

TUGAS AKHIR

“ANALISIS KUAT GESER DAN KUAT TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG
EKSPANSIF YANG DITAMBAHKAN ZEOLITH AKIBAT VARIASI KADAR KAPUR”



DISUSUN OLEH :

MUH ARHAM AMIR

45 12 041 123

JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA

2019

ANASIS KUAT GESER DAN KUAT TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG EKSPANSIF YANG DITAMBAHKAN ZEOLITH AKIBAT VARIASI KADAR KAPUR

Oleh : Muh Arham Amir¹⁾, Andi rumpang Yusuf²⁾, Fauzy lebang³⁾

ABSTRAK

Tanah merupakan material dasar yang sangat penting dalam bidang kontsruki, sebab pada tanah inilah suatu kontsruki bertumpu. Namun, tidak semua tanah baik digunakan dalam bidang konstruksi, karena ada beberapa jenis tanah dasar yang bermasalah baik dari segi daya dukung tanahnya maupun dari segi penurunan (deformasi) tanahnya. Salah satu jenis tanah yang bermasalah ialah tanah lempung ekspansif. Tanah lempung ekspansif adalah tanah yang memiliki sifat kembang susut yang besar dan prilakunya sangat dipengaruhi oleh air.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan zeolith dan kapur sebagai bahan stabilisasi pada pengujian kuat geser langsung dan kuat tekan bebas, zeolith sebagai mineral serba guna yang memiliki sifat seperti pertukaran ion, daya serap dan daya saring molekuler, serta daya katalis . Sedangkan penambahan kapur akan mereduksi plastisitas tanah, meningkatkan kekuatan dan daya tahan, mengurangi penyerapan air dan pengembangan(swelling) yang diakibatkan oleh air.

Pengujian dilakukan yaitu pengujian kuat geser langsung dan kuat tekan bebas dengan cara mencampurkan tanah asli dengan zeolith (Z) dan kapur (Z) dengan komposisi variasi yaitu Z 10%, K 0% + Z 10%, K 6% + Z 10%, K 8% + Z 10%, K10% + Z10% dan K 12%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat geser (r) maksimum pada variasi kapur (K) 8% sebesar (r) 1,0825, Penambahan kadar kapur (K) 10% justru menurunkan nilai kuat geser sebesar (r) 0,8667. kemudian hasil penelitian kuat tekan bebas menunjukkan bahwa nilai qu maksimum pada variasi kapur (K) 8% sebesar 0,702 mengalami penurunan nilai pada variasi (K) 10% nilai qu sebesar 0,327.

Kata kunci :Tanah lempung ekspansif, zeolith, kapur, kuat geser langsung,kuat tekan bebas.

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUH ARHAM AMIR

NIM : 4512041123

Judul : "ANALISIS KUAT GESER DAN KUAT TEKAN BEBAS TANAH
LEMPUNG EKSPANSIF YANG DITAMBAHKAN ZEOLITH AKIBAT
VARIASI KADAR KAPUR"

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan programming yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Bosowa.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Makassar, 20 September 2019
Yang membuat pernyataan



MUH ARHAM AMIR
STB 4512041123



UNIVERSITAS
BOSOWA

FAKULTAS TEKNIK
Jalan Urip Sumihardjo Km. 6 Gd. 2 Lt. 7
Makassar - Sulawesi Selatan 90231
Telp. 0411 452901-452789 ext. 116
Fax. 0411 424568
<http://www.universitasbosowa.ac.id>

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

LEMBAR PENGAJUAN UJIAN AKHIR

Tugas Akhir :

"ANALISIS KUAT GESEN DAN KUAT TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG EKSPANSIF
YANG DITAMBAHKAN ZEOLITH AKIBAR VARIASI KADAR KAPUR"

Disusun dan diajukan oleh :

Nama Mahasiswa : Muh Arham Amir

No. Stambuk : 45 12 041 123

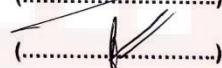
Sebagai salah satu syarat, untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi
Teknik Sipil/Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Telah Disetujui Komisi Pembimbing

Pembimbing I : Ir. A. RUMPANG YUSUF, MT.



Pembimbing II : Ir. FAUZI LEBANG, MT



Mengetahui :



HALAMAN PENGESAHAN

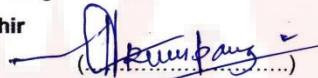
Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, No 721/JS-FT/UNIBOS/VIII/2019 tanggal 22 bulan Agustus Tahun Dua Ribu Sembilan Belas, perihal Pembentukan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka :

Pada hari / tanggal : Kamis, 29 Agustus 2019
Nama : MUH.ARHAM AMIR
No. Stambuk : 45 12 041 123
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Judul : "ANALISIS KUAT GESER DAN KUAT TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG EKSPANSIF YANG DITAMBAHKAN ZEOLITH AKIBAT VARIASI KADAR KAPUR"

Dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Sarjana Fakultas Teknik Universitas Bosowa setelah dipertahankan di depan tim penguji Sarjana Strata satu (S1), untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik dengan susunan sebagai berikut :

Panitia Ujian Tugas Akhir

Ketua : Dr.Ir.Andi Rumpang Yusuf, MT

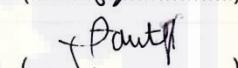


Sekretaris : Ir.Fauzy Lebang,MT

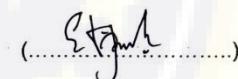


Anggota :

1. Hj.Savitri Prasandi,ST.MT



2. Eka Yuniarto,ST.MT



Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Jurusan Sipil



Dr. Ridwan, ST., M.Si
NIDN : 09 101271 01



Nurhadijah Yunianti, ST. MT
NIDN : 09 1606 8201

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kelancaran dalam berpikir sehingga Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "**ANALISI KUAT GESER DAN KUAT TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG EKSPANSIF YANG DITAMBAHKAN ZEOLITH AKIBAT VARIASI KADAR KAPUR**". Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

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

1. Allah Subhanahu Wata'ala tempat meminta dan memohon pertolongan.
2. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan moral dan materi yang tidak terhitung jumlahnya, sehingga tugas akhir ini dapat rampung seperti saat ini.
3. Bapak Dekan, Para Wakil Dekan dan Staf Fakultas Teknik Universitas Bosowa.
4. Ibu NurHadijah Yuniarti, ST,MT. sebagai Ketua Jurusan Sipil beserta staf dan dosen pada Fakultas Teknik jurusan sipil Universitas Bosowa.

5. Bapak Ir.Andi Rumpang Yusuf,MT.sebagai pembimbing I, dan bapak Ir.Fauzy Lebang,MT sebagai pembimbing II yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan saya sehingga terselesainya penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Hasrullah, ST selaku instruktur laboratorium mekanika tanah Universitas Bosowa yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan selama penelitian di laboratorium.
7. Staf Dosen Fakultas Teknik Jurusan sipil Univeraitas Bosowa
8. Teman – temank Angkatan 2012 Teknik Sipil Universitas Bosowa yang telah membagi suka dan duka dengan penulis selama perkuliahan.

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

Akhirnya, semoga penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun rekan-rekan mahasiswa lainnya dimasa yang akan datang dan semoga segala bantuan dari semua pihak bernilai ibadah disisi Allah SWT, Aamin.

Makassar, Februari 2019



Muh Arham Amir

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Surat Pernyataan Keaslian.....	ii
Lembar Pengajuan.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Abstrak	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	1-2
1.3 Tujuan dan manfaat Penelitian.....	I-3
1.3.1 Tujuan.....	I-3
1.3.2 Manfaat.....	I-3
1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah	I-4
1.4.1 Pokok bahasan	I-4
1.4.2 Batasan Masalah	I-4
1.4 Sistematika Penulisan	I-5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Tanah.....	II-1
2.1.1.	Tanah Ekspansif	II-1
2.1.2.	Sistem Klasifikasi Tanah	II-5
2.1.2.1.	Sistem AASHTO	II-6
2.1.2.1.	Sistem USCS	II-8
2.1.2	Stabilisasi Tanah.....	II-9
2.1.3	Semen PPC	II-11
2.2	Uji kuat geser langsung.....	II-13
2.3	Kuat tekan bebas	II-14
2.4	Penelitian Terdahulu	II-16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Diagram alur penelitian	III- 1
3.2	Variabel Penelitian	III- 2
3.3	Jumlah dan Proporsi campuran.....	III- 2
3.4	Penyiapan Sampel	III- 3
3.5	Pengujian Sampel	III- 4
3.6	Metode Analisis	III- 5

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1	Karakteristik Dasar Tanah Asli	IV-1
4.2	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Fisik Tanah Asli.....	IV-1
4.2.1	Kadar air tanah.....	IV-1
4.2.2	Berat jenis	IV-1

4.2.3 Analisa butiran tanah.....	IV- 2
4.2.4 Batas-batas Atterberg	IV- 2
4.2.5 Kompaksi.....	IV- 3
4.3 Klasifikasi Tanah	IV-4
4.4 Sifat Mekanik Tanah.....	IV-6
4.4.1 Kuat tekan bebas	IV-6
4.4.2 Kuat geser langsung	IV-7

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1	Grafik hubungan kuat tekan bebas	IV- 11
Gambar 4.2	Grafik hubungan kuat tekan bebas	IV- 12
Gambar 4.3	Grafik peningkatan nilai kohesi	IV- 14
Gambar 4.4	Grafik peningkatan nilai sudut geser.....	IV- 15
Gambar 4.5	Grafik peningkatan nilai kuat geser.....	IV- 16

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sistem klasifikasi tanah unified	II- 5
Table 2.2 Klasifikasi AASHTO M145-82 lapisan tanah dasar	II- 7
Table 2.3 Hubungan mineral tanah dengan plastisitasnya	II- 9
Table 2.4 Hubungan persentase pengembangan	II- 9
Table 2.5 Hubungan indeks plastis dengan Pengembangan	II- 10
Table 2.6 Hubungan indeks plastis dengan potensi pengembangan.	II- 10
Table 2.7 Persentase pengembangan	II- 11
Table 3.1 Notasi Sampel.....	III- 2
Tabel 3.2 Proporsi campuran.....	III- 3
Tabel 4.1 Rekapitulasi hasil pemeriksaan karakteristik tanah asli ...	IV- 1
Table 4.2 Hasil pengujian kuat tekan	IV- 11
Table 4.3 Hasil pengujian kuat geser langsung	IV- 13

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sistem klasifikasi tanah unified	II- 5
Table 2.2 Klasifikasi AASHTO M145-82 lapisan tanah dasar	II- 7
Table 2.3 Hubungan mineral tanah dengan plastisitasnya	II- 9
Table 2.4 Hubungan persentase pengembangan	II- 9
Table 2.5 Hubungan indeks plastis dengan Pengembangan	II- 10
Table 2.6 Hubungan indeks plastis dengan potensi pengembangan.	II- 10
Table 2.7 Persentase pengembangan	II- 11
Table 3.1 Notasi Sampel.....	III- 2
Tabel 3.2 Proporsi campuran.....	III- 3
Tabel 4.1 Rekapitulasi hasil pemeriksaan karakteristik tanah asli ...	IV- 1
Table 4.2 Hasil pengujian kuat tekan	IV- 11
Table 4.3 Hasil pengujian kuat geser langsung	IV- 13

DAFTAR NOTASI

A	Luas penampang
ASTM	American Society for Testing and Material
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
C	Cohesi
Clay	Lempung
Gs	Berat Jenis
IP	Indeks Plastis
LL	Batas Cair
MMD	Kadar air maksimum
OMC	Kadar air optimum
PL	Batas Plastis
K	Kapur
Zo	Zeolith
qu	Kuat Tekan Bebas
Slit	Lanau
Soil Cement	Tanah Semen
Subgrade	Tanah Dasar
Swelling	Pengembangan
USCS	Unified Soil Classification System
Va	Volume udara

V_s	Volume butiran padat
V_w	Volume air
W	Kadar air
W_{opt}	Kadar Air Optimum
W_s	Berat butiran padat
W_w	Berat air
γ_b	Berat volume basah
γ_d	Berat volume kering
γ_s	Berat isi butir
γ_w	berat isi air

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Dalam pembangunan konstruksi sipil, pekerjaan Teknik Sipil tidak akan lepas kaitannya dengan tanah, dimana tanah merupakan komponen yang paling penting dalam semua pekerjaan yang berhubungan dengan konstruksi atau struktur suatu bangunan. Dalam hal ini, tanah berfungsi sebagai penahan beban akibat konstruksi di atas tanah yang harus bisa memikul seluruh beban konstruksi dan beban lainnya yang turut diperhitungkan, kemudian dapat meneruskannya ke dalam tanah sampai ke lapisan atau kedalaman tertentu. Sehingga kuat atau tidaknya bangunan atau konstruksi itu juga dipengaruhi oleh kondisi tanah yang ada.Oleh karena itu salah satu cara untuk mengatasi perilaku tanah yang kurang menguntungkan tersebut perlu dilakukan stabilisasi.

Stabilisasi tanah umumnya berkaitan dengan tanah yang mempunyai daya dukung yang rendah yang dicampur dengan bahan tambahan untuk meningkatkan daya dukung tanah, sehingga menjadi stabil dan aman untuk didirikan suatu konstruksi di atasnya.Banyak penelitian tentang perbaikan tanah yang pernah dilakukan seperti penggunaan fly ash, kapur, abu sekam padi dan lain-lain sebagai bahan stabilisasi.

Salah satu jenis tanah yang biasa ditemukan pada pekerjaan konstruksi adalah tanah lempung ekspansif. Sifat yang menonjol dari tanah lempung ekspansif adalah daya dukungnya yang sangat rendah dan kekakuanannya menurun drastis pada kondisi basah, kembang susutnya sangat tinggi bila mengalami perubahan kadar air sehingga akan retak-retak pada kondisi kering dan mengembang pada kondisi basah. Hal ini disebabkan tanah ekspansif banyak mengandung mineral montmorillonite bermuatan negatif yang besar, menyerap air yang banyak dengan mengisi rongga pori sehingga tanahnya mengembang dan akibat selanjutnya adalah kekuatannya menurun drastis.

Pada penelitian ini saya mencari alternative penelitian material stabilisasi yang lain seperti pencampuran zeolith dan kapur sebagai bahan stabilisasi yang diharapkan dapat meningkatkan rekatan antar butiran tanah, memperkecil daya rembes air, dan meningkatkan daya dukung tanah, terlebih khusus pada tanah lempung ekspansif.

Maka dari itu, pada penelitian ini diharapkan zeolith dan kapur dapat meningkatkan daya dukung pada tanah yang memiliki daya dukung yang rendah khususnya pada tanah lempung ekspansif.

Alasan penggunaan Kapur dan zeolith pada penelitian ini selain kandungan kapur yang sdh dikenal baik untuk menstabilisasi tanah, penggunaan zeolith juga selain untuk mengurangi penggunaan kapur

di karenakan juga masih kurangnya pemanfaatan zeolith pada stabilisasi tanah.

Berpatokan pada latar belakang tersebut, maka di pandang perlu untuk melakukan penelitian di laboratorium dan menuliskannya dalam bentuk tugas akhir yang berjudul :

**“ANALISIS KUAT GESER DAN KUAT TEKAN BEBAS
TANAH LEMPUNG EKSPANSIF YANG DITAMBAHKAN ZEOLITH
AKIBAT VARIASI KADAR KAPUR”**

1.2. RUMUSAN MASALAH

- a. Seberapa besar pengaruh kadar zeolith dan kapur terhadap kuat geser.
- b. Berapa besar nilai kuat geser maksimum akibat pemberian zeolith dan kapur
- c. Berapa besar pengaruh zeolith dan kapur terhadap kuat tekan bebas.

1.3. TUJUAN DAN MANFAAT

1.3.1. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui seberapa besar perubahan kuat geser dan kuat tekan bebas pada tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith apabila di stabilisasi menggunakan kapur.

- b. Mengetahui sampai sejauh mana pengaruh zeolith dan kapur sebagai bahan additive untuk meningkatkan kuat tekan bebas tanah (qu) dan Kuat geser yang telah distabilisasi.

1.3.2. Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Untuk menambah wawasan tentang pengaruh kadar kapur terhadap tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith dengan menggunakan metode/pengujian mekanis yaitu kuat geser langsung dan kuat tekan bebas.

1.4.POKOK BAHASAN DAN BATAS MASALAH

1.4.1. Pokok Bahasan

Pengaruh kadar kapur terhadap kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith

1.4.2. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini peneliti perlu membatasi masalah, yang bertujuan agar pembahasan tidak meluas dan batasnya menjadi jelas. Adapun yang menjadi batasan masalah adalah sebagai berikut :

- a. Jenis tanah yang digunakan adalah jenis tanah lempung ekspansif yang di ambil di kawasan kab jenepoto.
- b. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kapur untuk meningkatkan kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith.

- c. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengujian karakteristik pada penggunaan bahan tambah kapur dan zeolite.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

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

➤ **BAB I : PENDAHULUAN**

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

➤ **BAB II : KAJIAN PUSTAKA**

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

➤ **BAB III : METODE PENELITIAN**

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

➤ **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

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

➤ **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

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



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah

Definisi tentang tanah yang dipergunakan oleh seorang insinyur sipil bersifat kesepakatan dan berbeda dengan definisi yang digunakan oleh seorang ahli geologi, ahli ilmu tanah, ataupun orang awam. Seorang insinyur sipil menganggap tanah termasuk semua bahan, organik dan anorganik, yang ada di atas lapisan batuan tetap (Dunn dkk., 1980).

Dalam pengertian teknik secara umum, Das B.M (1988) mendefinisikan

tanah sebagai bahan yang terdiri dari agregat mineral mineral padat yang dapat terikat secara kimia, antara satu sama lain dari bahan – bahan organik yang telah melapuk yang berpartikel padat yang disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang – ruang kosong diantara partikel – partikel padat tersebut. Peranan tanah ini sangat penting dalam perencanaan atau pelaksanaan bangunan karena tanah tersebut berfungsi untuk mendukung beban yang ada diatasnya, oleh karena itu tanah yang akan dipergunakan untuk mendukung konstruksi harus dipersiapkan terlebih dahulu sebelum dipergunakan.

Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas, yang terletak di atas batuan dasar. 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, ataupun keduanya. Proses pelapukan batuan atau proses geologi lainnya yang terjadi di dekat permukaan bumi membentuk tanah (Hardiyatmo, 1995).

Tanah (soil) adalah kumpulan (agregat) butiran mineral alami yang bisa dipisahkan oleh suatu cara mekanik bila agregat termasuk diaduk dalam air, sedangkan batuan merupakan agregat mineral yang satu sama lainnya diikat oleh gaya-gaya kohesif yang permanen dan kuat (Terzaghi dan Peck, 1967).

2.2. Sistem Klasifikasi Tanah

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

Sistem klasifikasi tanah dibuat pada dasarnya untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisis tanah. Karena variasi sifat dan perilaku tanah yang begitu beragam, sistem klasifikasi secara umum mengelompokan tanah ke dalam kategori yang umum dimana tanah memiliki kesamaan sifat fisis. Klasifikasi tanah juga berguna untuk studi yang lebih terperinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan akan pengujian untuk menentukan sifat teknis tanah seperti karakteristik pemanjangan, kekuatan tanah, berat isi dan sebagainya (Bowles, 1989).

Sistem klasifikasi bukan merupakan sistem identifikasi untuk menentukan sifat-sifat mekanis dan geoteknis tanah. Karenanya, klasifikasi tanah bukanlah satu-satunya cara yang digunakan sebagai dasar untuk perencanaan dan perancangan konstruksi. Adapun sistem klasifikasi tanah yang telah umum digunakan adalah :

2.1.1 Sistem Unified Soil Classification System (USCS).

Sistem klasifikasi tanah unified terbagi atas dua kelompok besar, yaitu :

1. Tanah berbutir kasar (Coarse-Grained-Soil), yaitu : tanah kerikil dan pasir dimana 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 dimana 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.

Simbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi USCS adalah :

W = gradasi baik (well graded)

P = gradasi buruk (poor graded)

L = plastisitas rendah (low plasticity)(LL<50)

H = plastisitas tinggi (high plasticity) (LL>50)

Tanah berbutir kasar di tandai dengan simbol kelompok seperti :
GW,GP,GM,GC,SW,SP,SM, dan SC.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan untuk klasifikasi yang benar :

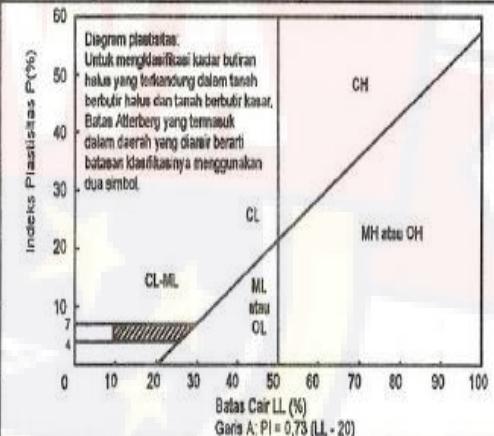
1. Persentase butiran yang lolos ayakan No.200 (ini adalah fraksi halus)
2. Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No.40
3. Koefisien keseragaman (uniformity coeffisien, Cu) dan koefisien Gradasi (gradiation coeffisien ,Cc) untuk tanah 0-12% lolos ayakan No.200
4. Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) bagian tanah yang lolos ayakan No.40 (untuk tanah dimana 5% atau lebih lolos ayakan No.200)

Bilamana persentase butiran yang lolos ayakan No.200 adalah antara 5 sampai 12% ,simbol ganda seperti GW-GM,GP-GM,GC-GC,GP-GC,SW-SM,SW-SC,SP-SM, dan SP-SC di perlukan.Klasifikasi tanah berbutir halus dengan simbol ML,CL,OL,MH,CH, dan OH,di dapat dengan cara menggambar batas cair dan indeks plastisitas tanah yang bersangkutan pada bagan plastisitas seperti pada tabel.

Tabel 2.1 Sistem klasifikasi tanah unified

Divisi Utama	Simbol Kelompok	Nama Jenis	Nama Jenis
Tanah berbutir kasar 50% butiran temahan saringan no. 200 (0,075 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus
		GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus
	Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung
	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.
		SP	Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.
	Kerikil banyak kandungan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau
		SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung
	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serupa batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung
		CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ('lean clays')
		OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah.
		MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis.
		CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ('fat clays')
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi
Tanah dengan kadar organik tinggi	P _t	Gambut ('peat') dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi.	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488

Sumber : (Jhosep E Bowles 1993 hal 128).



2.2.2 Sistem AASHTO (*American Association Of State Highway and Transporting Official*)

Sistem ini pertama kali diperkenalkan oleh Hoentogler dan Terzaghi, yang akhirnya diambil oleh *Bureau Of Public Roads*. Pengklasifikasian sistem ini berdasarkan kriteria ukuran butir dan plastisitas. Maka dalam mengklasifikasikan tanah membutuhkan pengujian analisis ukuran butiran, pengujian batas cair dan batas plastis. Menurut AASHTO tanah diklasifikasikan ke dalam tujuh kelompok besar, yaitu A-1 sampai A-7. Tanah dengan klasifikasi A-1, A-2 dan A-3 adalah tanah berbutir yaitu 35% atau kurang jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No.200, sedangkan tanah dengan klasifikasi A-4, A-5, A-6 dan A-7 adalah tanah yang lebih dari 35% dari butirannya lolos ayakan No. 200.

Tabel 2.2 Klasifikasi AASHTO M145-82 untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan Raya (Braja M Das, 1995)

Klasifikasi Umum	material berbutir (<35% lolos saringan no.200)							Tanah lanau-lempung (>35% lolos saringan no.200)						
	A-1		A-3	A-2							A-7			
Klasifikasi Kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-5 A-7-6			
Analisis ayakan (% lolos) No. 10 No. 40 No. 200	50 ma ks -- 50 mak - s 51 mak 35 mak 15 25 mak 10	----- ---- ----- -- -- ----- -- -- -- 35 mak mak mak		----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- 35 mak mak mak	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- 35 mak mak mak	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- 35 mak mak mak	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- 36 mi mi	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- 36 mi mi	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- 36 mi mi	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- 36				
Sifat Fraksi yang lewat : # No.40	-----	-----	-											
Batas Cair (LL)	-----	-----	-	40 mak s	41 min	40 Mak s	41 min	40 ma x	40 mi n	40 Ma x	41 min			
Indeks Plastisitas	6 maks	N.P	10 mak s	10 mak s	11 min	11 min	10 ma x	10 ma x	11 mi n	12 min				
Indeks kelompok (GI)	0	0	0 maks	4 maks			8 ma ks	12 ma ks	16 ma ks	20 maks				
Jenis Umum	Fragmen batuan Kerikil dan pasir	Pasir halus	Kerikil atau pasir lanauan atau lempung				Tanah lanau		Tanah lempung					
Tingkat mu m sebagai Tanah Dasar	Sangat baik sampai baik							Cukup baik sampai buruk						

Catatan : Kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6 bergantung pada batas plastisnya (PL)

Untuk PL>30 klasifikasinya A-7-5

Untuk PL<30 klasifikasinya A-7-6

np = non plastis

$$GI = (F-35)((0.2+0.005(LL-40))+0.01(f-15)(PI-10))$$

Dengan :

GI = Indeks kelompok

LL = Batas cair

F = Persen material lolos saringan no.200

PI = Indeks plastisitas

2.3. Tanah Ekspansif

Tanah lempung ekspansif dalam definisi yang sederhana, adalah tanah atau batuan yang mempunyai kemampuan untuk mengembang dan menyusut akibat perubahan kondisi airnya. Jika terjadi pembebanan diatas tanah dengan jenis ini, misalnya oleh suatu konstruksi ringan dan jalan raya, maka akan dapat menimbulkan banyak kerugian, volume tanah yang mengembang saat basah dan menyusut dalam kondisi kering akan mengakibatkan bangunan cepat rusak, baik oleh pergeseran, pendorongan maupun penaikan konstruksi bangunan (Wahyudi, 2005).

Tanah lempung ekspansif adalah tanah yang mempunyai potensi kembang yang besar. Apabila terjadi peningkatan kadar air tanah akan mengembang disertai dengan peningkatan tekanan air pori dan timbulnya tekanan pengembangan dan sebaliknya apabila kadar air berkurang akan terjadi penyusutan.

Beberapa mineral yang biasa terdapat pada tanah lempung ekspansif adalah montmorilonite, kaolinite, dan illite. Dari hasil penelitian sebelumnya memberikan konfirmasi bahwa masalah terbesar terjadi pada

tanah lempung ekspansif dengan kandungan montmorilonite tinggi seperti terlihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.3 Hubungan Mineral Tanah dengan Aktifitas

Mineral	Aktifitas
Kaolinite	0,33 – 0,46
Illite	0,9
Montmorillonite (Ca)	1,5
Montmorillonite (Na)	7,2

Sumber : FH.Chen : "Foundation on Expansive Soil"

Sifat-sifat fisis tanah yang mempengaruhi pengembangan tanah lempung ekspansif diantaranya yaitu (CHEN, 1975) : Kadar Air, Kepadatan Kering dan Indeks Properties.

