ditunjukkan gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram fase tanah (sumber :Hardiyatmo, 2002)

Gambar 2.1a menunjukkan elemen tanah yang mempunyai volume (V) dan berat total (W) , sedangkan Gambar 2.1b menunjukkan hubungan berat dan volumenya.

Menurut (Alfayed, F. M. 2021) butiran mineral yang membentuk fase padat dari agregat tanah merupakan hasil dari pelapukan batuan. Ukuran butiran tersebut mempunyai ukuran yang beragam. Banyak karakteristik

tanah yang ditentukan berdasarkan ukuran butiran, bentuk, dan komposisi kimiawi.

2.1.2 Ukuran Tanah

Istilah pasir, lempung, lanau atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas ukuran butiran yang telah ditentukan. Batas-batas interval ukuran butiran kerikil, pasir, lanau dan lempung ditunjukkan pada tabel 2.1, pada umumnya lebih banyak digunakan klasifikasi tanah USCS dan AASHTO.

Tabel 2.1 Batasan-batasan Golongan Tanah

Nama Golongan	Ukuran Butiran (mm)			
	Kerikil	Pasir	Lanau	Lempung
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	>2	2 - 0,06	0,06 - 0,002	< 0,002
U.S Departement of Agriculture (USDA)	> 2	2-0,05	0,05 - 0,002	< 0,002
American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)	76,2 – 2	2 - 0,075	0,075 =0,002	< 0,002
Unified Soil Clasissification System (USCS)	76,2– 4,75	4,75-0,075	Halus (yaitu lanau dan lempung) <0,0075	

Sumber: (Das, 1995)

Kebanyakan jenis tanah terdiri dari banyak campuran atau lebih dari satu macam ukuran partikel. Tanah lempung belum tentu terdiri dari partikel lempung saja, akan tetapi dapat bercampur dengan butir-butir ukuran lanau maupun pasir, dan mungkin terdapat campuran bahan organik. Ukuran partikel tanah dapat bervariasi dan lebih besar dari 100 mm sampai lebih kecil dari 0,001 mm. (Hardiyatmo, 2002)

Ada berbagai macam jenis-jenis tanah untuk klasifikasi tanah di lapangan antara lain :

1. Pasir dan kerikil

Pasir dan kerikil yaitu agregat tak berkohesi yang tersusun dari regminregmin sub anguler atau granular. 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 H_2S , CO_2 , 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 (*Organic clay*)

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.

2.1.3 Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah merupakan suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa kedalam kelompok dan subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terinci.

Pada umumnya, dalam menentukan klasifikasi tanah ada dua sistem yang sering digunakan, yaitu sistem klasifikasi USCS dan AASHTO. Sistem-sistem ini menggunakan sifat-sifat indeks tanah sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair, dan indeks plastisitas.

a. **Sistem Klasifikasi AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Official)**

Sistem Klasifikasi AASHTO dikembangkan pada tahun 1929 sebagai Public Road Administration Classification System. Sistem klasifikasi AASHTO (American Association of State Highway and Transportation

Officials Classification) berguna untuk menentukan kualitas tanah untuk perencanaan timbunan jalan, subbase dan subgrade. Sistem ini terutama ditujukan untuk maksud-maksud dalam lingkup tersebut.

Tabel 2.2 Sistem Klasifikasi tanah AASHTO

Klasifikasi Umum	Tanah Berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan NO. 200)						
	A-1		A-3	A-2			
Klasifikasi Kelompok	A-1 a	A-1 b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7
Analisa ayakan (& lolos) No. 10 No. 40 No. 200	Max 50 Max 30 Max 15	Max 50 Max 25	Max 51 Max 10	Max 35	Max 35	Max 35	Max 35
Sifat fraksi yang bisa lolos ayakan no. 40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Max 6		NP	Max 40 Max 10	Min 41 Max 10	Max 41 Min 11	Min 41 Min 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai bahan dasar	Baik sekali sampai baik						

Klasifikasi Umum	Tanah Lanau – Lempung (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)			
	A - 4	A - 5	A - 6	A - 7 A - 7-5* A - 7-6**
Analisis ayakan (& lolos) No. 10 No. 40 No. 200	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan no. 40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Max 40 Max 10	Max 41 Max 10	Max 40 Min 11	Min 41 Min 11
Tipe material yang paling dominan	Tanah Berlanau		Tanah Berlempung	
Penilaian sebagai bahan dasar	Biasa sampai Jelek			

*Untuk A 7-5, $PI \leq LL - 30$

**Untuk A 7-6, $PI > LL - 30$

Pada sistem ini, tanah diklasifikasikan ke dalam tujuh kelompok besar, yaitu A-1 sampai dengan A-7 (Sarie , 2022).

- A-1, A-2, dan A-3 adalah tanah berbutir di mana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No.200.
- A-4, A-5, A-6, dan A-7 adalah tanah di mana lebih dari 35% butirannya lolos ayakan No.200. Butiran dalam kelompok A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung.

Sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria di bawah ini:

1. Ukuran Butir

- Kerikil: bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 75 mm (3 in) dan yang tertahan pada ayakan No. 20 (2 mm).
- Pasir: bagian tanah yang lolos ayakan No. 10 (2 mm) dan yang tertahan pada ayakan No. 200 (0,075 mm).
- Lanau dan lempung: bagian tanah yang lolos ayakan No. 200.

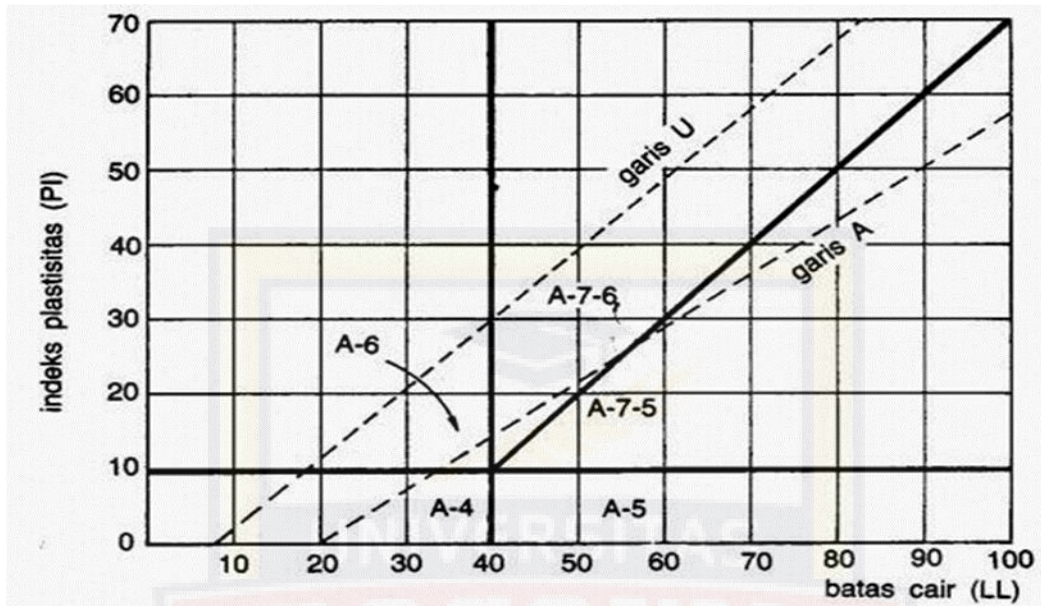
2. Plastisitas

Nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas [plasticity index (PI)] sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung digunakan jika bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas sebesar 11 atau lebih.

3. Batuan

Apabila (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan di dalam contoh tanah yang akan ditentukan klasifikasi tanahnya, maka batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu. Tetapi, persentase dari batuan yang dikeluarkan tersebut harus dicatat.

Kelompok tanah dapat dilihat berdasarkan hubungan indeks plastisitas dan batas cair seperti pada Gambar 2.2 Di bawah ini :



Gambar 2.2 Batas cair dan batas indeks plastisitas untuk tanah lanau lempung (A-4 sampai A-7)

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

(Apabila nilai indeks kelompok semakin tinggi, maka semakin berkurang ketepatan dalam pemilihan penggunaan tanah tersebut (gradasi jelek). tanah granuler diklasifikasi-kan dalam A1 sampai A3. Sedangkan tanah berbutir halus diklasifikasi-kan dalam A4 sampai A7.

b. Sistem Klasifikasi USCS (Unified Soil Classification System)

Klasifikasi tanah dari Sistem Unified mula pertama diusulkan oleh Casagrande (1942), kemudian direvisi oleh kelompok teknisi dari USBR (United State Bureau of Reclamation). Dalam bentuk yang sekarang, sistem ini banyak digunakan oleh berbagai organisasi konsultan geoteknik (Alfi, 2021)

Pada Sistem Unified, tanah diklasifikasikan ke dalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) jika kurang dari 50% lolos saringan nomor 200, dan tanah diklasifikasikan sebagai tanah berbutir halus (lanau/lempung) jika lebih dari 50% lolos saringan nomor 200. Berikut merupakan simbol-simbol yang terdapat dalam sistem klasifikasi Unified.

- Simbol tanah:

G = kerikil (gravel)

S = pasir (sand)

C = lempung (clay)

M = lanau (silt)

O = lanau atau lempung organik (organic silt or clay)

Pt = tanah gambut dan tanah organik tinggi (peat and highly organic soil)

- Jenis Gradasi:
 - W = gradasi baik (well-graded)
 - P = gradasi buruk (poorly-graded)
- Konsistensi Plastisitas:
 - H = plastisitas tinggi (high-plasticity)
 - L = plastisitas rendah (low-plasticity)

Tabel 2.3 Klasifikasi Tanah USCS

Divisi utama		Simbol kelompok	Nama umum
Tanah Berbutir Kasar Lebih dari 50% butiran tertahan pada ayakan No. 200 [†]	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos ayakan No. 4	Kerikil bersih (hanya kerikil)	GW Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		Kerikil dengan butiran halus	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
	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar tertahan pada ayakan No. 4	Pasir bersih (hanya pasir)	SW Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		Pasir dengan butiran halus	SP Pasir bergradasi-buruk dan pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
			SM Pasir berlanau, campuran pasir-lanau
			SC Pasir berlempung, campuran pasir - lempung
Tanah Berbutir Halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan Lempung Batas cair 50% atau kurang	ML Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung	
		CL Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (lean clays)	
		OL Lanau - organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah	
	Lanau dan Lempung Batas cair lebih dari 50%	MH Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis.	
		CH Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (fat clays)	
		OH Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi	
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi		PT	Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi

Sistem ini mengelompokkan tanah ke dalam dua kelompok besar, yaitu:

1. Tanah berbutir-kasar (coarse-grained-soil), yaitu: tanah kerikil dan pasir di mana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal G atau S. G adalah untuk kerikil (gravel) atau tanah berkerikil, dan S adalah untuk pasir (sand) atau tanah berpasir.
2. Tanah berbutir-halus (fine-grained-soil), yaitu tanah di mana lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau (silt) anorganik, C untuk lempung (clay) anorganik, dan O untuk lanau organik dan lempung-organik. Simbol PT digunakan untuk tanah gambut (peat), muck, dan tanah- tanah lain dengan kadar organik yang tinggi.

Jika terjadi persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 adalah antara 5% sampai dengan 12%, simbol ganda seperti GW-GM, GP-GM, GW-GC, GP-GC, SW-SM, SW-SC, SP-SM, dan SP-SC diperlukan. Klasifikasi tanah berbutir halus dengan simbol ML, CL, OL, MH, CH, dan OH didapat dengan cara menggambar batas cair dan indeks plastisitas.

2.1.4 Sifat -Sifat Fisik Tanah

a. Kadar Air

Kadar air tanah atau water content (w), yang diartikan sebagai perbandingan antara berat air yang dikandung didalam tanah dengan berat kering sampel tanah. Kadar air didalam tanah dinyatakan dalam persen. Jumlah air yang dapat ditahan oleh tanah dinyatakan atas dasar berat atau volume.

$$w = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

- w adalah kadar air, (%)
- W1 adalah berat cawan dan tanah basah (gram)
- W2 adalah berat cawan dan tanah kering (gram)
- W3 adalah berat cawan (gram)
- (W1–W2) adalah berat air (gram)
- (W2–W3) adalah berat tanah kering (partikel padat) (gram)

b. Berat Jenis (Specific gravity)

Berat Jenis Tanah (G_s) dapat diartikan sebagai perbandingan di antara berat suatu volume butiran tanah (γ_s) dengan berat suatu volume air (γ_w) dengan isi tanah yang sama yang terdapat pada temperatur tertentu. Nilai yang terdapat disuatu dari berat jenis tanah tidak mempunyai satuan (tidak berdimensi). Berat jenis suatu tanah (G_s) dapat dinyatakan kedalam bentuk persamaan :

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_s/V_s}{W_w/V_w} = \frac{W_s}{V_s} \quad \dots\dots\dots (2.3a)$$

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \times k \quad \dots\dots\dots (2.3b)$$

Dimana:

- Berat jenis (G_s)
- Berat Piknometer (W_1)
- Berat Piknometer + Tanah (W_2)
- Berat Piknometer + Tanah + Air (W_3)

- Berat Piknometer + Air (W4)
- Faktor Korelasi terhadap suhu (k)

Bobot jenis partikel (particle density) dari suatu tanah menunjukkan kerapatan dari partikel dapat secara keseluruhan. Hal ini ditunjukkan sebagai perbandingan massa total dari partikel padatan dengan total volume tidak termasuk ruang pori antarpartikel. Berat jenis partikel ini penting dalam penentuan laju sedimentasi, pergerakan partikel oleh air dan angin.

Tabel 2.4 Berat jenis (Gs) berbagai jenis tanah

Macam Tanah	Berat Jenis (Gs)
Kerikil	2,65 - 2,68
Pasir	2,65 - 2,68
Lanau Tak Organik	2,65 - 2,68
Lempung Organik	2,58 - 2,65
Lempung Tak Organik	2,68 - 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

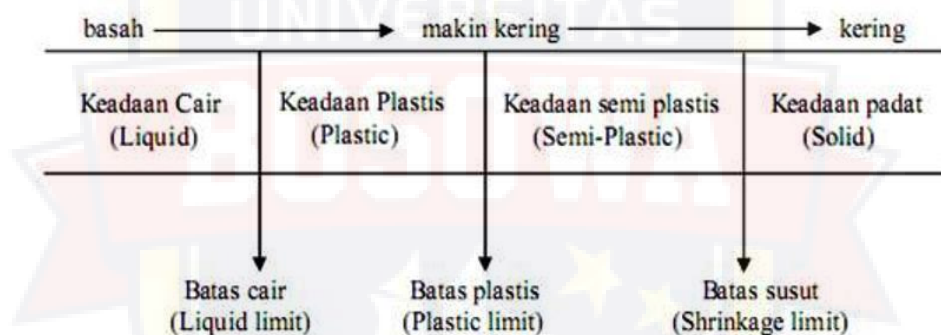
Sumber: (Hardiyatmo, 2002)

c. Batas-batas Atterberg (Atterberg Limit)

Bila tanah berbutir halus (lempung dan lanau) dicampur dengan air, maka tanah ini akan melalui beberapa keadaan tertentu dari keadaan cair sampai keadaan padat. Batas Atterberg dikenalkan oleh Albert Atterberg

pada tahun 1911 dengan maksud untuk mengklasifikasikan tanah berbutir halus.

Atterberg limits yang dimiliki suatu jenis tanah memberikan gambaran akan plastisitas tanah tersebut, dan sangat berhubungan dengan kemampuan pengembangan (swelling) dan penyusutan (shrinkage). Kedudukan suatu jenis fisik tanah yang berbutir halus pada kadar air tanah tertentu di sebut sebagai konsistensi. Batas-batas suatu konsistensi tanah yang berbutir halus tersebut diantara lain adalah batas cair (LL), batas plastis (PL), batas susut (SL).



Gambar 2.3 Atterberg limits

- **Batas Cair (Liquid Limit)**

Batas cair adalah peralihan tanah dari keadaan plastis ke keadaan cair. Penentuan batas cair tanah dilakukan di laboratorium terhadap contoh tanah yang diambil dari lapangan. Batas cair ini dapat diterapkan untuk menentukan konsistensi perilaku material dan sifatnya pada tanah kohesif, konsistensi tanah tergantung dari nilai batas cairnya.

$$LL = Wn \left(\frac{N}{25} \right)^{0,121} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana N adalah jumlah pukulan yang menyebabkan tertutupnya alur pada kadar air tertentu; LL adalah batas cair terkoreksi untuk tertutupnya alur pada 25 pukulan (%); Wn adalah kadar air (%); Nilai batas cair ini dapat digunakan untuk menentukan nilai indeks plastisitas tanah (IP) yaitu nilai batas cair (LL) dikurangi dengan nilai batas plastis (PL) (SNI 1967:2008)

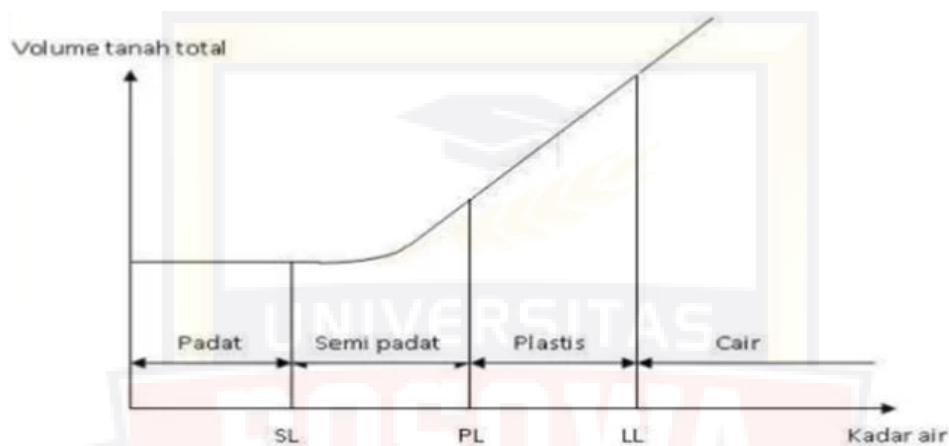
- Batas Plastis (Plastic Limit)

Batas plastis didefinisikan sebagai kadar air, dinyatakan dalam persen, di mana tanah apabila digulung sampai dengan diameter 1/8 in (3,2 mm) menjadi retak-retak. Menurut (Pahrida, 2021) Batas plastis didefinisikan sebagai nilai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dengan daerah semi padat.

Batas Plastis dihitung berdasarkan persentasi berat air terhadap berat tanah kering pada benda uji. Pada cara uji ini, material tanah yang lolos saringan ukuran 0,425 mm atau saringan No.40, diambil untuk dijadikan benda uji kemudian dicampur dengan air suling atau air mineral hingga menjadi cukup plastis untuk dibentuk bulat panjang hingga mencapai diameter 3 mm. Benda uji yang mengalami retakan setelah mencapai diameter 3 mm, diambil untuk diukur kadar airnya. Kadar air yang dihasilkan dari pengujian tersebut merupakan batas plastis tanah tersebut ("SNI 1966:2008 Cara Uji Penentuan Batas Plastis Dan Indeks Plastisitas Tanah," 2008)

- Batas Susut (Shrinkage Limit)

Batas susut didefinisikan sebagai kadar air tanah maksimum ketika pengurangan kadar air tidak akan menyebabkan perubahan volume dari massa tanah (SNI 3422;2008).



Gambar 2.4 Definisi Batas susut

Percobaan batas susut dilaksanakan dalam laboratorium dengan cawan porselen diameter 44,4 mm dengan tinggi 12,7 mm. Bagian cawan dilapisi dengan pelumas dan diisi dengan tanah jenuh sempurna. Kemudian dikeringkan dalam oven, volume ditentukan dengan mencelupkannya dalam air raksa (Rangan, 2022) .

Untuk mengetahui nilai batas susut, maka sampel yang telah kering dicelupkan ke dalam air raksa, dan nilai batas susutnya dihitung dengan persamaan berikut:

$$SL = \left[\frac{m_1 - m_2}{m_2} - \frac{(v_1 - v_2 \cdot \gamma_w)}{m_2} \right] \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana:

- m_1 = berat tanah basah dalam cawan percobaan (gram)
 - m_2 = berat tanah kering oven (gram)
 - v_1 = volume tanah basah dalam cawan percobaan (cm³)
 - v_2 = volume tanah kering oven (cm³)
 - W = berat volume air (gram/cm³)
- Indeks Plastisitas (Plasticity Index)

Indeks plastisitas (PI) adalah interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisan tanah. Jika nilai PI tinggi maka tanah mengandung banyak lempung, dan jika nilai PI rendah maka tanah mengandung banyak lanau. Menurut Atterberg (1911), Indeks plastisitas (IP) adalah selisih batas cair dan batas plastis:

$$IP = LL - PL \dots\dots\dots (2.6)$$

Tabel 2.5 Nilai Indeks Plastisitas (Dr. Ir. H. Darwis, 2018)

PI (%)	Sifat	Ragam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesi
<7	Plastisitas Rendah	Lanau	Kohesi Sebagian
7-17	Plastisitas Sedang	Lempung Berlanau	Kohesi
>17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesi

d. Analisa Saringan

Analisa saringan tanah adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu (Mildawati

& D, 2022). Dalam analisis saringan, sejumlah saringan yang memiliki ukuran lubang berbeda-beda disusun dengan ukuran yang terbesar di atas yang kecil. Penyaringan merupakan metode yang biasanya secara langsung untuk menentukan ukuran partikel dengan didasarkan pada batas- batas bawah ukuran lubang saringan yang digunakan.

Analisa saringan adalah analisis yang dilakukan untuk menentukan gradasi butir (distribusi ukuran butir), yaitu dengan menggetarkan contoh tanah kering melalui satu set ayakan dimana lubang-lubang ayakan tersebut makin kebawah makin kecil secara berurutan. Analisa saringan dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu analisa ayakan dan analisa hydrometer (Badan Standardisasi Nasional, 2008).