Adanya korelasi yang baik untuk menunjukkan sifat tanah lempung ekspansif berdasarkan dari persentase tanah lempung, batas cair dan tahanan penurunan di lapangan seperti yang terlihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Hubungan % Lolos Saringan no. 200 terhadap Potensi Pengembangan

Data Laboratorium dan Lapangan			Kemungkinan Pengembangan % total Perubahan Volume	Tekanan Pengembangan (ksf)	Potensi Pengembangan
%Lolos no. 200	Batas Cair %	Tahanan Penurunan Standar (blow/ft)			
>95	>60	>30	>10	>20	Sangat tinggi
60-95	40- 60	20- 30	3 - 10	5 – 20	Tinggi
30-60	30-40	10-20	1-5	3-5	Sedang
<30	<30	<10	<1	1	Rendah

Sumber : Chen,FH. "Foundation on Expansive Soil"

Tabel 2.4 di atas digunakan untuk memprediksi kemungkinan perubahan volume pada tanah lempung ekspansif.

Tabel 2.5 Hubungan Indeks Plastisitas dengan Tingkat Pengembangan

% Koloid	IP	Batas Susut	Kemungkinan Pengembangan (% Perubahan Volume)	Tingkat Pengembangan
>28	>35	>11	>39	Sangat tinggi
20-31	25-41	7-12	39-50	Tinggi
13- 23	15- 28	10- 16	50- 63	Sedang
<15	<18	<15	<63	Rendah

Sumber : Chen,FH. "Foundation on Expansive Soil"

Ada beberapa cara untuk mengetahui apakah tanah tersebut termasuk kategori tanah lempung ekspansif dan seberapa besar potensial pengembangan, di antaranya (CHEN, 1975) :

1. Identifikasi Mineralogi dengan cara difraksi sinar-X ; analisa diferensial termal ; analisa kimia dan Mikroskop Elektron.
2. Cara Tidak Langsung

Tanah lempung ekspansif dapat diidentifikasi berdasarkan nilai indeks plastisitas seperti terlihat pada table berikut ini

Tabel 2.6 Hubungan antara Indeks Plastisitas terhadap Potensial Pengembangan

Indeks Plastisitas (%)	Potensial Pengembangan
0 – 15	Rendah
15- 35	Sedang
20-55	Tinggi
>55	Sangat tinggi

Sumber : FH. Chen "Foundation on Expansive Soil"

3. Cara Langsung

Pengukuran pengembangan tanah lempung ekspansif dengan cara langsung dapat dilakukan dengan menggunakan atat konsolidasi satu dimensi. untuk mengetahui angka prosentase pengembangan.

Untuk mengetahui tingkat pengembangan suatu tanah lempung ekspansif dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Hubungan Persentase Pengembangan terhadap Tingkat Pengembangan

Presentase Pengembangan	Tingkat Pengembangan
>100%	Kritis
50%- 100%	Batas
>50%	Aman

Sumber : FH. Chen "Foundation on Expansive Soil"

2.4. Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah merupakan usaha perbaikan daya dukung (mutu) tanah yang tidak atau kurang baik. Dapat juga dikatakan bahwa stabilisasi tanah ialah usaha meningkatkan daya dukung (mutu) tanah yang sudah tergolong baik. Apabila suatu tanah yang terdapat di lapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan dan apabila ia mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, permeabilitasnya yang terlalu tinggi, atau sifat lain yang tidak sesuai untuk suatu proyek pembangunan, maka tanah tersebut harus distabilisasikan sehingga dapat memenuhi syarat-syarat teknis yang diperlukan. Tujuan utama yang akan dicapai dari stabilisasi tanah itu sendiri adalah meningkatkan kemampuan daya dukung tanah dalam menahan beban serta untuk meningkatkan kestabilan tanah. Stabilisasi tanah dapat berupa suatu pekerjaan atau gabungan – gabungan pekerjaan berikut :

- a. Secara dinamis yaitu pematatan tanah dengan alat pematat.

- b. Perbaikan gradasi dengan cara menambah tanah pada fraksi tertentu yang dianggap kurang, sehingga tercapai gradasi yang rapat. Fraksi yang kurang biasanya adalah fraksi yang berbutir kasar, cara yang dilakukan adalah mencampur tanah dengan fraksi butir kasar seperti pasir, dan kerikil atau pasir saja.
- c. Stabilisasi kimiawi, yaitu menambahkan bahan kimia tertentu, sehingga terjadi reaksi kimia. Bahan yang biasanya digunakan antara lain portland semen, kapur tohor, atau bahan kimia lainnya. Stabilisasi ini dilakukan dengan dua cara yaitu : mencampur tanah dengan bahan kimia kemudian diaduk dan dipadatkan atau memasukkan bahan kimia kedalam tanah (*grouting*) sehingga bahan kimia bereaksi dengan tanah.
- d. Pembongkaran dan penggantian tanah yang jelek. Tanah yang jelek mengandung bahan organik sehingga akan terjadi pembusukan di dalamnya. Selain itu apabila terkena tanah tersebut diberi beban maka akan mengalami penurunan yang tidak sama. Perbaikan tanah untuk jenis ini dilakukan dengan mengganti tanah jelek tersebut dengan tanah berkualitas baik, misalnya dengan tanah yang memiliki CBR yang lebih sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Menurut Bowles (1986) stabilisasi dapat berupa :
 - 1. Meningkatkan kerapatan tanah.
 - 2. Menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan/atau tahan gesek yang timbul.

3. Menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisik dari material tanah.
4. Menurunkan muka air tanah.

2.5 Zeolith

Zeolit pertama kali ditemukan oleh Freiherr Axel Cronstedt, seorang ahli mineralogi dari Swedia pada tahun 1756 (Sheppard, 1969: 875-886). Istilah zeolit berasal dari bahasa Yunani “zein” yang berarti membuih, dan “lithos” yang berarti batu. Zeolit (*Zeolit*) atau berarti juga batuan mendidih, di dalam riset-riset kimiawan telah lama menjadi pusat perhatian.

Zeolit merupakan mineral alumina silikat terhidrat yang dapat mengikat molekul air secara reversible. Penggunaan zeolit berkaitan dengan tiga sifat penting yang dimilikinya, yaitu: kemampuannya dalam melakukan pertukaran ion, daya serap dan daya saring molekuler, serta daya katalis. Pemanfaatannya utama zeolit sebagai penukar ion untuk pelunakan air, untuk menghilangkan dan pengikatan radionuklida serta penyerapan logam berat dari limbah tercemar dan penghilangan ion amonium dari limbah cair. Zeolit menurut proses pembentukannya dibagi 2, yaitu : zeolit alam (*natural zeolit*) dan zeolit sintetis (*synthetic zeolit*). Sedangkan berdasarkan ukuran porinya, zeolit dapat diklasifikasikan menjadi 3 golongan, yaitu: zeolit dengan pori kecil (*small pore zeolit*), zeolit dengan pori medium (*medium pore zeolit*), dan zeolit dengan pori besar (*large pore zeolit*).

A. Rumus Umum

Rumus umum zeolit adalah $M_{x/n}[(AlO_2)_x(SiO_2)_y] \cdot mH_2O$, di mana M adalah kation bervalensi n, $(AlO_2)_x(SiO_2)_y$ adalah kerangka zeolit yang bermuatan negatif, H_2O adalah molekul air yang terhidrat dalam kerangka zeolit. Zeolit pada umumnya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu zeolit alam dan zeolit sintetik. Zeolit alam biasanya mengandung

kation-kation K^+ , Na^+ , Ca^{2+} atau Mg^{2+} sedangkan zeolit sintetik biasanya hanya mengandung kation-kation K^+ atau Na^+ . Pada zeolit alam, adanya molekul air dalam pori dan oksida bebas di permukaan seperti Al_2O_3 , SiO_2 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O dapat menutupi pori-pori atau situs aktif dari zeolit sehingga dapat menurunkan kapasitas adsorpsi maupun sifat katalisis dari zeolit tersebut.

Inilah alasan mengapa zeolit alam perlu diaktivasi terlebih dahulu sebelum digunakan. Aktivasi zeolit alam dapat dilakukan secara fisika maupun kimia. Secara fisika, aktivasi dapat dilakukan dengan pemanasan pada suhu 300-400 °C dengan udara panas atau dengan sistem vakum untuk melepaskan molekul air. Sedangkan aktivasi secara kimia dilakukan melalui pencucian zeolit dengan larutan Na_2EDTA atau asam-asam anorganik seperti HF, HCl dan H_2SO_4 untuk menghilangkan oksida-oksida pengotor yang menutupi permukaan pori.

1. Rasio Si/Al

Rasio Si/Al merupakan perbandingan jumlah atom Si terhadap jumlah atom Al di dalam kerangka zeolit. Zeolit-A merupakan zeolit sintetik yang mempunyai rasio Si/Al sama dengan satu. Beberapa zeolit mempunyai rasio Si/Al yang tinggi seperti zeolit ZK-4 (LTA), yang mempunyai struktur kerangka seperti zeolit-A, mempunyai rasio 2,5. Banyak zeolit sintetik yang dikembangkan untuk katalis mempunyai kadar Si yang tinggi seperti ZMS-5 (MFI) (*Zeolit Socony-Mobil*) dengan rasio Si/Al antara 20 sampai tak terhingga (murni SiO_2). Ini jauh melebihi mordenit (rasio Si/Al = 5,5) yang merupakan zeolit alam yang dikenal paling banyak mengandung Si.

Perubahan rasio Si/Al dari zeolit akan mengubah muatan zeolit sehingga pada akhirnya akan mengubah jumlah kation penyeimbang. Lebih sedikit atom Al artinya lebih sedikit muatan negatif pada zeolit

sehingga lebih sedikit pula kation penyeimbang yang ada. Zeolit berkadar Si tinggi bersifat hidrofobik dan mempunyai affinitas terhadap hidrokarbon.

2. Kation Penyeimbang

Kerangka Si/Al-O pada zeolit bersifat rigid, akan tetapi kation bukan merupakan bagian dari kerangka ini. Kation yang berada di dalam rongga zeolit disebut *exchangeable cations* karena bersifat mobil dan dapat digantikan oleh kation lainnya.

Keberadaan dan posisi kation pada zeolit sangat penting untuk berbagai alasan. Lingkar silang dari cincin dan terowongan pada strukturnya dapat diubah dengan mengubah ukuran atau muatan kation. Secara signifikan hal ini akan mempengaruhi ukuran molekul yang dapat teradsorbsi. Pengubahan pada pengisian kationik juga akan mengubah distribusi muatan di dalam rongga yang akan mempengaruhi sifat adsorptif dan aktivitas katalitik dari zeolit tersebut. Dengan alasan ini maka sangat penting untuk mengatur posisi kation di dalam kerangka dan banyak penelitian telah dilakukan untuk maksud tersebut.

B. Struktur

Zeolit umumnya memiliki struktur tiga dimensi, yang terbentuk dari tetrahedral alumina dan silika dengan rongga-rongga di dalam yang berisi ion-ion logam, biasanya alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas. Secara empiris, rumus molekul zeolit adalah $M_{x/n} \cdot (AlO_2)_x \cdot (SiO_2)_{y/x} H_2O$. Struktur zeolit sejauh ini diketahui bermacam-macam, tetapi secara garis besar strukturnya terbentuk dari unit bangun primer, berupa tetrahedral yang kemudian menjadi unit bangun sekunder polihedral dan membentuk polihendra dan akhirnya unit struktur zeolit.

Berikut adalah beberapa contoh jenis mineral zeolit beserta rumus kimianya :

Nama Mineral	Rumus Kimia Unit Sel
Analsim	$\text{Na}_{16}(\text{Al}_{16}\text{Si}_{32}\text{O}_{96}) \cdot 16\text{H}_2\text{O}$
Kabasit	$(\text{Na}_2, \text{Ca})_6 (\text{Al}_{12}\text{Si}_{24}\text{O}_{72}) \cdot 40\text{H}_2\text{O}$
Klipnoptolotit	$(\text{Na}_4\text{K}_4)(\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
Erionit	$(\text{Na}, \text{Ca}_5\text{K}) (\text{Al}_9\text{Si}_{27}\text{O}_{72}) \cdot 27\text{H}_2\text{O}$
Ferrierit	$(\text{Na}_2\text{Mg}_2)(\text{Al}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{72}) \cdot 18\text{H}_2\text{O}$
Heulandit	$\text{Ca}_4(\text{Al}_8\text{Si}_{28}\text{O}_{72}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
Laumonit	$\text{Ca}(\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{48}) \cdot 16\text{H}_2\text{O}$
Mordenit	$\text{Na}_8(\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
Filipsit	$(\text{Na}, \text{K})_{10}(\text{Al}_{10}\text{Si}_{22}\text{O}_{64}) \cdot 20\text{H}_2\text{O}$
Natrolit	$\text{Na}_4(\text{Al}_4\text{Si}_6\text{O}_{20}) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Wairakit	$\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}) \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

Di Indonesia, jumlah zeolit sangat melimpah dan tersebar di berbagai daerah baik di pulau Jawa, Sumatera, dan Sulawesi. Pemanfaatan zeolit Indonesia untuk penggunaan secara langsung belum dapat dilakukan, karena zeolit Indonesia banyak mengandung campuran (impurities) sehingga perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu untuk menghilangkan atau memisahkannya dari kotoran-kotoran.

C. Sifat Unik Zeolit

Karena sifat fisika dan kimia dari zeolit yang unik, sehingga dalam dasawarsa ini, zeolit oleh para peneliti dijadikan sebagai mineral serba guna. Sifat-sifat unik tersebut meliputi dehidrasi, adsorben dan penyaring molekul, katalisator, dan penukar ion. Zeolit mempunyai sifat **dehidrasi** (melepaskan molekul H_2O) apabila dipanaskan.

Pada umumnya struktur kerangka zeolit akan menyusut. Tetapi kerangka dasarnya tidak mengalami perubahan secara nyata. Disini molekul H_2O seolah-olah mempunyai posisi yang spesifik dan dapat dikeluarkan secara reversibel. Sifat zeolit sebagai **adsorben** dan

penyaring molekul, dimungkinkan karena struktur zeolit yang berongga, sehingga zeolit mampu menyerap sejumlah besar molekul yang berukuran lebih kecil atau sesuai dengan ukuran rongganya.

Selain itu kristal zeolit yang telah terdehidrasi merupakan adsorben yang selektif dan mempunyai efektivitas adsorpsi yang tinggi.

Kemampuan zeolit sebagai **katalis** berkaitan dengan tersedianya pusat-pusat aktif dalam saluran antar zeolit. Pusat-pusat aktif tersebut terbentuk karena adanya gugus fungsi asam tipe Bronsted maupun Lewis. Perbandingan kedua jenis asam ini tergantung pada proses aktivasi zeolit dan kondisi reaksi.

Pusat-pusat aktif yang bersifat asam ini selanjutnya dapat mengikat molekul-molekul basa secara kimiawi. Sedangkan sifat zeolit sebagai **penukar ion** karena adanya kation logam alkali dan alkali tanah. Kation tersebut dapat bergerak bebas didalam rongga dan dapat dipertukarkan dengan kation logam lain dengan jumlah yang sama. Akibat struktur zeolit berongga, anion atau molekul berukuran lebih kecil atau sama dengan rongga dapat masuk dan terjebak.

D.Aplikasi Zeolit

Seperti telah disinggung di atas, bahwasanya dalam dasawarsa ini, zeolt telah dimanfaatkan secara luas oleh masyarakat. Table 1 adalah beberapa contoh bidang aplikasi zeolit.

Bidang Aplikasi Zeolit dan Penerapannya

Bidang/Sektor	Aplikasi
Pertanian	Penetrasi keasaman tanah, meningkatkan aerasi tanah, sumber mineral pendukung pada pupuk dan tanah, serta sebagai pengontrol yang efektif dalam pembebasan ion amonium, nitrogen, dan kalium pupuk.
Peternakan	Meningkatkan nilai efisiensi nitrogen, dapat mereduksi penyakit <i>lembuhg</i> pada hewan ruminensia, pengontrol kelembaban kotoran hewan dan kandungan amonia kotoran hewan.
Perikanan	Membersihkan air kolam ikan yang mempunyai sistem resikurlasi air, dapat mengurangi kadar nirogen pada kolam ikan.

Energi	Sebagai katalis pada proses pemecahan hidrokarbon minyak bumi, sebagai panel-panel pada pengembangan energi matahari, dan penyerap gas freon.
Industri	Pengisi (<i>filler</i>) pada industri kertas, semen, beton, kayu lapis, besi baja, dan besi tuang, adsorben dalam industri tekstil dan minyak sawit, bahan baku pembuatan keramik.

Sumber:

http://www.chem-is-try.org/artikel_kimia/kimia_material/zeolit_sebagai_mineral_serba_guna/

Sifat-sifat unik zeolit yaitu dehidrasi, adsorben dan penyaring molekul, katalisator, dan pertukar ion memungkinkan penggunaannya sangat luas. Zeolit secara luas digunakan terutama dalam tiga aplikasi: adsorben, katalis, pertukaran ion (Auerbach, 2003: 14)

1. Aplikasi adsorben

Tabel 2 berisi daftar aplikasi adsorben umum dan berfokus pada membersihkan molekul polar atau senyawa terpolarisasi untuk proses pemurnian dan pemisahan massal didasarkan pada proses penyaringan molekuler. Zeolit berfungsi sebagai penyaring alami. Air tanah yang dilewatkan kolom gelas berisi zeolit, kadar Fe dapat diturunkan sampai 55%, sedangkan kadar Mn dapat diturunkan sampai 100% (Abdur Rahman & Budi Hartono. 2004: 1-6).

Aplikasi Adsorben Zeolite sebagai Saringan Molekuler Komersial

Pemurnian	Pemisahan massal
Pengeringan Gas alam <i>Cracking gas</i> Jendela terisolasi Refrigerant (pembeku)	Pemisahan n-parafin atau isoparafin Pemisahan xylene
Membersihkan CO ₂ : gas alam dan pabrik oksigen cair	Pemisahan olefin Pemisahan pelarut organic
Membersihkan senyawa berlerang	O ₂ dari udara

Sweetening gas alam dan LPG	Pemisahan CO ₂ , SO ₂ , dan NH ₃
Membersihkan polutan: Hg, NO _x , SO _x	Pemisahan gula
Membersihkan bahan organic dan anorganik dari aliran umpan asam asetat komersial	Pemisahan asam amino dan nitroamina

(Sumber: Auerbach, 2003: Chapter 1 p 14)

2. Aplikasi katalisis

Transformasi hidrokarbon oleh zeolit, pertukaran kation NH₄⁺ dan spesi multivalen. Zeolit mengalami peningkatan penggunaan untuk sintesis bahan kimia organik antara. Keuntungan dari zeolit sebagai katalis heterogen adalah pemisahannya mudah dan mudah dilakukan regenerasi. Setiadi dan kawan-kawan menemukan bahwa metanol (CH₃OH) dapat dibuat dari umpan utama gas CO₂ dan H₂ dengan katalis katalis zeolit alam. Meskipun telah ada penemuan peningkatan kinerja zeolit selama 50 tahun terakhir, tetapi hanya sebagian sangat kecil yang pernah menemukan aplikasi yang dapat digunakan secara komersial.

3. Aplikasi pertukaran ion

Penggunaan utama dari zeolit sebagai penukar ion adalah untuk pelunakan air dalam industri deterjen dan penggunaan pengganti fosfat. Zeolit mampu mengantikan peran fosfat sebagai pembentuk (*builders*) dalam detergen (Harjanto, 1987). Penggunaan zeolit sebagai pembentuk memiliki beberapa keunggulan antara lain: (1) zeolit menurunkan ongkos produksi detergen (*low cost*), (2) menurunkan kesadahan air, dan (3) menghilangkan logam-logam berat seperti besi, mangan, dan tembaga. Selektivitas zeolit A untuk Ca²⁺ menghasilkan keuntungan yang unik. Zeolit alam penggunaannya cukup baik untuk membersihkan radioisotop Cs⁺ dan Sr²⁺ dengan pertukaran ion dari aliran limbah radioaktif.

4. Aplikasi lainnya

aplikasi zeolit yang berhubungan dengan kesehatan. Aplikasi massal untuk serbuk zeolit telah muncul untuk menghilangkan bau dan sebagai aditif plastik.

Zeolit diyakini dapat melindungi dan memulihkan kesehatan kita dengan cara-cara:

- Menghilangkan radiasi keracunan (x-ray, keamanan scanner, nuklir)
- Detoksifikasi logam berat, termasuk mercury, timbal, & cadmium
- Mengurangi lingkungan beracun (asap, radiasi ponsel, bahan kimia)
- Menonaktifkan kanker, virus, dan parasit
- Menghapus bahan radioaktif dari tubuh (cesium, plutonium, dan uranium)
- Meningkatkan sistem kekebalan tubuh, menghilangkan racun dan merevitalisasi tubuh

D. Rekayasa Zeolit

Penelitian mengenai zeolit telah berkembang menuju preparasi material baru dengan memasukkan berbagai molekul atau ion ke dalam sangkar zeolit. Misalnya pigmen ultramarine pada struktur sodalite dan mengandung ion S_3^- yang terjerat pada sangkar yang memberikan warna biru yang menarik. Salah satu bidang penelitian ini telah terfokus pada pembentukan deposit material semikonduktor pada sangkar zeolit. Hasilnya berupa partikel yang sangat kecil yang disebut titik quantum (quantum dots). Partikel ini mempunyai sifat elektronik, magnetik dan optikal yang sangat menarik yang merupakan konsekuensi dari ukurannya daripada dari komposisi kimia. Selama proses pengisian pori, titik quantum menjadi bersambung dan material yang dihasilkan mempunyai sifat intermediet diantara partikel diskrit dan bulk semikonduktor. Salah satu contohnya adalah *band gap* semikonduktor CdS yang membentuk kubik diskrit klaster $(CdS)_4$ pada sangkar sodalite dari zeolit-A, -X dan -Y yang berbeda dengan bulk CdS.

Berbagai molekul atau ion lain dapat dimasukkan ke dalam β -cages dari zeolit termasuk logam alkali, perak dan garam perak, selenium serta berbagai polimer konduktif. Berbagai material baru ini sedang diteliti dengan pusat perhatian pada sifat fisika yang penting (semikonduktor, fotokonduktif dan konduktivitas ion, luminescence, warna dan efek ukuran quantum) yang kemudian mempunyai kemungkinan eksplorasi secara komersial.

(Sumber : sutarti, 1994)

2.6. Kapur

Bahan kapur yang digunakan dalam stabilisasi tanah adalah jenis bubuk kapur. Yang rumusan mineralnya Ca CO_3 dengan pemanasan ($\pm 980^\circ \text{C}$) karbon dioksidanya ke luar dan tinggal kapurnya saja (CaO)

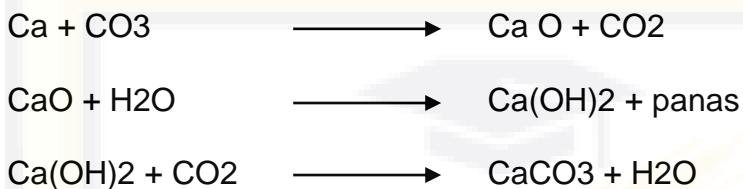
Kapur hasil pembakaran apabila ditambahkan air maka mengembang dan retak-retak. Banyak panas yang keluar (seperti mendidih) selama proses ini, hasilnya adalah kalsium hidroksida Ca(OH)_2 . Air yang dipakai untuk proses ini secara teoritis hanya 32 % berat kering kapur, tetapi karena faktor-faktor antara lain pembakaran, jenis kapur, dan sebagainya, kadang-kadang air yang diperlukan 2 atau 3 kali volume kapur.

Susunan batu kapur terdiri dari :

- Jumlah karbonat (CO_3) : 97%
- Kapur tohor (CaO) : 29,77-55,5%
- Magnesium(MgO) : 21-31%
- Silika(SiO_2) : 0,14-2,41%

- Alumina (Al_2O_3) dan Oxid Besi (Fe_2O_3) : 0,5%

Proses kimia pembentukan kapur dapat dituliskan sebagai berikut (Tjokrodimuljo,1992 dalam Fathani,1998) :



Kapur sebagai bahan stabilisasi, biasanya digunakan kapur mati (slake lime) atau kalsium hidroksida (Ca(OH)_2), dan kapur hidup (quick lime) atau kalsium oksida (CaO). Kalsium oksida (CaO) lebih efektif pada kasus-kasus tertentu, kapur jenis ini mempunyai kelemahan-kelemahan pada pelaksanaannya, yaitu menyebab alat-alat mudah berkarat dan berbahaya terhadap keselamatan pekerja. Dalam pelaksanaan stabilisasi, kapur yang sering digunakan adalah kalsium hidroksida (Ca(OH)_2), sedangkan kalsium karbonat (CaCO_3) kurang efektif sebagai bahan stabilisasi kecuali sebagai pengisi.

Dengan penambahan kapur akan mereduksi plastisitas tanah, meningkatkan kekuatan dan daya tahan, mengurangi penyerapan air dan pengembangan(swelling) yang diakibatkan oleh air. Pada keadaan ini efek stabilisasi adalah karena proses kimia tertentu dan bukanlah suatu penguatan akibat perlakuan mekanis. Proses kimia ini mengubah struktur tanah dengan cara pembentukan agregat butir yang lebih besar (flokulasi), dan hal inilah yang sangat menguntungkan untuk suatu konstruksi. Penambahan kapur mempengaruhi karakteristik

pemadatan,yaitu kadar air optimum (w_{opt}) naik, berat volumekering maksimum (γ_{dmaks}) turun dan kurva pemadatanlebih datar.

Peningkatan kekuatan (strength) akibat daristabilisasi berbutir kasar dengan kapur disebabkan 3 reaksi yang terjadi, yaitu : penyerapan air (hydration ofsoil), flocculation/pertukaran ion (ion exchange), dacementation (pengerasan)/reaksi pozolan (pozzolanicreaction). Mekanisme lainnya adalah karbonisasi(carbonation), reaksi ini menyebabkan sedikit peningkatan kekuatan, sehingga dapat diabaikan. Reaksicepat (short term reaction) meliputi hidrasi untukkapur hidup dan flokulasi. Reaksi lambat (long termreaction) meliputi sementasi (cementation) dan karbonisasi(carbonation).

Dimana defenisi kapur itu adalah termasuk golongan bahan pengikat hidrolis, dimana bahan pengikat hidrolis adalah bahan yang dicampur dengan menjadi bentuk plastic dapat mengikat dan mengeras di bawah efek proses fisik dan kimia yang berlainan. Ada beberapa jenis – jenis kapur :

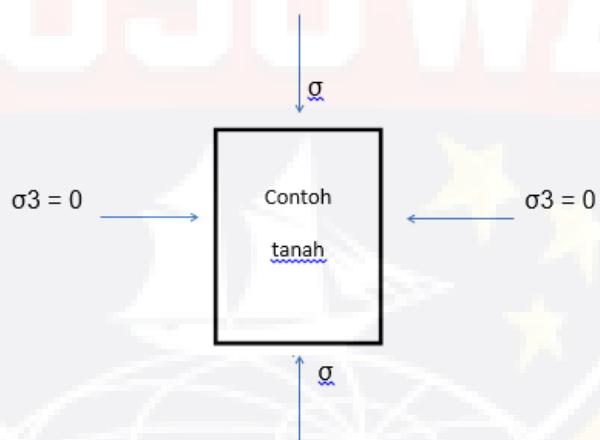
- Kapur Tohor (Gumpalan)
- Kapur Padam(Serbuk)
- Kapur hidrolis (Kapur Padam)
- Kapur Udara
- Kapur Magnesium.

Stabilisasi tanah adalah segala macam usaha untuk memperbaiki atau meningkat daya dukung tanah (*bearing capacity*). Tanah sehingga

mampu memikul beban yang berada di atasnya baik dalam keadaan kering maupun basah, dapat mempertahankan bentuk dan sifat sebagai suatu massa yang mempunyai fungsi untuk memikul beban dinamis.

2.7. Kuat Tekan Bebas

Uji kuat tekan bebas merupakan uji kekuatan pada tanah dalam kondisi bebas. Kuat tekan bebas (q_u) adalah besarnya beban aksial persatuan luas pada saat benda uji mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 15%. Percobaan unconfined terutama dilakukan pada tanah lempung (clay) atau lanau (silt). Bila lempung mempunyai derajat kejenuhan 100%, maka kekuatan gesernya dapat ditentukan langsung dari nilai kekuatan unconfined.



Gambar 2.5 Sistem pengujian kuat tekan bebas

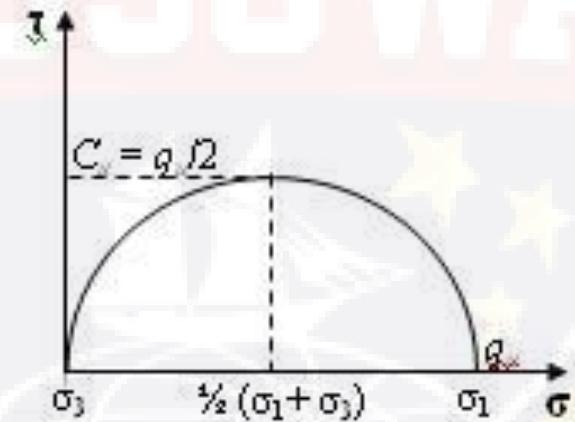
Pada pengujian kuat tekan bebas, tegangan penyekap σ_3 adalah nol. Tegangan aksial dilakukan terhadap benda uji secara relatif cepat samapai tanah mengalami keruntuhan. Pada titik keruntuhan, harga tegangan total utama kecil (total minor principal stress) adalah nol dan

tegangan total utama besar adalah σ_1 (Braja M. Das, 1998). Pengujian ini hanya cocok untuk jenis tanah lempung jenuh, di mana pada pembebahan cepat, air tidak sempat mengalir ke luar dari benda ujinya. Pada lempung jenuh, tekanan air pori dalam benda uji pada awal pengujian negative (tegangan kapiler). Pada saat keruntuhannya, karena $\sigma_3 = 0$ maka :

$$\sigma_1 = \Delta_3 + \Delta_{\sigma f} = \Delta_{\sigma f} = q_u$$

Dengan adalah kuat tekan bebas (unconfined compression strength) pada pengujian tekan bebas. Secara teoritis, nilai dari pada lempung jenuh seahrusnya sama seperti yang diperoleh dari pengujian-pengujian triaksial unconsolidated-undrained dengan benda uji yang sama. Jadi,

$$S_u = C_u = \frac{q_u}{2}$$



Gambar 2.6 Grafik mohr untuk mencari nilai q_u

Di mana S_u atau C_u adalah kuat geser *undrained* dari tanahnya.

Harga q_u ini bisa juga didapat dari lingkaran mohr :

Cara menghitung luas contoh tanah dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Isi contoh semula

$$V_0 = L_0 \times A_0$$

dimana : V_0 = Isi sampel mula-mula (volume)

L_0 = panjang sampel mula-mula

A_0 = luas penampang sampel mula-mula

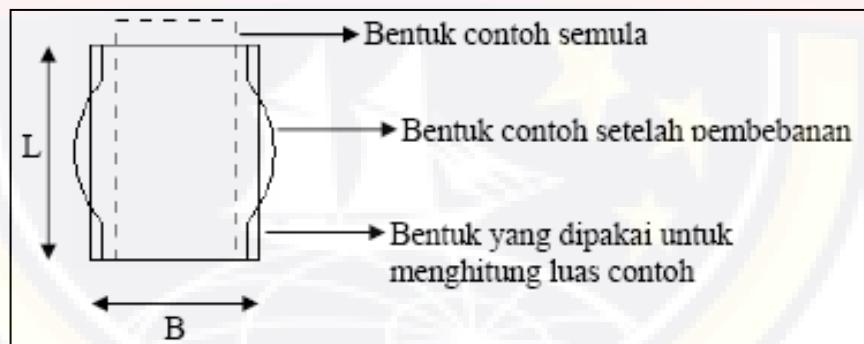
- Sesudah beban vertikal diberikan :

Panjang menjadi L , isi menjadi V , dan luas menjadi A .

Persamaannya dapat ditulis sebagai berikut:

$$L = L_0 - \Delta L \text{ dan } V = V_0 - \Delta V$$

(L dan V diukur selama percobaan)



Gambar 2.7 Perubahan yang terjadi pada sampel selama percobaan

berlangsung

Dari persamaan diatas didapat:

$$A(L_0 - \Delta L) = A_0 L_0 - \Delta V$$

$$A = \frac{A_0 L_0 - \Delta V}{L_0 - \Delta L}$$

Percobaan unfined compression test ini dilakukan dalam kondisi undrained, dimana tidak adanya aliran air selama pembebahan sehingga tidak terjadi perubahan volume ($\Delta V = 0$), sehingga persamaannya menjadi:

$$A = \frac{A_0 L_0}{L_0 - \Delta L} = \frac{A_0}{1 - \frac{\Delta L}{L_0}} = \frac{A_0}{1 - \varepsilon}$$

dimana: ε = regangan

2.8. Kuat Geser Langsung

Kuat Geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau butiran. Dengan dasar pengertian ini, bila tanah mengalami pembebahan akan ditahan oleh :

- Kohesi tanah yang tergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan normal yang bekerja pada bidang geser.
- Gesekan antara butir-butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang gesernya.

Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisis-analisis kapasitas dukung tanah, stabilitas lereng, dan gaya dorong pada dinding penahan tanah. Untuk mempelajari kuat geser tanah, istilah-istilah berikut ini sering dipakai, yaitu :

- Kelebihan tekanan pori (excess pore pressure), adalah kelebihan tekanan air pori akibat dari tambahan tekanan yang mendadak.
- Tekanan *overburden efektif* adalah tekanan akibat beban tanah dan air di atasnya, dikurang tekanan air (pori).
- Tanah *normally consolidated* (terkonsolidasi normal) adalah tanah di mana tegangan efektif yang pernah membebaninya pada waktu lampau, lebih kecil daripada tegangan efektif yang bekerja pada waktu sekarang.

2.7.1. Kuat Geser Tanah Lempung (Halus)

Dalam kondisi pengujian dengan drainase terbuka, perubahan volume yang berupa kompresi ataupun pelonggaran tidak hanya tergantung pada sejarah tegangan .Demikian pula pada pembebangan kondisi tak terdrainase (undrained) ,nilai tekanan air pori sangat tergantung dari jenis lempung , apakah lempung tersebut normally consolidated ataukah overconsolidated.

Biasanya bekerjanya beban bangunan dilapangan lebih cepat daripada kecepatan air untuk lolos dari pori pori tanah lempung akibat pembebangan keadaan ini menimbulkan kelebihan air pori (excess pore pressure) dalam tanah . jika pembebangan sedemikian rupa sehingga tak terjadi keruntuhan tanah , maka yang terjadi kemudian adalah air pori menghambur keluar dan perubahan volume yang terjadi pada pasir dan lempung berbeda , karena kecepatan perubahan volume pada tanah akan

sangat tergantung pada permeabilitas tanah , karena tanah lempung berpermeabilitas sangat rendah , sedangkan tanah pasir tinggi ,kecepatan berkurangnya tekanan air pori akan lebih cepat terjadi pada tanah pasir . Jadi , untuk tanah pasir , perubahan volume akibat penghamburan tekanan air pori akan lebih cepat daripada tanah lempung.

2.7.2. Uji Kuat Geser Tanah

Parameter kuat geser tanah ditentukan dari uji – uji laboratorium pada benda uji yang diambil dari lapangan yaitu dari hasil pengeboran tanah yang dianggap mewakili. Tanah yang diambil dari lapangan harus diusahakan tidak berubah kondisinya, terutama pada contoh asli (*undisturbed*), di mana masalahnya adalah harus menjaga kadar air dan susunan tanah di lapangannya supaya tidak berubah. Pengaruh kerusakan contoh benda uji berakibat fatal terutama pada pengujian tanah lempung. Umumnya, contoh benda uji diperoleh baik dengan kondisi terganggu atau tidak asli (*disturbed-simple*) maupun di dalam tabung contoh (*un disturbed-simple*). Pada pengambilan tanah benda uji dengan tabung, biasanya kerusakan contoh tanah relative lebih kecil.

Kuat geser tanah dari benda uji yang diperiksa di laboratorium biasanya dilakukan dengan besar beban yang ditentukan lebih dulu dan dikerjakan dengan menggunakan tipe peralatan khusus. Beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya kuat geser tanah yang diuji di laboratorium, adalah :

- a. Uji geser langsung (*direct shear test*)

- b. Uji traksial (*traxial test*)
- c. Uji tekan bebas (*unconfined compression test*)
- d. Uji geser kipas (*vane shear test*)

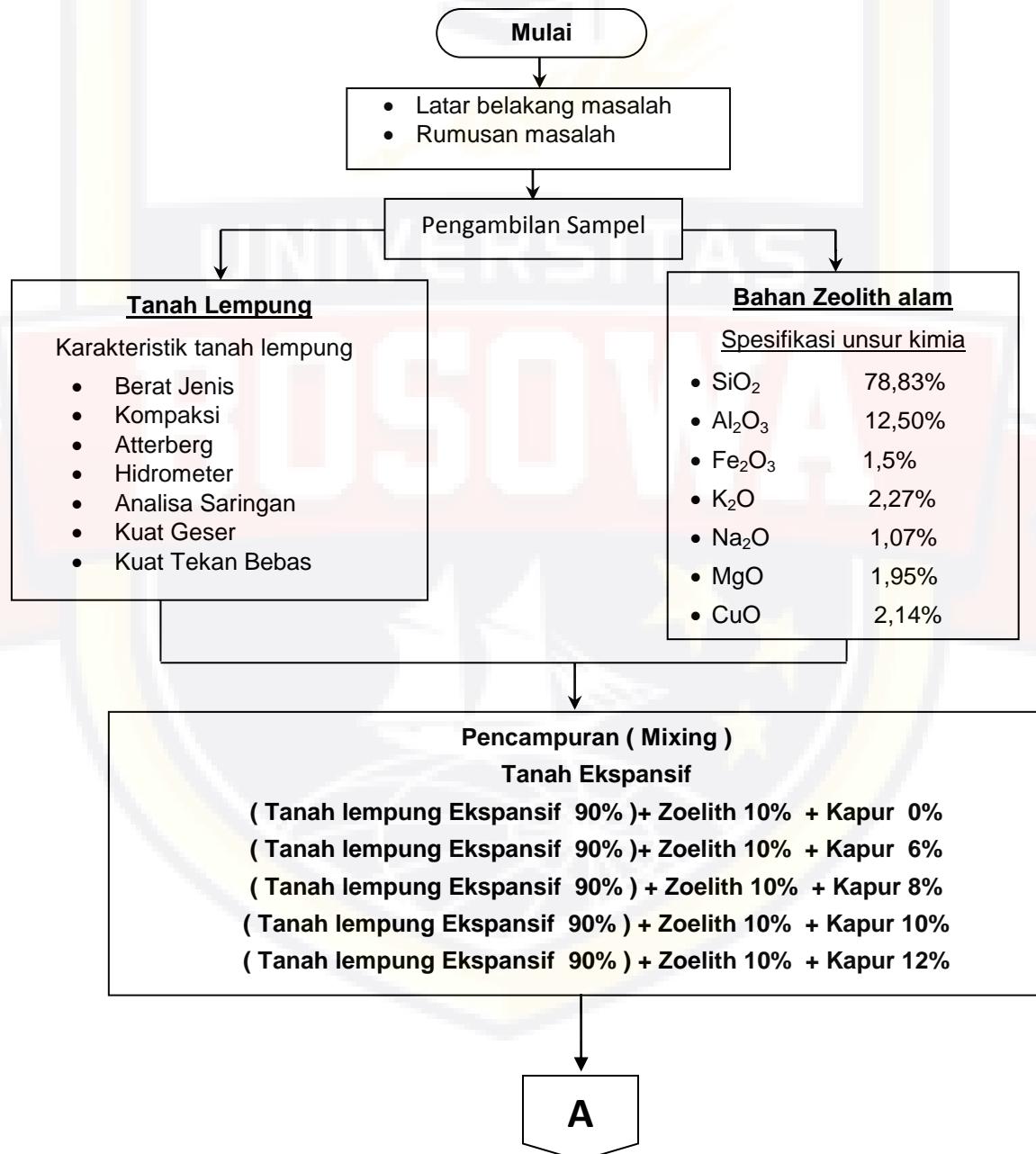
2.9. Penelitian Terdahulu

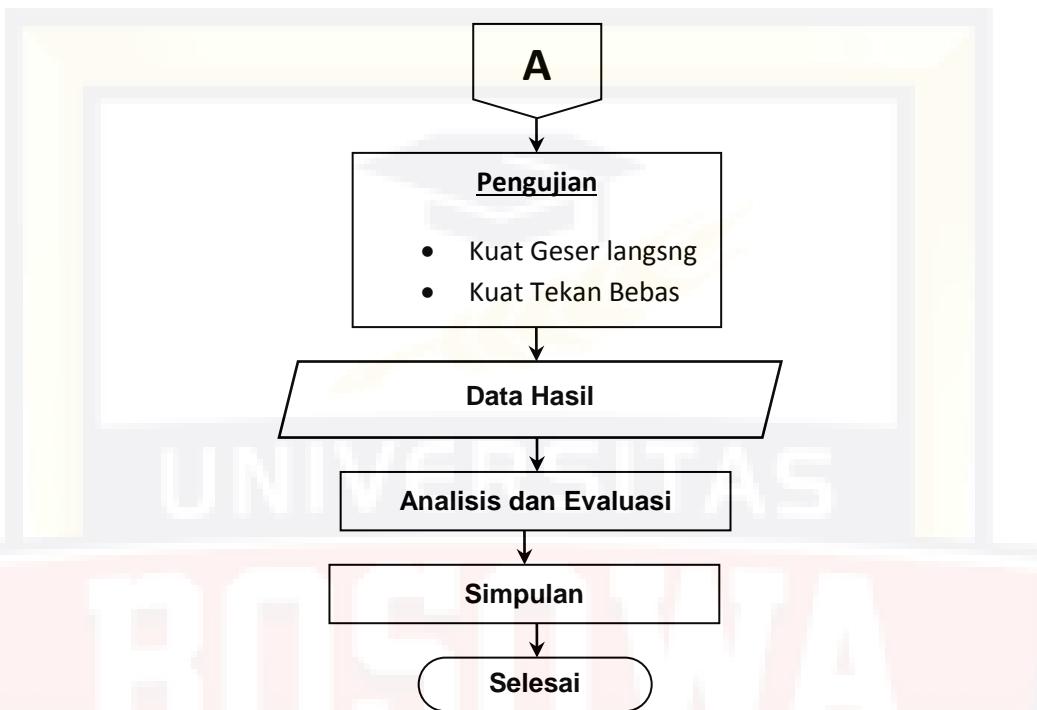
Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pencampuran antara zeolit dan tanah lempung terhadap kuat tekan dan kuat geser tanah. Hal ini dilakukan karena jika mendirikan struktur di atas tanah lempung akan menimbulkan beberapa permasalahan, antara lain kecilnya nilai kuat tekan dan nilai kuat geser pada tanah tersebut. Oleh karena itu, sebelum dilakukan pembangunan struktur diatas tanah tersebut, perlu dilakukan stabilisasi tanah. Pada penelitian ini dilakukan stabilisasi tanah dengan menggunakan campuran antara zeolit dan tanah lempung.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dilihat peningkatan nilai kuat tekan tanah lempung sebesar 94,5% yaitu dari $0,2975\text{kg}/\text{cm}^2$ menjadi $0,5787\text{kg}/\text{cm}^2$, dan peningkatan nilai kohesi tanah sebesar 54,17% dari $0,24\text{kg}/\text{cm}^2$ menjadi $0,36\text{kg}/\text{cm}^2$, serta peningkatan nilai kuat geser maksimum sebesar 43,89% dari $0,4754\text{kg}/\text{cm}^2$ menjadi $0,6841\text{kg}/\text{cm}^2$. Setelah tanah dicampurkan dengan zeolit pada penambahan maksimal 10%. Dari nilai tersebut dapat disimpulkan, kuat tekan serta kuat geser tanah semakin meningkat seiring ditambahkannya persentase campuran zeolit, meskipun peningkatan yang terjadi pada nilai kuat tekan bebas dan kuat geser langsungnya tidak sama besar.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alur Penelitian





3.2. Jenis Pengujian Material

No	Jenis Pengujian	Referensi
1	Kadar air	SNI 1965 : 2008/ASTM D 2216-(71)
2	Berat jenis	(SNI 1964:2008)/ASTM D 854 -88 (72)
3	Batas cair(Liquid limit,LL)	(SNI 1996:2008)
4	Batas Plastis (Plastic Limit,PL)	(SNI 1996:2008)
5	Indeks Plastis (Plasticity Index,PI)	(SNI 1996:2008)
6	Analisa Saringan	(SNI 3423:2008)
7	Analisis Hidrometer	(SNI 3423:2008)
8	Kepadatan tanah	(SNI 03-1742-1989)
9	Kuat Geser Langsung	SNI 3638-2012
10	Kuat Tekan bebas	(ASTM D 3080, AASTHO T236)

3.3. Variabel Penelitian

Sebagaimana judul penelitian ini adalah Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur.,Maka tampak dengan jelas bahwa variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel bebas dan terikat, yaitu kadar Zeolith Dan kapur sebagai variable bebas dan kuat tekan bebas dan kuat geser tanah lempung sebagai variabel terikat.

3.4. Notasi Sampel

Tabel 3.1. Jumlah Sampel Dalam Setiap Pengujian

No	Jenis Percobaan	Komposisi Campuran	Kode Sampel	Jumlah Sampel	Total Sampel	
1	Kompaksi (Standart proctor test)	Tanah Asli	D0	5	5	
2	Geser langsung (direct shear)	Tanah Asli	GL0	3	15	
		Tanah Ekspansif + Zoelith 10% + 0% Kapur	GL1	3		
		Tanah Ekspansif + Zoelith 10% + 6% Kapur				
		Tanah Ekspansif + Zoelith 10%+ Kapur 8%	GL2	3		
		Tanah Ekspansif + Zoelith 10% + Kapur 10%	GL3	3		
3	Kuat Tekan Bebas	Tanah Asli	TB0	3	15	
		Tanah Ekspansif + Zoelith 10% + 0% Kapur				
		Tanah Ekspansif + Zoelith 10% + 6% Kapur	TB1	3		
		Tanah Ekspansif + Zoelith 10%+ Kapur 8%	TB2	3		
		Tanah Ekspansif + Zoelith 10% + Kapur 10%	TB3	3		
		Tanah Ekspansif + Zoelith 10% + Kapur 12%	TB4	3		
Total Benda Uji					35	

Tabel 3.2. Kebutuhan Material Pengujian Kuat Geser

No.	Tanah Ekspansif + Zeolit 10%		Kapur		Berat Total Campuran (gr) D-B
	Percentase(%)	Berat (gr)	Percentase(%)	Berat (gr)	
				C/100*B	
0	A	B	C	D	E
1	100%	1000	0%	0	1000
2	100%	1000	6%	60	1060
3	100%	1000	8%	80	1080
4	100%	1000	10%	100	1100
5	100%	1000	12%	120	1120

Tabel 3.3. Kebutuhan Material Pengujian Kuat Tekan Bebas

No.	Tanah Ekspansif + Zeolit 10%		Kapur		Berat Total Campuran (gr) D-B
	Percentase(%)	Berat (gr)	Percentase(%)	Berat (gr)	
				C/100*B	
0	A	B	C	D	E
1	100%	1000	0	0	1000
2	100%	1000	6	60	1060
3	100%	1000	8	80	1080
4	100%	1000	10	100	1100
5	100%	1000	12	120	1120

3.5. Pengujian Sampel

Pengujian yang dilakukan di bagi menjadi 2 bagian pengujinya itu pengujian untuk tanah asli dan tanah yang di stabilisasi. Pengujian di lakukan di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa mengikuti *Standart ASTM, AASHTO, SNI, dan USCS* sebagai berikut :

- a) Tentukan indeks properties tanah. Sifat – sifat indeks ini di perlukan untuk mengklasifikasikan tanah dalam menentukan jenis bahan stabilisasi dengan serbuk pengikat yang sesuai dan menentukan perkiraan awal jumlah kadar

bahan serbuk pengikat yang perlu ditambahkan kedalam tanah yang akan di stabilisasikan. Pengujian indeks ini adalah sebagai berikut :

- 1) Berat Jenis tanah sesuai dengan SNI 03-1964-2008/ASTM D854-88(72)
 - 2) Kadar air sesuai dengan ASTM D 2216-(71)
 - 3) Analisa saringan sesuai dengan SNI 03-1968-1990
- b) Pemilihan benda uji;

Siapkan contoh tanah yang kering udara dengan cara di gemburkan. Apa bila contoh tanah dalam kondisi basah, pengeringan dapat dilakukan dengan mengangin-anginkan (air-dry) atau dengan cara sebagai berikut :

- 1) Alat pengeringan yang dapat membatasi temperatur contoh tanah sampai 60°C ;
 - 2) Ambil contoh tanah yang lolos saringan N0. 4 (4,75 mm) dan simpan dalam kantong pada temperatur ruangan. Jika tanah tersebut mengandung agregat tertahan No. 4 (4,75 mm) maka ambil material tanah yang lolos saringan 19 mm tetapi mengandung bahan yang tertahan saringan N0. 4 (4,75 mm) maksimum 35%. Berat contoh tanah di sesuaikan dengan kebutuhan untuk masing – masing standar pengujian yang akan di terapkan;
 - 3) Ambil contoh tanah secukupnya untuk pengujian kadar air awal (SNI 03-1965-1990).
- c) Lakukan uji pemanasan ringan atau pemanasan berat, jika diperlukan, untuk mendapatkan kadar air optimum (Optimum Moisture content) dan kepadatan kering maksimum (Maximum Dry Density /MDD) yang sesuai dengan SNI

03-1742-1989 atau SNI 03-1743-1989. Lakukan uji kekuatan tanah dengan uji gesernya sesuai dengan SNI 03-3638-1994.

3.6. Metode Analisis

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

1. Analisis distribusi butiran terhadap tanah yaitu melakukan analisis hasil pengujian tanah di laboratorium dan klasifikasinya menurut klasifikasi tanah serta menggolongkan nya menurut jenis mineral tanah.
2. Analisis kadar air dan berat jenis tanah granuler terhadap penggunaan lapisan tanah dasar.
3. Analisis hasil pemasakan (Uji Proctor)

Analisis hasil pemasakan tanah asli dan variasi campuran zeolith dan kapur dilakukan guna mengetahui nilai kadar air optimum terhadap peningkatan kepadatan tanah.

4. Analisis hasil kuat geser langsung (Direct Shear) tanah asli dan variasi campuran zeolith dan kapur terhadap peningkatan nilai kohesi (C) dan kuat geser (ϕ). Analisis ini digunakan untuk mencari hubungan penambahan Bentonite dan Fly Ash terhadap nilai kohesi dan sudut yang dituangkan dalam grafik serta analisa mengenai tanah yang memiliki kohesi dan sudut geser yang rendah setelah diberi bahan stabilisasi zeolith dan kapur dapat dijadikan sebagai tanah dasar(*subgrade*). Gaya geser (ϕ) diperoleh dengan mengalikan pembacaan arloji geser dengan angka kalibrasi cincin penguji (proofing ring). Gaya geser maksimum di bagi luas bidang geser menghasilkan

tegangan geser maksimum. Grafik hubungan antara tekanan normal dan tegangan geser maksimum dibuat untuk memperoleh persamaan hubungan antara keduanya. Dari persamaan tersebut di hitung sudut geser tanah (ϕ) dan kohesi (C).

3.7 Tahapan penelitian

3.7.1. Tahapan Pengujian.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah untuk menguji.

a. Uji karakteristik dan klasifikasi tanah.

- Kadar Air.
- Berat Jenis.
- Batas Cair (Liquid Limit,LL)
- Indeks Plastis (Plasticity index,PI)
- Analisa Saringan.
- Analisis Hidrometer
- Kepadatan Tanah

b. Kuat tekan bebas tanah

c. Kuat geser tanah dengan menggunakan alat direct shear test.

3.8. Tempat dan Waktu Penelitian

3.8.1. Tempat

- Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah Tanah Lempung ekspansif yang didatangkan dari Kab. jeneponto.
- Tempat peneltian dilakukan yaitu di Laboratarium Teknik Sipil, Universitas Bosowa.

3.8.2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama tiga bulan terhitung mulai dari bulan September 2018 – desember 2018.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Tanah Asli

Tabel 4.1 Rekapitulasi hasil pemeriksaan karakteristik tanah asli

No	Parameter	Hasil
1	Kadar Air	29,42 gr/cm ³
2	Berat Jenis	2,696 gr/cm ³
3	Batas Batas Atterberg: Batas Cair,LL Batas Plastis,PL Indeks Plastisitas.PI Batas Susut,SL Aktivitas	50,93 % 24,27 % 26,66 % 9,34 % 1,39
4	Pengujian analisis saringan: Pasir Lempung Lanau	5,76% 85,71% 8,53 %
5	Pengujian Hidrometer Pasir Lempung Lanau	14,29 % 62,26 % 23,45 %
6	Pemadatan Standard proctor : Berat Volume kering Maksimum Kadar Air optimum	1,592 Kg/cm ³ 22,80 %

Sumber : Hasil pengujian laboratorium Universitas Bosowa, 2018

4.2 Hasil Pemeriksaan Karakteristik fisik tanah asli

4.2.1. Kadar Air Tanah

Pengujian kadar air bertujuan untuk menentukan kadar air sampel tanah. Hasil dari pengujian kadar air diperoleh nilai sebesar 29,42%.