Analisa ayakan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu cara kering dan cara basah. Cara kering dilakukan dengan menggetarkan saringan, baik itu digetarkan dengan cara manual atau dengan alat penggetar. Cara basah dilakukan dengan mencampur tanah dengan air sampai menjadi lumpur encer dan dibasuh seluruhnya melewati saringan. Analisa hidrometer adalah analisa yang digunakan untuk menentukan ukuran butiran dari tanah berbutir halus atau bagian berbutir halus dari tanah berbutir kasar yang didasarkan pada prinsip sedimentri (pengendapan) butir-butir dari dalam air.

➤ Σ berat tanah tertahan = berat tanah tertahan + berat tanah sebelumnya

➤ % Kumulatif Tertahan = $\frac{\Sigma \text{berat tanah tertahan}}{\text{jumlah total tanah yang disaring}} \times 100$

- % Kumulatif Lolos = 100% - Persen Kumulatif Tertahan.

2.1.5 Sifat-Sifat Mekanik Tanah

a. Pemadatan Tanah

Pemadatan adalah suatu proses dimana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan salah satu cara mekanis (menggilas / memukul / mengolah). Tingkat pemadatan tanah diukur dari berat volume kering tanah yang dipadatkan. Bila air ditambahkan kepada suatu tanah yang sedang dipadatkan, air tersebut akan berfungsi sebagai unsur pembasah pada partikel-partikel tanah. Untuk usaha pemadatan yang sama, berat volume kering dari tanah akan naik bila kadar air dalam tanah meningkat. Prinsip pemadatan tanah ialah memberikan energi mekanis dinamis secara berulang. Tujuannya agar udara dalam tanah berkurang dan kerapatan tanah bertambah. Dengan begitu tanah tersebut tidak akan mudah bergeser walau diberi air. Fungsi dari pemadatan tanah ini diantaranya:

- 1) Membantu memperkuat tanah sehingga mampu dilakukan perbaikan pada bagian kuat geser tanah.
- 2) Mengurangi permeabilitas dan kompresibilitas atau penurunan beban.
- 3) Mengurangi sifat kembang susut pada tanah lempung.
- 4) Mengurangi perubahan volume karena perubahan kadar air dalam tanah.
- 5) Memperbaiki daya dukung tanah dan mutu tanah itu sendiri.

Pemadatan tanah dapat dilakukan dengan uji kompaksi untuk mendapatkan nilai kadar air optimum serta berat isi maksimum. Harap dicatat bahwa pada saat kadar air $w=0$, berat volume basah (γ_b) dari tanah adalah sama dengan berat volume keringnya (γ_d).

$$Y = Y_d (w=0) = Y_1 \dots\dots\dots (2.7)$$

Hubungan berat volume kering (γ_d) dengan berat volume basah (γ_b) dan kadar air (%) dinyatakan dalam persamaan:

Rumus mencari berat isi basah (γ_b)

$$\gamma_b = \frac{w}{v} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

- γ_b = Berat volume tanah basah (gram/cm³)
- w = Berat tanah (gram)
- v = Volume tanah (cm³)

Rumus mencari berat isi basah (γ_d)

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + \frac{w(\%)}{100}} \dots\dots\dots (2.9)$$

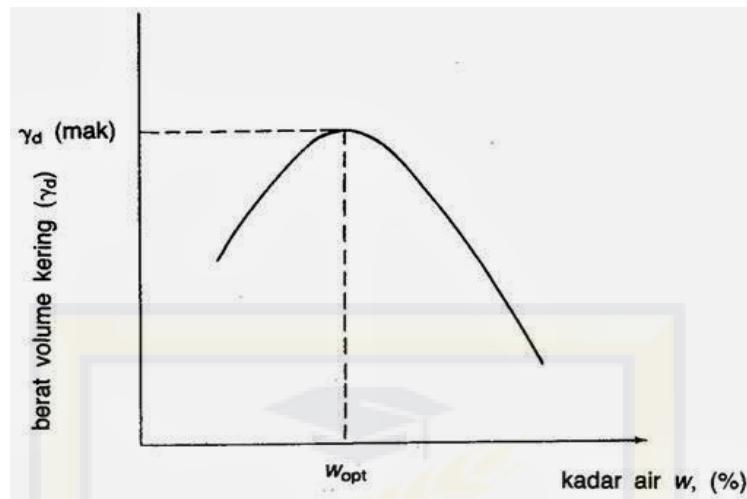
Dimana:

- γ_d = Berat isi tanah kering (gram/cm³)
- γ_b = Berat isi tanah basah (gram/cm³)
- w = Kadar air (%)

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

Grafik hubungan kadar air optimum dan berat volume kering maksimum,

diperlihatkan pada gambar berikut:



Gambar 2.5 Grafik hubungan kadar air optimum dan berat volume kering maksimum

Kurva yang dihasilkan dari pengujian memperlihatkan nilai kadar air yang terbaik untuk mencapai berat volume kering terbesar atau kepadatan maksimum. Kadar air pada keadaan ini disebut kadar air optimum.

Pada nilai kadar air yang rendah, untuk kebanyakan tanah, tanah cenderung bersifat kaku dan sulit dipadatkan. Setelah kadar air ditambah, tanah menjadi lebih lunak. Pada kadar air yang tinggi, berat volume kering berkurang. Bila seluruh udara di dalam tanah dapat dipaksa keluar pada waktu pemadatan, tanah akan berada dalam kedudukan jenuh dan nilai berat volume kering akan menjadi maksimum. Akan tetapi, dalam praktek, kondisi ini sangat sulit dicapai.

b. Uji Kuat Geser Langsung (direct shear test)

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. (Hardiyatmo, 2002). Parameter kuat

geser tanah dibutuhkan untuk analisis–analisis kapasitas dukung tanah, stabilitas lereng, dan gaya dorong pada dinding penahan tanah. Kuat geser tanah diukur dengan 2 parameter tanah yaitu kohesi (c) atau gaya tarik-menarik antar partikel parameter ini diperoleh dengan cara melakukan pengujian di laboratorium. Pengujian kuat geser tanah di laboratorium dapat dilakukan dengan memakai berbagai peralatan uji dan sudut geser dalam (ϕ) atau gesekan antara butir tanah. Teori Mohr menguraikan bahwa kondisi keruntuhan suatu bahan terjadi oleh akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser (Amania, A. & Sarie, 2021)

Rumus mencari tegangan normal dan tegangan geser :

- Tegangan normal

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.10a)$$

- Tegangan geser maksimum

$$\tau = \frac{S}{A} \dots\dots\dots (2.10b)$$

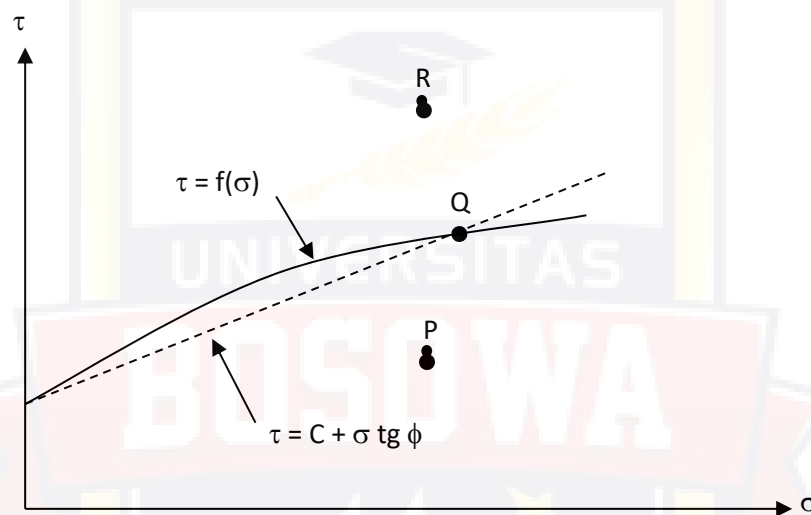
Hipotesis pertama mengenai kekuatan geser tanah dikemukakan oleh Coulomb sekitar tahun 1776, sebagai berikut:

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \dots\dots\dots (2.11)$$

keterangan:

- σ = tegangan normal pada bidang yang ditinjau (kg/cm²);
- P = gaya normal (kg)
- A = luas penampang benda uji (cm²)

- τ = kuat geser tanah (kg/cm²);
- S = gaya geser maksimum (kg)
- c = nilai kohesi tanah atau gaya tarik menarik partikel tanah (kg/cm²);
- $\tan \phi$ = faktor geser diantara butir-butir yang bersentuhan
- ϕ = sudut geser ($^\circ$).



Gambar 2.6 Kriteria kegagalan Mohr dan Coulomb

Bowles (1993: 448) mengemukakan bahwa terdapat sejumlah literatur yang memberikan hubungan kuat geser atau parameter kuat geser dengan indeks plastisitas tanah. Salah satu hubungan yang paling awal didapat adalah antara sudut geser (ϕ) dan indeks plastisitas (IP).

Sudut geser dalam (ϕ) merupakan sudut yang dibentuk dari hubungan antara tegangan normal dan tegangan geser di dalam material tanah atau batuan. Sudut geser dalam adalah sudut rekahan yang dibentuk jika suatu material dikenai tegangan atau gaya terhadapnya yang melebihi tegangan gesernya. Semakin besar sudut geser dalam suatu material maka

material tersebut akan lebih tahan menerima tegangan luar yang dikenakan terhadapnya (Haris, 2018)

Kuat geser adalah kemampuan tanah melawan tegangan geser yang terjadi pada saat terbebani, keruntuhan geser (Shear failure) tanah terjadi bukan disebabkan karena hancurnya butir-butir tanah tersebut tetapi karena adanya gerak relative. Kekuatan geser tanah yang dimiliki oleh suatu tanah disebabkan oleh:

- Pada tanah berbutir halus (kohesif) misalnya lempung kekuatan geser yang dimiliki tanah disebabkan karena adanya kohesi atau lekatan antara butir tanah (c soil)
- Pada tanah berbutir kasar (non kohesif), kekuatan geser disebabkan karena adanya gesekan antara butir tanah sehingga sering disebut gesek dalam (ϕ soil).
- Pada tanah yang merupakan campuran antara tanah halus dan tanah kasar (c dan ϕ soil), kekuatan geser disebabkan karena adanya lekatan (karena kohesi) dan gesekan antara butir – butir tanah (karena ϕ).

Menurut (Wibowo, 2020) kuat geser sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Tekanan efektif atau tekanan antar butir.
2. Kemampuan partikel atau kerapatan
3. Saling keterkuncian antar partikel: jadi, partikel-partikel yang bersudut akan lebih saling terkunci dan memiliki kuat geser yang lebih tinggi

yang lebih besar) daripada partikel-partikel yang bundar seperti pada tebing-tebing.

4. Sementasi partikel, yang terjadi secara alamiah atau buatan.
5. Daya tarik antar partikel atau kohesi.

Kekuatan geser tanah dapat dianggap terdiri dari dua bagian atau komponen, yaitu :

- Gesekan dalam, yang sebanding dengan tegangan efektif yang bekerja pada bidang geser.
- Kohesi yang tergantung pada jenis tanah dan kepadatannya tanah pada umumnya digolongkan sebagai berikut :
 1. Tanah berkohesi atau berbutir halus (misal lempung)
 2. Tanah tidak berkohesi atau berbutir kasar (misal pasir)
 3. Tanah berkohesi-gesekan, ada c dan ϕ (misal lanau)

c. CBR (California Bearing Ratio)

CBR adalah metode pengujian yang digunakan untuk mengevaluasi daya dukung tanah subgrade (lapisan tanah di bawah permukaan jalan atau struktur lainnya) dan untuk merencanakan desain perkerasan jalan. CBR (*California Bearing Ratio*) adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu lapisan yang berupa tanah maupun lapisan perkerasan jalan terhadap bahan standar dengan nilai kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama (Muhammad, 2021).

d. Uji Kuat Tekan Bebas (Unconfined Compression Strength (UCS))

Kuat tekan bebas (q_u) adalah harga tegangan aksial maksimum yang

dapat ditahan oleh benda uji silindris (dalam hal ini sampel tanah) sebelum mengalami keruntuhan geser (Dermawan, 2009) . Kuat tekan bebas (q_u) merupakan pengujian yang umum dilaksanakan dan dipakai dalam proses penyelidikan sifat–sifat stabilisasi tanah. Disamping pelaksanaannya yang praktis, sampel yang dibutuhkan juga tidak banyak. Metode ini dimaksudkan sebagai acuan dalam melakukan pengujian kuat tekan bebas tanah kohesif, dengan tujuan untuk memperoleh nilai kuat tekan bebas tanah, uji kuat tekan ini mengukur seberapa kuat tanah menerima kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya, dan juga mengukur regangan tanah akibat tekan tersebut (Amania, A., & Sarie, 2021).

Dalam pembuatan benda uji sebagai dasar adalah kepadatan maksimum yang diperoleh dari percobaan pemadatan. Uji kuat tekan bebas dimaksudkan untuk memperoleh kuat geser dari tanah kohesif secara cepat dan ekonomis. Kuat tekan bebas ialah besar beban aksial tiap satuan luas penampang benda uji saat mengalami keruntuhan atau pada saat regangan mencapai 20% (Soedarmo dan Purnomo, 1997). Pengujian ini banyak dilakukan dan cocok untuk jenis tanah lempung jenuh karena pembebanan yang cepat sehingga air tidak sempat mengalir ke luar dari benda uji. Untuk menghitung beberapa parameter dari pengujian kuat tekan bebas digunakan rumus berikut:

Regangan aksial (%)

$$\varepsilon = \Delta L / L_0 \dots\dots\dots (2.12a)$$

Dimana:

- ϵ = Regangan aksial (%)
- ΔL = Perubahan benda uji
- L_0 = Panjang benda uji semula

Luas penampang benda uji rata – rata

$$A = A_0 / (1 - \epsilon) \dots\dots\dots (2.12b)$$

Dimana:

- A = Luas penampang (cm²)
- A_0 = Luas penampang benda uji mula-mula

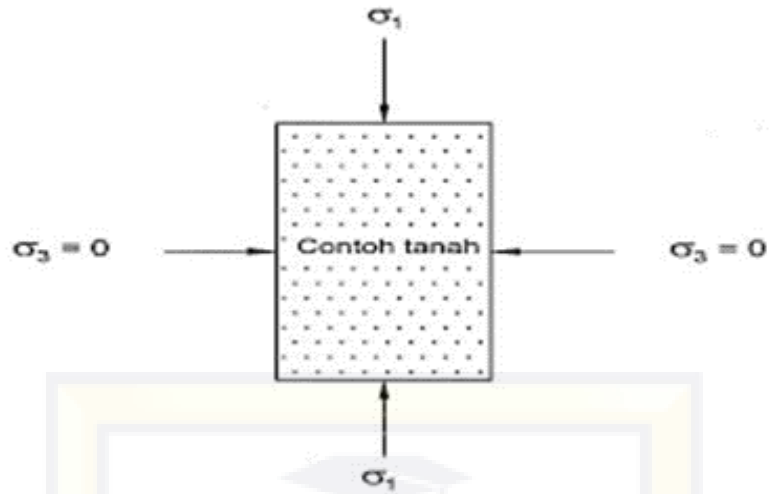
Tegangan normal

$$\sigma_n = P/A \dots\dots\dots (2.12c)$$

Dimana :

- P = beban (gaya tekan) = $n \times \beta$
- n = pembacaan arloji tegangan
- β = angka kalibrasi proving ring

Nilai kuat tekan bebas (Unconfined Compressive Strength) didapat dari pembacaan proving ring dial dengan tegangan maksimum. Dari nilai kuat tekan maksimum yang dapat diterima pada masing-masing contoh akan didapat sensitivitas tanah. Nilai sensitivitas ini mengukur bagaimana perilaku tanah jika terjadi gangguan dari luar.



Gambar 2.7 Skema uji tekan bebas

disini terbaca $\sigma_3 = 0$, maka ;

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma_f = \Delta\sigma_f = q_u \quad \dots\dots\dots (2.13a)$$

dimana, q_u = kuat tekan bebas (unconfined compression strength)

Maka diperoleh :

$$s_u = c_u = q_u / 2 \quad \dots\dots\dots (2.13b)$$

Dimana, $s_u = c_u$ = kuat geser undrained

Tabel 2.6 Klasifikasi konsistensi tanah berdasarkan nilai kuat tekan bebas

Sifat Tanah	Unconfined Compression Test
Very Soft (Sangat Lunak)	<0,25 kg/cm ²
Soft (Lunak)	0,25 - 0,50 kg/cm ²
Firm/Medium (Tengah)	0,50 – 1,00 kg/cm ²
Stiff (Kaku)	1,00 – 2,00 kg/cm ²
Very Stiff (Sangat Kaku)	2,00 – 4,00 kg/cm ²
Hard (Keras)	>4,00 kg/cm ²

Sumber : (Das B. M. dalam (Indrawan, 2021).

2.2. Tanah Lempung

2.2.1 Pengertian Tanah Lempung

Menurut (Vidianova , 2021) dalam Bowless (1991) menyatakan tanah lempung adalah partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm yang merupakan unsur utama dalam proses kohesif dalam tanah.

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan. Ciri khas dari tanah lempung adalah bahwa saat mengering, ia menjadi keras; tetapi saat terkena air, ia menjadi lunak dan mudah dibentuk. Tanah lempung juga memiliki sifat kohesif, dengan kemampuan untuk mengembang dan menyusut secara cepat. Perubahan ini mengakibatkan perubahan volume yang signifikan, yang disebabkan oleh pengaruh air. Sedangkan untuk jenis tanah lempung lunak mempunyai karakteristik yang khusus diantaranya daya dukung yang rendah, kemampatan yang tinggi, indeks plastisitas yang tinggi, kadar air yang relatif tinggi dan mempunyai gaya geser yang kecil. Kondisi tanah seperti itu akan menimbulkan masalah jika dibangun konstruksi di atasnya (Leatemala, 2021)

Ada beberapa hal istilah yang perlu dibedakan dalam mempelajari mengenai lempung yaitu:

- a) Penggunaan istilah ukuran lempung, lebih dihubungkan dengan komposisi dalam ukuran partikel, yang biasanya berukuran < 2 mm
- b) Penggunaan istilah mineral lempung, lebih dihubungkan dengan

komposisi ukuran mineral. Ukuran mineral ini lebih spesifik, kadang-kadang ukuran mineral ini < 2 dan dapat pula > 2 , meskipun pada umumnya < 2 mm.

2.2.2 Sifat-Sifat Tanah Lempung

Menurut (Leatemia, 2021) mineral-mineral pada tanah lempung umumnya memiliki sifat-sifat:

1. Hidrasi

Partikel mineral lempung biasanya bermuatan negatif sehingga partikel lempung hampir selalu mengalami hidrasi, yaitu dikelilingi oleh lapisan-lapisan molekul air dalam jumlah yang besar.

2. Aktivitas

Aktivitas (A) tanah lempung merupakan perbandingan antara indeks plastisitas (PI) dengan persentase butiran yang lebih kecil dari $2 \mu\text{m}$ yang dinotasikan dengan huruf C dan disederhanakan dalam persamaan berikut :

$$\text{Aktivitas} = \frac{IP}{C} \dots\dots\dots (2.14)$$

Aktivitas digunakan sebagai indeks untuk mengidentifikasi kemampuan mengembang dari suatu tanah lempung. Klasifikasi mineral lempung berdasarkan nilai aktivitasnya, yaitu:

- a) Montmorrillonite: Tanah lempung dengan nilai aktivitas (A) $\geq 7,2$,
- b) Illite: Tanah lempung dengan nilai aktivitas (A) $\geq 0,9$ dan $< 7,2$.
- c) Kaolinite: Tanah lempung dengan nilai aktivitas (A) $\geq 0,38$ dan $< 0,9$
- d) Polygorskite : Tanah lempung dengan nilai aktivitas (A) $< 0,38$

Berdasarkan nilai aktivitasnya, Ada tiga klasifikasi dari lempung yaitu:

- a) Inactive untuk nilai aktivitas di bawah 0,75.
- b) Normal untuk nilai aktivitas diantara 0,75 dan 1,25.
- c) Active untuk nilai aktivitas di atas 1,25.

3. Pengaruh Air

Air biasanya tidak banyak mempengaruhi kelakuan tanah non kohesif (granuler). Sebagai contoh, kuat geser tanah pasir mendekati sama pada kondisi kering maupun jenuh air. Tetapi, jika air berada pada lapisan pasir yang tidak padat, beban dinamis seperti gempa bumi dan getaran lainnya sangat mempengaruhi kuat gesernya. Sebaliknya, tanah berbutir halus khususnya lempung akan banyak dipengaruhi oleh air. Karena pada tanah berbutir halus, luas permukaan spesifik lebih besar, variasi kadar air akan mempengaruhi plastisitas tanah.

Pada pengujian di laboratorium untuk batas Atterberg, ASTM menentukan bahwa air suling ditambahkan sesuai dengan keperluan. Pemakaian air suling yang relatif bebas ion dapat membuat hasil yang cukup berbeda dari apa yang didapatkan dari tanah di lapangan dengan air yang telah terkontaminasi. Air berfungsi sebagai penentu sifat plastisitas dari lempung. Satu molekul air memiliki muatan positif dan muatan negatif pada ujung yang berbeda (dipolar).

4. Flokulasi dan Dispersi

Jika mineral lempung terkontaminasi dengan substansi yang tidak mempunyai bentuk tertentu atau tidak berkrystal ("amorphous") maka daya

negatif netto, ion-ion H^+ di dalam air, gaya Van der Waals, dan partikel berukuran kecil akan bersama-sama tertarik dan bersinggungan atau bertabrakan di dalam larutan tanah dan air. Beberapa partikel yang tertarik akan membentuk flok (flock) yang berorientasi secara acak, atau struktur yang berukuran lebih besar akan turun dari larutan itu dengan cepatnya dan membentuk sendimen yang sangat lepas. Flokulasi larutan dapat dinetralsir dengan menambahkan bahan-bahan yang mengandung asam (ion H^+), sedangkan penambahan bahan-bahan alkali akan mempercepat flokulasi.