4.2.2. Pengujian Berat Jenis

MACAM TANAH	BERAT JENIS (Gs)	
KERIKIL	2.65	- 2.68
PASIR	2.65	- 2.68
LANAU ANORGANIK	2.62	- 2.68
LEMPUNG ORGANIK	2.58	- 2.65
LEMPUNG ANORGANIK	2.68	- 2.75
HUMUS	1.37	
	1.25	- 1.8

Type Tanah Berdasarkan Berat jenisnya

Dari hasil pengujian berat jenis rata-rata sebesar 2,696. Dari nilai berat jenis tersebut maka dapat diketahui tipe tanah dengan berat jenis antara 2,68 – 2,75 masuk kategori type tanah **Lempung Anorganik**.

4.2.3. Pengujian Analisa butiran tanah lempung ekspansif dan bahan additive kapur

a). Analisa butiran tanah lempung ekspansif

Uji analisis butiran terbagi menjadi 2 bagian pengujian, yaitu uji analisis saringan dan uji analisis hidrometer. Analisis saringan untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir untuk tanah yang mengandung

butir tanah tertahan saringan no.200. sedangkan uji Analisis hidrometer berperan dalam menentukan distribusi ukuran butir untuk tanah yang mengandung butir tanah lolos # no. 200.

Dari hasil pengujian gradasi yang dilakukan dengan Analisa saringan basah diperoleh hasil, tanah tersebut lebih dari 85,71% lolos saringan no 200. Sehingga didapat fraksi pasir sebesar 14,29% Berdasarkan persen lolos saringan no. 200 tanah terebut masuk dalam golongan tanah lempung dengan kadar ekspansif yang sangat tinggi.

Dari hasil pengujian hidrometer berdasarkan kurva lengkungnya diperoleh sebagian besar ukuran butir tanah adalah fraksi lanau yaitu sebesar 59,33%, sedangkan lempung sebesar 28,00%.

Peninjauan klasifikasi tanah yang mempunyai ukuran butir lebih kecil dari 0,075 mm, tidak didasarkan secara langsung pada gradasinya, sehingga penentuan klasifikasinya lebih didasarkan pada batas-batas atterbergnya.

b). Jenis kapur sebagai bahan additive

Bahan kapur yang digunakan dalam stabilisasi tanah adalah jenis bubuk kapur. Yang rumusan mineralnya Ca CO_3 dengan pemanasan ($\pm 980^\circ \text{ C}$) karbon dioksidanya ke luar dan tinggal kapurnya saja (CaO) kapur tohor.

Kapur hasil pembakaran apabila ditambahkan air maka mengembang dan retak-retak. Banyak panas yang keluar (seperti

mendidih) maka kapur tohor akan menghasilkan panas dan berubah menjadi kapur padam, selama proses ini hasilnya adalah kalsium hidroksida $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Air yang dipakai untuk proses ini secara teoritis hanya 32 % berat kering kapur. Dimana kapur termasuk golongan bahan pengikat hidrolis, dimana bahan pengikat hidrolis adalah bahan yang dicampur dengan menjadi bentuk plastic dapat mengikat dan mengeras dibawah efek proses fisik dan kimia yang berlainan.

4.2.4. Pengujian batas – batas Atterberg

a) Pengujian batas cair (LL)

Pengujian batas cair bertujuan untuk menentukan batas cair tanah dan untuk mengetahui jenis serta sifat-sifat tanah dari bagian tanah yang mempunyai ukuran butir lolos saringan no.40. dari grafik hubungan jumlah ketukan dan kadar air diperoleh nilai batas cair (LL) 50,93%, maka tanah tersebut masuk dalam kategori tanah lempung ekspansif dengan plastisitas yang tinggi ($LL > 40\%$).

b) Pengujian batas Plastis (PL)

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

No Test	-	1	2
No. Container	-	A1	A2
Berat Tanah Basah + Container (W1)	Gram	34	28.1
Berat Tanah Kering + Container (W2)	Gram	32.9	26.7
Berat Container (W3)	Gram	28.6	20.6
Berat Air ($W_w = W_1 - W_2$)	Gram	1.1	1.4
Berat Tanah Kering, ($W_d = W_2 - W_3$)	Gram	4.3	6.1
Kadar Air, ($W_w/W_d \times 100\%$)	%	25.58	22.95
Kadar Air Rata-rata	%	24.27	

Dari hasil pengujian laboratorium diperoleh nilai batas plastis (PL) = 24,27%

c) **Indeks Plastisitas (PI)**

Berdasarkan rumus $PI = LL - PL$ diperoleh nilai indeks plasisitas (PI) = 26,66%. Tanah yang mempunyai nilai PI > 17 masuk kategori lempung dengan sifat plastisitas tinggi.

d) **Batas susut (SL)**

PENGUJIAN BATAS SUSUT
(SNI 3422:2008)

No. Test	-	1	2
Berat Mould (W1)	Gram	11.5	10.8
Berat Mould + Tanah Basah (W2)	Gram	38.6	38.4
Berat Mould + Tanah Kering (W3)	Gram	29.3	28.9
Berat Air Raksa yang dipakai untuk Mengisis Mangkok Shringkage (W4)	Gram	199.1	198.8
Berat Air Raksa yang dipindahkan oleh tanah yang di test, (W5)	Gram	95.8	94.7
Berat Tanah Basah, $W_{wet} = W2 - W1$	Gram	27.1	27.6
Berat Tanah Kering, $W_d = W3 - W1$	Gram	19	19
Berat Air, $W_w = W2 - W3$	Gram	9.3	9.5
Berat Cawang Petri, (Wp)	Gram	42.9	42.9
Berat Jenis Air Raksa (r)	Gram	13.6	13.6
Volume tanah basah, $V_w = (W4 - W_p)/r$	m^3	11.49	11.46
Volume tanah kering, $V_d = (W5 - W_p)/r$	m^3	3.89	3.81
Kadar air = $W_w/W_d \times 100\%$	%	48.95	50.00
Batas susut : $SL = Kadar air - ((V_w - V_d)/W_d) \times 100\%$	%	8.97	9.71
SL rata-rata	%	9.34	

Dari hasil pengujian batas susut diperoleh nilai batas susut = 9,34%. Berdasarkan teori Altmeyer (1995) tergolong tanah lempung ekspansif critical dimana $SL < 12\%$.

4.3. Klasifikasi Tanah

4.3.1. AASHTO (*America Association of State Highway and Transportation Official*)

Klasifikasi AASHTO M145-82 untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan Raya (Braja M Das, 1995)

Klasifikasi Umum	material berbutir (<35% lolos saringan no.200)							Tanah lanau-lempung (>35% lolos saringan no.200)					
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7		
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6		
Analisis ayakan (% lolos) No. 10 No. 40 No. 200	50 ma ks --	-----		-----	-----	-----	-----	---	---	---	-----		
Sifat Fraksi yang lewat : # No.40	-----	-----	-										
Batas Cair (LL)	-----	-----	-	40 mak s	41 Min	40 Mak s	41 Min	40 ma x	40 mi n	40 Ma x	41 Min		
Indeks Plastisitas	6 maks	N.P	10 mak s	10 mak s	11 min	11 Min	10 ma x	10 ma x	11 mi n	12 Min			
Indeks kelompok (GI)	0	0	0 maks		4 maks		8 ma ks	12 ma ks	16 ma ks	20 Maks			
Jenis Umum	Fragmen batuan Kerikil dan pasir	Pasir halus	Kerikil atau pasir lanauan atau lempung					Tanah lanau	Tanah Lempung				
Tingkatumu m sebagai Tanah Dasar	Sangat baik sampai baik							Cukup baik sampai Buruk					

saringan no.200 adalah lebih besar 50% ($>35\%$). Sehingga tanah diklasifikasikan dalam kelompok : (A-4; A-5; A-6; A-7).

Batas cair (LL) = $50,93\%$. Untuk tanah dengan batas cairnya lebih besar dari 40% maka tanah tersebut masuk dalam kelompok A-5 dan A-7 (A-7-5; A-7-6).

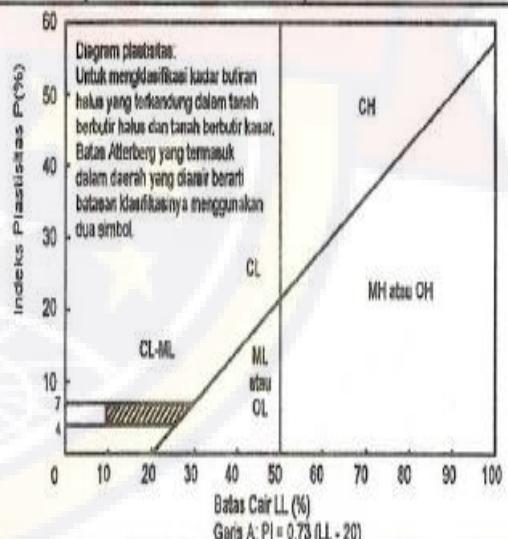
Indeks plastisitas (PI) = $26,66\%$. Untuk kelompok A-5 nilai PI maksimum sebesar 10% sedangkan kelompok A-7 minimum 12%, maka tanah dikelompokkan ke dalam kelompok A-7 (A-7-5; A-7-6).

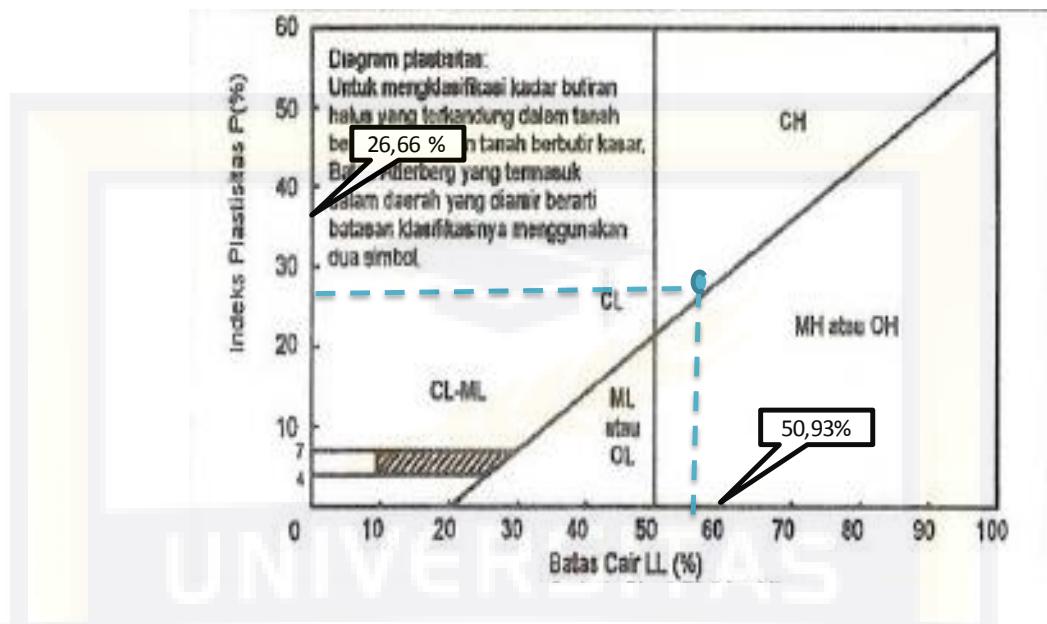
Sedangkan nilai Batas Plastis (PL) = $24,27\%$, untuk kelompok A-7-5 nilai PL $>30\%$ sedangkan untuk kelompok A-7-6 nilai PL $< 30\%$ sehingga tanah dikelompokkan kedalam A-7-5 termasuk dalam klasifikasi tanah lempung.

4.3.2. USCS (*Unified Soil Classification System*)

Divisi Utama	Simbol Kelompok	Nama Jenis	Nama Jenis
Tanah berbutir kasar 50% butiran terpasir saringan no. 200 (0,075 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus
		GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus
	Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung
	Pasir lebih dari 50% lolos saringan no. 4 (4,75 mm)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.
		SP	Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.
	Kerikil banyak kandungan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau
		SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung
			Klasifikasi berdasarkan persentase butiran halus, kurang dari 5% lolos saringan no. 200: GM, GP, SW, SP. Lebih dari 12% lolos saringan no. 200: GM, GC, SM, SC. 5% - 12% lolos saringan no. 200: Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol dobel.
			$C_s = \frac{D_{10}}{D_{50}} > 4$, $C_e = \frac{(D_{50})^2}{D_{10} \times D_{50}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0,075 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serupa batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung
		CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ('lean clays')
		OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah.
	Lanau dan lempung batas cair > 50%	MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis.
		CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ('fat clays')
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi
Tanah dengan kadar organik tinggi	P _t	Gambut ('peat') dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi.	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488.

*Klasifikasi tanah USCS (*Unified Soil Classification System*)*





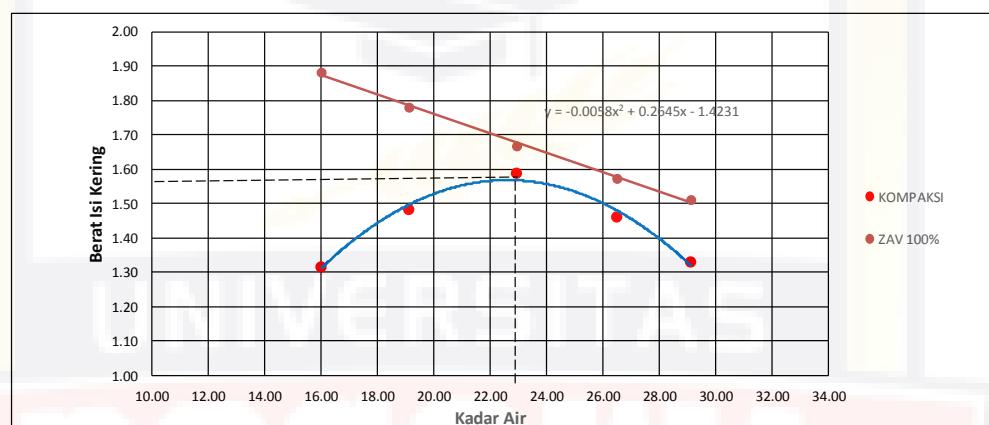
Klasifikasi tanah USCS (Unified Soil Classification System)

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

Batas cair (LL) = 50,93% dan indeks plastisitas (PI) = 26,66%. Dari bagan plastisitas, klasifikasi tanah masuk dalam range CH (di atas garis A, PI = 0,73 (LL-20)), dimana CH adalah simbol lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (*fat clays*).

4.4. Hasil Pemeriksaan sifat mekanis Tanah lempung eksponsif yang ditambahkan zeolith dan distabilisasi kapur

4.4.1. Pengujian Kompaksi (Pemadatan)



Dari pengujian pemadatan standar (*Proctor Test*) diperoleh $W_{opt} = 22,40\%$ dan $\gamma_{dry} = 1,592 \text{ g/cm}^3$

4.4.2. Kuat Tekan Bebas

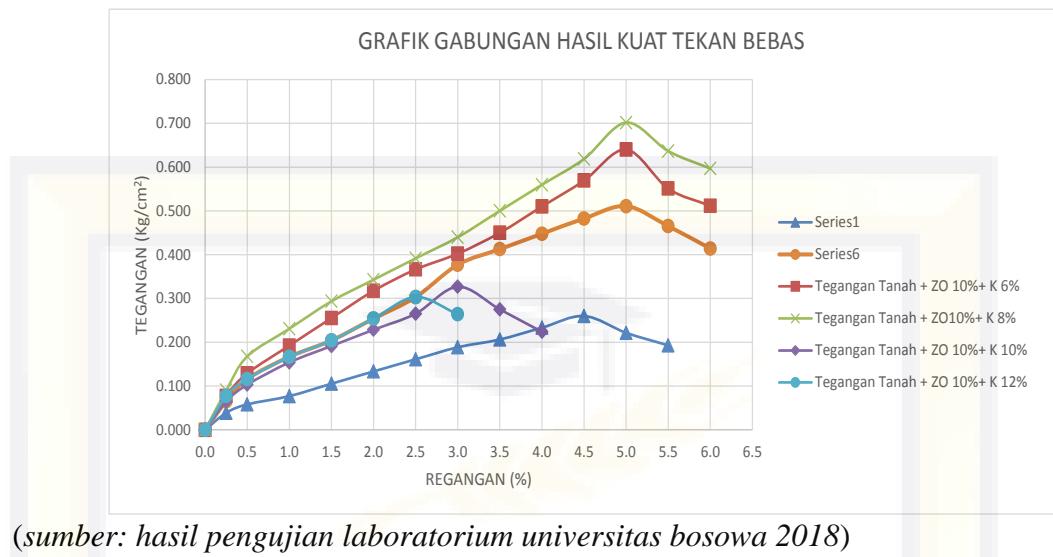
Pemeriksaan dimaksudkan untuk menentukan kekuatan tekan bebas contoh tanah yang bersifat kohesif dalam keadaan asli maupun buatan. Hasil pengujian sebagai berikut

Table 4.2 Hasil pengujian kuat tekan bebas Tanah Ekspansif yang ditambahkan zeolith distabilisasi dengan kapur

NO	PERENTASE CAMPURAN	NAMA SAMPEL	qu Rata - Rata (Kg/Cm ²)
1	TANAH ASLI	S1	0.260
		S2	
2	Tanah 90%+ ZO 10 % + K 0%	S1	0.511
		S2	
		S3	
3	Tanah + ZO 10 % + K6%	S1	0.640
		S2	
		S3	
4	Tanah + ZO 10 % + K8 %	S1	0.702
		S2	
		S3	
5	Tanah + ZO 10% + K 10 %	S1	0.327
		S2	
		S3	
6	Tanah + ZO 10 % + K 12 %	S1	0.303
		S2	
		S3	

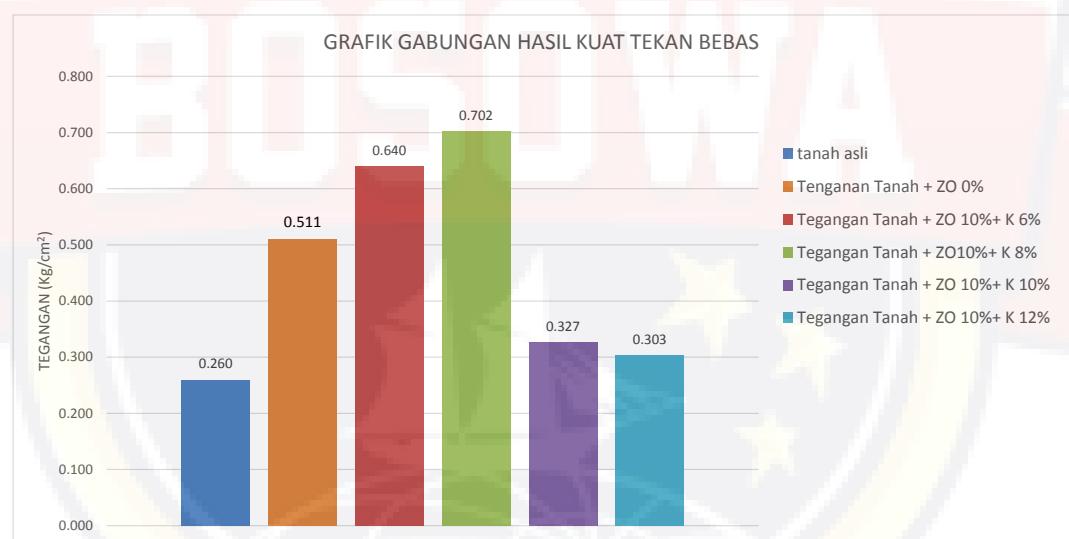
(sumber: hasil pengujian laboratorium universitas bosowa 2018)

Perbandingan nilai qu rata-rata pada pengujian kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith dan distabilisasi kapur dapat dilihat pada grafik di bawah ini :



(sumber: hasil pengujian laboratorium universitas bosowa 2018)

Gambar 4.1 Grafik hubungan hasil kuat tekan bebas



(sumber: hasil pengujian laboratorium universitas bosowa 2018)

Gambar 4.2 Grafik hubungan kuat tekan bebas

Dari hasil penelitian pada gambar **4.1** dan **4.2** diatas, seiring penambahan campuran kapur cenderung meningkatkan nilai kuat tekan (*qu*), dimana terjadi pada pencampuran dengan persentase 0%, 6% dan

maksimumnya terjadi pada penambahan campuran kapur dengan persentase 8%. Nilai kuat tekan tanah asli sebesar 0.260 Kg/Cm^2 meningkat menjadi 0.702 Kg/Cm^2 , kemudian mengalami penurunan pada pencapuran kapur dengan persentase 10% dan 12%.

4.4.3. Kuat Geser Langsung

Pemeriksaan dimaksudkan untuk menentukan nilai kuat geser tanah, contoh tanah yang bersifat kohesif dalam keadaan asli maupun buatan.

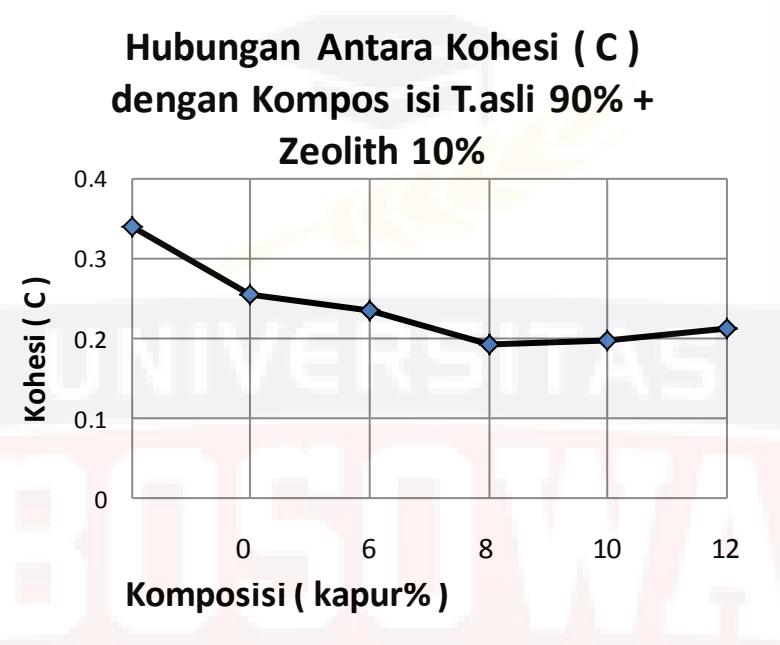
Hasil pengujian tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith dan distabilisasi kapur sebagai berikut :

Table 4.3 Hasil pengujian kuat geser langsung tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith dan distabilisasi dengan kapur.

Sampel	Kohesi (c)	Sudut geser (y)	Kuat geser (r)
Tanah asli	0,339	21,17	0,6899
Tanah 90% + ZO10% + K 0%	0,2547	26,33	0,9198
Tanah 90% + ZO10% + K 6%	0,2355	39,31	0,9742
Tanah 90% + ZO10% + K 8%	0,1910	44,58	1,0825
Tanah 90% +ZO10% + K 10%	0,1981	36,47	0,8667
Tanah 90% +ZO10% + K 12%	0,2123	35,78	0,8913

(sumber: hasil pengujian laboratorium universitas bosowa 2018

Perbandingan nilai kohesi (c) pada pengujian kuat geser langsung pada tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith dan di variasi dengan kapur dapat dilihat pada grafik di bawah ini :

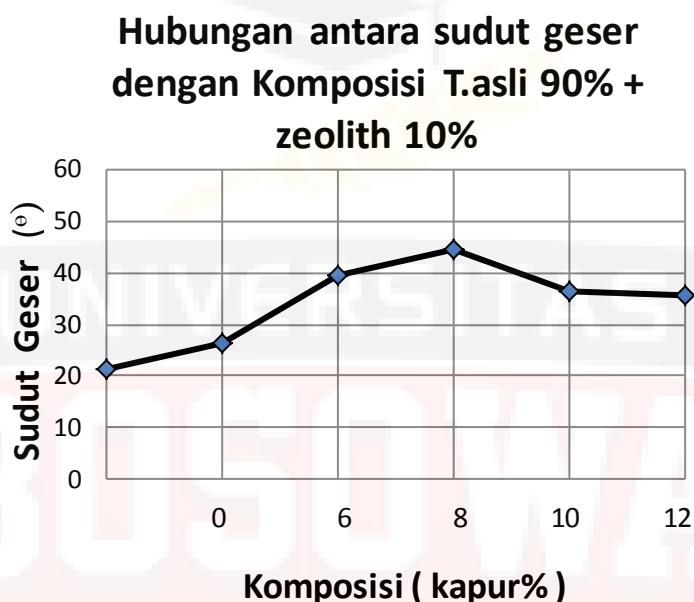


(sumber: hasil pengujian laboratorium universitas bosowa 2018)

Gambar 4.3Grafik peningkatan kohesi

Dari hasil pengujian kuat geser langsung dapat dilihat pada gambar 4.3 diatas, penambahan campuran kapur,cenderung mengalami penurunan pada nilai kohesi, dimana nilai optimumnya terjadi pada penambahan campuran kapur dengan persentase 8 %,dimana nilai kohesi tanah asli sebesar 0,339^cmenurun menjadi 0,1910.