Lempung yang baru saja berflokulasi dengan mudah tersebar kembali dalam larutan semula apabila digoncangkan, tetapi apabila telah lama terpisah penyebarannya menjadi lebih sukar karena adanya gejala thixotropic ("Thixotropy"), dimana kekuatan didapatkan dari lamanya waktu (Doly Rosady 2021).

5. Sifat Kembang Susut

Secara umum sifat kembang susut tanah lempung tergantung pada sifat plastisitasnya, semakin plastis mineral lempung semakin potensial untuk mengembang dan menyusut. Tanah yang banyak mengandung lempung mengalami perubahan volume ketika kadar air berubah. Pengurangan kadar air menyebabkan lempung menyusut, dan sebaiknya bila kadar air bertambah lempung mengembang . Perubahan inilah yang berbahaya untuk bangunan di atasnya.

2.3. Stabilisasi Tanah

Dalam bidang rekayasa teknik sipil, stabilisasi tanah disebut dengan perbaikan tanah. Stabilisasi tanah merupakan salah satu metode perbaikan tanah dengan cara memberikan material tambahan pada tanah yang diperkirakan dapat meningkatkan daya dukung tanah tersebut. Menurut (Chrisma Ratu, 2021) dalam (Darwis, 2017) stabilisasi tanah adalah suatu metode rekayasa tanah yang bertujuan untuk meningkatkan dan/atau mempertahankan sifat-sifat tertentu pada tanah, agar selalu memenuhi syarat teknis yang dibutuhkan.

Secara umum, stabilisasi tanah bertujuan untuk:

1. Meningkatkan daya dukung tanah dan kuat geser tanah.
2. Mengurangi kompresibilitas tanah.
3. Mengontrol nilai permeabilitas tanah.
4. Memperkecil resiko terjadinya kembang-susut pada tanah (swelling potential)

Adapun metode-metode stabilisasi yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut

1. Stabilisasi Kimiawi

Stabilisasi kimiawi merupakan metode perbaikan tanah dengan menambahkan bahan kimia tertentu dengan material tanah, sehingga terjadi reaksi kimia antara tanah dengan bahan pencampurnya, yang akan menghasilkan material baru yang memiliki sifat teknis yang lebih baik.

Metode ini biasanya digunakan pada tanah berbutir halus, namun tidak jarang perbaikan tanah dengan metode kimia terhadap tanah berbutir kasar (granuler soil), seperti perbaikan sifat permeabilitas tanah berpasir yang digunakan pada bangunan yang membutuhkan sifat yang lebih kedap air. Metode atau cara memperbaiki sifat-sifat tanah ini juga sangat bergantung pada lama waktu pemeraman, hal ini disebabkan karena didalam proses perbaikan sifat-sifat tanah terjadi proses kimia yang dimana memerlukan waktu untuk zat kimia yang ada di dalam bahan additive untuk bereaksi

2. Stabilisasi Mekanis

Stabilisasi mekanis adalah usaha meningkatkan kepadatan tanah guna menambah kemampuan geser dan kohesi tanah. Dalam metode ini, stabilisasi dapat dicapai melalui proses fisik dengan mengubah sifat fisik tanah di lapangan. Salah satu proses fisik yang dapat dilakukan yaitu pemadatan tanah (Indrawan, 2021).

2.4 Jerami Padi

2.4.1 Pengertian Jerami Padi

Padi merupakan tumbuhan monocotil yang tumbuh di daerah tropis. Tanaman padi yang telah siap panen akan diambil butiran – butirannya, sementara batang serta daunnya akan dibuang. Batang dan daun inilah yang disebut dengan jerami. Jerami merupakan salah satu limbah pertanian yang belum dimanfaatkan secara optimal. Selama ini jerami padi digunakan untuk pakan ternak dan media tumbuh jamur. Meskipun demikian jerami

masih berlimpah dan terkadang harus dibakar. (Handoko, 2022)

Menurut Sebatang jerami yang telah dirontokkan gabahnya terdiri atas :

a) Batang (Lidi jerami)

Bagian batang jerami ini kurang lebih memiliki ukuran sebesar lidi kelapa dengan rongga udara memanjang didalamnya.

b) Ranting Jerami

Ranting jerami merupakan tempat dimana butiran-butiran menempel. Ranting jerami ini lebih kecil, seperti rambut yang bercabang-cabang meskipun demikian ranting jerami mempunyai tekstur yang kasar dan kuat.

c) Selongsong Jerami

Selongsong jerami adalah pangkal daun pada jerami yang membungkus batang atau lidi jerami.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), arti kata jerami adalah batang padi yang sudah kering atau sudah dituai, (baik yang sudah dipotong maupun yang masih tinggal di sawah) sedangkan



Gambar 2.8 Jerami Padi

Jerami padi sebagai sumber bahan organik bisa mengembalikan kesuburan tanah dan memperbaiki sifat dari tanah, selain itu penggunaan jerami padi dengan mengembalikan ke lahan dapat mengatasi kehilangan unsur hara akibat terangkut panen. Unsur hara biasanya terdapat unsur Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K) dan mikro lainnya.

2.4.2 Kandungan Jerami Padi

Adapun kandungan bahan organik pada Jerami padi diantaranya : air 9,02%, serat kasar 35,68 %, protein kasar 3,03 %, karbohidrat 33,71 %, lemak 1,18 %, abu 17,17%, oksigen 33,64 %, karbon 1,33 %, hydrogen 1,54 %, silica 16,98 %, nitrogen 24,70, selulosa 34,34 %, pentose 16,94 % dan lignin 21,40 %. (Sumber : agroteknologi.web.id)

2.4.3 Manfaat Jerami Padi

a. Pakan ternak

Pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan merupakan suatu alternatif dalam meningkatkan ketersediaan pakan sepanjang tahun. Pemanfaatan Jerami sebagai pakan ternak terutama dilakukan pada saat musim kemarau dimana para peternak sulit untuk memperoleh hijauan berkualitas tinggi (Kusmiah , 2021) .

b. Pupuk kompos

Ada banyak limbah pertanian, namun jerami padi lebih sering digunakan sebagai bahan baku pupuk kompos karena memiliki unsur hara yang paling banyak daripada limbah pertanian lainnya. Menurut (Kaya, 2013) Penggunaan kompos/ bokashi jerami padi ini dapat meminimalkan

dan memperbaiki kualitas tanah yang menurun akibat dari penggunaan pupuk anorganik.

c. Mulsa Jerami padi

Mulsa jerami mampu mempertahankan kelembaban dan suhu tanah, mengurangi erosi, menunda penipisan K dan Si, meningkatkan C% organik, Mg dan KTK, meningkatkan serapan hara P dan K, dan meningkatkan stabilitas agregat tanah, serta translokasi unsur N (Miftahul, 2022).

d. Media tumbuh jamur

Limbah pertanian seperti jerami padi dapat dimanfaatkan sebagai salah satu media tumbuh jamur, seperti champignon, jamur kancing, serta portabella. (Vach, 2021)

2.4 Zeolite

a. Pengertian Zeolite

Penemuan zeolit di dunia dimulai dengan ditemukannya Stilbite pada tahun 1756 oleh seorang ilmuwan bernama A. F. Constedt. Zeolit adalah suatu jenis mineral alam yang terdiri dari rangkaian tiga dimensi dari struktur molekul berulang-ulang yang membentuk pori-pori berukuran mikroskopis. Nama "zeolit" berasal dari bahasa Yunani "zein" yang artinya "mendidih" dan "lithos" yang artinya "batu", karena pada awalnya zeolit ditemukan dalam bentuk kristal alam yang akan melepaskan air ketika dipanaskan. Zeolit adalah sejenis mineral alami yang terbentuk dari hasil reaksi geologi antara lava dan air laut. Zeolit adalah jenis mineral alam yang memiliki struktur kristal berpori dan dapat menyerap serta melepaskan

molekul air dan senyawa kimia tertentu.



Gambar 2.9 Batuan Zeolite

Kandungan utama dari zeolit termasuk bahan kimia seperti silikon, aluminium, dan oksigen. Rumus umum zeolit adalah



Dimana :

M = kation alkali atau alkali tanah

n = muatan dari ion logam

x,y,w = bilangan-bilangan tertentu

b. Sifat-sifat Zeolite

Karena sifat fisika dan kimia dari zeolite yang unik, sehingga dalam dasawarsa ini, zeolite oleh para peneliti dijadikan sebagai mineral serba guna. Sifat-sifat unik tersebut meliputi dehidrasi, adsorben dan penyaring molekul, katalisator dan penukar ion.

➤ Sifat Dehidrasi

Sifat dehidrasi dari zeolit berpengaruh terhadap sifat absorpsinya.

Zeolit dapat melepaskan molekul air dari dalam rongga permukaan

menyebabkan medan listrik meluas ke dalam rongga utama dan akan efektif berinteraksi dengan molekul yang akan diabsorpsi.

➤ Absorpsi

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air bebas yang berada di sekitar kation. Beberapa jenis mineral zeolit mampu menyerap gas sebanyak 30 % dari berat keringnya. Zeolit mempunyai kapasitas yang tinggi sebagai penjerap (adsorben).

➤ Pertukaran Ion

Ion-ion pada rongga atau kerangka elektrolit berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion-ion ini bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya. Kation-kation pada pori berperan sebagai penetral muatan zeolit.

➤ Katalis

Ciri paling khusus dari zeolit yang menentukan sifat khusus mineral ini adalah ruang kosong yang membentuk saluran di dalam strukturnya, pada proses penyerapan atau katalis maka terjadi difusi molekul ke dalam ruang bebas diantara kristal.

➤ Penyaring / pemisah

Zeolit dapat memisahkan molekul gas atau zat lain dari suatu campuran tertentu karena mempunyai ruang hampa yang besar dengan garis tengah yang bermacam-macam, ukuran garis tengah

ruang hampa dalam kisi-kisi kristal ini menjadi dasar kemampuan zeolit bertindak sebagai penyaring molekul.

c. Zeolit Alam dan Zeolit Sintesis

1. Zeolit alam

Zeolite alam biasanya mengandung kation-kation K^+ , Na^+ , Ca^{2+} atau Mg^{2+} . Zeolit alam terbentuk karena adanya proses kimia dan fisika yang kompleks dari batu-batuan yang mengalami berbagai macam perubahan di alam. Para ahli geokimia dan mineralogi memperkirakan bahwa zeolit merupakan produk gunung berapi yang membeku menjadi batuan vulkanik, batuan sedimen dan batuan metamorfosa yang selanjutnya mengalami proses pelapukan karena pengaruh panas dan dingin sehingga akhirnya terbentuk mineral-mineral zeolit. pendapat lain menyatakan proses terjadinya zeolit berawal dari debu-debu gunung berapi yang beterbangan kemudian mengendap di dasar danau dan dasar lautan. Debu-debu vulkanik tersebut selanjutnya mengalami berbagai macam perubahan oleh air danau atau air laut sehingga terbentuk sedimen-sedimen yang mengandung zeolit di dasar danau atau laut tersebut (Setyawan, 2002).

Jenis zeolit alam dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu:

- Zeolit yang terdapat di antara celah-celah batuan atau di antara lapisan batuan zeolit jenis ini biasanya terdiri dari beberapa jenis mineral zeolit bersama-sama dengan mineral lain seperti kalsit, kwarsa, renit, klorit, fluorit dan mineral sulfida.

- Zeolit yang berupa batuan; hanya sedikit jenis zeolit yang berbentuk batuan, diantaranya adalah: klinoptilolit, analsim, laumontit, mordenit, filipsit, erionit, kabsit dan heulandite

2. Zeolit sintesis

Sintesis zeolit pada laboratorium berbeda jauh dengan proses alami, karena sintesis laboratorium dilakukan pada sistem tertutup. Zeolite sintetik adalah suatu senyawa kimia yang mempunyai sifat fisik dan kimia yang sama dengan zeolite yang ada di alam, dibuat dari bahan lain dengan proses sintesis, dimodifikasi sedemikian rupa sehingga menyerupai zeolite yang ada di alam.

Umumnya, ada tiga proses yang digunakan untuk memproduksi zeolit, yaitu :

- Pembuatan serbuk zeolit dengan kemurnian kristal yang tinggi.
- Konversi mineral tanah liat menjadi zeolit.
- Proses lainnya yang berbasis pada penggunaan bahan baku yang terjadi secara alami.

d. Manfaat Zeolite

Pada kebanyakan orang pemakaian zeolite biasanya dipergunakan untuk pertanian dan perikanan, ini menjadi bukti bahwa zeolite tidak berbahaya bagi hewan mau pun tumbuhan yang ada di tanah yang akan distabilisasi dengan zeolite.

Zeolit merupakan suatu bahan stabilisasi tanah sangat cocok digunakan untuk meningkatkan kondisi tanah atau material tanah jelek/dibawah

standar. Penambahan zeolit ini akan meningkatkan kepadatan, meningkatkan ikatan antar partikel dalam tanah, daya dukung, kuat tekan serta kuat geser material tanah, sehingga memungkinkan pembangunan konstruksi di atasnya (Hidayah, 2021).

Pada zaman ini, zeolite juga banyak dimanfaatkan dibidang konstruksi sebagai bahan additive. Adapun keuntungan pemakaian zeolite sebagai bahan campuran stabilisasi tanah adalah:

- Memperbaiki dan meningkatkan kualitas mineral yang ada dalam tanah.
- Meningkatkan ikatan antar partikel dalam tanah, sehingga dapat meningkatkan daya dukung dan kuat tekan tanah.
- Meningkatkan tahanan tanah terhadap geser yang terjadi di lereng.

e. Mekanisme Kerja Zeolit pada Tanah lempung

Menurut (Hidayah,2021) adapun mekanisme kerja zeolit secara kimiawi pada tanah lempung, antara lain :

- 1) Lempung terdiri dari partikel mikroskopik yang berbentuk plat yang mirip lempengan-lempengan kecil dengan susunan yang beraturan, mengandung ion (+) pada bagian muka/datar dan ion (-) pada bagian tepi platnya. Dalam kondisi kering, ikatan antara tepi plat cukup kuat menahan lempung dalam satu kesatuan, tetapi bagian tersebut sangat mudah menyerap air.
- 2) Karena komposisi mineraloginya, saat turun hujan, plat yang memiliki kelebihan ion negatif (anion) akan menarik ion positif

(kation) air yang akan menyebabkan air tersebut menjadi air pekat yang melekat dan juga sekaligus sebagai perekat antara partikel satu dengan partikel lainnya dan tak hilang meski tanah lempung dalam kondisi kering sekalipun. Ini merupakan sifat alamiah dari tanah lempung yang mudah mengembang dan menyusut. Hal ini menyebabkan tanah lempung sulit digunakan untuk konstruksi.

- 3) Dengan komposisi kimianya, Zeolit memiliki kemampuan yang sangat besar untuk melakukan sebagai penukar kation (cation exchangers), dan pengikat air. Pada saat Zeolit dijadikan bahan campuran tanah, Zeolit akan dapat mengikat molekul H₂O sehingga sebagian besar molekul tersebut tidak bercampur dengan tanah, sehingga pada saat kondisi panas molekul H₂O akan dilepaskan oleh Zeolit sehingga pada saat tanah menjadi kering molekul H₂O tidak tertahan di dalam tanah.

2.5 Penelitian Terdahulu

1. Kuat Tekan Bebas dan Kuat Geser Langsung pada Tanah Lempung Ekspansif dengan Campuran Zeolit : oleh Arif Nugraha .

Dari hasil Penelitian dengan penambahan zeolite sebesar 0% , 5% , 10%, 15% maka di dapatkan Nilai sudut geser tanah adalah 29.31 °, 11,89°, 15.68°, 11,89° sehingga disimpulkan semakin besar penambahan zeolite pada tanah maka semakin kecil nilai sudut geser tanah tersebut. Sedangkan untuk nilai kohesi tanah adalah 0.112 kg/cm², 0.112 kg/cm², 0.192 kg/cm² ,0.22 kg/cm² maka disimpulkan

bahwa semakin besar penambahan zeolite pada tanah maka semakin besar nilai kohesi tanah tersebut. Untuk nilai tegangan (q_u) dan regangan (ϵ) kenaikan terjadi pada penambahan zeolite 10%, dimana nilai tegangan (q_u) yaitu 1,9 dan nilai regangan (ϵ) yaitu 0,22 sehingga persentasi penambahan yang dapat di persentasikan dilapangan adalah campuran zeolite 10% (Nugraha , 2022).

2. “Analisis Kepadatan Tanah Lempung Ekspansif menggunakan campuran Abu Kayu dan Pasir Zeolit terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah” oleh Dionisius Yuda Pradana

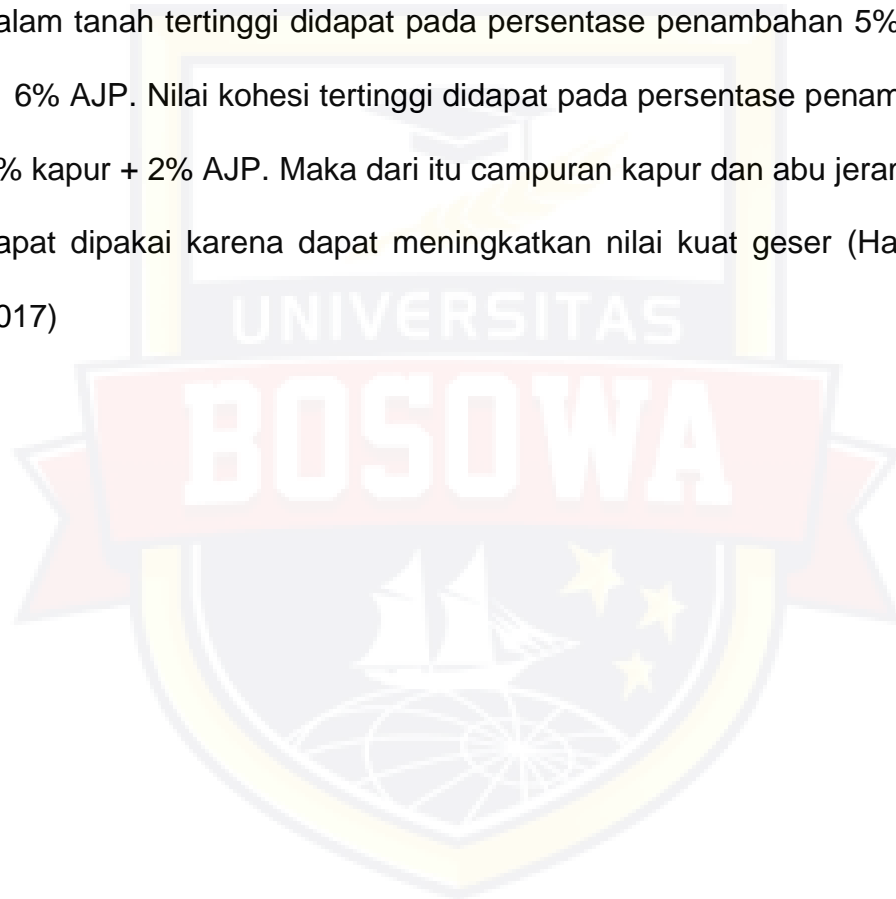
Dari hasil penelitian dengan persentase campuran abu kayu dan pasir zeolit 0%, 2%, 5%, 8%, Nilai q_u terbesar dihasilkan pada persentase campuran 5% Abu kayu & pasir zeolit sebesar 2,2495 kg/cm² sedangkan untuk nilai q_u terkecil berada pada persentase 0% Abu kayu & pasir zeolit sebesar 0,6440 kg/cm² (Yuda Pradana, 2022).

3. “Pengaruh Penggunaan Jerami Padi dan Gypsum Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung Ekspansif” oleh Meylita Anastasya Untu , 2020.

Dari hasil penelitian dengan penambahan Jerami padi 0%, 3%, 5% dan gypsum 5%(konstan), nilai q_u terbesar pada penelitian ini terdapat pada tanah campuran 7% jerami padi dan 5% gypsum yaitu sebesar 24,518716 kg/cm² sedangkan Nilai kohesi undrained (c_u) terbesar pada penelitian ini didapat pada tanah campuran 7% jerami padi dan 5% gypsum yaitu sebesar 12,259358 (Mandagi & Sumampouw, 2020).

4. Pengaruh Campuran Kapur Dan Abu Jerami Guna Meningkatkan Kuat Geser Tanah Lempung : Hamzani, 2017

Dari hasil penelitian dengan campuran 5% kapur dan variasi abu jerami 2%, 4% dan 6%, didapatkan Nilai kohesi tertinggi pada persentase penambahan 5% kapur + 4% AJP. Uji direct shear nilai sudut geser dalam tanah tertinggi didapat pada persentase penambahan 5% kapur + 6% AJP. Nilai kohesi tertinggi didapat pada persentase penambahan 5% kapur + 2% AJP. Maka dari itu campuran kapur dan abu jerami padi dapat dipakai karena dapat meningkatkan nilai kuat geser (Hamzani, 2017)



BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Alur Bagan Penelitian



3.2 Lokasi Penelitian

Pemeriksaan, pembuatan dan pengujian benda uji dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa

3.3 Tahapan Penelitian

1. Kajian Pustaka

2. Persiapan alat dan bahan

a) Menyiapkan Material Bahan Uji

➤ Jenis tanah Lempung diambil dalam kondisi terganggu (disturbed) yang berasal dari desa Buttu Limbong, Kabupaten Tana Toraja. Untuk pengambilan tanah dengan cara penggalian menggunakan cangkul kemudian dimasukkan ke dalam karung.