Perbandingan nilai sudut geser pada pengujian kuat geser langsung pada tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith dan distabilisasi kapur dapat dilihat pada grafik di bawah ini

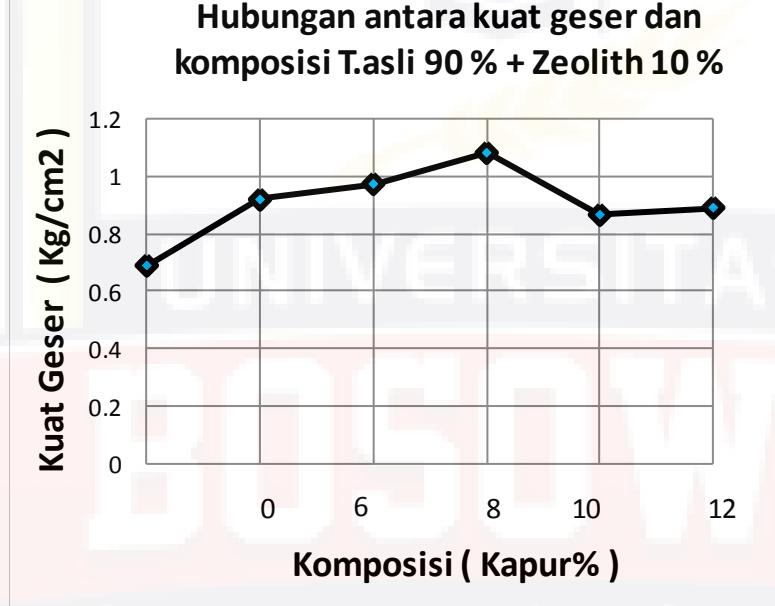


(sumber: hasil pengujian laboratorium universitas bosowa 2017)

Gambar 4.4Grafik peningkatan sudut geser

Dari hasil pengujian kuat geser langsung dapat dilihat pada gambar 4.4 diatas, penambahan campuran kapur terjadi peningkatan pada nilai sudut geser, dimana nilai maksimumnya terjadi pada penambahan campuran kapur pada persentase 8%,dimana nilai sudut geser tanah asli sebesar 21,17 meningkat menjadi 44,58

Perbandingan nilai kuat geser geser pada pengujian kuat geser langsung pada tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith dan distabilisasi kapur dapat dilihat pada grafik di bawah ini :



(sumber: hasil pengujian laboratorium universitas bosowa 2018)

Gambar 4.5 Grafik peningkatan kuat geser langsung

Dari hasil pengujian kuat geser langsung dapat dilihat pada gambar 4.5 diatas, penambahan campuran kapur terjadi peningkatan pada nilai kuat geser,dimana nilai maksimumnya terjadi pada penambahan campuran kapur dengan persentase 8%,dimana nilai kuat geser tanah asli sebesar 0,6899 meningkat menjadi 1,0852.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

- Setelah dilakukan penelitian dilaboratorium, maka saya menarik beberapa kesimpulan tentang perilaku sampel tanah ekspansif yang yang ditambahkan zeolith dan distabilisasi kapur antara lain sebagai berikut:
1. Dari hasil pengujian karakteristik diperoleh nilai indeks plastisitas sebesar 26,66 %, nilai aktifitas sebesar 1,39. Berdasarkan klasifikas tanah AASHTO dan USCS, tergolong mineral montmorillonite (Ca) maka tanah tersebut adalah tanah ekspansif
 2. Penambahan zeolith pada tanah ekspansif dengan persentase 10% dan distabilisasi dengan kapur dengan persentase 0%,6%,8%,10% dan 12% cenderung dapat meningkatkan kepadatan tanah.
 3. Penambahan zeolith pada tanah dengan persentase 10% di stabilisasi kapur dengan presentase 0% 6%, 8%, 10%,dan 12% cenderung dapat meningkatkan nilai kohesi, sudut geser dan kuat geser pada tanah ekspansif.
 4. Pada penambahan 8% pada pengujian kuat tekan bebas diperoleh nilai qu sebesar 0,702. Kemudian penambahan 8%, pada pengujian kuat geser langsung cenderung meningkatkan nilai kohesi,kusat geser dan sudut geser, setelah penambahan 10 % dan 12% terjadi penurunan. dimana tekstur tanah pada pencampuran ini semakin

kering dan mudah hancur dan penambahan kapur yang berlebihan akan kuat dalam menyerap kadar air pada tanah.

5.2. Saran

1. Perlu ada penelitian tentang zeolith dan kapur yang dicampur dengan bahan zat adiktif lain
2. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu referensi masalah stabilisasi tanah lempung ekspansif.

DAFTAR PUSTAKA

AASTHO, 1978, *Method of sampling and testing*, Part II.

Asis, Muh. Anshar M., 2012, *Stabilisasi Tanah Ekspansif Dengan Menggunakan Campuran Serbuk Arang Kayu Dan Semen*, Fakultas Teknik Universitas Bosowa, Makassar.

Bretyndah Kezia Lumikis, S. Monintja, S. Balamba, A. N. Sarajar 2013, Korelasi antara tegangan geser dan nilai cbr pada tanah lempung ekspansif dengan bahan campuran semen. Sam ratulangi university, manado.

Bowles, Joseph E, 1986, Ahlih Bahasa Ir. Johan Kalena Putra Edisi Kedua, *Sifat-Sifat Fisis Geoteknis Tanah*, Erlangga, Jakarta.

Endang Widorowati Hartosukma 2005, Perilaku Tanah Lempung Ekspansif Karangawen Demak Akibat Penambahan Semen dan Fly Ash sebagai Stabilizing Agents.

Jefri angkotasan 2018, "pengaruh kadar semen ppc terhadap kuat tekan bebas dan kuat geser langsung pada tanah ekspansif", Fakultas Teknik Universitas Bosowa, Makassar.

Penuntun Praktikum Mekanika Tanah Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Fakultas Teknik Bosowa 2012

LAMPIRAN

BUJUWA

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
 Nama : Muh arham amir
 Stambuk : 45 12 041 123
 judul tugas akhir : Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung yang ditambahkan zeolit akibat variasi kadar kapur

No.	Parameter	RESUME PENGUJIAN							
		Tanah Asli	Satuan	Satuan	Satuan	Satuan	10% +ZO	10% +K	Satuan
1	Kadar Air	29.42	kg/cm ³	%	%	%	-	-	%
2	Berat jenis	2.696	kg/cm ³				-	-	
3	Batas-batas Atterber								
	Liquid Limit (LL)	41.37	-	-	-	%	-	-	%
	Plastic Limit (PL)	24.27	-	-	-	%	-	-	%
	Shringkage Limit (SL)	9.34	-	-	-	%	-	-	%
	Plasticity Index (PI)	17.10	-	-	-	%	-	-	%
	Activity	0.89	-	-	-	%	-	-	%
4	Analisa Saringan	-							
	Pasir	5.76	-	-	-	-	-	-	%
	Lempung	85.71	-	-	-	-	-	-	%
	Lanau	8.53	-	-	-	-	-	-	%
5	Hidrometer :	-							
	Pasir	14.29	-	-	-	%	-	-	%
	Lempung	62.26	-	-	-	%	-	-	%
	Lanau	23.45	-	-	-	%	-	-	%
6	Pemeriksaan Kompa								
	γ_{dry}	1.592	kg/cm ³	kg/cm ³	kg/cm ³	kg/cm ³	-	-	kg/cm ³
	Wopt	22.80	%	%	%	%	-	-	%
7	Kuat geser :	0.6899	0.9198	0.9742	1.0825	0.6887	0.8913		
	Kohesi (c)	0.3396	0.2547	0.2533	0.1910	0.1981	0.2123	Kg/cm ²	
	Sudut geser dalam (°)	21.17	26.33	31.31	44.58	36.7400	35.7800		(°)
8	Kuat Tekan Bebas								
	ku rata - rata	0.26	0.511	0.64	0.702	0.327	0.303	Kg/cm ²	
	kadar Air	25.663	22.293	22.764	21.053	21.14	25.534		%

Makassar. Desember 2018

Di Periksa Oleh:

Hasrullah,ST
Asisten Lab

Diujii Oleh

Muh Arham Amir
Mahasiswa

Disetujui Oleh:
Kepala Laboratorium Mekanika Tanah

Ir.Syahrul Sariman,MT
NIDN.00 100359 03



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

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

**PEMERIKSAAN KADAR AIR
SNI 1965 : 2008**

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan : 1 September 2018
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : Muh arham amir

**PEMERIKSAAN KADAR AIR
SNI 1965 : 2008**

No.Container	1	2
Berat Cawan (W1) gram	9.0	9.2
Berat Cawan + Tanah Basah (W2) gram	30.4	31.8
Berat Cawan + Tanah Kering (W3) gram	25.5	26.7
Berat Tanah Kering (Wd = W3-W1) gram	16.5	17.5
Berat Air (Ww = W2-W3) gram	4.9	5.1
Kadar Air (Ww/Wd*100%) %	29.70	29.14
Kadar Air Rata-rata %		29.42

Diperiksa Oleh

Hasrullah, ST
Asisten Lab

Makassar, September 2018
DiujiOleh :

Muh arham amir
Mahasiswa



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

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

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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan : 1 September 2018
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : MUH ARHAM AMIR

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

Sampel	-	I	II
Berat Piknometer, (W1)	gram	38.4	50.1
Berat Piknometer + Air, (W2)	gram	128.4	148.6
Berat Piknometer + Air + Tanah, (W3)	gram	160.4	179.6
Berat Tanah Kering, (Ws)	gram	50	50
Temperatur	°C	26	26
Faktor Koreksi, $\alpha = \gamma T / \gamma 20$		0.99682	0.99682
Berat Jenis (Gs)		2.77	2.62
Berat Jenis rata-rata		2.696	

Diperiksa Oleh

Hasrullah, ST
Asisten Lab

Makassar, September 2018

Diuji Oleh :

Muh Arham Amir
Mahasiswa



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

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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan : 2 September 2018
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : MUH ARHAM AMIR

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

No Test	-	1	2
No. Container	-	A1	A2
Berat Tanah Basah + Container (W1)	Gram	34	28.1
Berat Tanah Kering + Container (W2)	Gram	32.9	26.7
Berat Container (W3)	Gram	28.6	20.6
Berat Air (Ww=W1-W2)	Gram	1.1	1.4
Berat Tanah Kering, (Wd=W2-W3)	Gram	4.3	6.1
Kadar Air, (Ww/Wd x 100%)	%	25.58	22.95
Kadar Air Rata-rata	%	24.27	

$$\text{Indeks Plastisitas PI} = LL - PL \\ = 50.93 - 24.27 = 26.66 \%$$

$$\text{Activity, } A = \frac{\text{PI}}{\% \text{ Clay Sizes} - 5} \\ = \frac{26.66}{24.20 - 5} \\ = \frac{26.66}{19.20} \\ = 1.39$$

Diperiksa oleh

Hasrullah ST
Asisten Lab

Makassar, September 2018

Diuji Oleh :

Muh arham amir
Mahasiswa



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

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

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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Tanggal Percobaan : 2 September 2018
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan Oleh : MUH ARHAM AMIR

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

No. Test	-	1	2
Berat Mould (W1)	Gram	11.5	10.8
Berat Mould + Tanah Basah (W2)	Gram	38.6	38.4
Berat Mould + Tanah Kering (W3)	Gram	29.3	28.9
Berat Air Raksa yang dipakai untuk Mengisis Mangkok Shringkage (W4)	Gram	199.1	198.8
Berat Air Raksa yang dipindahkan oleh tanah yang di test, (W5)	Gram	95.8	94.7
Berat Tanah Basah, $W_{wet}=W_2-W_1$	Gram	27.1	27.6
Berat Tanah Kering, $W_d=W_3-W_1$	Gram	19	19
Berat Air, $W_w=W_2-W_3$	Gram	9.3	9.5
Berat Cawang Petri, (Wp)	Gram	42.9	42.9
Berat Jenis Air Raksa (r)	Gram	13.6	13.6
Volume tanah basah, $V_w=(W_4-W_p)/r$	m^3	11.49	11.46
Volume tanah kering, $V_d=(W_5-W_p)/r$	m^3	3.89	3.81
Kadar air = $W_w/W_d \times 100\%$	%	48.95	50.00
Batas susut : $SL = Kadar air - ((V_w-V_d)/W_d) \times 100\%$	%	8.97	9.71
SL rata-rata	%	9.34	

Diperiksa Oleh

Hasrullah, ST
Asisten Lab

Makassar, September 2018

Diujil Oleh :

Muh Arham Amir
Mahasiswa



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

Pekerjaan	:	Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi	:	Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Judul	:	Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Tanggal Percobaan	:	2 September 2018
Sampel	:	Tanah Asli
Dikerjakan Oleh	:	MUH ARHAM AMIR

PENGUJIAN BATAS-BATAS ATTERBERG
(SNI 1996:2008)

No. Test	-	Batas Cair (LL)				Batas Plastis (PL)	
		42	32	21	11	B1	B2
Jumlah Pukulan	-	42	32	21	11		
No. Cantainer	-	1A	IB	IC	ID	B1	B2
Berat Tanah Basah + Container (W1)	Gram	38.50	69.60	52.30	58.60	34	28.1
Berat Tanah Kering + Container (W2)	Gram	30.10	51.90	38.30	41.30	32.9	26.7
Berat Container (W3)	Gram	6.50	6.50	6.40	6.40	28.6	20.6
Berat Air (Ww=W1-W2)	Gram	8.40	17.70	14.00	17.30	1.1	1.4
Berat Tanah Kering, (Wd=W2-W3)	Gram	23.60	45.40	31.90	34.90	4.3	6.1
Kadar Air, Ww/Wd x 100%	%	35.59	38.99	43.89	49.57	25.58	22.95
Rata-rata		35.59	38.99	43.89	49.57	24.27	



Batas Cair (LL) didapat pada pukulan 25
Jadi, $LL = -10.39 \ln(25) + 74.815 = 50.93\%$

Diperiksa Oleh

Hasrullah, ST
Asisten lab

Makassar, September 2018

Diuji Oleh :

Muh arham amir
Mahasiswa



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

Jln.Urip Sumoharjo km.6 No.240 (Telp/Fax. 0411-245245)

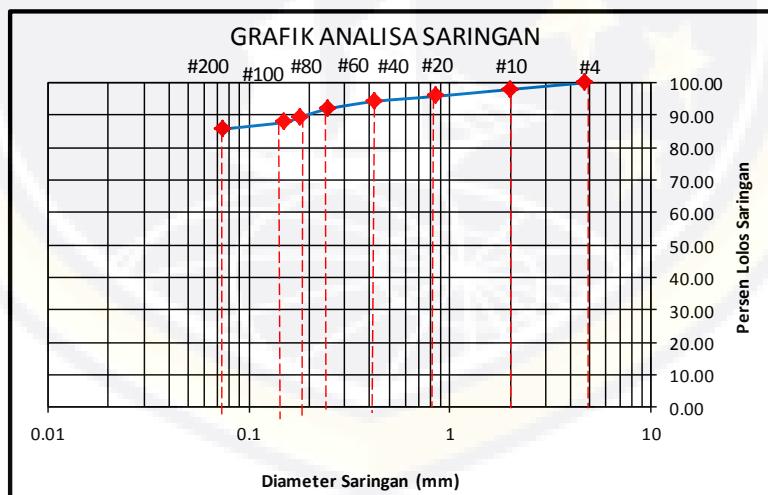
**PENGUJIAN ANALISA SARINGAN
(SNI 3423:2008)**

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S-1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Tanggal pengujian : 2 september 2018
Dikerjakan Oleh : Muh arham amir

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

	Berat (gram)
Berat tanah kering oven	500.00
Berat tanah kering tertahan sar. 200 sesudah	50.57
Berat tanah lolos saringan 200 setelah dicuci	449.43

Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Kumulatif (gram)	Persen (%)	
				Tertahan	Lolos
4	4.75	0	0	0.00	100.00
10	2.00	1.23	1.23	2.08	97.92
20	0.85	1.25	2.48	4.20	95.80
40	0.43	0.92	3.4	5.76	94.24
60	0.25	1.34	4.74	8.03	91.97
80	0.18	1.52	6.26	10.61	89.39
100	0.15	0.94	7.2	12.20	87.80
200	0.075	1.23	8.43	14.29	85.71
Pan	-	50.57	59	100.00	0.00



Makassar, September 2018

Diperiksa Oleh:

Hasrullah ST

Asisten Lab

Diuji Oleh :

Muh arham amir

Mahasiswa



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR
Jln.Urip Sumoharjo km.6 No.240 (Telp/Fax. 0411-245245)

Pekerjaan	:	Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi	:	Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Judul	:	Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Tanggal Percobaan	:	3 September 2018
Sampel	:	Tanah Asli
Diujii Oleh	:	MUH ARHAM AMIR

PENGUJIAN KOMPAKSI
(SNI 03-1742-1989)

Berat Tanah Basah	gr	2000	2000	2000	2000	2000
Kadar Air Mula-mula	gr	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73
Penambahan Air	%	7.5	10	12.5	15	17.5
Penambahan Air	cc	150	200	250	300	350

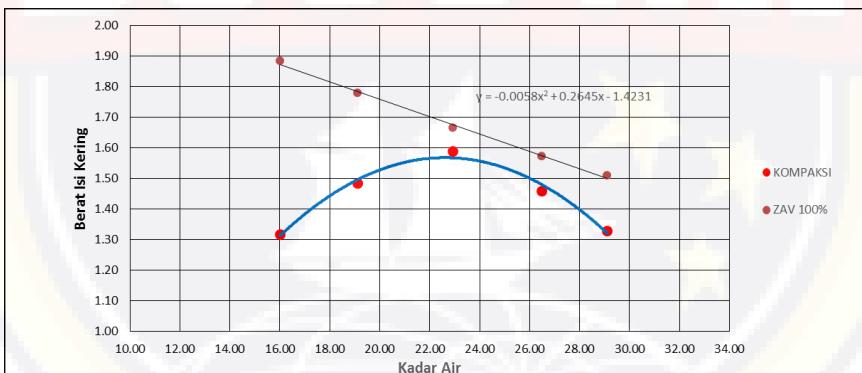
BERAT ISI

Berat Tanah + Cetakan	gr	4862	5843	5480	5290	5250
Berat Cetakan	gr	3415	4169	3731	3665	3399
Berat Tanah Basah, (Ww)	gr	1447	1674	1749	1625	1851
Isi Cetakan, (V)	cm³	947.39	947.39	947.39	947.39	947.39
Berat Isi Basah, (γ_w)	gr/cm³	1.53	1.77	1.85	1.72	1.95
Berat Isi Kering, (γ_d)	gr/cm³	1.32	1.48	1.46	1.33	1.59
Zero Air Void, (γ_{ZAV}) 100%	gr/cm³	1.88	1.78	1.57	1.51	1.67

KADAR AIR

Berat Tanah Basah + Cawan	gr	54.40	56.10	58.60	63.10	59.60	52.70	38.80	49.40	39.90	38.80
Berat Tanah Kering + Cawan	gr	48.00	49.30	50.40	54.20	47.30	45.10	31.00	40.90	33.60	32.90
Berat Air (Ww)	gr	6.40	6.80	8.20	8.90	12.30	7.60	7.80	8.50	6.30	5.90
Berat Cawan	gr	7.30	7.60	7.40	7.70	9.00	8.70	6.30	9.00	6.80	6.50
Berat Tanah Kering (Wd)	gr	40.70	41.70	43.00	46.50	38.30	36.40	24.70	31.90	26.80	26.40
Kadar Air (w)	%	15.72	16.31	19.07	19.14	32.11	20.88	31.58	26.65	23.51	22.35
Kadar Air Rata-rata	%	16.02	19.10	26.50	29.11	22.93					

Berat Jenis (Gs) = 2.696



$$-0.005800 x^2 + 0.26450 x - 1.4231 \quad Y = -0.005800 x^2 + 0.2645 x + -1.4231$$
$$\text{Kadar air optimum} = 22.80$$
$$\gamma_d \text{ maksimum} = 1.592$$
$$-0.0116 + 0.2645$$

Diperiksa Oleh

Hasarullah, ST
Asisten Lab

Makassar, September 2018

Diujii Oleh :

Muhamad Arham Amir
Mahasiswa



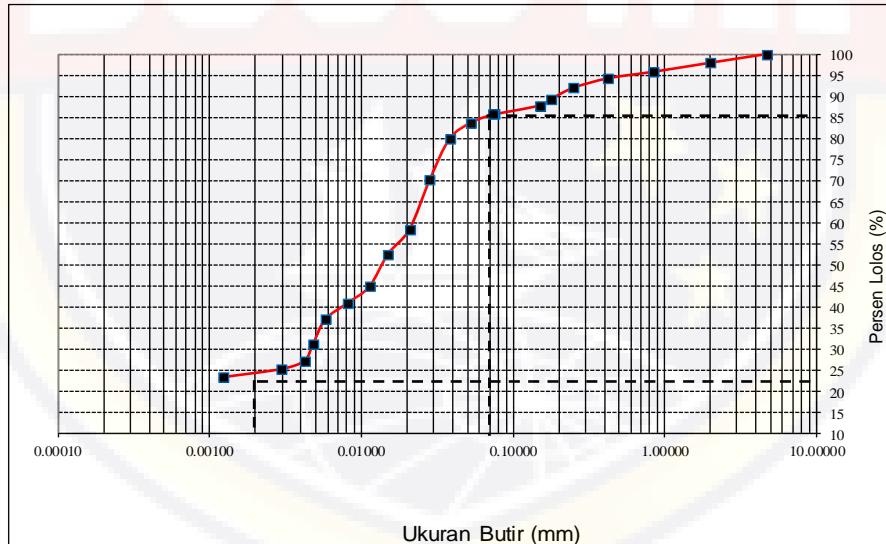
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

Jalan Urip Sumeharjo Km. 6 No. 240 (Tlp/Fak. 0411-245245)

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir (S1)
Lokasi : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Bosowa
Sampel : Tanah Asli
Diuji Oleh : Muh Arham Amir
Tanggal Percobaan : 4 september 2018

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

Waktu (menit)	T (°C)	R	Rcp	% Butiran Halus $\alpha \cdot Rcp / Ws \times 100$ %	Rcl	L (cm)	K	D=K (L/t) ^{0.5}
0.25	28	42	44.1	85.71	43	9.2	0.01225	0.07431
0.5	28	41	43.1	83.76	42	9.4	0.01225	0.05311
1	28	39	41.1	79.87	40	9.7	0.01225	0.03815
2	28	34	36.1	70.14	35	10.6	0.01225	0.02820
4	28	28	30.1	58.47	29	11.5	0.01225	0.02077
8	28	25	27.1	52.63	26	12.0	0.01225	0.01500
15	28	21	23.1	44.85	22	12.7	0.01225	0.01127
30	28	19	21.1	40.96	20	13.0	0.01225	0.00806
60	28	17	19.1	37.07	18	13.3	0.01225	0.00577
90	28	14	16.1	31.23	15	13.8	0.01225	0.00480
120	28	12	14.1	27.34	13	14.2	0.01225	0.00421
240	28	11	13.1	25.39	12	14.3	0.01225	0.00299
1440	28	10	12.1	23.45	11	14.5	0.01225	0.00123



Makassar, September 2018

Diperiksa oleh

Hasrullah ST
Asisten Lab

Diuji Oleh :

Muh Arham Amir
Mahasiswa



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

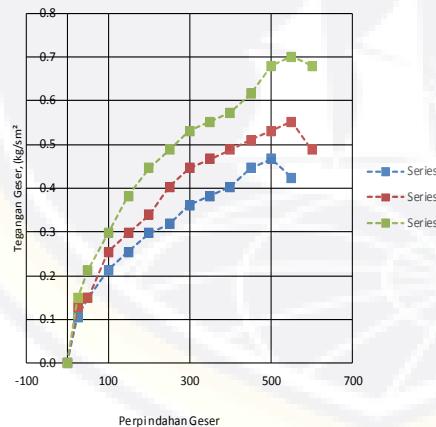
Jalan Urip Sumiharjo Km. 6 No. 240 (Tlp/Fak. 0411-245245)

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Judul : Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar
Tanggal Percobaan : 22 Desember 2019
Sampel : Tanah Asli
Dikerjakan : Muh Arham Amir

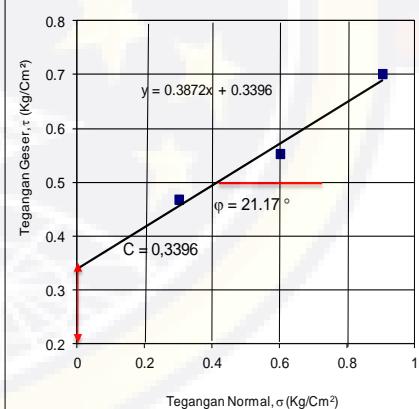
PEMERIKSAAN GESER LANGSUNG ASTM D 3080, AASTHO T236

Gaya Normal	P1 = 10	Kg	P2 = 20	Kg	P3 = 30	Kg
Tegangan Normal	$\sigma_1 = 0.3015$	Kg/cm^2	$\sigma_2 = 0.6030$	Kg/cm^2	$\sigma_3 = 0.90453$	Kg/cm^2
Perpindahan Geser	Pembacaan (Div)	Gaya Geser (Kg)	Tegangan Geser (Kg/cm ²)	Pembacaan (Div)	Gaya Geser (Kg)	Tegangan Geser (Kg/cm ²)
0	0	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000
25	5	3.5200	0.1061	6	4.2240	0.1274
50	7	4.9280	0.1486	7	4.9280	0.1486
100	10	7.0400	0.2123	12	8.4480	0.2547
150	12	8.4480	0.2547	14	9.8560	0.2972
200	14	9.8560	0.2972	16	11.2640	0.3396
250	15	10.5600	0.3184	19	13.3760	0.4033
300	17	11.9680	0.3608	21	14.7840	0.4458
350	18	12.6720	0.3821	22	15.4880	0.4670
400	19	13.3760	0.4033	23	16.1920	0.4882
450	21	14.7840	0.4458	24	16.8960	0.5094
500	22	15.4880	0.4670	25	17.6000	0.5307
550	20	14.0800	0.4245	26	18.3040	0.5519
600				23	16.1920	0.4882
						0.5519
						0.7005
		Tegangan Geser Maks	0.4670			

Grafik Hubungan Perpindahan Geser dan Tegangan Geser



Grafik Hubungan Antara Tegangan Normal dan Tegangan Geser



Makassar, Desember 2018

Diperiksa Oleh :

Hasrullah, ST
Asisten lab

Diuji Oleh : Diuji Oleh :

Muh Arham Amir
Mahasiswa

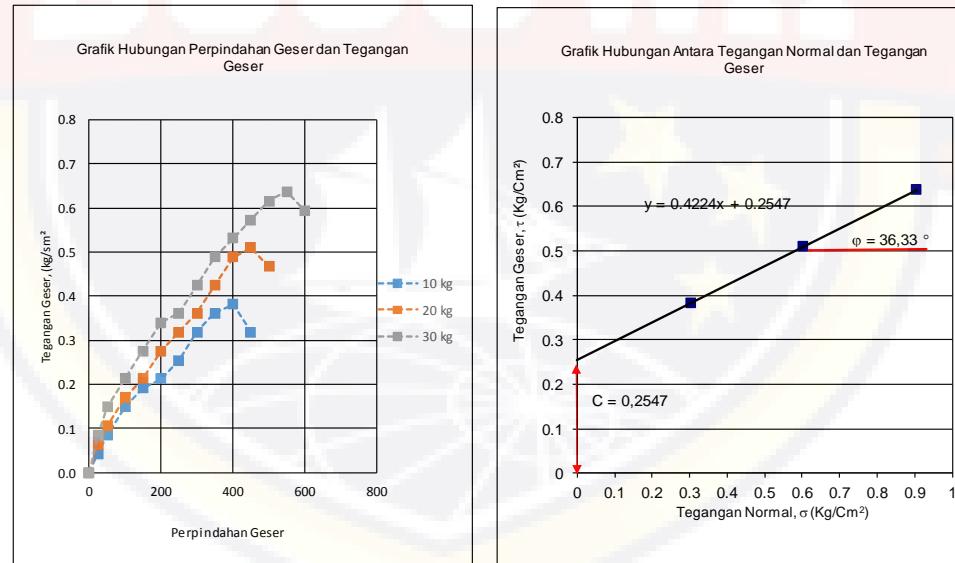


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR
 Jalan Urip Sumoharjo Km. 6 No. 240 (Tlp/Fak. 0411-245245)

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
 Judul : analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
 Tanggal Pengujian : 22 Desember 2018
 Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar
 Sampel : TANAH 90% + ZO 10% + K 0%
 Diuji Oleh : Muh Arham Amir

PEMERIKSAAN GESER LANGSUNG
 (ASTM D 3080, AASTHO T236)

Gaya Normal	P1 = 10 Kg	Tegangan Normal $\sigma_1 = 0.3015 \text{ Kg/cm}^2$	P2 = 20 Kg	Tegangan Normal $\sigma_2 = 0.6030 \text{ Kg/cm}^2$	P3 = 30 Kg	Tegangan Normal $\sigma_3 = 0.90453 \text{ Kg/cm}^2$
Perpindahan Geser	Pembacaan (Div)	Gaya Geser (Kg)	Tegangan Geser (Kg/cm^2)	Pembacaan (Div)	Gaya Geser (Kg)	Tegangan Geser (Kg/cm^2)
0	0	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000
25	2	1.4080	0.0425	3	2.1120	0.0637
50	4	2.8160	0.0849	5	3.5200	0.1061
100	7	4.9280	0.1486	8	5.6320	0.1698
150	9	6.3360	0.1910	10	7.0400	0.2123
200	10	7.0400	0.2123	13	9.1520	0.2759
250	12	8.4480	0.2547	15	10.5600	0.3184
300	15	10.5600	0.3184	17	11.9680	0.3608
350	17	11.9680	0.3608	20	14.0800	0.4245
400	18	12.6720	0.3821	23	16.1920	0.4882
450	15	10.5600	0.3184	24	16.8960	0.5094
500				22	15.4880	0.4670
550						30
600						28
Tegangan Geser Maks		0.3821			0.5094	
						0.6368



Makassar, Desember 2018

Dioeriksa Oleh :

Diuji Oleh:

Hasrullah, ST
Asisten lab

Muh Arham Amir
Mahasiswa

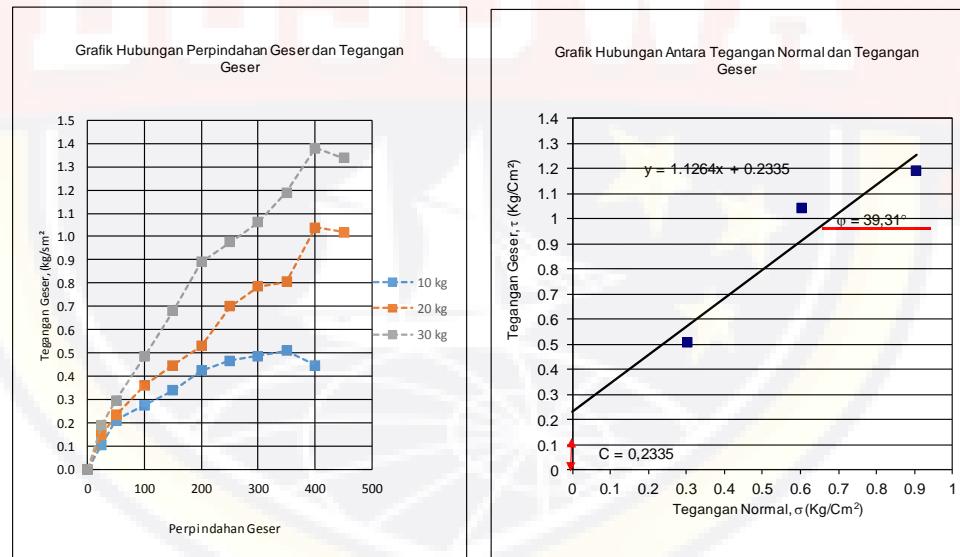


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR
 Jalan Urip Sumoharjo Km. 6 No. 240 (Tlp/Fak. 0411-245245)

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
 Judul : Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
 Tanggal Pengujian : 22 Desember 2018
 Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar
 Sampel : TANAH 90% + ZO 10% + K 6%
 Diuji Oleh : Muh Arham Amir

PEMERIKSAAN GESER LANGSUNG
 (ASTM D 3080, AASTHO T236)

Gaya Normal Tegangan Normal	P1 = $\sigma_1 =$	10 Kg Kg/cm ²	P2 = $\sigma_2 =$	20 Kg Kg/cm ²	P3 = $\sigma_3 =$	30 Kg Kg/cm ²
Perpindahan Geser	Pembacaan (Div)	Gaya Geser (Kg)	Tegangan Geser (Kg/cm ²)	Pembacaan (Div)	Gaya Geser (Kg)	Tegangan Geser (Kg/cm ²)
0	0	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000
25	5	3.5200	0.1061	7	4.9280	0.1486
50	10	7.0400	0.2123	11	7.7440	0.2335
100	13	9.1520	0.2759	17	11.9680	0.3608
150	16	11.2640	0.3396	21	14.7840	0.4458
200	20	14.0800	0.4245	25	17.6000	0.5307
250	22	15.4880	0.4670	33	23.2320	0.7005
300	23	16.1920	0.4882	37	26.0480	0.7854
350	24	16.8960	0.5094	38	26.7520	0.8066
400	21	14.7840	0.4458	49	34.4960	1.0401
450				48	33.7920	1.0189
500				47	33.0880	0.9976
550						
600						
Tegangan Geser Maks		0.5094			1.0401	
						1.1887



Makassar, Desember 2018

Dioeriksa Oleh :

Hasrullah, ST
Asisten lab

Diujil Oleh:

Muh Arham Amir
Mahasiswa



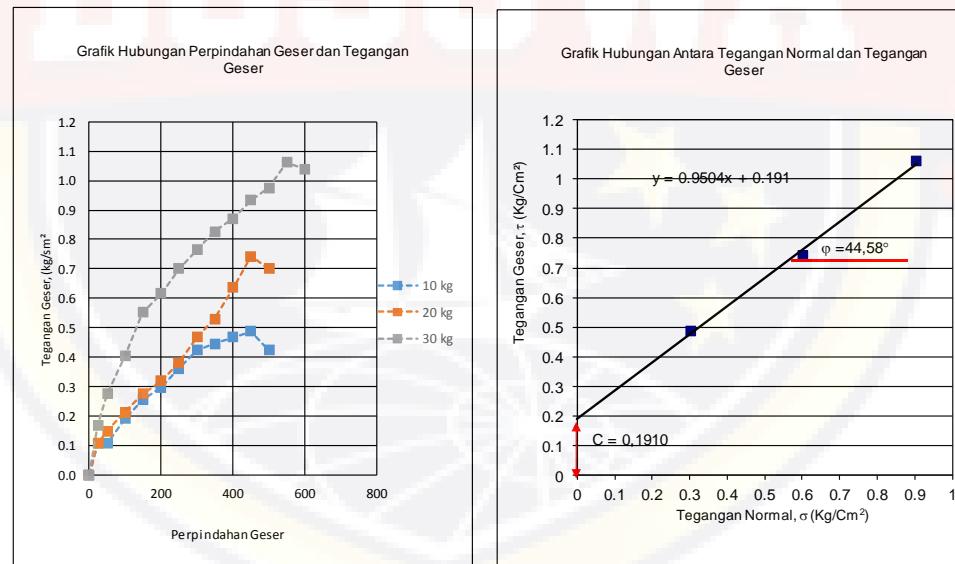
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jalan Urip Sumoharjo Km. 6 No. 240 (Tlp/Fak. 0411-245245)

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
 Judul : Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
 Taggal Pengujian : 22 Desember 2018
 Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar
 Sampel : TANAH 90% + ZO 10% + K 8%
 Diuji Oleh : Muh Arham Amir

PEMERIKSAAN GESER LANGSUNG
 (ASTM D 3080, AASTHO T236)

Gaya Normal	P1 = 10 Kg	P2 = 20 Kg	P3 = 30 Kg
Tegangan Normal	$\sigma_1 = 0.3015 \text{ Kg/cm}^2$	$\sigma_2 = 0.6030 \text{ Kg/cm}^2$	$\sigma_3 = 0.90453 \text{ Kg/cm}^2$
Perpindahan Geser	Pembacaan (Div)	Gaya Geser (Kg)	Tegangan Geser (Kg/cm^2)
0	0	0.0000	0.0000
25	5	3.5200	0.1061
50	5	3.5200	0.1061
100	9	6.3360	0.1910
150	12	8.4480	0.2547
200	14	9.8560	0.2972
250	17	11.9680	0.3608
300	20	14.0800	0.4245
350	21	14.7840	0.4458
400	22	15.4880	0.4670
450	23	16.1920	0.4882
500	20	14.0800	0.4245
550			
600			
Tegangan Geser Maks	0.4882	0.7429	1.0613



Makassar, Desember 2018

Dioeriksa Oleh :

Hasrullah, ST
 Asisten lab

Diuji Oleh:

Muh Arham Amir
 Mahasiswa

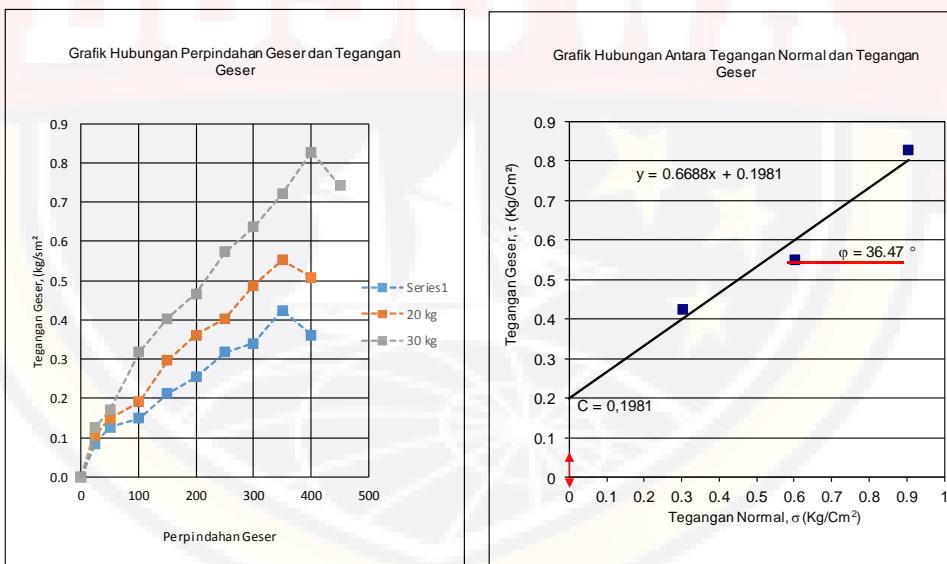


LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR
Jalan Urip Sumoharjo Km. 6 No. 240 (Tlp/Fak. 0411-245245)

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Judul : Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Tanggal Pengujian : 22 Desember 2018
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar
Sampel : TANAH 90% + ZO 10% + K 10%
Diuji Oleh : Muh Arham Amir

PEMERIKSAAN GESER LANGSUNG
(ASTM D 3080, AASTHO T236)

Gaya Normal	P1 = 10 Kg	P2 = 20 Kg	P3 = 30 Kg
Tegangan Normal	$\sigma_1 = 0.3015 \text{ Kg/cm}^2$	$\sigma_2 = 0.6030 \text{ Kg/cm}^2$	$\sigma_3 = 0.90453 \text{ Kg/cm}^2$
Perpindahan Geser	Pembacaan (Div)	Gaya Geser (Kg)	Tegangan Geser (Kg/cm ²)
0	0	0.0000	0.0000
25	4	2.8160	0.0849
50	6	4.2240	0.1274
100	7	4.9280	0.1486
150	10	7.0400	0.2123
200	12	8.4480	0.2547
250	15	10.5600	0.3184
300	16	11.2640	0.3396
350	20	14.0800	0.4245
400	17	11.9680	0.3608
450			
500			
550			
600			
Tegangan Geser Maks		0.4245	0.5519
			0.8278



Makassar, Desember 2018

Dioeriksa Oleh :

Hasrullah, ST
Asisten lab

Diuji Oleh:

Muh Arham Amir
Mahasiswa



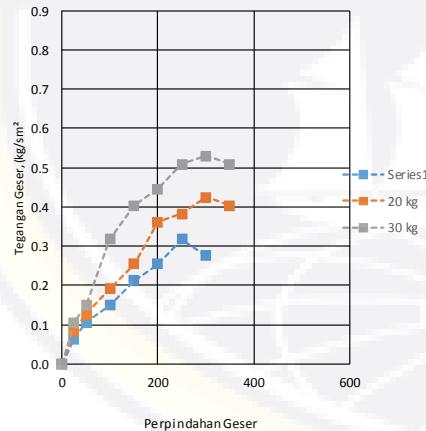
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR
Jalan Urip Sumoharjo Km. 6 No. 240 (Tlp/Fak. 0411-245245)

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Judul : Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Tanggal Pengujian : 22 Desember 2018
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar
Sampel : TANAH 90% + ZO 10% + K 12%
Diuji Oleh : Muh Arham Amir

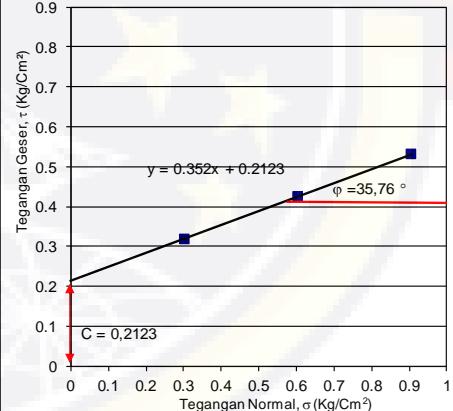
PEMERIKSAAN GESER LANGSUNG
(ASTM D 3080, AASTHO T236)

Gaya Normal	P1 = 10 Kg	P2 = 20 Kg	P3 = 30 Kg
Tegangan Normal	$\sigma_1 = 0.3015 \text{ Kg/cm}^2$	$\sigma_2 = 0.6030 \text{ Kg/cm}^2$	$\sigma_3 = 0.90453 \text{ Kg/cm}^2$
Perpindahan Geser	Pembacaan (Div)	Gaya Geser (Kg)	Tegangan Geser (Kg/cm^2)
0	0	0.0000	0.0000
25	3	2.1120	0.0637
50	5	3.5200	0.1061
100	7	4.9280	0.1486
150	10	7.0400	0.2123
200	12	8.4480	0.2547
250	15	10.5600	0.3184
300	13	9.1520	0.2759
350			19
400			13.3760
450			0.4033
500			21
550			14.7840
600			24
Tegangan Geser Maks		0.3184	0.4245
			0.5307

Grafik Hubungan Perpindahan Geser dan Tegangan Geser



Grafik Hubungan Antara Tegangan Normal dan Tegangan Geser



Makassar, Desember 2018

Dioeriksa Oleh :

Hasrullah, ST
Asisten lab

Diuji Oleh:

Muh Arham Amir
Mahasiswa



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jalan Urip Sumeirjo Km. 6 No. 240 (Tlp/Fak. 0411-245245)

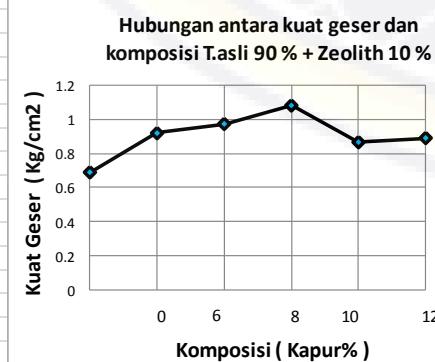
Pekerjaan	:	Penelitian Tugas Akhir
Judul	:	Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Lokasi	:	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar
Tanggal Percobaan	:	22 Desember 2019
Sampel	:	Tanah Asli
Dikerjakan	:	Muh Arham Amir

GRAFIK GABUNGAN KUAT GESER LANGSUNG

SNI 03-3420-1994/ASTM D 3080 - 90

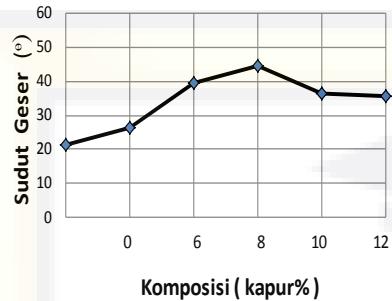
Kedalaman Sampel	:	0	m
Dimensi Sampel	:	6.41	cm
Kalibrasi Proving Ring	:	0.704	kg/div
Tinggi Sampel	:	2	cm
Luas Sampel	:	32.2705	cm ²
Benda Uji	:	Tanah Normal Dan Variasi	

Benda Uji	Tanah Normal			Benda Uji	Tanah 90%, ZO 10%, K 0%		
	1	2	3		1	2	3
No. Pengujian	10 kg	20 kg	30 kg	Gaya Normal (P)	10 kg	20 kg	30 kg
Tengangan Normal (σ)	0.3015	0.6030	0.9045	Tengangan Geser (τ)	0.3015	0.6030	0.9045
Tengangan Geser (τ)	0.4670	0.5519	0.7005	Sudut Geser (θ)	21.17	Sudut Geser (θ)	26.33
Sudut Geser (θ)				Kohesi (c)	0.3396	Kohesi (c)	0.2547
Kohesi (c)				Kuat Geser	0.6899	Kuat Geser	0.9198
Benda Uji	Tanah 90%, ZO 10%, K 6%			Benda Uji	Tanah 90%, ZO 10%, K 8%		
	1	2	3		1	2	3
No. Pengujian	10 kg	20 kg	30 kg	Gaya Normal (P)	10 kg	20 kg	30 kg
Tengangan Normal (σ)	0.3015	0.6030	0.9045	Tengangan Geser (τ)	0.3015	0.6030	0.9045
Tengangan Geser (τ)	0.5094	1.0401	1.1887	Sudut Geser (θ)	44.58		
Sudut Geser (θ)				Kohesi (c)	0.2355	Kohesi (c)	0.191
Kohesi (c)				Kuat Geser	0.9742	Kuat Geser	1.0825
Benda Uji	Tanah 70%, ZO 10%, K 10%			Benda Uji	Tanah 70%, ZO 10%, K 12%		
	1	2	3		1	2	3
No. Pengujian	10 kg	20 kg	30 kg	Gaya Normal (P)	10 kg	20 kg	30 kg
Tengangan Normal (σ)	0.3015	0.6030	0.9045	Tengangan Geser (τ)	0.3015	0.6030	0.9045
Tengangan Geser (τ)	0.4245	0.5519	0.8278	Sudut Geser (θ)	36.47	Sudut Geser (θ)	35.78
Sudut Geser (θ)				Kohesi (c)	0.1981	Kohesi (c)	0.2123
Kohesi (c)				Kuat Geser	0.8667	Kuat Geser	0.8913

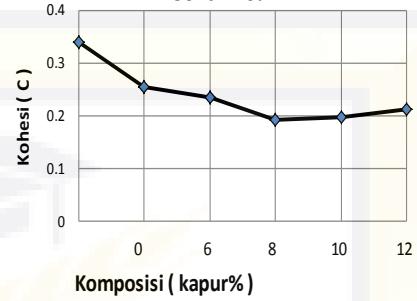


KOMPOSISI	KUAT GESER
Tanah Normal	0.6899
Tanah 90%, ZO 10%, K 0%	0.9198
Tanah 90%, ZO 10%, K 6%	0.9742
Tanah 90%, ZO 10%, K 8%	1.0825
Tanah 70%, ZO 10%, K 10%	0.8667
Tanah 70%, ZO 10%, K 12%	0.8913

Hubungan antara sudut geser dengan Komposisi T.asli 90% + zeolith 10%



Hubungan Antara Kohesi (C) dengan Kompos isi T.asli 90% + Zeolith 10%



KOMPOSISI	SUDUT GESEN
Tanah Normal	21.17
Tanah 90%, ZO 10%, K 0%	26.33
Tanah 90%, ZO 10%, K 6%	39.31
Tanah 90%, ZO 10%, K 8%	44.58
Tanah 70%, ZO 10%, K 10%	36.47
Tanah 70%, ZO 10%, K 12%	35.78

KOMPOSISI	KOHESI (C)
Tanah Normal	0.3396
Tanah 90%, ZO 10%, K 0%	0.2547
Tanah 90%, ZO 10%, K 6%	0.2355
Tanah 90%, ZO 10%, K 8%	0.191
Tanah 70%, ZO 10%, K 10%	0.1981
Tanah 70%, ZO 10%, K 12%	0.2123

Diperiksa Oleh :
Asisten Laboratorium Mekanika tanah

Hasrullah, ST

Makassar, Desember 2018

Diuji Oleh :
Mahasiswa

Muhamarhamam Amir



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

Jalan Urip Sumeharjo Km. 6 No. 240 (Tlp/Fak. 0411-245245)

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Judul : Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Sampel : Tabel gabungan
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar
Tanggal Percobaan : 22 Desember 2019
Dikerjakan : Muh Arham Amir

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST) TANAH LEMPUNG EKSPANSIF +ZEOLITH + KAPUR

NO	PERENTASE CAMPURAN	NAMA SAMPEL	BERAT SAMPEL (gr)		BERAT AIR (gram)	KADAR AIR (%)	UJI KUAT TEKAN qu (Kg/Cm ²)	qu Rata - Rata (Kg/Cm ²)
			Basah	Kering				
1	<i>TANAH ASLI</i>	S1	321.30	255.80	65.500	65.750	25.606	0.223
		S2	322.60	256.60	66.000		25.721	
2	<i>Tanah 90%+ ZO 10 % + K 0%</i>	S1	336.90	270.30	66.600	61.333	24.639	0.517
		S2	344.50	288.80	55.700		19.287	
		S3	330.50	268.80	61.700		22.954	
3	<i>Tanah + ZO 10 % + K6%</i>	S1	301.60	240.00	61.600	54.967	25.667	0.591
		S2	297.80	249.30	48.500		19.454	
		S3	291.3	236.5	54.800		23.1712	
4	<i>Tanah + ZO 10 % + K8 %</i>	S1	285.90	223.10	62.800	50.333	28.149	0.739
		S2	291.70	238.70	53.000		22.204	
		S3	310.10	274.90	35.200		12.805	
5	<i>Tanah + ZO 10% + K 10 %</i>	S1	271.70	226.10	45.600	48.400	20.168	0.339
		S2	280.30	229.60	50.700		22.082	
		S3	279.90	231.00	48.900		21.140	
6	<i>Tanah + ZO 10 % + K 12 %</i>	S1	283.90	230.20	53.700	60.033	23.328	0.303
		S2	293.10	234.60	58.500		24.936	
		S3	307.50	239.60	67.900		28.339	

Makassar, Desember 2018

Diperiksa Oleh

Hasrullah, ST
Asisten Lab

Diuji Oleh :

Muh Arham Amir
Mahasiswa



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

Proyek	: Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi	: Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Judul	: Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Sampel	: Tanah Asli
Tanggal	: 21 Desember 2018
Dikerjakan Oleh	: Muh arham amir

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)

SNI 3638-2012

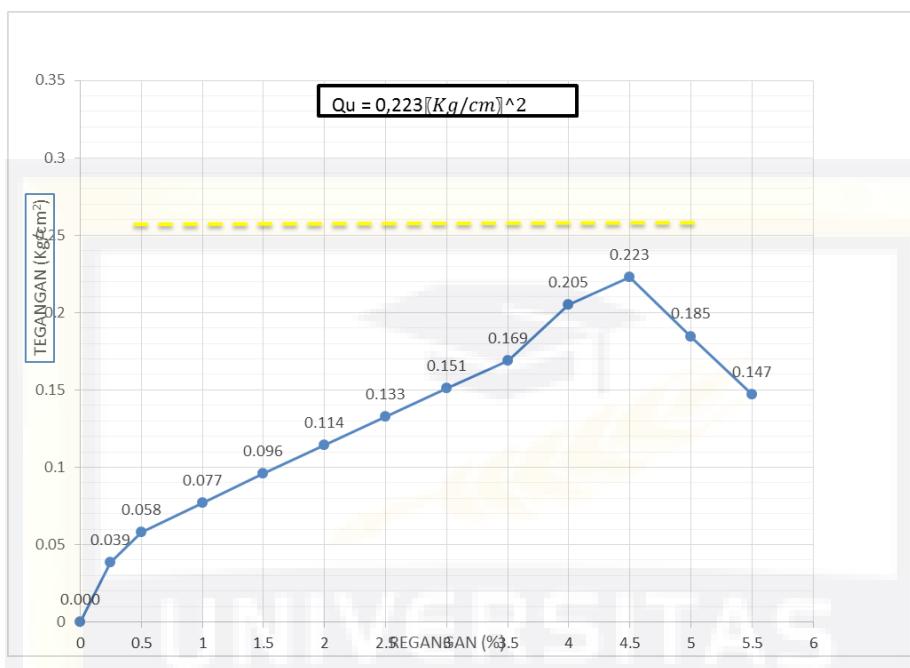
TANAH ASLI	
Data 1 :	
Angka Kalibrasi alat (K)	= 0.703
Diameter contoh	= 4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	= 10.000 cm
Luas Contoh (A)	= 18.086 cm ²
Isi Contoh	= 180.86 cm ³
Berat Contoh	= 1000.000 gr
Berat Isi Contoh	= 321.300 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	= 255.800 gr
Berat Air	= 65.500 gr
Kadar Air Contoh	= 25.606 %

pembacaan n deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon = (\delta H / H_0) (%)$	Gaya dan Tegangan Aksial			
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas $A = A_0 / (1 - \delta h / h_0) \text{ (cm}^2\text{)}$	Tegangan Aksial $\sigma = P/A \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	1.0	0.70	18.132	0.039
0.5	0.50	1.5	1.05	18.177	0.058
1.0	1.00	2.0	1.41	18.269	0.077
1.5	1.50	2.5	1.76	18.362	0.096
2.0	2.00	3.0	2.11	18.456	0.114
2.5	2.50	3.5	2.46	18.550	0.133
3.0	3.00	4.0	2.81	18.646	0.151
3.5	3.50	4.5	3.16	18.742	0.169
4.0	4.00	5.5	3.87	18.840	0.205
4.5	4.50	6.0	4.22	18.939	0.223
5.0	5.00	5.0	3.52	19.038	0.185
5.5	5.50	4.0	2.81	19.139	0.147

$$Qu = 0.223 \text{ Kg/cm}^2$$

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

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





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

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

Proyek	: Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi	: Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Judul	: Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Sampel	: Tanah Asli
Tanggal	: 21 Desember 2018
Dikerjakan Oleh	: Muh arham amir

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)

SNI 3638-2012

TANAH ASLI

Data 2 :

Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.86 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	322.600 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	256.600 gr
Berat Air	=	66.000 gr
Kadar Air Contoh	=	25.721 %