➤ Zeolit didapatkan dari toko di kota Makassar, Sulawesi Selatan. Zeolit yang digunakan yaitu zeolit yang lolos saringan no 30.

➤ Jerami didapatkan dari limbah pertanian.

Jerami di potong dengan ukuran sekitar 0,5-1 cm, ditumbuk hingga berbentuk serat.

b) Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat untuk uji analisis saringan, berat jenis, batas-batas Atterberg, kompaksi, kuat geser dan kuat tekan.

3.4 Jenis Pengujian Material

Tabel 3.1 Pengujian Fisis dan Mekanis Tanah

No	Jenis Pengujian	Referensi
1.	Kadar air	SNI 1965-2008
2.	Berat Jenis tanah	SNI 1964:2008
3.	Batas cair (<i>liquid limit</i> , LL)	SNI 1967:2008
4.	Batas Plastis (<i>plastic limit</i> , PL)	SNI 1966:2008
5	Batas Susut	SNI 3422: 2008
5.	Indeks plastisitas (<i>plasticity index</i> , PI)	SNI 1966:2008)
6.	Analisa saringan	SNI 3423:2008
7.	Analisis hydrometer	SNI 3423:2008
8	Kuat Geser (Direct Shear Test)	SNI 2813:2008
9	Kuat Tekan (Unconfined Compression Test)	SNI 3638:2012

3.5 Variabel Penelitian

Sebagaimana judul penelitian ini adalah “Analisis Kuat Geser Dan Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Dari Desa Buttu Limbong, Kab. Tana Toraja Dengan Penambahan Jerami Padi Dan Zeolite”. Maka variabel yang digunakan adalah:

1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah komposisi Jerami
2. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah tanah lempung dan zeolit.

3.6 Notasi Sampel

Tabel 3.2 Jumlah Sampel Dalam Setiap Pengujian

NO	JENIS PERCOBAAN	KOMPOSISI CAMPURAN	NOTASI	JUMLAH SAMPEL (BUAH)	TOTAL SAMPEL
1	KUAT GESER	Tanah Asli	TAG	3	15
		Tanah Lempung + 5% Zeolite+ 0% Serat Jerami	TZ5+J0G	3	
		Tanah Lempung + 5% Zeolite+ 5% Serat Jerami	TZ5+J5G	3	
		Tanah Lempung + 5% Zeolite+ 10% Serat Jerami	TZ5+J10G	3	
		Tanah Lempung + 5% Zeolite+ 15% Serat Jerami	Z5+J15G	3	
2	KUAT TEKAN BEBAS	Tanah Asli	TAT	3	15
		Tanah Lempung + 5% Zeolite+ 0% Serat Jerami	TZ5+J0T	3	
		Tanah Lempung + 5% Zeolite+ 5% Serat Jerami	TZ5+J5T	3	
		Tanah Lempung + 5% Zeolite+ 10% Serat Jerami	TZ5+J10T	3	
		Tanah Lempung + 5% Zeolite+ 5% Serat Jerami	TZ5+J15T	3	

Tabel 3.3 Kebutuhan Material Pengujian Kuat Geser

NO	Notasi Sampel	Tanah	Zeolit	Serat Jerami
1	TAG	800 gr	0	0
2	TZ5+J0G	800 gr	40gr	0 gr
3	TZ5+J5G	800 gr	40 gr	40 gr
4	TZ5+J10G	800 gr	40 gr	80 gr
5	TZ5+J15G	800 gr	40 gr	120 gr

Tabel 3.4 Kebutuhan Material Pengujian Kuat Tekan

NO	Notasi Sampel	Tanah	Zeolit	Serat Jerami
1	TAT	400 gr	0	0
2	TZ5+J0T	400 gr	20gr	0 gr
3	TZ5+J5T	400 gr	20 gr	20 gr
4	TZ5+J10T	400 gr	20 gr	40 gr
5	TZ5+J15T	400 gr	20 gr	60 gr

3.7 Metode Analisis

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

- a. Analisis Tanah Asli
- b. Analisis pengaruh serat jerami dan zeolit terhadap kuat tekan dan kuat geser tanah lempung .

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Fisis Tanah Asli

Tabel 4.1 Rekapitulasi hasil pemeriksaan karakteristik tanah tanpa bahan stabilisasi

No	Parameter	Hasil	Satuan
		Tanah Asli	
1	Pemeriksaan kadar air mula-mula	38,5	%
2	Pengujian berat jenis	2,690	
3	pengujian batas-batas atterberg		
	1. Batas Cair (LL)	58,08	%
	2. Batas Plastis	27,43	%
	3. Batas Susut	14,48	%
	4. Indeks Plastisitas (PI)	30,65	%
	5. Activity	0,81	
4	Pengujian analisa saringan dan Hidrometer		
	#4 (4,75 mm)	100,00	%
	#10 (2,00 mm)	99,90	%
	#20 (0,85 mm)	99,57	%
	#40 (0,43 mm)	98,46	%
	#60 (0,25 mm)	96,96	%
	#80 (0,180 mm)	94,02	%
	#100 (0,15 mm)	90,13	%
	#200 (0,075 mm)	80,09	%
	Pasir	19,84	%
	Lanau	37,10	%
	Lempung	43,06	%
5	Pengujian Kompaksi		
	Kadar Air Optimum	23,52	%
	γ dry	1,42	gr/cm ³

Sumber: Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2023

4.2 Hasil Pemeriksaan Sifat Mekanis Tanah Lempung

4.2.1 Hasil Pengujian Kuat Geser Langsung

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kuat Geser Langsung

NO	PERSENTASE CAMPURAN	COHESI (C)	SUDUT GESER (ϕ)	KUAT GESER (τ)
1	TAG	0,22543	13,84	0,4545
2	TZ5+J0G	0,30443	16,72	0,5837
3	TZ5+J5G	0,40722	22,90	0,7999
4	TZ5+J10G	0,37086	19,39	0,6981
5	Z5+J15G	0,26179	15,73	0,5236

4.2.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas

NO	PERSENTASE CAMPURAN	KUAT TEKAN (q_u)
1	TAT	0.456
2	TZ5+J0T	0.516
3	TZ5+J5T	0.708
4	TZ5+J10T	0.600
5	TZ5+J15T	0.540

4.3 Pembahasan Hasil Pemeriksaan Karakteristik Fisis dan Klasifikasi

Tanah Asli

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

Berdasarkan hasil pengujian tanah lempung, diperoleh hasil sebagai berikut:

a) Tanah lolos saringan No.200 =80.09%

Menurut system klasifikasi AASHTO, persentase bagian tanah yang lolos saringan no.200 lebih besar dari 35% diklasifikasikan kedalam kelompok : A-4, A-5, A-6, A-7 (A-7-5, A-7-6).

b) Batas Cair (LL) = 58,08%

Untuk tanah yang batas cairnya $\geq 41\%$, maka tanah tersebut diklasifikasikan ke dalam kelompok tanah A-7 (A-7-5, A-7-6).

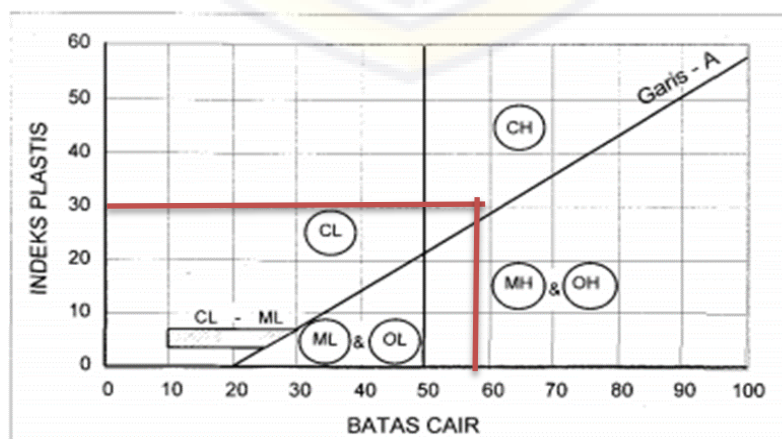
c) Indeks Plastis (PI) = 30,65%

Untuk kelompok A-7, nilai PI minimum sebesar 11%, maka tanah dikelompokkan ke dalam kelompok A-7 (A-7-5, A-7-6)

Berdasarkan karakteristik tanah diatas, menurut system klasifikasi AASHTO tanah sampel tersebut diklasifikasikan ke dalam kelompok A-7-6, dengan jenis tanah berlempung

4.3.2 USCS (*Unified Soil Classification System*)

Untuk mengklasifikasikan tanah yang di uji ke dalam klasifikasi USCS adalah seperti Gambar 4.1 berikut.

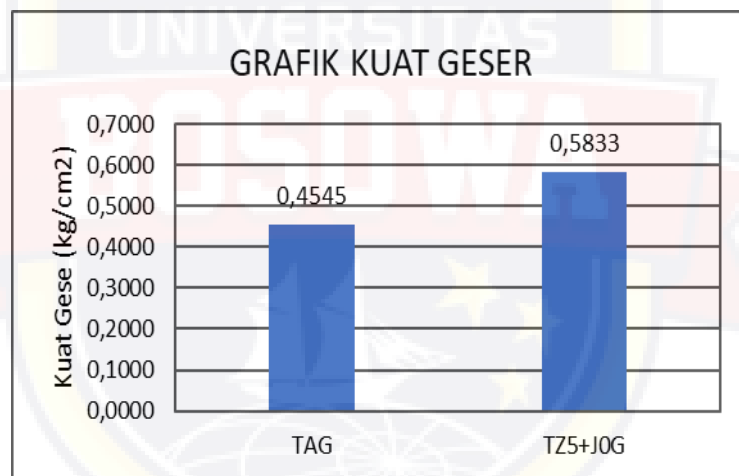


Gambar 4.1 Plot grafik klasifikasi USCS

Dari analisis data diperoleh data persentase tanah lolos saringan No. 200 sebesar 80,09 % sehingga masuk ke dalam klasifikasi tanah berbutir halus. Untuk batas cair (LL) sebesar 58,08 % dan Indeks Plastisitas sebesar 30,65 % sehingga dilakukan plot grafik penentuan klasifikasi tanah yang di tunjukkan pada Gambar 4.1. Dari hasil plot diperoleh tanah termasuk dalam kategori CH yaitu Lempung Anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (fat clays).

4.4 Pembahasan Hasil Pemeriksaan Sifat Mekanis Tanah Lempung

4.4.1 Pengaruh Zeolit terhadap Kuat Geser pada Tanah lempung

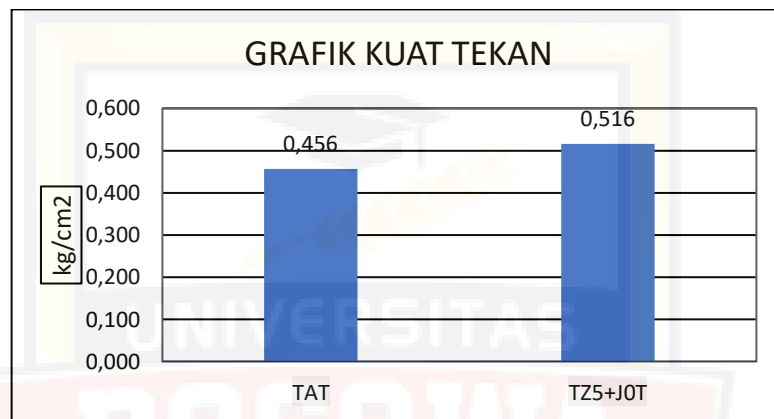


Gambar 4.2 Grafik hasil Kuat Geser tanah Asli dengan penambahan Zeolit

Pada gambar 4.2, dapat dilihat bahwa nilai Kuat geser tanah asli mengalami peningkatan pada penambahan zeolite 5% dengan persentase kenaikan sebesar 28,43 %.

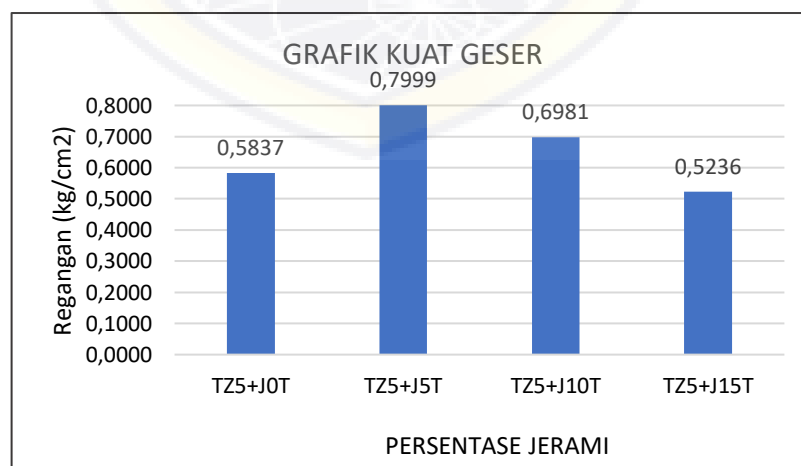
4.4.2 Pengaruh Zeolit terhadap Kuat Tekan pada Tanah Lempung

Pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa nilai q_u tanah asli juga mengalami peningkatan pada penambahan zeolit 5% dengan persentase peningkatan 13,16%. sehingga dapat dilihat bahwa penambahan 5% zeolit, dapat meningkatkan daya dukung tanah.



Gambar 4.3 Grafik hasil Kuat Tekan tanah Asli dengan penambahan Zeolit

4.4.3 Pengaruh Serat Jerami terhadap Kuat Geser Tanah lempung yang mengandung Zeolit



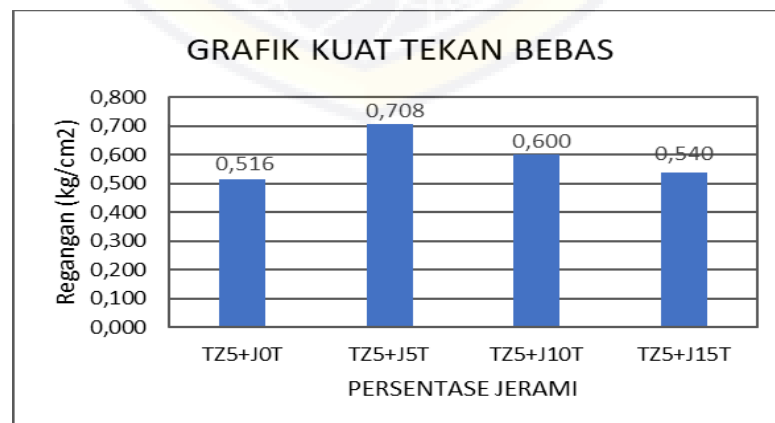
Gambar 4.4 Grafik hasil Kuat Geser persentase Serat Jerami

Tabel 4.4 Persentase Pengaruh Serat Jerami terhadap Kuat Geser

KODE SAMPEL	KUAT GESER (Kg/cm ²)	PERSENTASE PENINGKATAN/PENURUNAN
TZ5+J0G	0,5837	-
TZ5+J5G	0,7999	37,04
TZ5+J10G	0,6981	-12,73
TZ5+J15G	0,5236	-25,00

Berdasarkan gambar 4.4 dan tabel 4.4 dapat dilihat bahwa kuat geser maksimum terjadi pada penambahan serat jerami 5% dengan persentase peningkatan sebesar 37,04% terhadap kuat geser campuran tanah dan zeolit tanpa jerami, kemudian mengalami penurunan pada saat penambahan serat jerami 10% dan terus menurun saat penambahan serat jerami 15%. Adapun besarnya persentase penurunan kuat geser berturut-turut yaitu 12,73% dan 25,00%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan serat jerami yang optimum yaitu 5%

4.4.4 Pengaruh Serat Jerami terhadap Kuat Tekan Tanah lempung yang mengandung Zeolit



Gambar 4.5 Grafik hasil Kuat Tekan persentase Serat Jerami

Tabel 4.5 Persentase Pengaruh Serat Jerami terhadap Kuat Tekan

KODE SAMPEL	KUAT TEKAN (Kg/cm ²)	PERSENTASE PENINGKATAN/PENURUNAN
TZ5+J0T	0,516	-
TZ5+J5T	0,708	37,21
TZ5+J10T	0,600	-15,25
TZ5+J15T	0,540	-10,00

Demikian juga halnya dengan nilai kuat tekan dengan variasi Serat Jerami dapat dilihat bahwa nilai maksimum terjadi pada campuran serat jerami 5% dengan persentase peningkatan sebesar 37,21% dari campuran tanah dan zeolit tanpa jerami, kemudian mengalami penurunan nilai kuat tekan pada campuran 10% dan 15% serat jerami, dimana persentase penurunannya sebesar 15,25% dan 10,00% sehingga untuk penggunaan serat jerami yang optimum di simpulkan sebesar 5%.

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-7-6 sesuai klasifikasi AASHTO atau tanah berlempung dengan plasititas tinggi, lempung “gemuk” (CH) sesuai klasifikasi USCS.
2. Dengan penambahan Zeolit 5% pada tanah lempung menyebabkan terjadinya peningkatan dari tanah asli terhadap kuat geser sebesar 28,43% sedangkan untuk pengujian kuat tekan mengalami peningkatan sebesar 13,16 %.
3. Penambahan serat jerami 5% pada campuran tanah lempung yang mengandung 5% zeolit, merupakan penambahan serat jerami yang optimum ,dan menyebabkan % peningkatan pada pengujian kuat geser sebesar 37,04% dan pada pengujian kuat tekan sebesar 37,21%.

5.2 SARAN

1. Penelitian selanjutnya dapat mencoba menstabilisasi tanah selain tanah lempung dengan menjadikan serat jerami sebagai variabel terikat (5%) disetiap sampel dengan campuran material ikat lainnya.

2. Dalam penelitian ini, masa pemeraman hanya berlangsung selama 1 hari. Oleh karena itu, saran untuk penelitian lanjutan adalah dapat mencoba melihat pengaruh jerami terhadap tanah dengan variasi pemeraman .



DAFTAR PUSTAKA

- (Amania, A., & Sarie, F. (2021). (2021). *Pengaruh Penambahan Pasir Sirkon, Abu Kayu Dan Fly Ash Pada Tanah Lempung Terhadap Daya Dukung Dan Kuat Geser Tanah*.
- SNI 1966:2008 Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–8.
- Alfayed, F. M. (2021). (Doctoral dissertation, I. T. N. (2014) .1. *Analisis Potensi Terjadinya Likuefaksi Pada Lapisan Tanah Menggunakan Plaxis 3d Dengan Model Tanah Ubc-3d Plm (Doctoral Dissertation, Institut Teknologi Nasional).*, 5–21.
- Alfi, M. (2021). *Pengaruh Penambahan Limbah Gypsum Dan Abu Ampas Tebu Terhadap Nilai Cbr Dan Nilai Parameter Kuat Geser Pada Tanah Lempung (The Effect Of Addition Of Gypsum Waste And Bagasse Ash On Cbr Value And Shear Strength Parameter Value In Clay)*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). Cara uji analisis ukuran butir tanah SNI 3423:2008. *Sni 3423:2008*, 1–27.
- Chrisma Ratu, T. (2021). *Pengaruh penambahan material Aditif pada Tanah Terstabilisasi Zeolit yang Mengalami Siklus Basah Kering*. 51.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik. Penerbit Erlangga*, 1–300.
- Dermawan, H. (2009). *Laboratorium Mekanika Tanah Unconfined Compression Test (Uct). Unconfined Compression Test (UCT) ASTM D2166-06*.

- Dr. Ir. H. Darwis, M. S. (2018). *Dasar-Dasar Mekanika Tanah* (Issue January).
- Hamzani, H. (2017). Pengaruh Campuran Kapur Dan Abu Jerami Guna Meningkatkan Kuat Geser Tanah Lempung. *Teras Jurnal*, 6(2), 111. <https://doi.org/10.29103/tj.v6i2.112>
- Handoko, S. E. (2022). (2022). *"Pembuatan dan Analisis Uji Lentur Tiga Titik Papan Longboard Komposit Berpenguat Serat Kulit Rotan dan Jerami Padi (Doctoral dissertation, UMSU)*.
- Hardiyatmo, H. christady. (2002). Mekanika Tanah I. In *Gadja Mada University Press* (3rd ed.).
- Haris, V. T., Lubis, F., & Winayati, W. (2018). Nilai Kohesi Dan Sudut Geser Tanah Pada Akses Gerbang Selatan Universitas Lancang Kuning. *SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil*, 4(2), 123–130. <https://doi.org/10.31849/siklus.v4i2.1143>
- Hidayah, A. A. N. (2021). *Studi Potensi Pengembangan Tanah Ekspansif Yang Distabilisasi Dengan Zeolit (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin)*.
- Indrawan, A. (2021). *Stabilisasi Tanah Sedimentasi Bendungan Menggunakan Material Zeolit*. <http://civil.unhas.ac.id/index.php/forms1>
- Kaya, E. . (2013). Pengaruh kompos jerami dan pupuk npk terhadap ketersediaan tanah, serapan-n, pertumbuhan, dan hasil padi sawah (. 2(1), 43–50.
- Kusmiah, N., Rahman, M. A., & Supardi, S. (2021). Pembuatan Pakan

Ternak Fermentasi Jerami Padi dan Hijauan Segar. *Sipissangngi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 28.
<https://doi.org/10.35329/sipissangngi.v1i1.1816>

Leatemia, T. B. C. (2021). *Karakteristik Mekanis Tanah Terstabilisasi Zeolite (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin)*.

Mandagi, A. T., & Sumampouw, J. E. R. (2020). *Pengaruh Penggunaan Jerami Padi dan Gypsum Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung Ekspansif*. 8(6), 849–858.

Miftahul, (Firman. (2022). *Pengaruh Pupuk Majemuk Dan Mulsa Jerami Padi Terhadap Produksi Benih Kacang Tanah (Arachis hypogaea L.)*. *Pengaruh Pupuk Majemuk Dan Mulsa Jerami Padi Terhadap Produksi Benih Kacang Tanah (Arachis Hypogaea L.)*, 1–4.

Mildawati, R., & D, S. H. (2022). 1 . *Pengaruh Campuran Abu Batang Jagung Dan Semen Sebagai Bahan Untuk Stabilisasi Tanah Lempung Organik Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR)*. 1.

Muhammad, A. (2021). *Pengaruh Penambahan Limbah Gypsum Dan Abu Ampas Tebu Terhadap Nilai Cbr Dan Nilai Parameter Kuat Geser Pada Tanah Lempung*.

Nugraha, A., Srihandayani, S., Adiya Putra, S., Studi Teknik Sipil, P., Tinggi Teknologi Dumai Jl Utama Karya Bukit Batrem, S. I., Kunci, K., Kuat Tekan, K., & Geser Tanah Ekspansif, G. (2022). *Korelasi Kuat Tekan Bebas dan Kuat Geser Langsung pada Tanah Lempung Ekspansif dengan Campuran Zeolit*. *Juli*, 1(1), 44–50.

- Pahrida, A., Gandi, S., & Sarie, F. (2021). Pengaruh Penambahan Bubuk Arang Kayu Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Indeks Plastisitas Dan Nilai Cbr. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 4(1), 223. <https://doi.org/10.31602/jk.v4i1.5271>
- Rangan, P. R., Kristen, U., & Toraja, I. (2022). *Penggunaan sirtu sebagai bahan stabilisasi tanah lempung*. September.
- Sarie, F., Gandi, S., Studi, P., Sipil, T., Palangka, U., Kunci, K., Lempung, T., Kelapa, A. S., Bata, S. B., & Portland, S. (2022). *Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Campuran Abu Stabilization Of Clay With A Mixture Of Coconut Ash , Brick Powder And Potrland Cement*. 6(2), 83–92.
- SNI 1967. (2008). *Cara uji penentuan batas cair tanah*.
- SNI 3422:2008. (2008). SNI 3422:2008 Cara uji penentuan batas susut tanah. *Sni 3422:2008*, 1–18.
- Vach, N. K. (2021). *Pemanfaatan Jerami Padi Sebagai Media Pertumbuhan dan Hasil Jamur Janggol (Coprinus sp.) Dengan Model Blok Bersusu*. 1(1), 46–58.
- Vidianova Gracella. (2021). *Pengaruh Karakteristik Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Bahan Tambah Serbuk Batu Bata*.
- Wibowo, C. E. (2020). *Wibowo, C. E. (2021). Karakteristik Fisis Dan Mekanis Endapan Lumpur Banjir Di Masamba 2020 (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin)*. 20.
- Yuda Pradana, D. (2022). *Analisis Kepadatan Tanah Lempung Ekspansif Menggunakan Campuran Abu Kayu Dan Pasir Zeolit*. 77.



LAMPIRAN

PENGUJIAN SIFAT FISIS





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

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax (0411)424568

Resume Pengujian Tanah Lempung

Project : Penelitian Tugas Akhir
Judul : Analisis Kuat Geser dan Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung dengan penambahan Serat Jerami dan Zeolit
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Univ. Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan oleh : Ariyanti Tandi Langi

Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Asli

No	Parameter	Hasil	Satuan
		Tanah Asli	
1	Pemeriksaan kadar air mula-mula	38,5	%
2	Pengujian berat jenis	2,690	
3	pengujian batas-batas atterberg		
	1. Batas Cair (LL)	58,08	%
	2. Batas Plastis	27,43	%
	3. Batas Susut	14,48	%
	4. Indeks Plastisitas (PI)	30,65	%
	5. Activity	0,81	
4	Pengujian analisa saringan dan Hidrometer		
	#4 (4,75 mm)	100,00	%
	#10 (2,00 mm)	99,90	%
	#18 (0,85 mm)	99,57	%
	#40 (0,43 mm)	98,46	%
	#60 (0,25 mm)	96,96	%
	#80 (0,180 mm)	94,02	%
	#100 (0,15 mm)	90,13	%
	#200 (0,075 mm)	80,09	%
	Pasir	19,84	%
	Lanau	37,10	%
	Lempung	43,06	%
5	Pengujian Kompaksi		
	Kadar Air Optimum	23,52	%
	γ dry	1,42	gr/cm ³

Makassar, 2023

Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Peneliti

Ariyanti Tandi Langi

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 – 342789
fax.(0411)424568

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Analisis Kuat Geser dan Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung
dengan penambahan Serat Jerami dan Zeolit
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 19 Desember 2022
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

TABEL KADAIR AIR

No. Cawan	-	1	2
Berat Cawan, W1	gram	8,7	8,8
Berat Cawang + Tanah Basah, W2	gram	65,2	66,15
Berat Cawang + Tanah Kering, W3	gram	49,51	50,21
Berat Tanah Kering, $W_s=W_3-W_1$	gram	40,81	41,41
Berat Air, $W_w=W_2-W_3$	gram	15,7	15,94
Kadar Air, $w=(W_w/W_s)*100$	%	38,50	38,49
Rata-rata	%	38,49	

Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Makassar, Februari 2023

Diuji Oleh:

Ariyanti Tandi Langi
Mahasiswa



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Analisis Kuat Geser dan Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung dengan penambahan Serat Jerami dan Zeolit
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 19 Desember 2022
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

PENGUJIAN BERAT JENIS

(SNI 1964:2008)

Sampel	-	I	II
Berat Piknometer, (W1)	gram	37,5	37,3
Berat Piknometer + Air, (W2)	gram	81,1	82,1
Berat Piknometer + Air + Tanah, (W3)	gram	96,81	97,8
Berat Tanah Kering, (Ws)	gram	25	25
Temperatur	°C	29	29
Faktor Koreksi, $\alpha = \gamma T / \gamma_{20}$		0,99598	0,99598
Berat Jenis (Gs)		2,691	2,688
Berat Jenis rata-rata		2,690	

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 2023

Diuji Oleh:

Ariyanti Tandi Langi
Mahasiswa



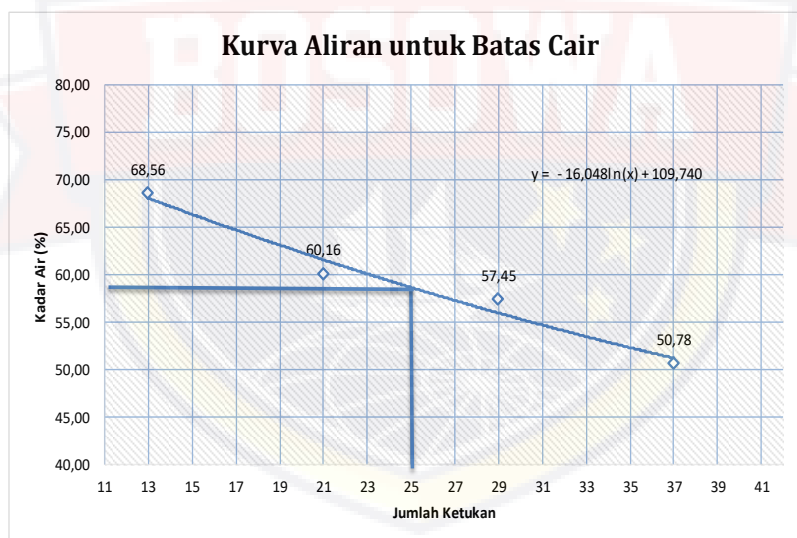
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Analisis Kuat Geser dan Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung dengan penambahan Serat Jerami dan Zeolit
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 21 Desember 2022
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

PENGUJIAN BATAS-BATAS ATTERBERG
(SNI 1997:2008)

No. Test	-	Batas Cair (LL)							
		13		21		29		37	
Jumlah Pukulan	-	13		21		29		37	
No. Container	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B
Berat Tanah Basah + Container (W1)	gr	31,1	31,2	28,0	26,8	25,2	25,5	27,6	26,2
Berat Tanah Kering + Container (W2)	gr	21,83	21,80	20,35	19,35	19,15	19,40	20,80	19,90
Berat Container (W3)	gr	8,30	8,10	7,60	7,00	8,60	8,80	7,40	7,50
Berat Air (Ww=W1-W2)	gr	9,3	9,4	7,7	7,5	6,1	6,1	6,8	6,3
Berat Tanah Kering, (Wd=W2-W3)	gr	13,5	13,7	12,8	12,4	10,6	10,6	13,4	12,4
Kadar Air, Ww/Wd x 100%	%	68,5	68,6	60,0	60,3	57,3	57,5	50,7	50,8
Rata-rata		68,56		60,16		57,45		50,78	



Batas Cair (LL) didapat pada pukulan 25
Jadi, LL : $-16,048 \ln(25) + 109,740 = 58,08 \%$

Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Makassar, Februari 2023

Diuji Oleh:

Ariyanti Tandi Langi
Mahasiswa



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

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : "Analisis Kuat Geser dan Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung
Dengan Penambahan Serat Jerami dan Zeolit
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 21 Desember 2022
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

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

No Test	-	1	2
No. Container	-	A1	A2
Berat Tanah Basah + Container (W1)	Gram	33,0	33,2
Berat Tanah Kering + Container (W2)	Gram	28,4	28,5
Berat Container (W3)	Gram	11,6	11,4
Berat Air (Ww=W1-W2)	Gram	4,6	4,7
Berat Tanah Kering, (Wd=W2-W3)	Gram	17	17,1
Kadar Air, (Ww/Wd x 100%)	%	27,43	27,44
Kadar Air Rata-rata	%	27,43	

$$\text{Indeks Plastisitas PI} = \text{LL} - \text{PL} \\ = 58,08 - 27,43 = 30,65 \%$$

$$\text{Activity, A} = \frac{\text{PI}}{\% \text{ Clay Sizes} - 5} \\ = \frac{30,65}{43,06 - 5,00} \\ = \frac{30,65}{38,06} \\ = 0,81$$

Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Makassar, Februari 20:
Diuji Oleh:

Ariyanti Tandi Langi
Mahasiswa



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

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Analisis Kuat Geser dan Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung
dengan Penambahan Serat Jerami dan Zeolit
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 20 Desember 2022
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

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

No. Test	-	1	2
Berat Mould (W1)	Gram	10,6	10,5
Berat Mould + Tanah Basah (W2)	Gram	35,3	35,6
Berat Mould + Tanah Kering (W3)	Gram	26,1	26,2
Berat Air Raksa yang dipakai untuk - mengisi mangkok shringkage (W4)	Gram	229,3	229,4
Berat Air Raksa yang dipindahkan oleh tanah yang di test, (W5)	Gram	134,2	133,2
Berat Tanah Basah, $Ww=W2-W1$	Gram	24,7	25,1
Berat Tanah Kering, $Wd=W3-W1$	Gram	15,5	15,7
Berat Air, $Wa=W2-W3$	Gram	9,2	9,4
Berat Cawan Petri, (Wp)	Gram	40,2	40,3
Berat Jenis Air Raksa (r)	Gram	13,67	13,5
Volume tanah basah, $Vw=(W4-Wp)/r$	m ³	13,83	14,01
Volume tanah kering, $Vd=(W5-Wp)/r$	m ³	6,88	6,88
Kadar air = $Wa/Wd \times 100\%$	%	59,35	59,87
Batas susut : $SL = \text{Kadar air} - ((Vw - Vd) / Wd) \times 100\%$	%	14,47	14,48
SL rata-rata	%	14,48	

Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Makassar, Februari 2023

Diuji Oleh:

Ariyanti Tandi Langi
Mahasiswa



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

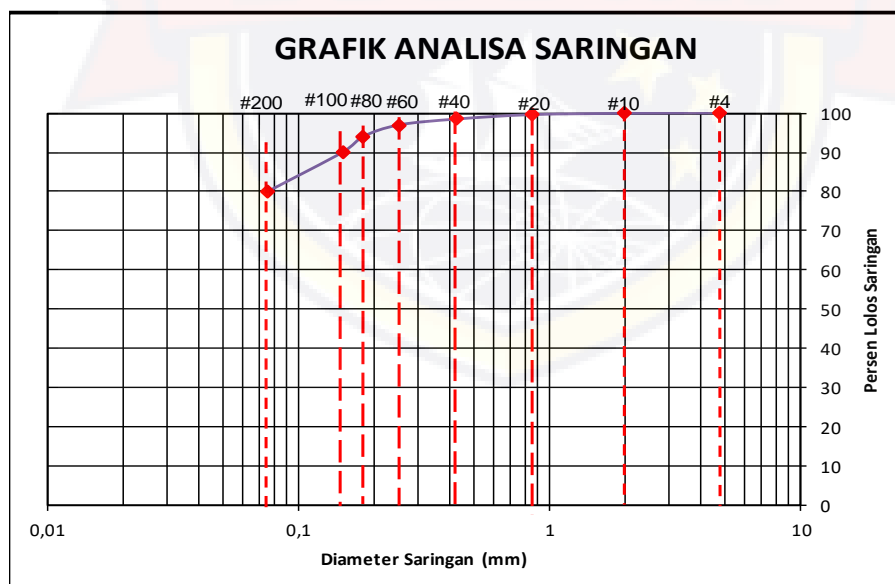
Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Analisis Kuat Geser dan Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung dengan penambahan Jerami Kapur dan Zeolite
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 19 Desember 2022
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

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

	Berat (gram)
Berat tanah kering oven	500,00
Berat tanah kering tertahan sar. 200 sesudah dicuci	99,53
Berat tanah lolos saringan 200 setelah dicuci	400,47

Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Kumulatif (gram)	Persen (%)	
				Tertahan	Lolos
4	4,75	0	0	0	100
10	2,00	0,50	0,50	0,10	99,90
18	0,85	1,63	2,13	0,43	99,57
40	0,43	5,57	7,70	1,54	98,46
60	0,25	7,50	15,20	3,04	96,96
80	0,18	14,70	29,90	5,98	94,02
100	0,15	19,43	49,33	9,87	90,13
200	0,075	50,20	99,53	19,91	80,09
Pan	-	-	-	-	-



Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Makassar, Februari 2023

Diuji Oleh:

Ariyanti Tandi Langi
Mahasiswa



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Judul : Analisis Kuat Geser dan Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung dengan penambahan Serat Jerami dan Zeolit
Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 21 Desember 2022
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

PENGUJIAN ANALISIS HIDROMETER TANAH
(SNI 3423:2008)

Berat Jenis : 2,690 gram/cm³
Zero Correction : 1
Meniscus Correction : 1
Gs Correction : 0,976
{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

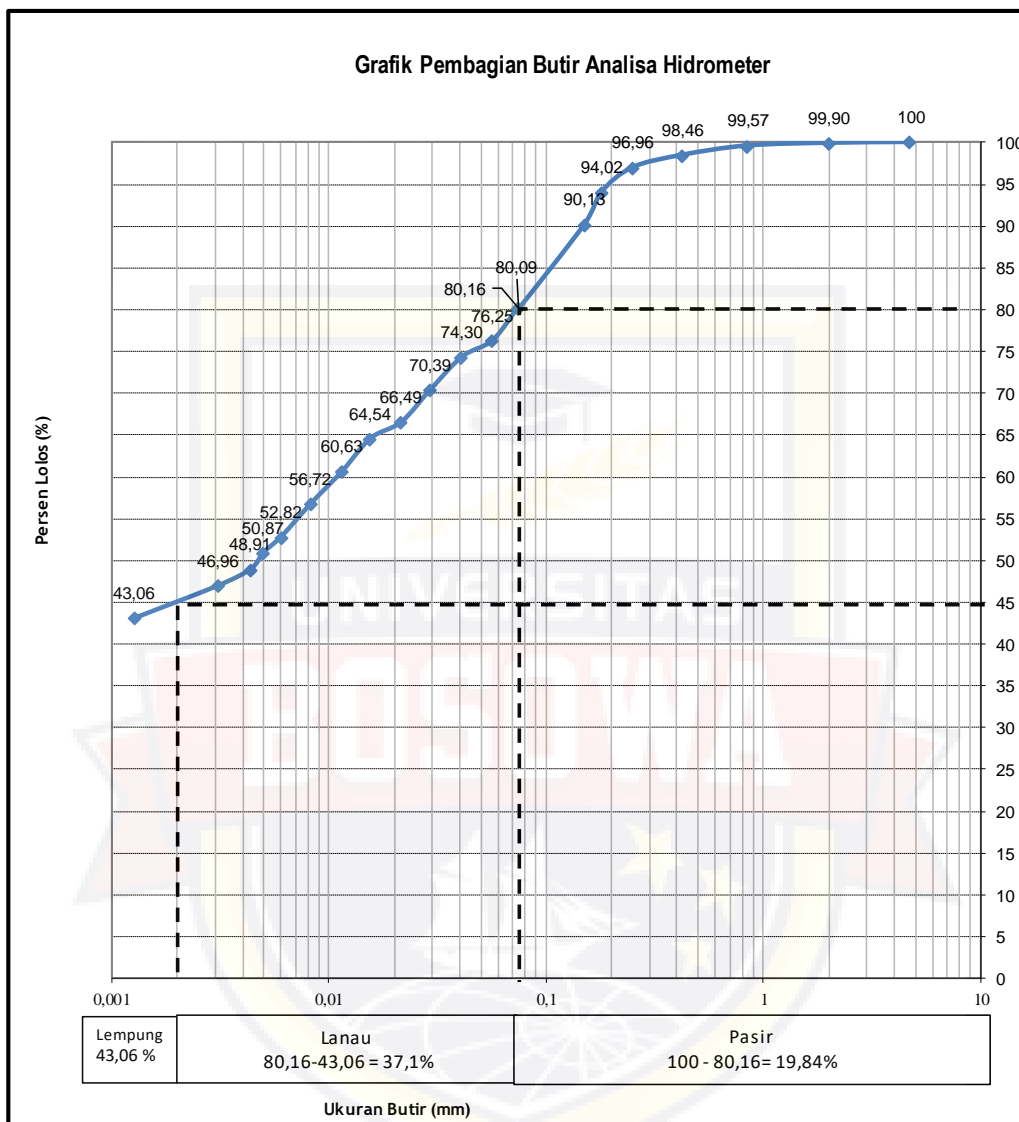
Waktu (menit)	T (°C)	R	R _{cp}	% Butiran Halus a.R _{cp} /W _s x 100 %	R _{cl}	L (cm)	K	D=K (L/t) ^{0,5}
0,25	29	39	41	80,16	42	8,9	0,01240	0,07399
0,5	29	37	39	76,25	36	10,4	0,01240	0,05655
1	29	36	38	74,30	33	10,9	0,01240	0,04094
2	29	34	36	70,39	31	11,2	0,01240	0,02934
4	29	32	34	66,49	26	12,0	0,01240	0,02148
8	29	31	33	64,54	23	12,5	0,01240	0,01550
15	29	29	31	60,63	21	12,9	0,01240	0,01150
30	29	27	29	56,72	19	13,2	0,01240	0,00823
60	29	25	27	52,82	13	14,2	0,01240	0,00603
90	29	24	26	50,87	11	14,5	0,01240	0,00498
120	29	23	25	48,91	9	14,8	0,01240	0,00435
240	29	22	24	46,96	8	15,0	0,01240	0,00310
1440	29	20	22	43,06	7	15,2	0,01240	0,00127



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

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

GRAFIK PEMBAGIAN BUTIR ANALISA HIDROMETER



Ukuran butir berdasarkan teori AASHTO

Diperiksa Oleh:

Hasrullah, ST.
Asisten Lab.