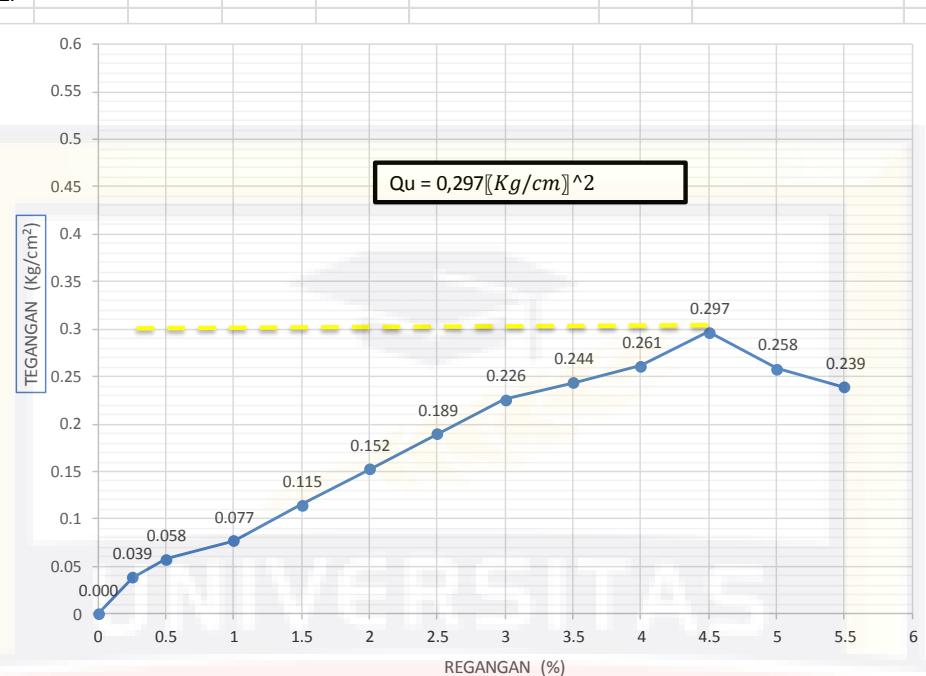
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $e=(\delta H/H_0) (%)$	Gaya dan Tegangan Aksial			
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1- $\delta h/h_0$) (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	1.0	0.70	18.132	0.039
0.5	0.50	1.5	1.05	18.177	0.058
1.0	1.00	2.0	1.41	18.269	0.077
1.5	1.50	3.0	2.11	18.362	0.115
2.0	2.00	4.0	2.81	18.456	0.152
2.5	2.50	5.0	3.52	18.550	0.189
3.0	3.00	6.0	4.22	18.646	0.226
3.5	3.50	6.5	4.57	18.742	0.244
4.0	4.00	7.0	4.92	18.840	0.261
4.5	4.50	8.0	5.62	18.939	0.297
5.0	5.00	7.0	4.92	19.038	0.258
5.5	5.50	6.5	4.57	19.139	0.239

Qu = 0.297 Kg/cm²

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

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

DATA 2:





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

Proyek	: Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi	: Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Judul	: Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Sampel	: Tanah Asli
Tanggal	: 21 Desember 2018
Dikerjakan Oleh	: Muh arham amir

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)

SNI 3638-2012

TANAH ASLI

Data Gabungan :

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	=	321.950	gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	256.200	gr
Berat Air	=	65.750	gr
Kadar Air Contoh	=	25.663	%

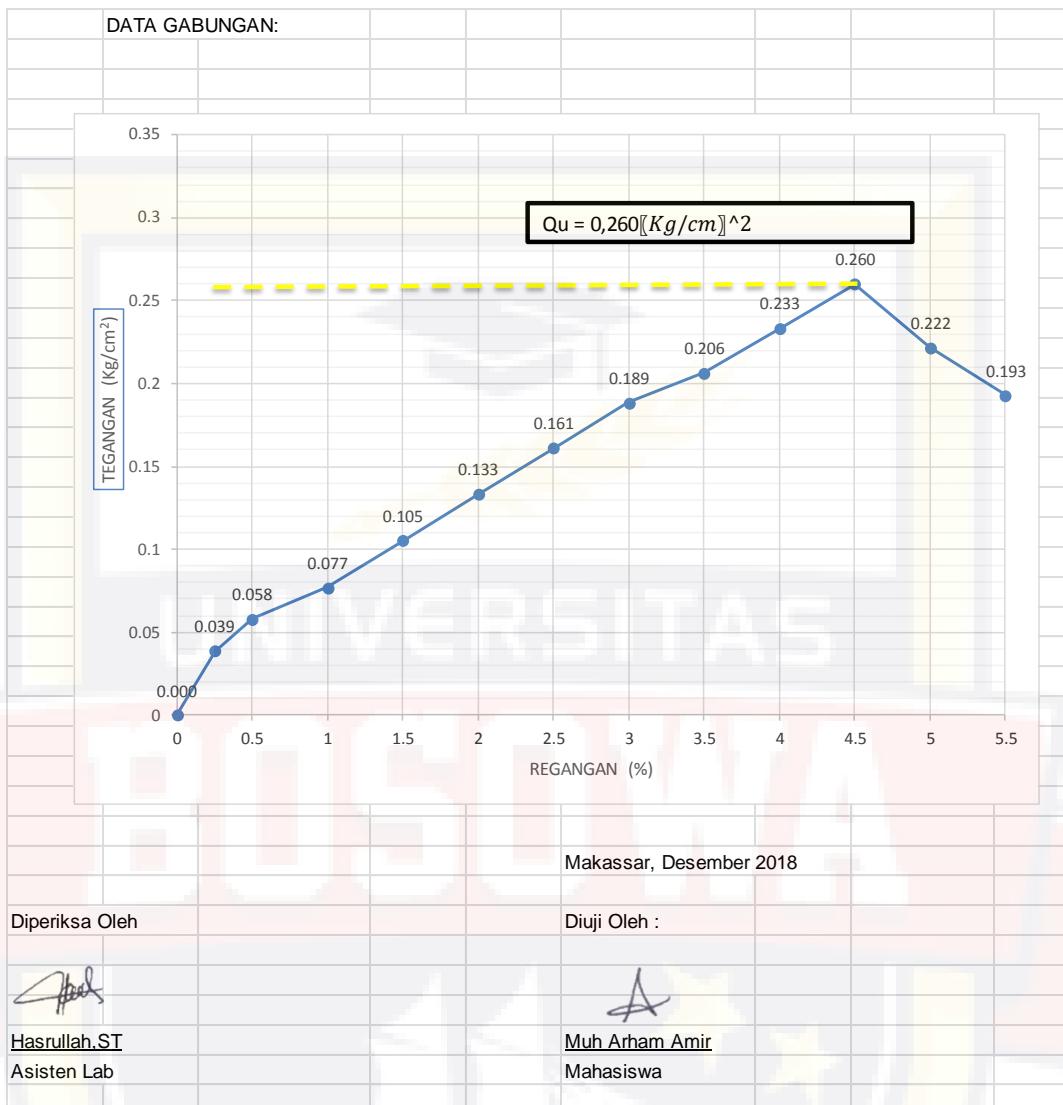
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon = (\delta H/H_0)$ (%)	Gaya dan Tegangan Aksial			
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1- $\delta h/h_0$) (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.0	18.1	0.000
0.25	0.25	1.0	0.7	18.1	0.039
0.5	0.50	1.5	1.1	18.2	0.058
1.0	1.00	2.0	1.4	18.3	0.077
1.5	1.50	2.8	1.9	18.4	0.105
2.0	2.00	3.5	2.5	18.5	0.133
2.5	2.50	4.3	3.0	18.6	0.161
3.0	3.00	5.0	3.5	18.6	0.189
3.5	3.50	5.5	3.9	18.7	0.206
4.0	4.00	6.3	4.4	18.8	0.233
4.5	4.50	7.0	4.9	18.9	0.260
5.0	5.00	6.0	4.2	19.0	0.222
5.5	5.50	5.3	3.7	19.1	0.193

Qu = 0.260 Kg/cm²

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung

dari Test Unconfined Compression

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





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

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

Pekerjaan	: Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi	: Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Judul	: Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Tanggal	: 21 Desember 2018
Dikerjakan Oleh	: Muh arham amir

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)

SNI 3638-2012

Tanah 90% + zeolith 10%+kapur 0%

Data 1 :

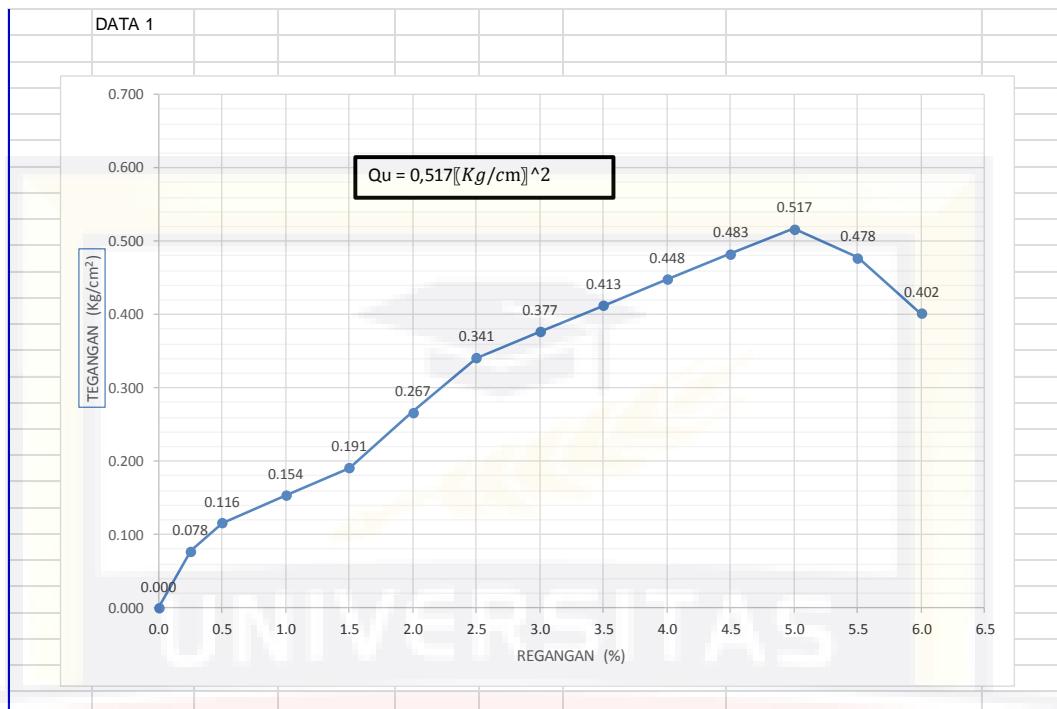
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.86 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	336.900 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	270.300 gr
Berat Air	=	66.600 gr
Kadar Air Contoh	=	24.639 %

pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon = (\delta H/H_0) (%)$	Gaya dan Tegangan Aksial			
		Gaya Aksial	Tegangan Aksial		
Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1- $\delta h/h_0$) (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)		
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.132	0.078
0.5	0.50	3.0	2.11	18.177	0.116
1.0	1.00	4.0	2.81	18.269	0.154
1.5	1.50	5.0	3.52	18.362	0.191
2.0	2.00	7.0	4.92	18.456	0.267
2.5	2.50	9.0	6.33	18.550	0.341
3.0	3.00	10.0	7.03	18.646	0.377
3.5	3.50	11.0	7.73	18.742	0.413
4.0	4.00	12.0	8.44	18.840	0.448
4.5	4.50	13.0	9.14	18.939	0.483
5.0	5.00	14.0	9.84	19.038	0.517
5.5	5.50	13.0	9.14	19.139	0.478
6.0	6.00	11.0	7.73	19.241	0.402

Qu = 0.517 Kg/cm²

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

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





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

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

Pekerjaan	: Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi	: Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Judul	: Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Tanggal	: 21 Desember 2018
Dikerjakan Oleh	: Muh arham amir

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)

SNI 3638-2012

Tanah 90% + zeolith 10%+kapur 0%

Data 2 :

Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.86 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	344.500 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	288.800 gr
Berat Air	=	55.700 gr
Kadar Air Contoh	=	19.287 %

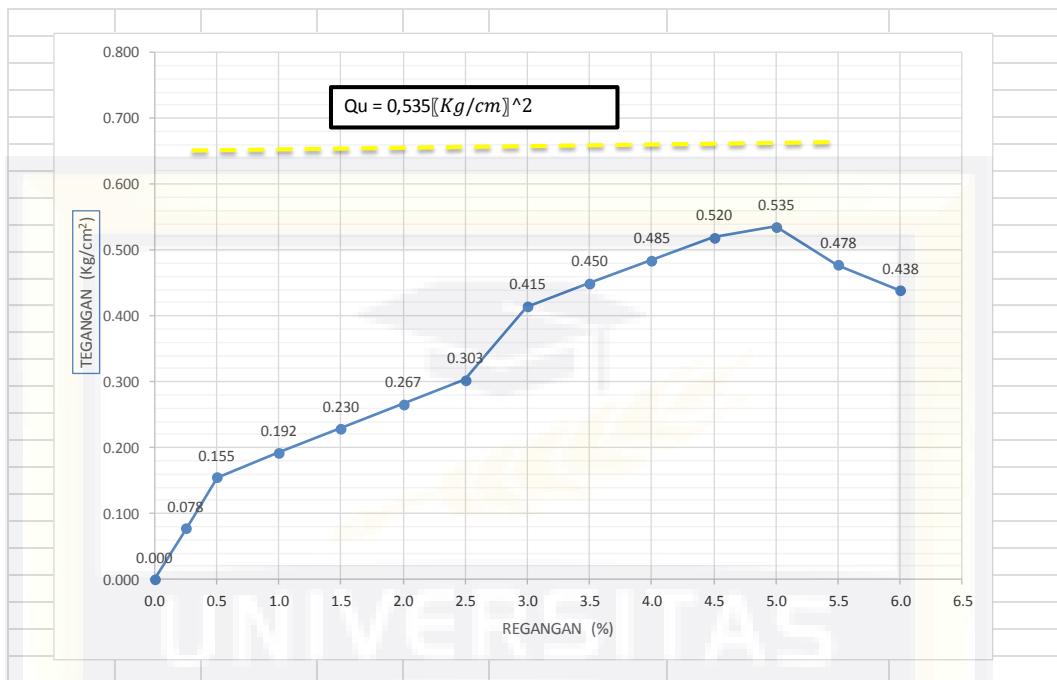
Deformasi Aksial		Gaya dan Tegangan Aksial			
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon = (\delta H / H_0) (%)$	Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=A ₀ /(1- $\delta H / H_0$) (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.132	0.078
0.5	0.50	4.0	2.81	18.177	0.155
1.0	1.00	5.0	3.52	18.269	0.192
1.5	1.50	6.0	4.22	18.362	0.230
2.0	2.00	7.0	4.92	18.456	0.267
2.5	2.50	8.0	5.62	18.550	0.303
3.0	3.00	11.0	7.73	18.646	0.415
3.5	3.50	12.0	8.44	18.742	0.450
4.0	4.00	13.0	9.14	18.840	0.485
4.5	4.50	14.0	9.84	18.939	0.520
5.0	5.00	14.5	10.19	19.038	0.535
5.5	5.50	13.0	9.14	19.139	0.478
6.0	6.00	12.0	8.44	19.241	0.438

Qu = 0.535 Kg/cm²

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung

dari Test Unconfined Compression

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





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

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

Pekerjaan	: Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi	: Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Judul	: Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Tanggal	: 21 Desember 2018
Dikerjakan Oleh	: Muh arham amir

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)

SNI 3638-2012

Tanah 90% + zeolith 10%+kapur 0%

Data 3:

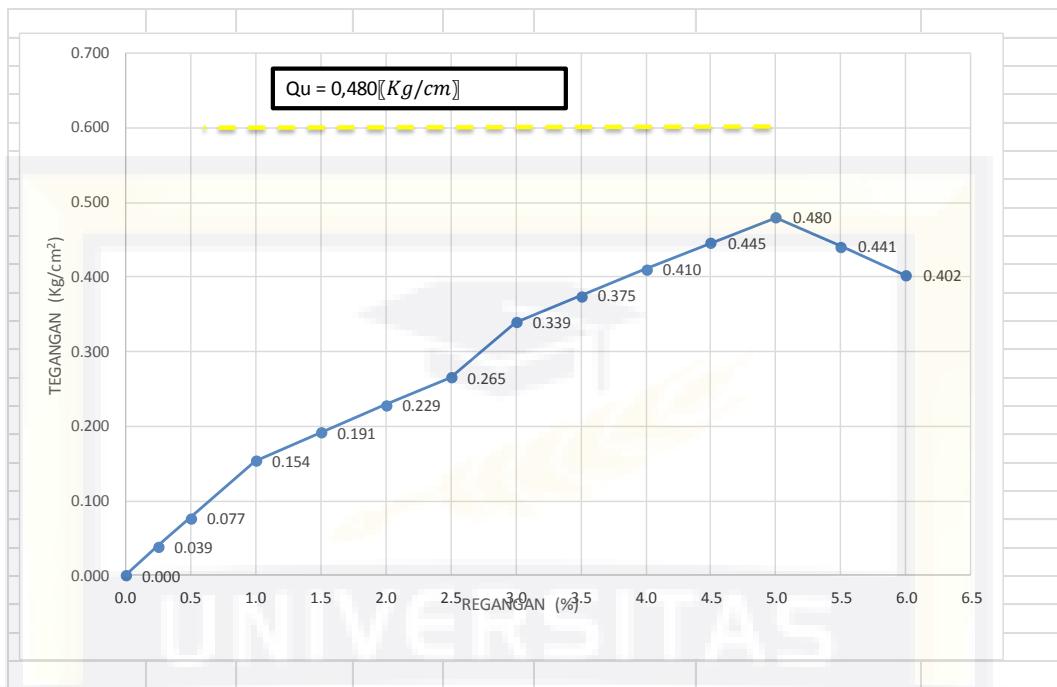
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.86 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	330.500 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	268.800 gr
Berat Air	=	61.700 gr
Kadar Air Contoh	=	22.954 %

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	0.0	18.086	0.000
0.25	0.25	1.0	0.7	18.132	0.039
0.5	0.50	2.0	1.4	18.177	0.077
1.0	1.00	4.0	2.8	18.269	0.154
1.5	1.50	5.0	3.5	18.362	0.191
2.0	2.00	6.0	4.2	18.456	0.229
2.5	2.50	7.0	4.9	18.550	0.265
3.0	3.00	9.0	6.3	18.646	0.339
3.5	3.50	10.0	7.0	18.742	0.375
4.0	4.00	11.0	7.7	18.840	0.410
4.5	4.50	12.0	8.4	18.939	0.445
5.0	5.00	13.0	9.1	19.038	0.480
5.5	5.50	12.0	8.4	19.139	0.441
6.0	6.00	11.0	7.7	19.241	0.402

Qu = 0.480

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

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





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

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

Pekerjaan	: Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi	: Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bos
Judul	: Analisi kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Tanggal	: 21 Desember 2018
Dikerjakan Oleh	: Muh arham amir

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)

SNI 3638-2012

Tanah 90% + zeolith 10%+kapur 0%

DATA GABUNGAN :

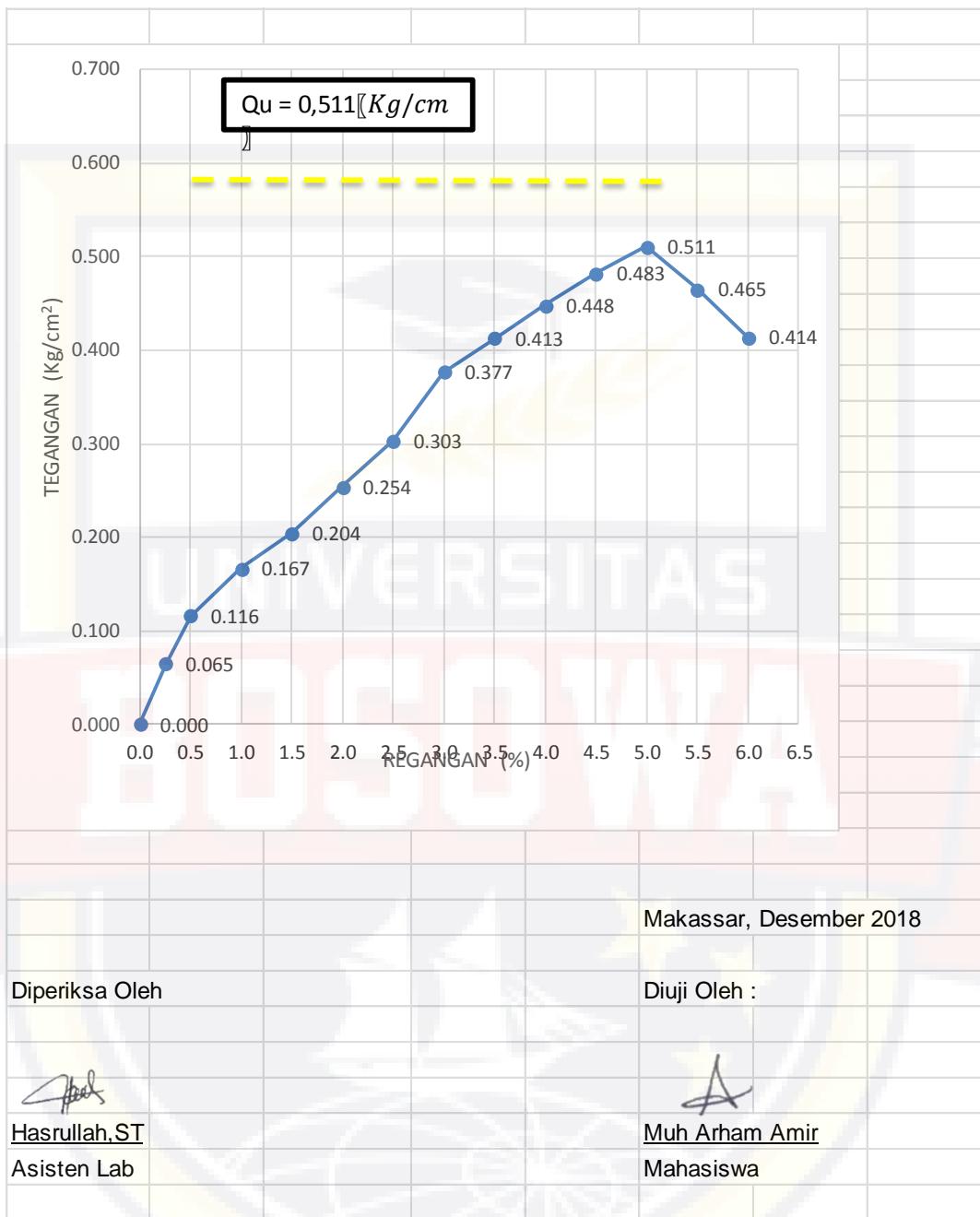
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.86 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	255.500 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	196.500 gr
Berat Air	=	61.333 gr
Kadar Air Contoh	=	22.293 %

pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon = (\delta H / H_0) (%)$	Gaya dan Tegangan Aksial			
		Gaya Aksial	Tegangan Aksial		
Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1-δh/h0)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)		
0.0	0.00	0.0	0.0	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.2	18.132	0.065
0.5	0.50	3.0	2.1	18.177	0.116
1.0	1.00	4.3	3.0	18.269	0.167
1.5	1.50	5.3	3.7	18.362	0.204
2.0	2.00	7.0	4.7	18.456	0.254
2.5	2.50	8.0	5.6	18.550	0.303
3.0	3.00	10.0	7.0	18.646	0.377
3.5	3.50	11.0	7.7	18.742	0.413
4.0	4.00	12.0	8.4	18.840	0.448
4.5	4.50	13.0	9.1	18.939	0.483
5.0	5.00	13.8	9.7	19.038	0.511
5.5	5.50	12.7	8.9	19.139	0.465
6.0	6.00	11.3	8.0	19.241	0.414
Qu	= 0.511				

Hubungan antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung

dari Test Unconfined Compression

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





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

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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Judul : Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Tanggal : 21 Desember 2018
Dikerjakan Oleh : Muh arham amir

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

Tanah 90% + zeolith 10%+kapur 6%

Data 1 :

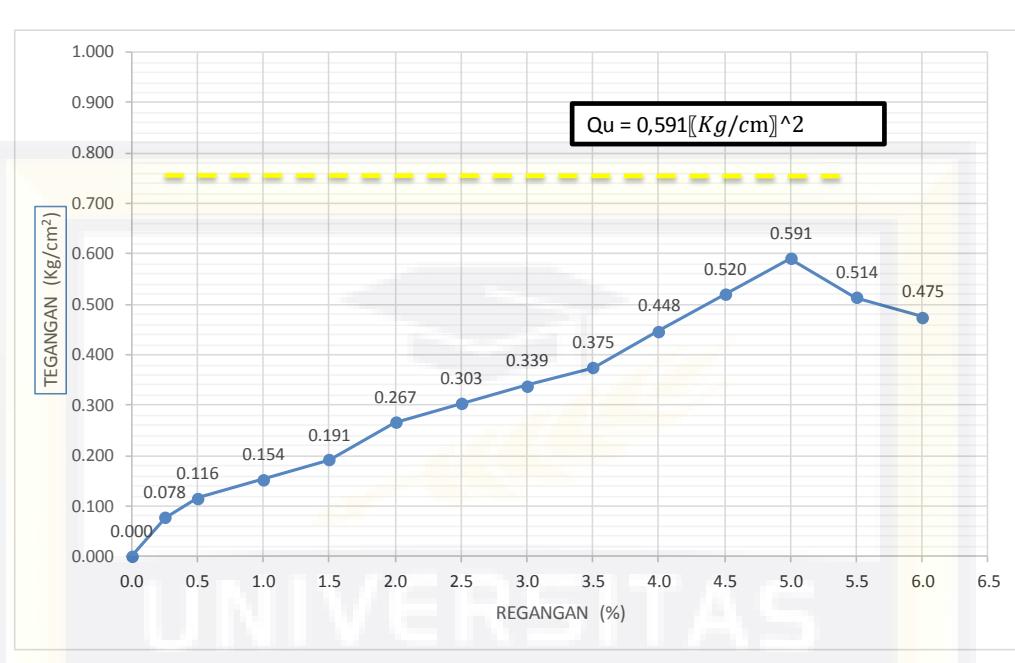
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.86 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	301.600 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	240.000 gr
Berat Air	=	61.600 gr
Kadar Air Contoh	=	25.667 %

pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon = (\delta H / H_0) (%)$	Gaya dan Tegangan Aksial			
		Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas $A = A_0 / (1 - \delta h / h_0)$ (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.132	0.078
0.5	0.50	3.0	2.11	18.177	0.116
1.0	1.00	4.0	2.81	18.269	0.154
1.5	1.50	5.0	3.52	18.362	0.191
2.0	2.00	7.0	4.92	18.456	0.267
2.5	2.50	8.0	5.62	18.550	0.303
3.0	3.00	9.0	6.33	18.646	0.339
3.5	3.50	10.0	7.03	18.742	0.375
4.0	4.00	12.0	8.44	18.840	0.448
4.5	4.50	14.0	9.84	18.939	0.520
5.0	5.00	16.0	11.25	19.038	0.591
5.5	5.50	14.0	9.84	19.139	0.514
6.0	6.00	13.0	9.14	19.241	0.475

$$Qu = 0.591 \text{ Kg/cm}^2$$

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

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





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

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

Pekerjaan	: Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi	: Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Judul	: Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Tanggal	: 21 Desember 2018
Dikerjakan Oleh	: Muh arham amir