Makassar, Februari 2023

Diuji Oleh:

Ariyanti Tandi Langi
Mahasiswa



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
 fax.(0411)424568

Proyek : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
 Judul : "Analisis Kuat Geser dan Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung dengan Penambahan Serat Jerami dan Zeolit"
 Lokasi : Lab. Mekanika Tanah Jurusan Sipil FT. Universitas Bosowa
 Sampel : Tanah Asli
 Tanggal : 23 Desember 2022
 Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

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

Berat Tanah	gram	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-mula	gram	38,49	38,49	38,49	38,49	38,49
Penambahan Air	%	5	10	15	20	25
Penambahan Air	ml	100	200	300	400	500
Kadar Air Akhir	ml	16,069	19,926	23,074	27,769	31,442

BERAT ISI BASAH

No. Mould	-	1	2	3	4	5
Berat Mould	gram	3678	3652	3765	3680	3692
Berat Tanah Basah + Mould	gram	5046	5223	5402	5343	5207
Berat Tanah Basah, Wwet	gram	1368	1571	1637	1663	1515
Volume Mould	cm ³	944	944	944	944	944
Berat Volume Basah $\gamma_{wet} = W_{wet} / V_{mould}$	gr/cm ³	1,449	1,664	1,734	1,762	1,605

KADAR AIR

No. Cawan	-	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Berat Tanah Basah + Cawan	gram	42,5	44,2	38,4	37,3	26,1	25,3	30,5	29,6	25,3	26,1
Berat Tanah Kering + Cawan	gram	38	39,1	33,6	32,5	23,0	22,2	25,8	24,5	21,0	21,5
Berat Air (Ww)	gram	4,5	5,1	4,8	4,8	3,1	3,1	4,7	5,1	4,3	4,6
Berat Cawan	gram	8,6	8,8	9	8,9	9,1	9,2	7	7,8	7,2	7
Berat Tanah Kering	gram	29,4	30,3	24,6	23,6	14	13	18,8	16,7	13,8	14,5
Kadar Air (ω)	%	15,3	16,83	19,5	20,3	22	23,8	25,0	30,5	31,2	31,7
Kadar Air Rata-rata	%	16,069	19,926	23,074	27,769	31,442					

BERAT ISI KERING

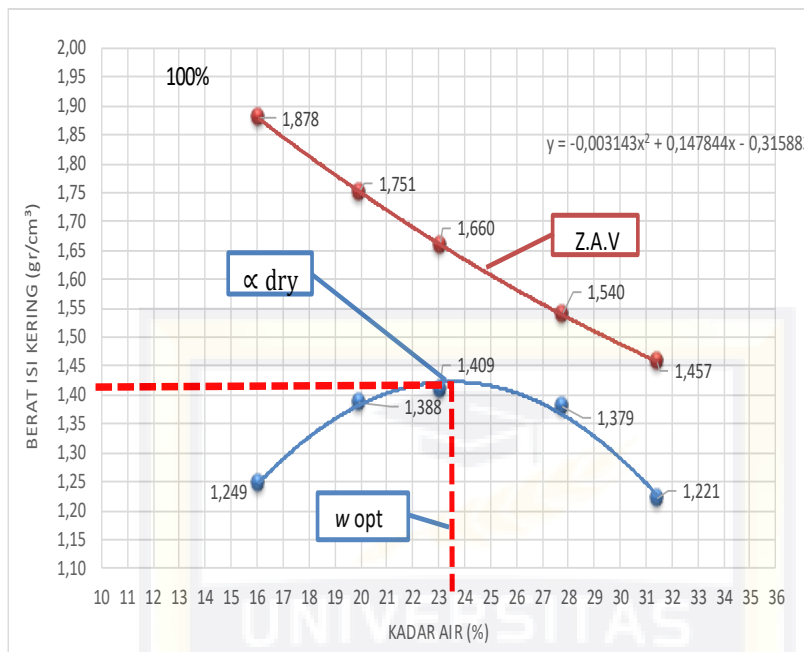
Berat Tanah Basah, W wet	8	1368	1571	1637	1663	1515
Kadar Air Rata-rata	%	16,069	19,926	23,074	27,769	31,442
Berat Kering $\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + \omega \cdot 100}$	gram	1178,610	1309,979	1330,092	1301,563	1152,602
Volume Mould	cm ³	944	944	944	944	944
Berat Isi Kering $\gamma_{dry} = \frac{W_{dry}}{V_{mould}}$	gr/cm ³	1,249	1,388	1,409	1,379	1,221
Berat Isi Basah $\gamma_{d ZAV_{100}} = \frac{G_s}{1 + (\omega \times G_s)}$	gr/cm ³	1,878	1,751	1,660	1,540	1,457
$\gamma_{d ZAV_{80}} = \frac{G_s}{0,8 + (\omega \times G_s)}$	gr/cm ³	1,503	1,401	1,328	1,232	1,166

Berat Jenis (G_s) : **2,690**



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568



$$\begin{aligned} -0,003143 x^2 + 0,147844 x - 0,316 & Y = -0,0031430 x^2 + 0,14784 x + -0,315883 \\ & = -0,006286000 + 0,14784 \\ & = 23,52 \text{ Kadar Air Optimum} \\ & = 1,42 \text{ yd maks.} \end{aligned}$$

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Makassar, Mei 2023

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandi Langi



DATA PENGUJIAN

KUAT GESER



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

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax (0411)424568

RESUME

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG + ZEOLITE + SERAT JERAMI

No	Persentase Campuran	Nama Sampel	Berat Sampel (gr)		Berat Air (gram)		Kadar Air (%)		qu (kg/cm ²)	qu Rata-Rata
			Basah	Kering	Sampel	Rata-rata	Sampel	Rata-rata		
1	TANAH ASLI	S1	310,10	238,80	71,300	71,367	29,858	29,946	0,468	0,456
		S2	309,30	239,10	70,200		29,360		0,432	
		S3	309,70	237,10	72,600		30,620		0,468	
2	Tanah + 5% Zeolite + 0% Serat Jerami	S1	311,30	235,20	76,100	76,367	32,355	32,525	0,540	0,516
		S2	311,40	234,10	77,300		33,020		0,504	
		S3	310,80	235,10	75,700		32,199		0,504	
3	Tanah + 5% Zeolite + 5% Serat Jerami	S1	305,50	223,20	82,300	81,433	36,873	36,572	0,720	0,708
		S2	303,10	221,60	81,500		36,778		0,684	
		S3	303,70	223,20	80,500		36,066		0,720	
4	Tanah + 5% Zeolite + 10% Serat Jerami	S1	297,20	221,10	76,100	75,733	34,419	34,112	0,612	0,600
		S2	298,40	223,70	74,700		33,393		0,576	
		S3	297,70	221,30	76,400		34,523		0,612	
5	Tanah + 5% Zeolite + 15% Serat Jerami	S1	292,20	215,60	76,600	76,200	35,529	35,387	0,504	0,540
		S2	291,10	214,90	76,200		35,458		0,540	
		S3	291,30	215,50	75,800		35,174		0,576	

Makassar, 2023

Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Peneliti

Ariyanti Tandi Langi

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 – 342789
fax. (0411)424568

TABEL NILAI QU DARI PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Regangan Aksial	Tanah Asli	Tanah + 5% Zeolite + 0% Serat Jerami	Tanah + 5% Zeolite + 5% Serat Jerami	Tanah + 5% Zeolite + 10% Serat Jerami	Tanah + 5% Zeolite + 15% Serat Jerami
0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,25	0,174	0,124	0,174	0,124	0,099
0,5	0,223	0,173	0,223	0,186	0,161
1,0	0,258	0,209	0,308	0,222	0,197
1,5	0,306	0,282	0,392	0,282	0,257
2,0	0,341	0,329	0,500	0,341	0,329
2,5	0,376	0,376	0,582	0,412	0,412
3,0	0,410	0,434	0,663	0,507	0,446
3,5	0,456	0,516	0,708	0,600	0,540
4,0	0,394	0,442	0,645	0,549	0,489

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Makassar, Mei 2023

Diuji Oleh:
Mahasiswa


Ariyanti Tandilangi



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

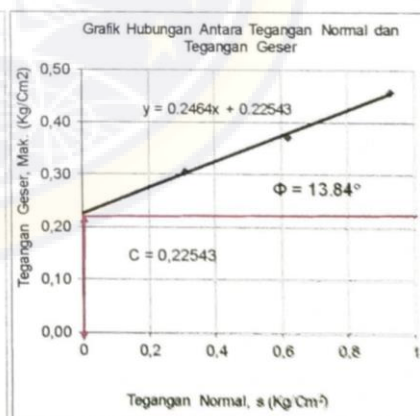
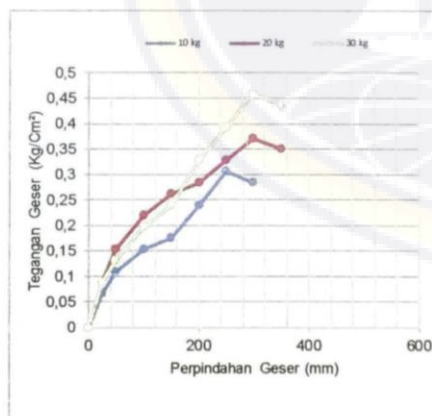
Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

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	: Ariyanti Tandi Langi
TANGGAL	: Wednesday, 12 April 2023

Kedalaman Sampel : 0,2 m
 Diameter 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			
Pergeseran G 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	4	2,816	0,0873	
50	5	3,52	0,1091	7	4,928	0,1527	6	4,224	0,1309	
100	7	4,928	0,1527	10	7,04	0,2182	9	6,336	0,1963	
150	8	5,632	0,1745	12	8,448	0,2618	11	7,744	0,2400	
200	11	7,744	0,2400	13	9,152	0,2836	15	10,560	0,3272	
250	14	9,856	0,3054	15	10,56	0,3272	18	12,672	0,3927	
300	13	9,152	0,2836	17	11,968	0,3709	21	14,784	0,4581	
350				16	11,264	0,3490	20	14,08	0,4363	
400										
450										
500										
550										
tegangan geser maksimum			0,3054				0,3709	0,4581		



Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

Hasrullah
Hasrullah, ST

Di Uji Oleh :
Mahasiswa

Ariyanti Tandi Langi
Ariyanti Tandi Langi



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

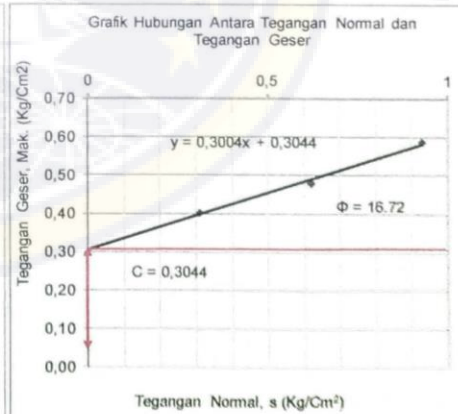
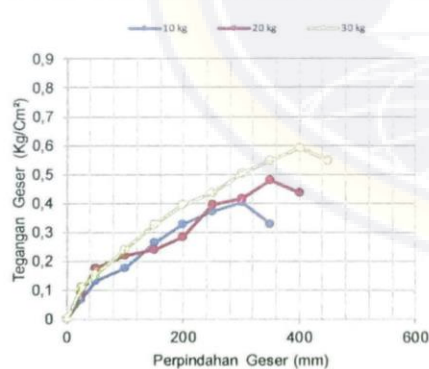
Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

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	: Ariyanti Tandi Langi
TANGGAL	: Thursday, 13 April 2023

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 cm ²
Benda Uji	: Tanah + 5% Zeolite + 0% Serat Jerami

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	8	5,632	0,1745	7	4,928	0,1527
100	8	5,632	0,1745	10	7,04	0,2182	11	7,744	0,2400
150	12	8,448	0,2618	11	7,744	0,2400	15	10,560	0,3272
200	15	10,56	0,3272	13	9,152	0,2836	18	12,672	0,3927
250	17	11,968	0,3709	18	12,672	0,3927	20	14,08	0,4363
300	18	13,000	0,4028	19	13,376	0,4145	23	16,192	0,5018
350	15	10,560	0,3272	22	15,488	0,4799	25	17,6	0,5454
400				20	14,08	0,4363	27	19,008	0,5890
450							25	17,6	0,5454
500									
550									
Tegangan geser maksimum			0,4028			0,4799			0,5890



Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

Hasrullah
Hasrullah, ST

Di Uji Oleh :
Mahasiswa

Ariyanti
Ariyanti Tandi Langi



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

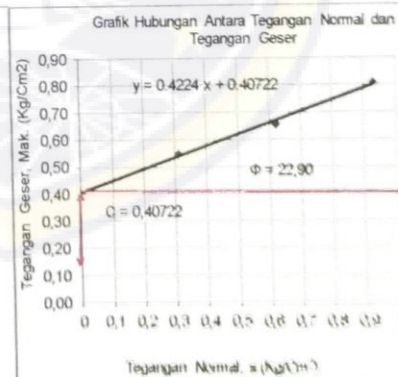
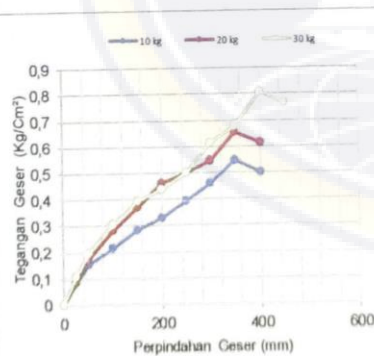
Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax. (0411)424568

KUAT GESER LANGSUNG

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR
LOKASI	: LAB MEKANIKA TANAH JURUSAN SIPIL FT UNV BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: SNI 03-3420-1994/ASTM D 3080 - 90
NAMA	: Ariyanti Tandil Langi
TANGGAL	: Thursday, 13 April 2023

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 cm ²
Benda Uji	: Tanah + 5% Zeolite + 5% Serat Jerami

Perpindahan Geser (mm)	P ₁ = 10 kg			P ₂ = 20 kg			P ₃ = 30 kg			
	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	4	2,816	0,0873	5	3,52	0,1091	
50	7	4,928	0,1527	8	5,632	0,1745	9	6,336	0,1963	
100	10	7,04	0,2182	13	9,152	0,2836	14	9,856	0,3054	
150	13	9,152	0,2836	17	11,968	0,3709	18	12,672	0,3927	
200	15	10,56	0,3272	21	14,784	0,4581	20	14,080	0,4363	
250	18	12,672	0,3927	23	16,192	0,5018	23	16,192	0,5018	
300	21	14,784	0,4581	25	17,6	0,5454	28	19,712	0,6108	
350	25	17,600	0,5454	30	21,12	0,6545	31	21,824	0,6763	
400	23	16,192	0,5018	28	19,712	0,6108	37	26,048	0,8072	
450							35	24,64	0,7635	
500										
tegangan geser maksimum			0,5454				0,6545	0,8072		



Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

Hasrullah
Hasrullah, ST

Ditulis Oleh
Mahasiswa

Ariyanti
Ariyanti Tandil Langi



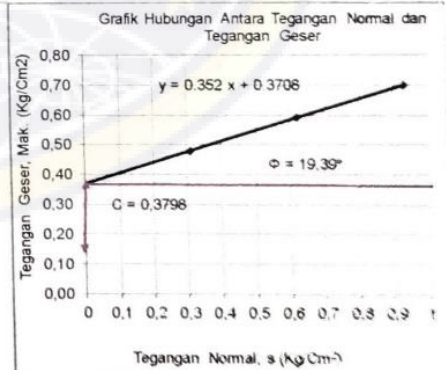
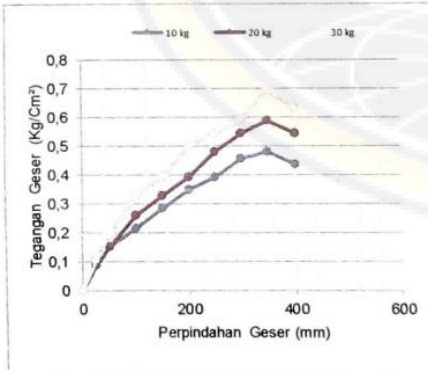
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA
 Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp (0411) 452901 – 342789
 fax (0411)424568

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	: Ariyanti Tandi Langi
TANGGAL	: Thursday, 13 April 2023

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 + 5% Zeolite + 10% Serat Jerami

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	4	2,816	0,0873	5	3,52	0,1091	
50	7	4,928	0,1527	7	4,928	0,1527	9	6,336	0,1963	
100	10	7,04	0,2182	12	8,448	0,2618	15	10,56	0,3272	
150	13	9,152	0,2836	15	10,560	0,3272	18	12,672	0,3927	
200	16	11,264	0,3490	18	12,672	0,3927	23	16,192	0,5018	
250	18	12,672	0,3927	22	15,488	0,4799	25	17,6	0,5454	
300	21	14,784	0,4581	25	17,6	0,5454	27	19,008	0,5890	
350	22	15,488	0,4799	27	19,008	0,5890	32	22,528	0,6981	
400	20	14,08	0,4363	25	17,6	0,5454	29	20,416	0,6327	
450										
500										
tegangan geser maksimum			0,4799				0,5890	0,6981		



Diperiksa Oleh :
 Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

 Hasrullah, ST

Di Uji Oleh
 Mahasiswa

 Ariyanti Tandi Langi



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

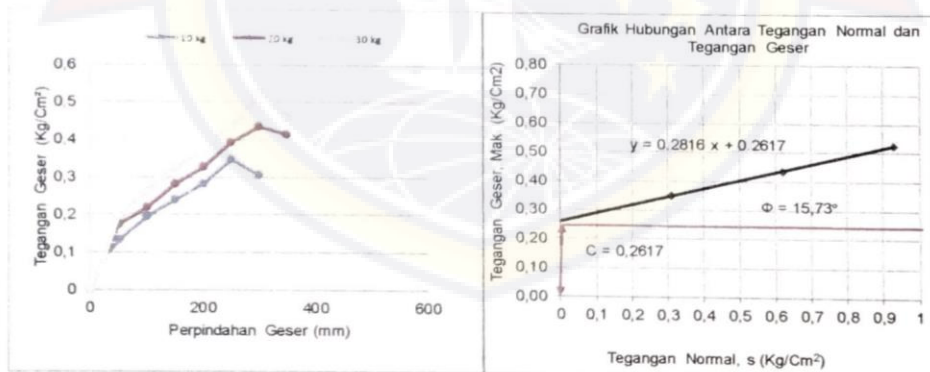
Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

KUAT GESER LANGSUNG

PROYEK	: PENELITIAN TUGAS AKHIR
LOKASI	: LAB MEKANIKA TANAH JURUSAN SIPIL FT UNW BOSOWA
METODE PENGUJIAN	: SNI 03-3420-1994/ASTM D 3080 - 90
NAMA	: Ariyanti Tandi Langi
TANGGAL	: Thursday, 13 April 2023

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 + 5% Zeolite + 15% Serat Jerami

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	4	2,816	0,0873	4	2,816	0,0873
50	6	4,224	0,1309	8	5,632	0,1745	9	6,336	0,1963
100	9	6,336	0,1963	10	7,04	0,2182	12	8,448	0,2618
150	11	7,744	0,2400	13	9,152	0,2836	15	10,560	0,3272
200	13	9,152	0,2836	15	10,56	0,3272	17	11,968	0,3709
250	16	11,264	0,3490	18	12,672	0,3927	20	14,08	0,4363
300	14	9,856	0,3054	20	14,08	0,4363	24	16,896	0,5236
350				19	13,376	0,4145	21	14,784	0,4581
400									
450									
500									
tengangan geser maksimum			0,3490			0,4363			0,5236

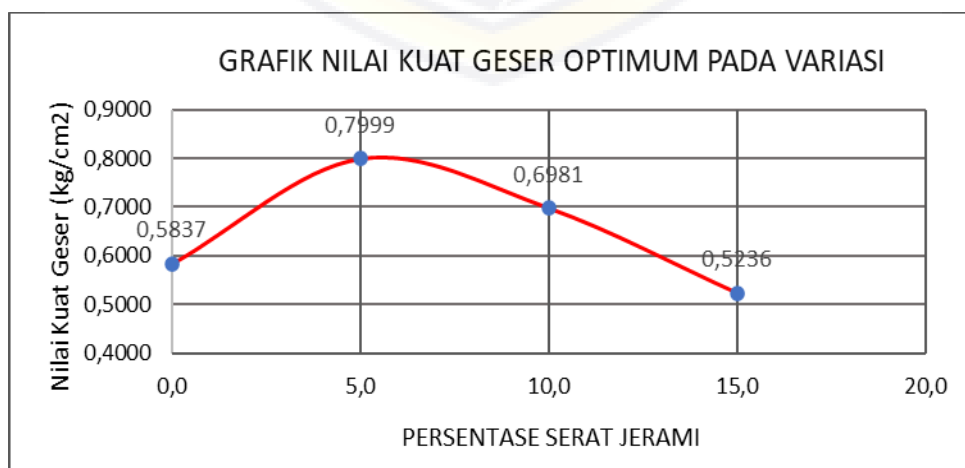
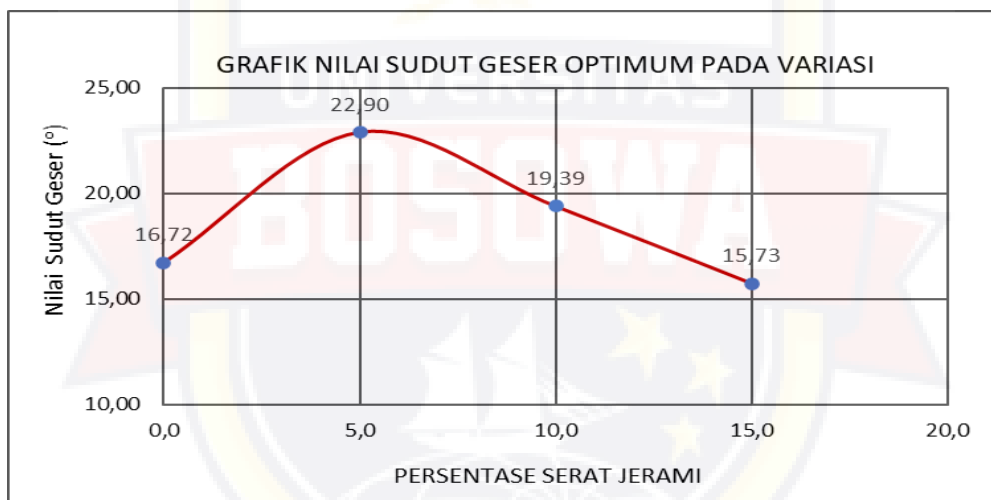
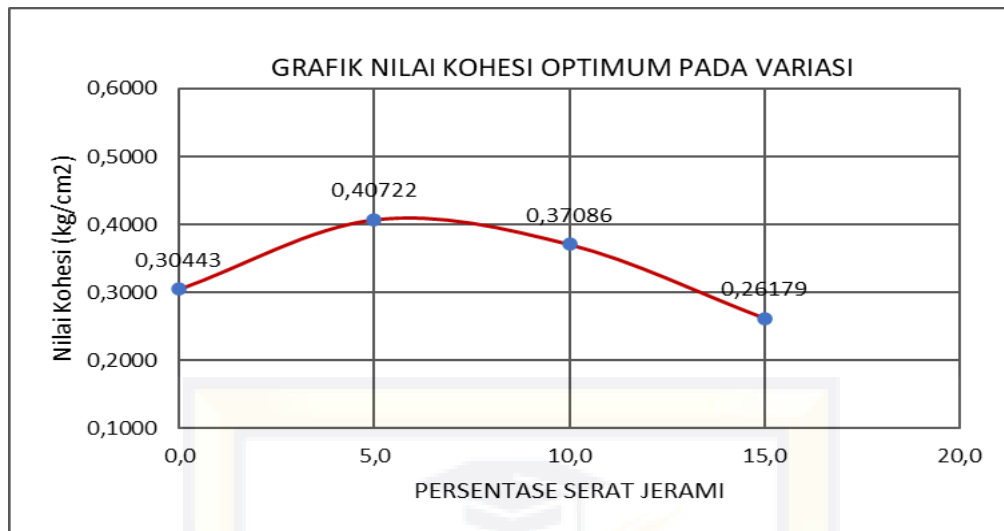


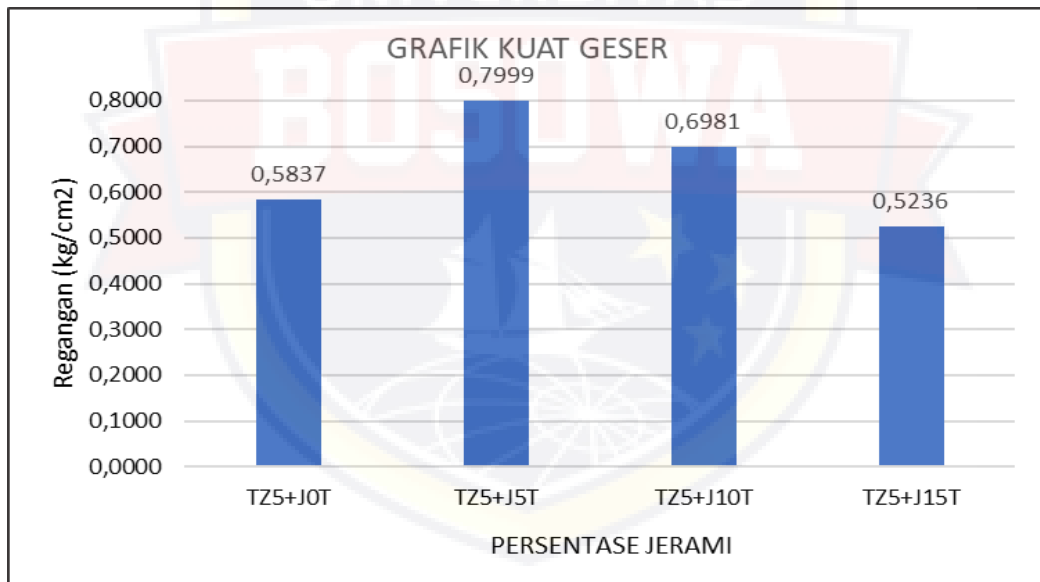
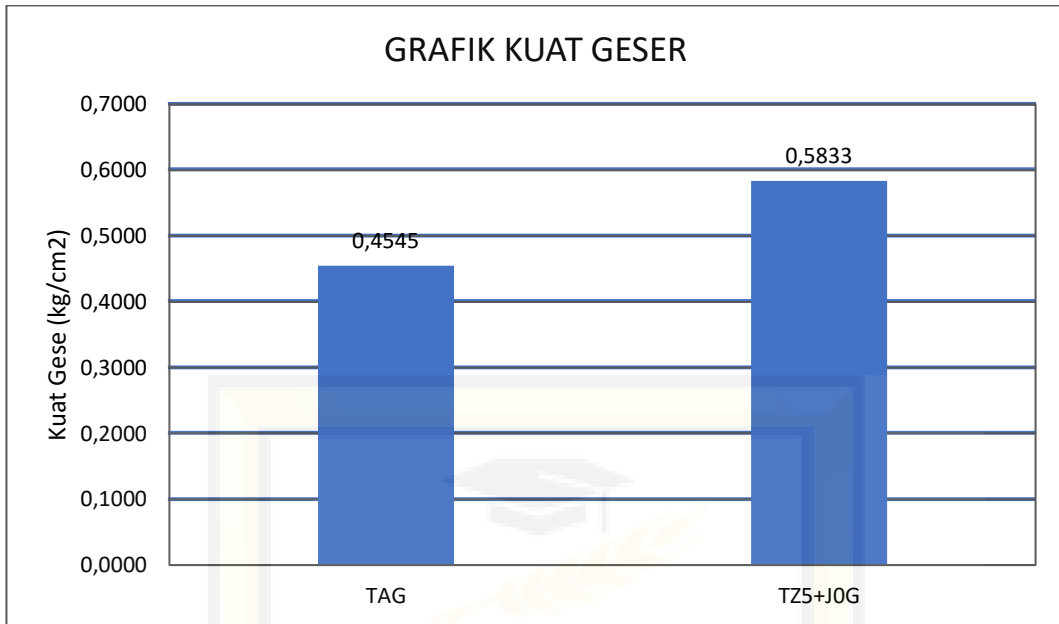
Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium Mekanika Tanah

Hasrullah, ST

Di Uji Oleh :
Mahasiswa

Ariyanti Tandi Langi





DATA
PENGUJIAN KUAT TEKAN





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

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

RESUME

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG + ZEOLITE + SERAT JERAMI

No	Persentase Campuran	Nama Sampel	Berat Sampel (gr)		Berat Air (gram)		Kadar Air (%)		qu (kg/cm ²)	qu Rata - Rata
			Basah	Kering	Sampel	Rata-rata	Sampel	Rata-rata		
1	TANAH ASLI	S1	310,10	238,80	71,300	71,367	29,858	29,946	0,468	0,456
		S2	309,30	239,10	70,200		29,360		0,432	
		S3	309,70	237,10	72,600		30,620		0,468	
2	Tanah + 5% Zeolite + 0% Serat Jerami	S1	311,30	235,20	76,100	76,367	32,355	32,525	0,540	0,516
		S2	311,40	234,10	77,300		33,020		0,504	
		S3	310,80	235,10	75,700		32,199		0,504	
3	Tanah + 5% Zeolite + 5% Serat Jerami	S1	305,50	223,20	82,300	81,433	36,873	36,572	0,720	0,708
		S2	303,10	221,60	81,500		36,778		0,684	
		S3	303,70	223,20	80,500		36,066		0,720	
4	Tanah + 5% Zeolite + 10% Serat Jerami	S1	297,20	221,10	76,100	75,733	34,419	34,112	0,612	0,600
		S2	298,40	223,70	74,700		33,393		0,576	
		S3	297,70	221,30	76,400		34,523		0,612	
5	Tanah + 5% Zeolite + 15% Serat Jerami	S1	292,20	215,60	76,600	76,200	35,529	35,387	0,504	0,540
		S2	291,10	214,90	76,200		35,458		0,540	
		S3	291,30	215,50	75,800		35,174		0,576	

Makassar, 2023

Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Peneliti

Ariyanti Tandi Langi

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 – 342789
fax.(0411)424568

TABEL NILAI QU DARI PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Regangan Aksial	Tanah Asli	Tanah + 5% Zeolite + 0% Serat Jerami	Tanah + 5% Zeolite + 5% Serat Jerami	Tanah + 5% Zeolite + 10% Serat Jerami	Tanah + 5% Zeolite + 15% Serat Jerami
0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,25	0,174	0,124	0,174	0,124	0,099
0,5	0,223	0,173	0,223	0,186	0,161
1,0	0,258	0,209	0,308	0,222	0,197
1,5	0,306	0,282	0,392	0,282	0,257
2,0	0,341	0,329	0,500	0,341	0,329
2,5	0,376	0,376	0,582	0,412	0,412
3,0	0,410	0,434	0,663	0,507	0,446
3,5	0,456	0,516	0,708	0,600	0,540
4,0	0,394	0,442	0,645	0,549	0,489

Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Makassar, Mei 2023
Diuji Oleh:
Mahasiswa


Ariyanti Tandilangi



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 11 April 2023
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

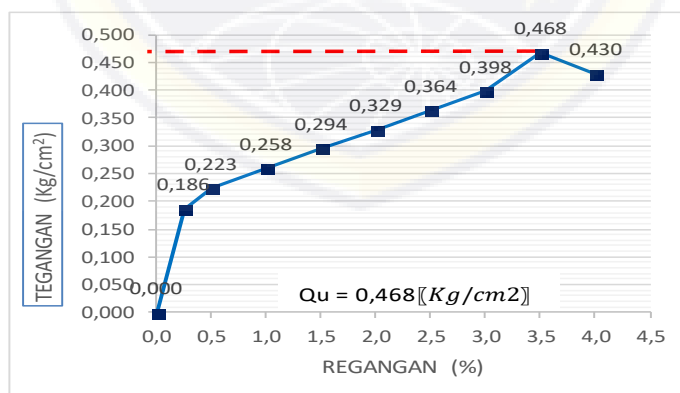
PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

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	=	310,100 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	238,800 gr
Berat Air	=	71,300 gr
Kadar Air Contoh	=	29,858 %

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
Pembacaan Deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $e=(\delta H/H_0)$ (%)	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	5,0	3,52	18,895	0,186
0,5	0,50	6,0	4,22	18,943	0,223
1,0	1,00	7,0	4,92	19,038	0,258
1,5	1,50	8,0	5,62	19,135	0,294
2,0	2,00	9,0	6,33	19,233	0,329
2,5	2,50	10,0	7,03	19,331	0,364
3,0	3,00	11,0	7,73	19,431	0,398
3,5	3,50	13,0	9,14	19,531	0,468
4,0	4,00	12,0	8,44	19,633	0,430

Qu = 0,468 Kg/cm²



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Makassar, Mei 2023
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandi Langi



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 11 April 2023
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

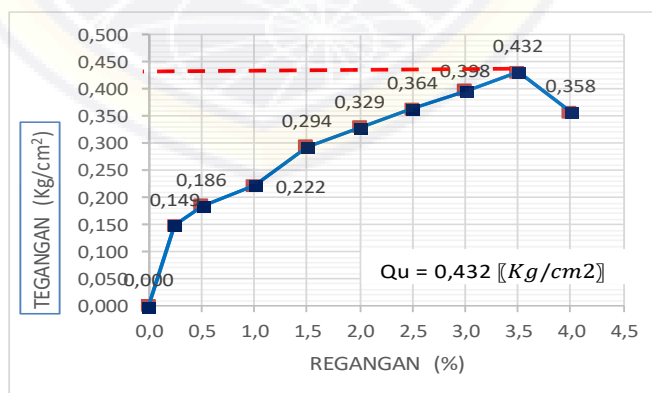
PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

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	=	309,300 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	239,100 gr
Berat Air	=	70,200 gr
Kadar Air Contoh	=	29,360 %

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	4,0	2,81	18,895	0,149
0,5	0,50	5,0	3,52	18,943	0,186
1,0	1,00	6,0	4,22	19,038	0,222
1,5	1,50	8,0	5,62	19,135	0,294
2,0	2,00	9,0	6,33	19,233	0,329
2,5	2,50	10,0	7,03	19,331	0,364
3,0	3,00	11,0	7,73	19,431	0,398
3,5	3,50	12,0	8,44	19,531	0,432
4,0	4,00	10,0	7,03	19,633	0,358

Qu = 0,432 Kg/cm²



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Makassar, Mei 2023
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandi Langi



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
 fax.(0411)424568

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 11 April 2023
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

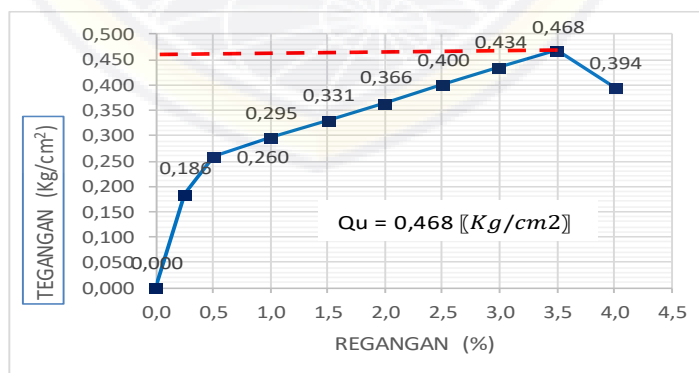
PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

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	=	309,700	gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	237,100	gr
Berat Air	=	72,600	gr
Kadar Air Contoh	=	30,620	%

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	5,0	3,52	18,895	0,186
0,5	0,50	7,0	4,92	18,943	0,260
1,0	1,00	8,0	5,62	19,038	0,295
1,5	1,50	9,0	6,33	19,135	0,331
2,0	2,00	10,0	7,03	19,233	0,366
2,5	2,50	11,0	7,73	19,331	0,400
3,0	3,00	12,0	8,44	19,431	0,434
3,5	3,50	13,0	9,14	19,531	0,468
4,0	4,00	11,0	7,73	19,633	0,394

Qu = 0,468 Kg/cm²



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Makassar, Mei 2023
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandi Langi



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal : 11 April 2023
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)

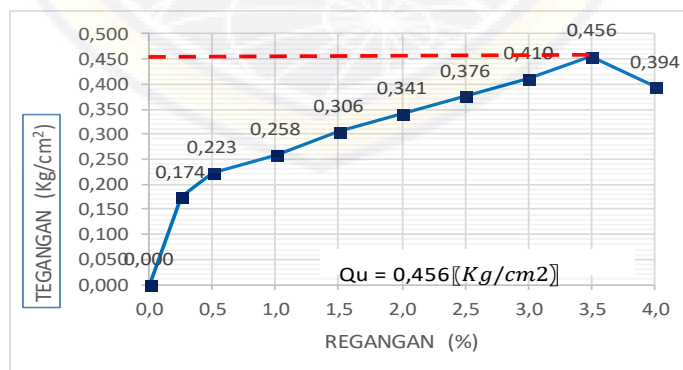
SNI 3638-2012

Data Gabungan :

Angka Kalibrasi alat (K)	=	0,703	
Diameter contoh	=	4,900	cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	9,500	cm
Luas Contoh (A)	=	18,848	cm ²
Isi Contoh	=	179,05	cm ³
Berat Contoh	=	1000,000	gr
Berat Isi Contoh	=	309,700	gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	238,333	gr
Berat Air	=	71,367	gr
Kadar Air Contoh	=	29,946	%

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	4,7	3,28	18,895	0,174
0,5	0,50	6,0	4,22	18,943	0,223
1,0	1,00	7,0	4,92	19,038	0,258
1,5	1,50	8,3	5,86	19,135	0,306
2,0	2,00	9,3	6,56	19,233	0,341
2,5	2,50	10,3	7,26	19,331	0,376
3,0	3,00	11,3	7,97	19,431	0,410
3,5	3,50	12,7	8,90	19,531	0,456
4,0	4,00	11,0	7,73	19,633	0,394

Qu = 0,456 Kg/cm²



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Makassar, Mei 2023
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandi Langi



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 5% zeolit + 0% Serat Jerami
Tanggal : 11 April 2023
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

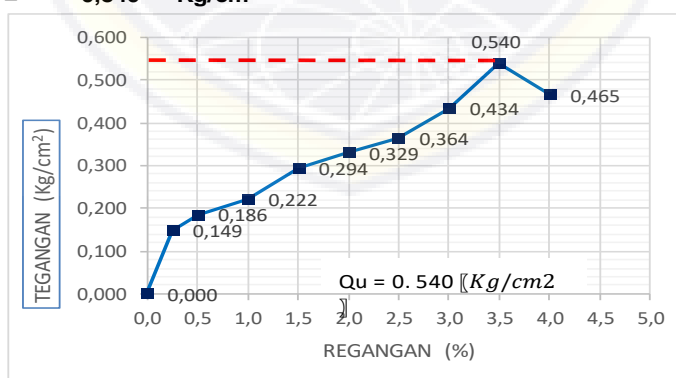
PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

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	=	311,300 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	235,200 gr
Berat Air	=	76,100 gr
Kadar Air Contoh	=	32,355 %

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	4,0	2,81	18,895	0,149
0,5	0,50	5,0	3,52	18,943	0,186
1,0	1,00	6,0	4,22	19,038	0,222
1,5	1,50	8,0	5,62	19,135	0,294
2,0	2,00	9,0	6,33	19,233	0,329
2,5	2,50	10,0	7,03	19,331	0,364
3,0	3,00	12,0	8,44	19,431	0,434
3,5	3,50	15,0	10,55	19,531	0,540
4,0	4,00	13,0	9,14	19,633	0,465

Qu = 0,540 Kg/cm²



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Makassar, Mei 2023
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandi Langi



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 5% zeolit + 0% Serat Jerami
Tanggal : 11 April 2023
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

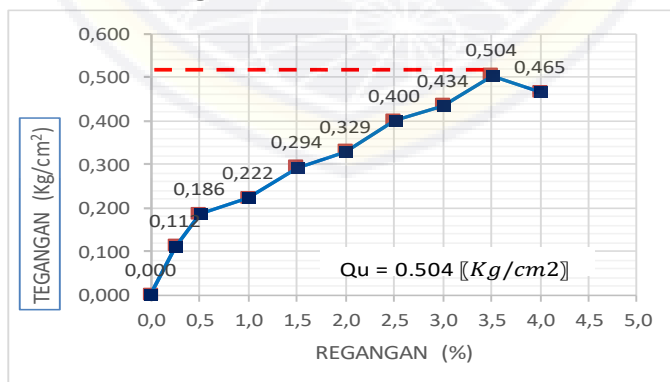
PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

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	=	311,400 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	234,100 gr
Berat Air	=	77,300 gr
Kadar Air Contoh	=	33,020 %

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	5,0	3,52	18,943	0,186
1,0	1,00	6,0	4,22	19,038	0,222
1,5	1,50	8,0	5,62	19,135	0,294
2,0	2,00	9,0	6,33	19,233	0,329
2,5	2,50	11,0	7,73	19,331	0,400
3,0	3,00	12,0	8,44	19,431	0,434
3,5	3,50	14,0	9,84	19,531	0,504
4,0	4,00	13,0	9,14	19,633	0,465

Qu = 0,504 Kg/cm²



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Makassar, Mei 2023
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandi Langi



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 5% zeolit + 0% Serat Jerami
Tanggal : 11 April 2023
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)

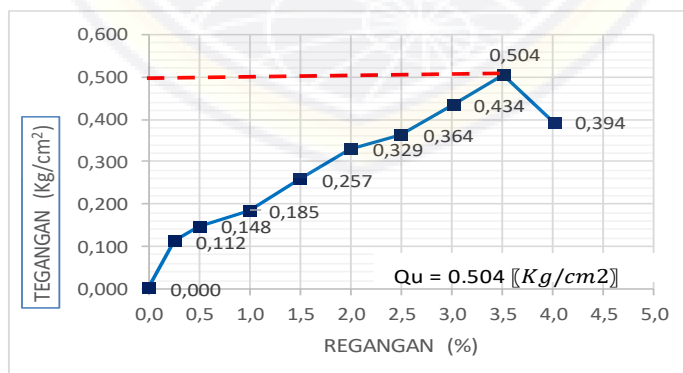
SNI 3638-2012

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	=	310,800 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	235,100 gr
Berat Air	=	75,700 gr
Kadar Air Contoh	=	32,199 %

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	5,0	3,52	19,038	0,185
1,5	1,50	7,0	4,92	19,135	0,257
2,0	2,00	9,0	6,33	19,233	0,329
2,5	2,50	10,0	7,03	19,331	0,364
3,0	3,00	12,0	8,44	19,431	0,434
3,5	3,50	14,0	9,84	19,531	0,504
4,0	4,00	11,0	7,73	19,633	0,394

$Q_u = 0,504 \text{ Kg/cm}^2$



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Makassar, Mei 2023
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandi Langi



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 5% zeolit + 0% Serat Jerami
Tanggal : 11 April 2023
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

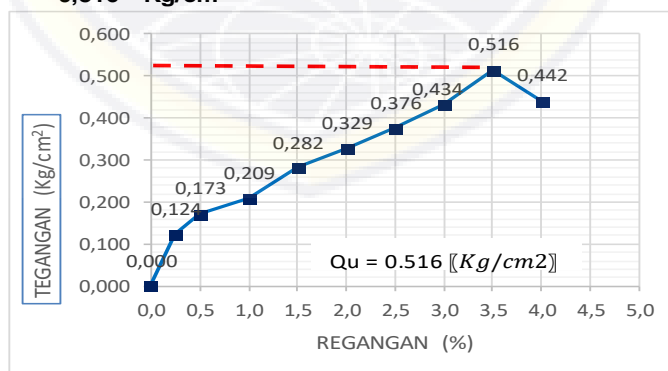
PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

Data Gabungan :

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	=	311,167	gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	234,800	gr
Berat Air	=	76,367	gr
Kadar Air Contoh	=	32,525	%

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	3,3	2,34	18,895	0,124
0,5	0,50	4,7	3,28	18,943	0,173
1,0	1,00	5,7	3,98	19,038	0,209
1,5	1,50	7,7	5,39	19,135	0,282
2,0	2,00	9,0	6,33	19,233	0,329
2,5	2,50	10,3	7,26	19,331	0,376
3,0	3,00	12,0	8,44	19,431	0,434
3,5	3,50	14,3	10,08	19,531	0,516
4,0	4,00	12,3	8,67	19,633	0,442

Qu = 0,516 Kg/cm²



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Makassar, Mei 2023
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandi Langi



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 5% Zeolite + 5% Serat Jerami
Tanggal : 11 April 2023
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

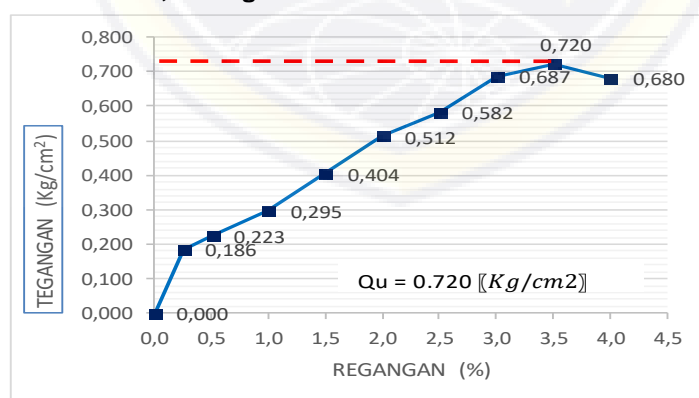
PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

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	=	305,500 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	223,200 gr
Berat Air	=	82,300 gr
Kadar Air Contoh	=	36,873 %

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon=(\delta H/H_o)$ (%)	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas $A=A_o/(1-\delta h/h_o)$ (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	5,0	3,52	18,895	0,186
0,5	0,50	6,0	4,22	18,943	0,223
1,0	1,00	8,0	5,62	19,038	0,295
1,5	1,50	11,0	7,73	19,135	0,404
2,0	2,00	14,0	9,84	19,233	0,512
2,5	2,50	16,0	11,25	19,331	0,582
3,0	3,00	19,0	13,36	19,431	0,687
3,5	3,50	20,0	14,06	19,531	0,720
4,0	4,00	19,0	13,36	19,633	0,680

Qu = 0,720 Kg/cm²



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Makassar, Mei 2023

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandi Langi



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 5% Zeolite + 5% Serat Jerami
Tanggal : 11 April 2023
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)

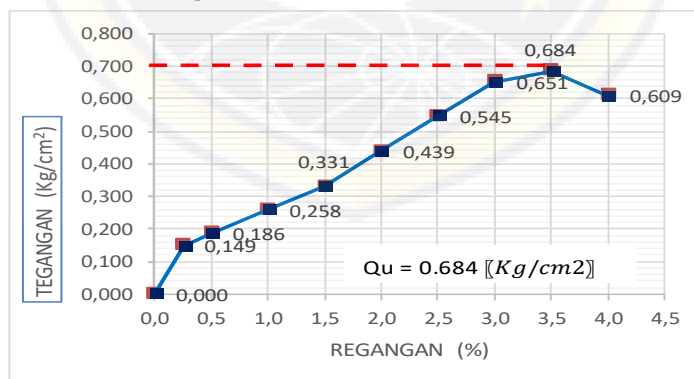
SNI 3638-2012

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	=	303,100 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	221,600 gr
Berat Air	=	81,500 gr
Kadar Air Contoh	=	36,778 %

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	4,0	2,81	18,895	0,149
0,5	0,50	5,0	3,52	18,943	0,186
1,0	1,00	7,0	4,92	19,038	0,258
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	15,0	10,55	19,331	0,545
3,0	3,00	18,0	12,65	19,431	0,651
3,5	3,50	19,0	13,36	19,531	0,684
4,0	4,00	17,0	11,95	19,633	0,609

Qu = 0,684 Kg/cm²



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Makassar, Mei 2023
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandi Langi



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 5% Zeolit + 5% Serat Jerami
Tanggal : 11 April 2023
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

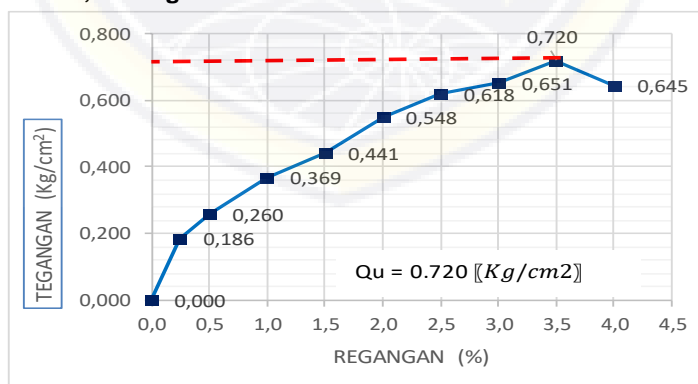
PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

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	=	303,700	gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	223,200	gr
Berat Air	=	80,500	gr
Kadar Air Contoh	=	36,066	%

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	5,0	3,52	18,895	0,186
0,5	0,50	7,0	4,92	18,943	0,260
1,0	1,00	10,0	7,03	19,038	0,369
1,5	1,50	12,0	8,44	19,135	0,441
2,0	2,00	15,0	10,55	19,233	0,548
2,5	2,50	17,0	11,95	19,331	0,618
3,0	3,00	18,0	12,65	19,431	0,651
3,5	3,50	20,0	14,06	19,531	0,720
4,0	4,00	18,0	12,65	19,633	0,645

Qu = 0,720 Kg/cm²



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Makassar, Mei 2023
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandi Langi



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 5% zeolit + 5% Serat Jerami
Tanggal : 11 April 2023
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

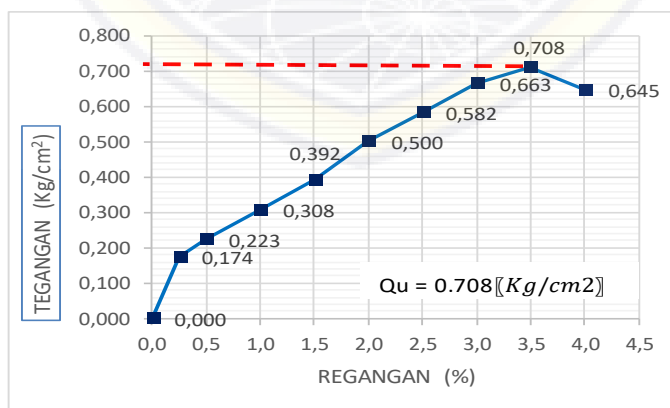
PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

Data Gabungan :

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	=	304,100 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	222,667 gr
Berat Air	=	81,433 gr
Kadar Air Contoh	=	36,572 %

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	4,7	3,28	18,895	0,174
0,5	0,50	6,0	4,22	18,943	0,223
1,0	1,00	8,3	5,86	19,038	0,308
1,5	1,50	10,7	7,50	19,135	0,392
2,0	2,00	13,7	9,61	19,233	0,500
2,5	2,50	16,0	11,25	19,331	0,582
3,0	3,00	18,3	12,89	19,431	0,663
3,5	3,50	19,7	13,83	19,531	0,708
4,0	4,00	18,0	12,65	19,633	0,645

Qu = 0,708 Kg/cm²



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Makassar, Mei 2023
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandi Langi



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 5% Zeolit + 10% Serat Jerami
Tanggal : 11 April 2023
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

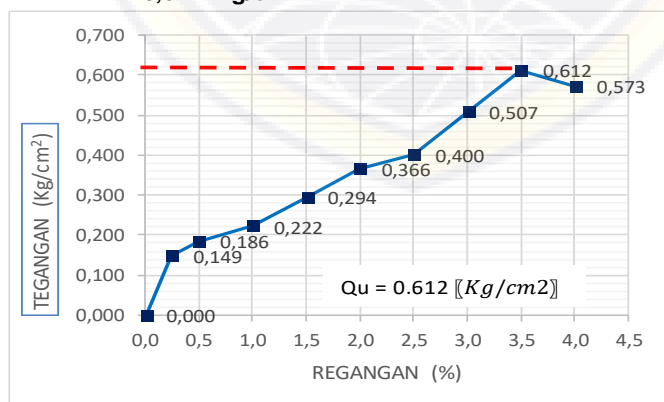
PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

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	=	297,200 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	221,100 gr
Berat Air	=	76,100 gr
Kadar Air Contoh	=	34,419 %

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial e=(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	4,0	2,81	18,895	0,149
0,5	0,50	5,0	3,52	18,943	0,186
1,0	1,00	6,0	4,22	19,038	0,222
1,5	1,50	8,0	5,62	19,135	0,294
2,0	2,00	10,0	7,03	19,233	0,366
2,5	2,50	11,0	7,73	19,331	0,400
3,0	3,00	14,0	9,84	19,431	0,507
3,5	3,50	17,0	11,95	19,531	0,612
4,0	4,00	16,0	11,25	19,633	0,573

Qu = **0,612 Kg/cm²**



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Makassar, Mei 2023
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandi Langi



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 5% Zeolit + 10% Serat Jerami
Tanggal : 11 April 2023
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandilangi

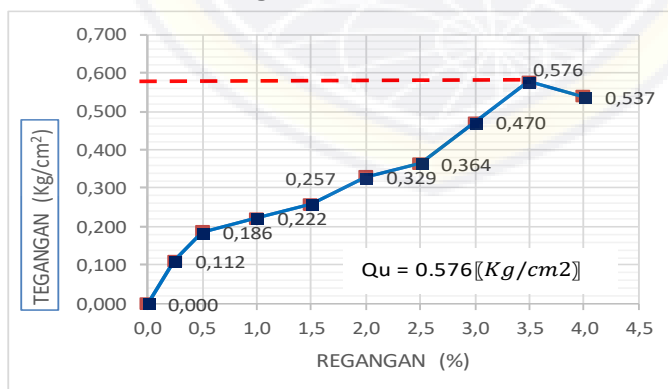
PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

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	=	298,400 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	223,700 gr
Berat Air	=	74,700 gr
Kadar Air Contoh	=	33,393 %

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	5,0	3,52	18,943	0,186
1,0	1,00	6,0	4,22	19,038	0,222
1,5	1,50	7,0	4,92	19,135	0,257
2,0	2,00	9,0	6,33	19,233	0,329
2,5	2,50	10,0	7,03	19,331	0,364
3,0	3,00	13,0	9,14	19,431	0,470
3,5	3,50	16,0	11,25	19,531	0,576
4,0	4,00	15,0	10,55	19,633	0,537

Qu = 0,576 Kg/cm²



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Makassar, Mei 2023
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandilangi



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 5% Zeolit+ 10% Serat Jerami
Tanggal : 11 April 2023
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

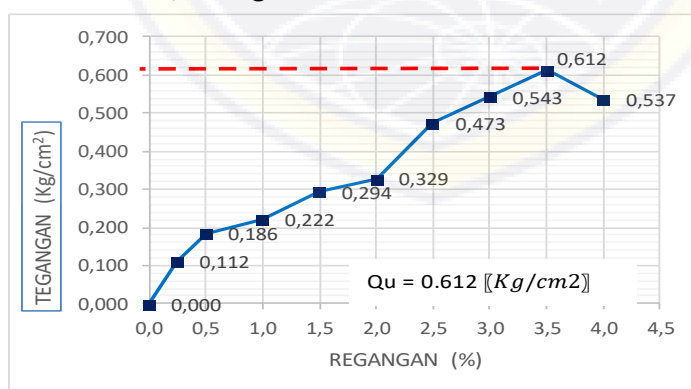
PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

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	=	297,700	gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	221,300	gr
Berat Air	=	76,400	gr
Kadar Air Contoh	=	34,523	%

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	5,0	3,52	18,943	0,186
1,0	1,00	6,0	4,22	19,038	0,222
1,5	1,50	8,0	5,62	19,135	0,294
2,0	2,00	9,0	6,33	19,233	0,329
2,5	2,50	13,0	9,14	19,331	0,473
3,0	3,00	15,0	10,55	19,431	0,543
3,5	3,50	17,0	11,95	19,531	0,612
4,0	4,00	15,0	10,55	19,633	0,537

Qu = 0,612 Kg/cm²



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Makassar, Mei 2023
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandi Langi



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 5% Zeolit + 10% Serat Jerami
Tanggal : 11 April 2023
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandilangi

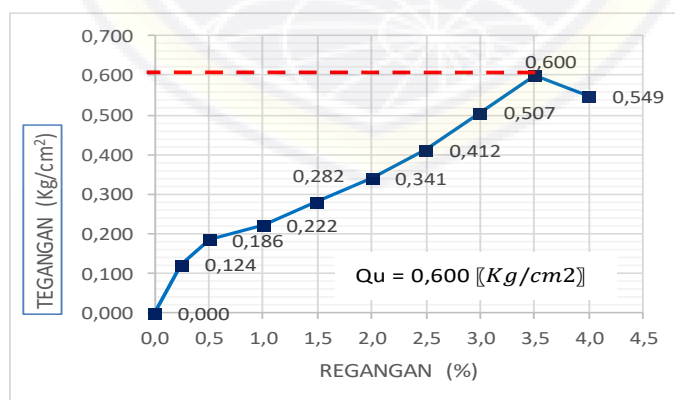
PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

Data Gabungan :

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	=	297,767	gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	222,033	gr
Berat Air	=	75,733	gr
Kadar Air Contoh	=	34,112	%

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	3,3	2,34	18,895	0,124
0,5	0,50	5,0	3,52	18,943	0,186
1,0	1,00	6,0	4,22	19,038	0,222
1,5	1,50	7,7	5,39	19,135	0,282
2,0	2,00	9,3	6,56	19,233	0,341
2,5	2,50	11,3	7,97	19,331	0,412
3,0	3,00	14,0	9,84	19,431	0,507
3,5	3,50	16,7	11,72	19,531	0,600
4,0	4,00	15,3	10,78	19,633	0,549

Qu = **0,600 Kg/cm²**



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasfullah, ST.

Makassar, Mei 2023
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandilangi



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 5% zeolit + 15% Serat Jerami
Tanggal : 11 April 2023
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandilangi

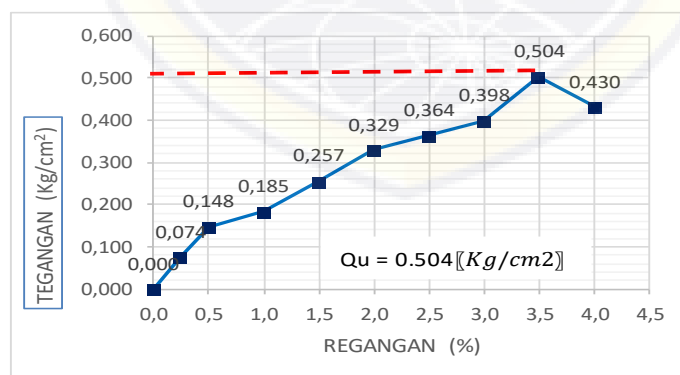
PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

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	=	292,200 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	215,600 gr
Berat Air	=	76,600 gr
Kadar Air Contoh	=	35,529 %

Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $e=(\delta H/H_0)$ (%)	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	5,0	3,52	19,038	0,185
1,5	1,50	7,0	4,92	19,135	0,257
2,0	2,00	9,0	6,33	19,233	0,329
2,5	2,50	10,0	7,03	19,331	0,364
3,0	3,00	11,0	7,73	19,431	0,398
3,5	3,50	14,0	9,84	19,531	0,504
4,0	4,00	12,0	8,44	19,633	0,430

Qu = 0,504 Kg/cm²



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Makassar, Mei 2023
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandilangi



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 5% zeolit + 15% Serat Jerami
Tanggal : 11 April 2023
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

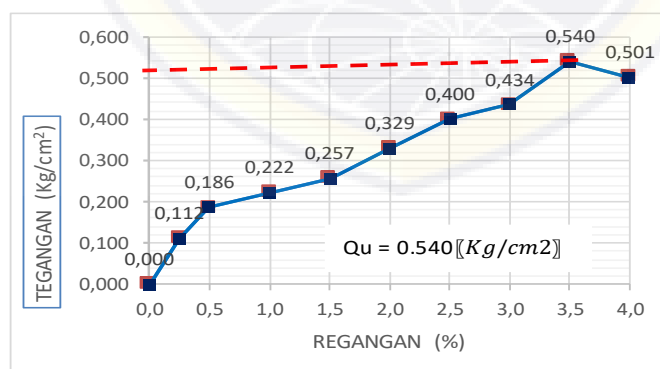
PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

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	=	291,100 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	214,900 gr
Berat Air	=	76,200 gr
Kadar Air Contoh	=	35,458 %

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	5,0	3,52	18,943	0,186
1,0	1,00	6,0	4,22	19,038	0,222
1,5	1,50	7,0	4,92	19,135	0,257
2,0	2,00	9,0	6,33	19,233	0,329
2,5	2,50	11,0	7,73	19,331	0,400
3,0	3,00	12,0	8,44	19,431	0,434
3,5	3,50	15,0	10,55	19,531	0,540
4,0	4,00	14,0	9,84	19,633	0,501

Qu = 0,540 Kg/cm²



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Makassar, Mei 2023
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandi Langi



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 5% Zeolit + 15% Serat Jerami
Tanggal : 11 April 2023
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

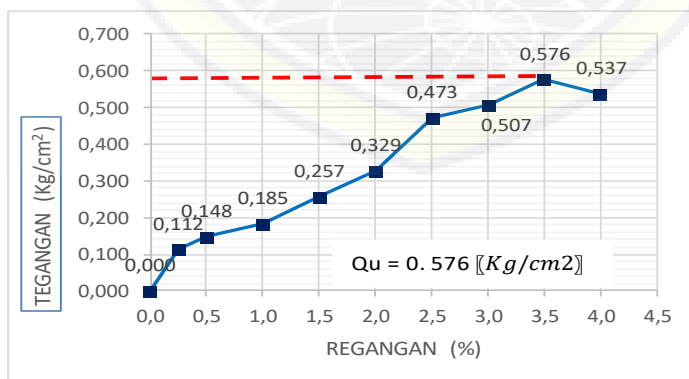
PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

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	=	291,300	gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	215,500	gr
Berat Air	=	75,800	gr
Kadar Air Contoh	=	35,174	%

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	5,0	3,52	19,038	0,185
1,5	1,50	7,0	4,92	19,135	0,257
2,0	2,00	9,0	6,33	19,233	0,329
2,5	2,50	13,0	9,14	19,331	0,473
3,0	3,00	14,0	9,84	19,431	0,507
3,5	3,50	16,0	11,25	19,531	0,576
4,0	4,00	15,0	10,55	19,633	0,537

Qu = 0,576 Kg/cm²



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

Makassar, Mei 2023
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandi Langi



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Sampel : Tanah + 5% Zeolit + 15% Serat Jerami
Tanggal : 11 April 2023
Dikerjakan Oleh : Ariyanti Tandi Langi

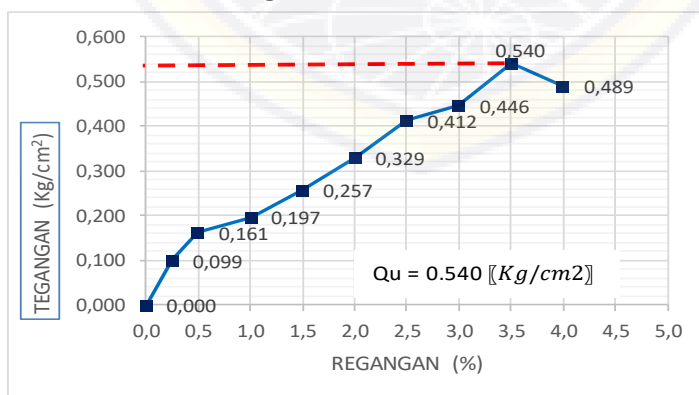
PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)
SNI 3638-2012

Data Gabungan :

Angka Kalibrasi alat (K)	=	0,703	
Diameter contoh	=	4,900	cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	9,500	cm
Luas Contoh (A)	=	18,848	cm ²
Isi Contoh	=	179,05	cm ³
Berat Contoh	=	1000,000	gr
Berat Isi Contoh	=	291,533	gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	215,333	gr
Berat Air	=	76,200	gr
Kadar Air Contoh	=	35,387	%

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	2,7	1,87	18,895	0,099
0,5	0,50	4,3	3,05	18,943	0,161
1,0	1,00	5,3	3,75	19,038	0,197
1,5	1,50	7,0	4,92	19,135	0,257
2,0	2,00	9,0	6,33	19,233	0,329
2,5	2,50	11,3	7,97	19,331	0,412
3,0	3,00	12,3	8,67	19,431	0,446
3,5	3,50	15,0	10,55	19,531	0,540
4,0	4,00	13,7	9,61	19,633	0,489

Qu = 0,540 Kg/cm²



Diperiksa Oleh:
Asisten Laboratorium

Hasrullah, ST.

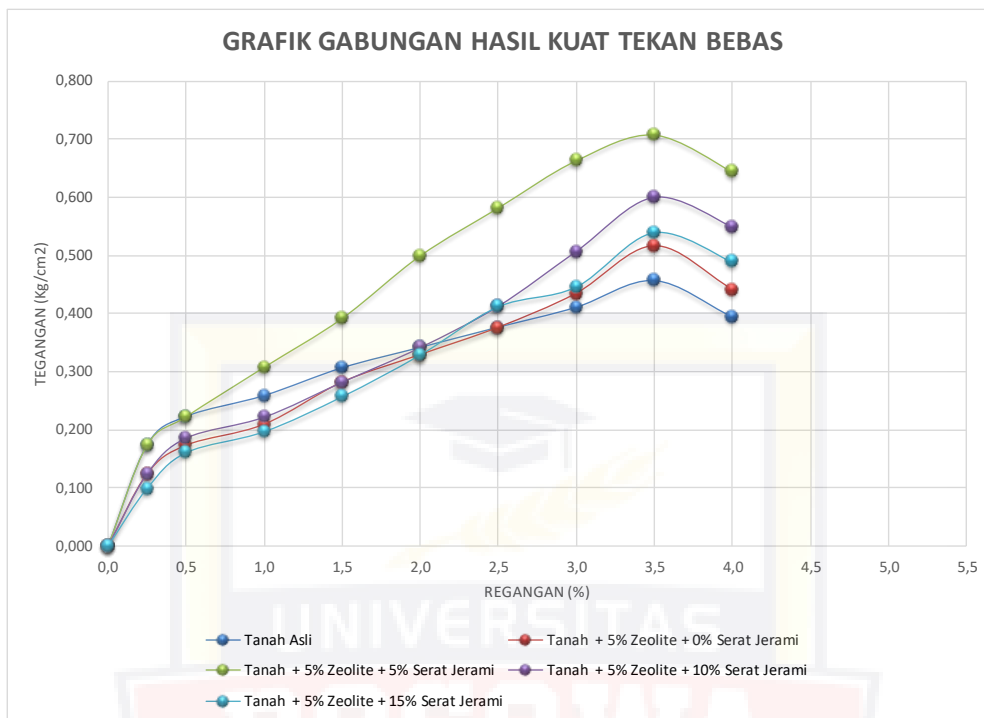
Makassar, Mei 2023
Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandi Langi



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

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 – Telp. (0411) 452901 – 342789
fax.(0411)424568



Makassar, Mei 2023

Diuji Oleh:
Mahasiswa

Ariyanti Tandi Langi



DOKUMENTASI



PENGUJIAN BERAT JENIS



PENGUJIAN BATAS-BATAS ATTERBERG



PENGUJIAN KOMPAKSI



PENGUJIAN KUAT GESER



PENGUJIAN KUAT TEKAN