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

Tanah 90% + zeolith 10%+kapur 6%

Data 2 :

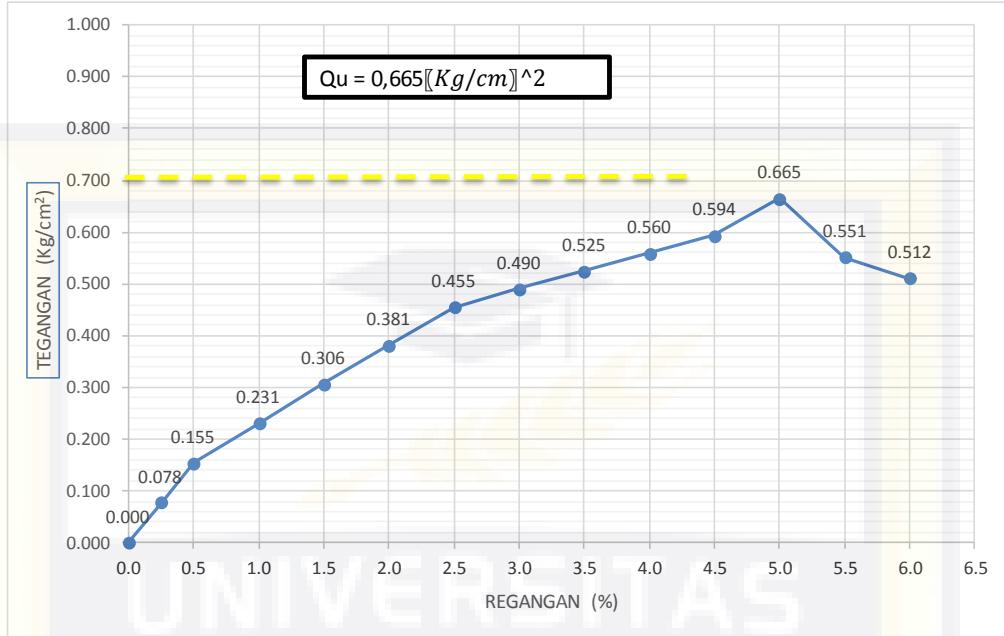
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.86 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	297.800 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	249.300 gr
Berat Air	=	48.500 gr
Kadar Air Contoh	=	19.454 %

pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon = (\delta H / H_0) (%)$	Gaya dan Tegangan Aksial			
		Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1- $\delta h/h_0$) (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.132	0.078
0.5	0.50	4.0	2.81	18.177	0.155
1.0	1.00	6.0	4.22	18.269	0.231
1.5	1.50	8.0	5.62	18.362	0.306
2.0	2.00	10.0	7.03	18.456	0.381
2.5	2.50	12.0	8.44	18.550	0.455
3.0	3.00	13.0	9.14	18.646	0.490
3.5	3.50	14.0	9.84	18.742	0.525
4.0	4.00	15.0	10.55	18.840	0.560
4.5	4.50	16.0	11.25	18.939	0.594
5.0	5.00	18.0	12.65	19.038	0.665
5.5	5.50	15.0	10.55	19.139	0.551
6.0	6.00	14.0	9.84	19.241	0.512

$$Qu = 0.665 \text{ Kg/cm}^2$$

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

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



BOSUNWA



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

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

Pekerjaan	:	Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi	:	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Judul	:	Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Tanggal	:	21 Desember 2018
Dikerjakan Oleh	:	Muh arham amir

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

Tanah 90% + zeolith 10%+kapur 6%

Data 3:

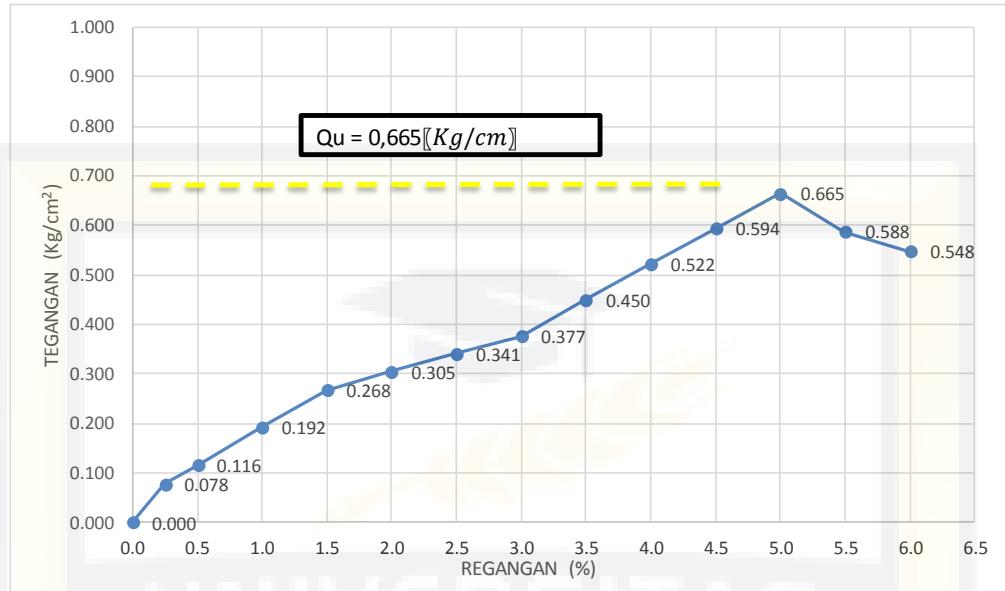
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.86 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	291.300 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	236.500 gr
Berat Air	=	54.800 gr
Kadar Air Contoh	=	23.171 %

pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon = (\delta H/H_0) (%)$	Gaya dan Tegangan Aksial			
		Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1- $\delta h/h_0$) (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.0	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.4	18.132	0.078
0.5	0.50	3.0	2.1	18.177	0.116
1.0	1.00	5.0	3.5	18.269	0.192
1.5	1.50	7.0	4.9	18.362	0.268
2.0	2.00	8.0	5.6	18.456	0.305
2.5	2.50	9.0	6.3	18.550	0.341
3.0	3.00	10.0	7.0	18.646	0.377
3.5	3.50	12.0	8.4	18.742	0.450
4.0	4.00	14.0	9.8	18.840	0.522
4.5	4.50	16.0	11.2	18.939	0.594
5.0	5.00	18.0	12.7	19.038	0.665
5.5	5.50	16.0	11.2	19.139	0.588
6.0	6.00	15.0	10.5	19.241	0.548

$$Qu = 0.665$$

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

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







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

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

Pekerjaan	: Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi	: Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Judul	: Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Tanggal	: 21 Desember 2018
Dikerjakan Oleh	: Muh arham amir

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

Tanah 90% + zeolith 10%+kapur 6%

DATA GABUNGAN :

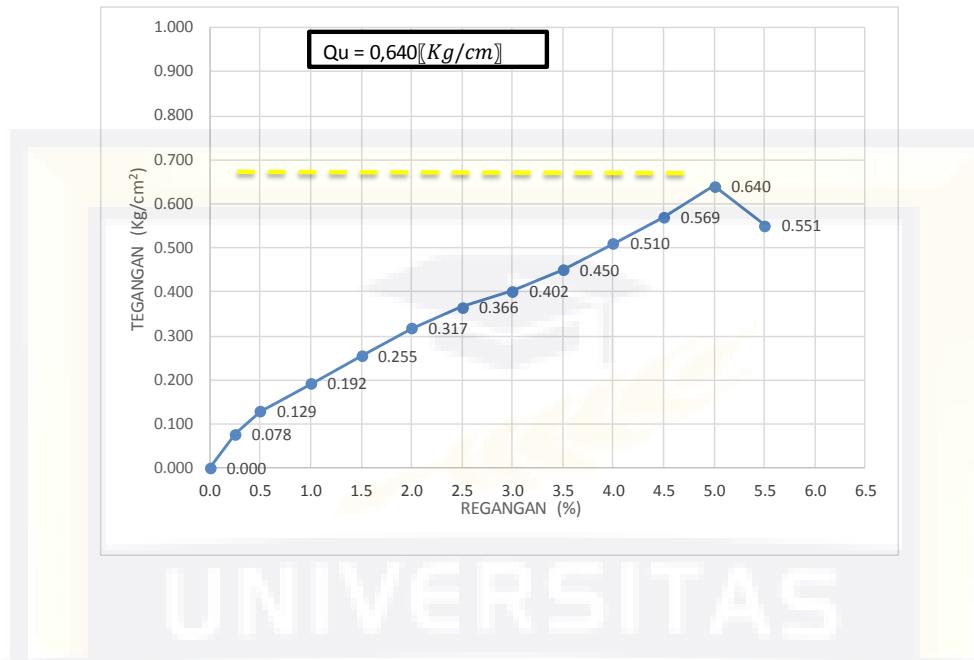
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.86 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	291.300 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	236.500 gr
Berat Air	=	54.967 gr
Kadar Air Contoh	=	22.764 %

pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon = (\delta H / H_0) (%)$	Gaya dan Tegangan Aksial			
		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	0.0	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.4	18.132	0.078
0.5	0.50	3.3	2.3	18.177	0.129
1.0	1.00	5.0	3.5	18.269	0.192
1.5	1.50	6.7	4.7	18.362	0.255
2.0	2.00	8.3	5.9	18.456	0.317
2.5	2.50	9.7	6.8	18.550	0.366
3.0	3.00	10.7	7.5	18.646	0.402
3.5	3.50	12.0	8.4	18.742	0.450
4.0	4.00	13.7	9.6	18.840	0.510
4.5	4.50	15.3	10.8	18.939	0.569
5.0	5.00	17.3	12.2	19.038	0.640
5.5	5.50	15.0	10.5	19.139	0.551
6.0	6.00	14.0	9.8	19.241	0.512

$$Qu = 0.640$$

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

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



Diperiksa Oleh

Hasrullah, ST
Asisten Lab

Makassar, Desember 2018

Diuji Oleh :

Muh Arham Amir
Mahasiswa



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

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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Judul : Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Tanggal : 21 Desember 2018
Dikerjakan Oleh : Muh arham amir

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

Tanah 90% + zeolith 10%+ kapur8%

Data 1 :

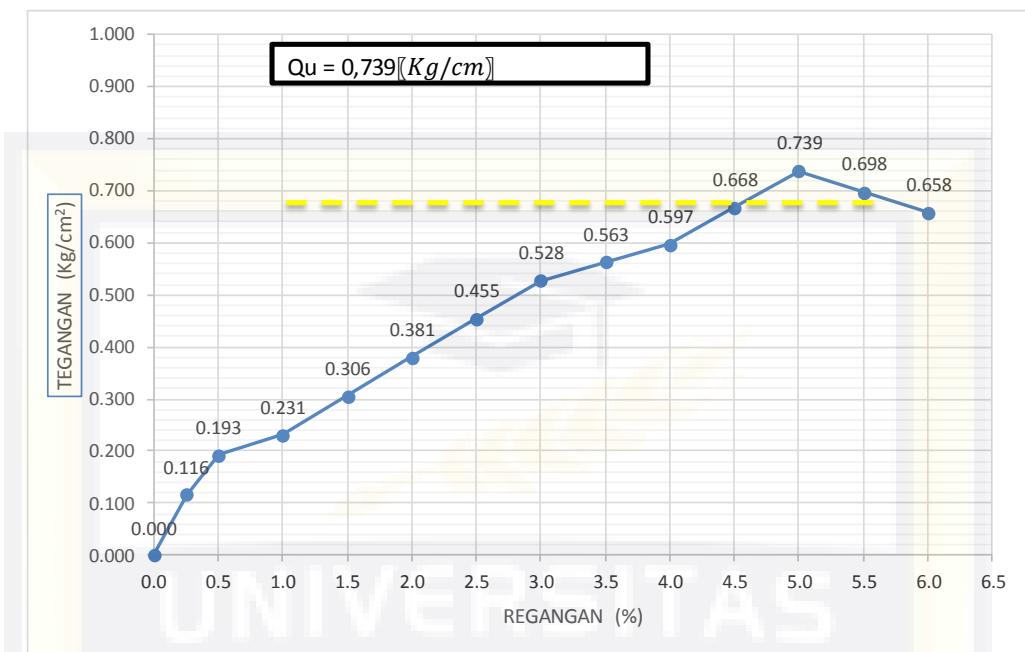
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.86 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	285.900 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	223.100 gr
Berat Air	=	62.800 gr
Kadar Air Contoh	=	28.149 %

pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $e=(\delta H/H_0) (%)$	Gaya dan Tegangan Aksial			
		Gaya Aksial	Tegangan Aksial		
Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1- $\delta h/h_0$) (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)		
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	3.0	2.11	18.132	0.116
0.5	0.50	5.0	3.52	18.177	0.193
1.0	1.00	6.0	4.22	18.269	0.231
1.5	1.50	8.0	5.62	18.362	0.306
2.0	2.00	10.0	7.03	18.456	0.381
2.5	2.50	12.0	8.44	18.550	0.455
3.0	3.00	14.0	9.84	18.646	0.528
3.5	3.50	15.0	10.55	18.742	0.563
4.0	4.00	16.0	11.25	18.840	0.597
4.5	4.50	18.0	12.65	18.939	0.668
5.0	5.00	20.0	14.06	19.038	0.739
5.5	5.50	19.0	13.36	19.139	0.698
6.0	6.00	18.0	12.65	19.241	0.658

$$Qu = 0.739 \text{ Kg/cm}^2$$

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

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





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

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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Judul : Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Tanggal : 21 Desember 2018
Dikerjakan Oleh : Muh arham amir

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)

SNI 3638-2012

Tanah 90%+ zeolith 10%+ kapur8%

Data 2 :

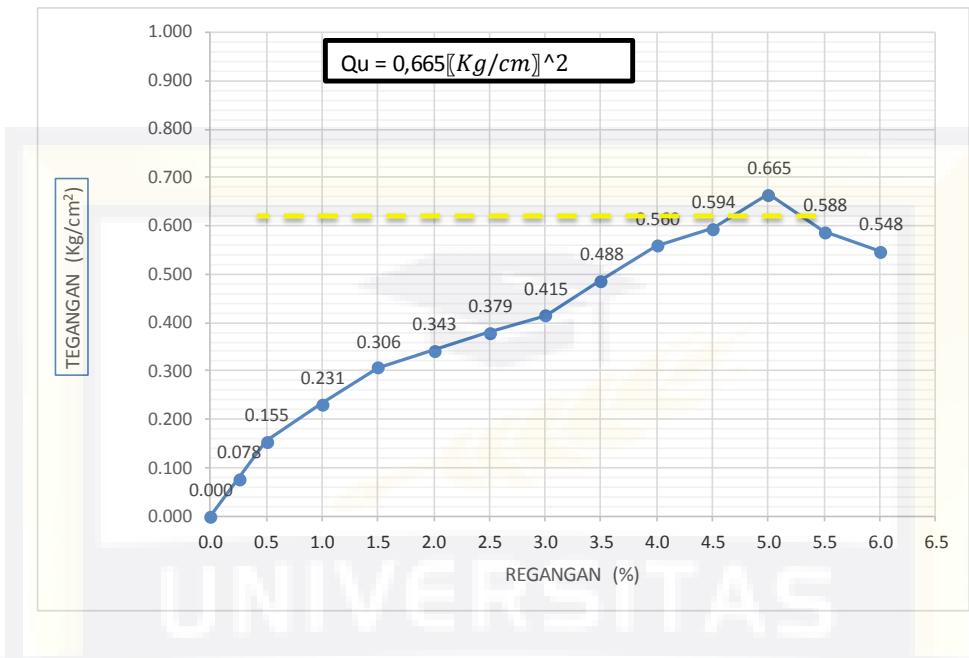
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.86 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	291.700 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	238.700 gr
Berat Air	=	53.000 gr
Kadar Air Contoh	=	22.204 %

pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon = (\delta H / H_0) (%)$	Gaya dan Tegangan Aksial			
		Gaya Aksial	Tegangan Aksial		
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1- $\delta h / h_0$) (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.132	0.078
0.5	0.50	4.0	2.81	18.177	0.155
1.0	1.00	6.0	4.22	18.269	0.231
1.5	1.50	8.0	5.62	18.362	0.306
2.0	2.00	9.0	6.33	18.456	0.343
2.5	2.50	10.0	7.03	18.550	0.379
3.0	3.00	11.0	7.73	18.646	0.415
3.5	3.50	13.0	9.14	18.742	0.488
4.0	4.00	15.0	10.55	18.840	0.560
4.5	4.50	16.0	11.25	18.939	0.594
5.0	5.00	18.0	12.65	19.038	0.665
5.5	5.50	16.0	11.25	19.139	0.588
6.0	6.00	15.0	10.55	19.241	0.548

$$Qu = 0.665 \text{ Kg/cm}^2$$

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

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





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

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

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir S1
Judul : Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Lokasi : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Tanggal : 21 Desember 2018
Dikerjakan Oleh : Muh arham amir

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

Tanah 90%+ zeolith 10%+ kapur8%

Data 3 :

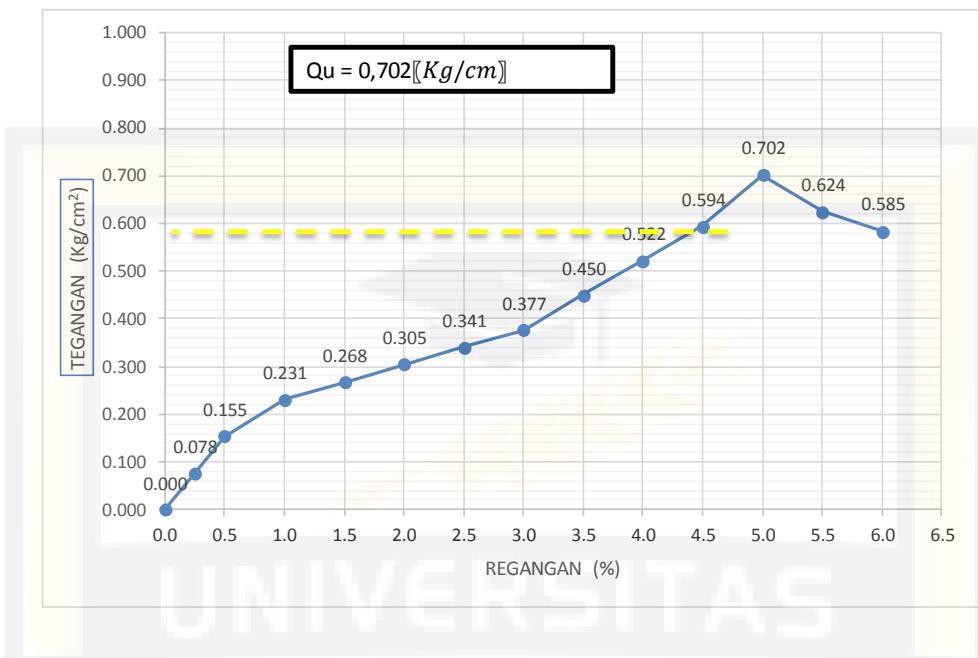
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.86 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	310.100 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	274.900 gr
Berat Air	=	35.200 gr
Kadar Air Contoh	=	12.805 %

pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial ε=(δH/Ho) (%)	Gaya dan Tegangan Aksial			
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1-δh/h0) (cm ²)	Tegangan σ = P/A (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.132	0.078
0.5	0.50	4.0	2.81	18.177	0.155
1.0	1.00	6.0	4.22	18.269	0.231
1.5	1.50	7.0	4.92	18.362	0.268
2.0	2.00	8.0	5.62	18.456	0.305
2.5	2.50	9.0	6.33	18.550	0.341
3.0	3.00	10.0	7.03	18.646	0.377
3.5	3.50	12.0	8.44	18.742	0.450
4.0	4.00	14.0	9.84	18.840	0.522
4.5	4.50	16.0	11.25	18.939	0.594
5.0	5.00	19.0	13.36	19.038	0.702
5.5	5.50	17.0	11.95	19.139	0.624
6.0	6.00	16.0	11.25	19.241	0.585

$$Qu = 0.702 \text{ Kg/cm}^2$$

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

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





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

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

Pekerjaan	: Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi	: Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Judul	: Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Tanggal	: 21 Desember 2018
Dikerjakan Oleh	: Muh arham amir

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)

SNI 3638-2012

Tanah 90%+ zeolith 10%+ kapur8%

DATA GABUNGAN :

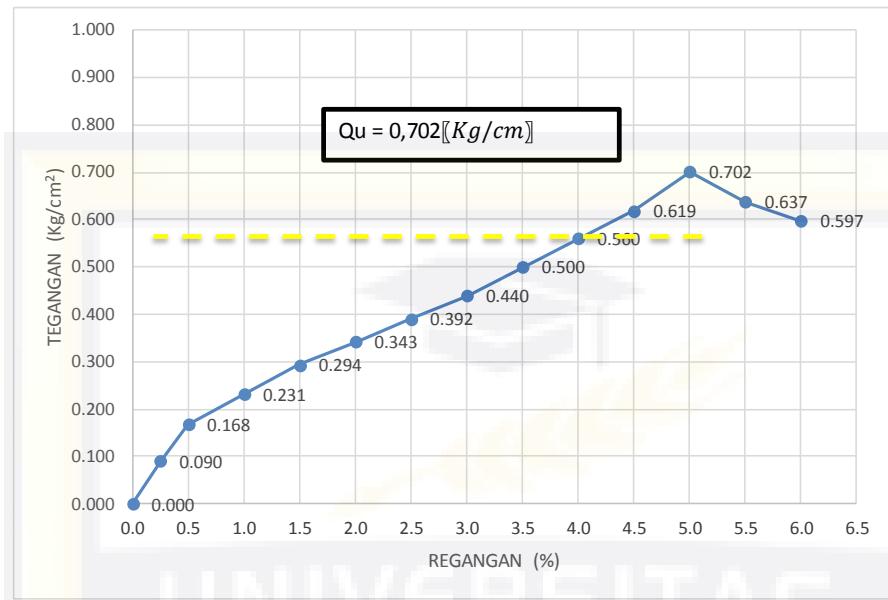
Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.864 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	285.900 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	223.100 gr
Berat Air	=	62.800 gr
Kadar Air Contoh	=	28.149 %

pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon = (\delta H / H_0) (%)$	Gaya dan Tegangan Aksial			
		Gaya Aksial	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas $A = A_0 / (1 - \delta h / h_0) (cm^2)$	Tegangan $\sigma = P/A (Kg/cm^2)$
0.000	0.00	0.00	0.000	18.086	0.000
0.250	0.25	2.33	1.640	18.132	0.090
0.500	0.50	4.33	3.046	18.177	0.168
1.000	1.00	6.00	4.218	18.269	0.231
1.500	1.50	7.67	5.390	18.362	0.294
2.000	2.00	9.00	6.327	18.456	0.343
2.500	2.50	10.33	7.264	18.550	0.392
3.000	3.00	11.67	8.202	18.646	0.440
3.500	3.50	13.33	9.373	18.742	0.500
4.000	4.00	15.00	10.545	18.840	0.560
4.500	4.50	16.67	11.717	18.939	0.619
5.000	5.00	19.00	13.357	19.038	0.702
5.500	5.50	17.33	12.185	19.139	0.637
6.000	6.00	16.33	11.482	19.241	0.597

$$Qu = 0.702 \text{ Kg/cm}^2$$

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

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



Makassar, Desember 2018

Diperiksa Oleh

Hasrullah, ST
Asisten Lab

Diujicoleh :

Muh Arham Amir
Mahasiswa



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

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

Pekerjaan	:	Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi	:	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Judul	:	Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Tanggal	:	21 Desember 2018
Dikerjakan Oleh	:	Muh arham amir

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)

SNI 3638-2012

Tanah 90%+ zeolith 10%+kapur 10%

Data 1 :

Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.86 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	271.700 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	226.100 gr
Berat Air	=	45.600 gr
Kadar Air Contoh	=	20.168 %

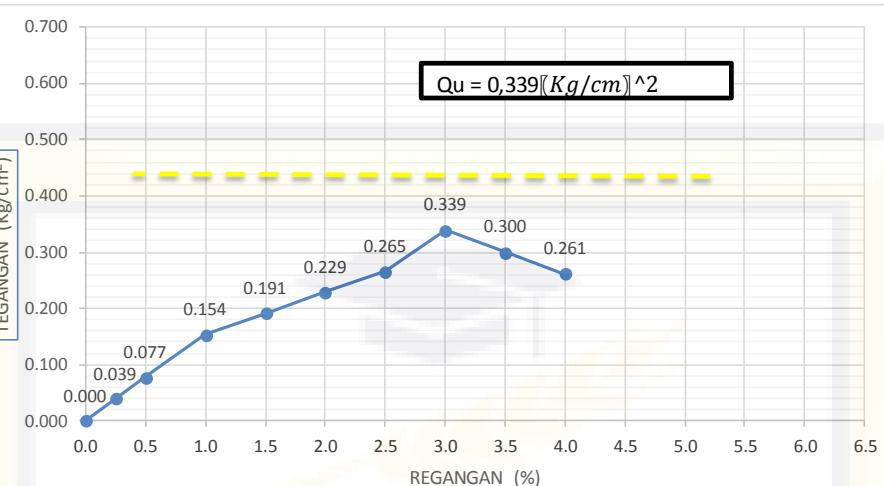
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon = (\delta H / H_0) (%)$	Gaya dan Tegangan Aksial			
		Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1- $\delta h/h_0$) (cm ²)	Tegangan $\sigma = P/A$ (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	1.0	0.70	18.132	0.039
0.5	0.50	2.0	1.41	18.177	0.077
1.0	1.00	4.0	2.81	18.269	0.154
1.5	1.50	5.0	3.52	18.362	0.191
2.0	2.00	6.0	4.22	18.456	0.229
2.5	2.50	7.0	4.92	18.550	0.265
3.0	3.00	9.0	6.33	18.646	0.339
3.5	3.50	8.0	5.62	18.742	0.300
4.0	4.00	7.0	4.92	18.840	0.261
4.5	4.50				
5.0	5.00				
5.5	5.50				
6.0	6.00				

$$Qu = 0.339 \text{ Kg/cm}^2$$

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

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

DATA 1





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

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

Pekerjaan	: Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi	: Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Judul	: Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Tanggal	: 21 Desember 2018
Dikerjakan Oleh	: Muh arham amir

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

Tanah 90%+ zeolith 10%+kapur 10%

Data 2 :

Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.86 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	280.300 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	229.600 gr
Berat Air	=	50.700 gr
Kadar Air Contoh	=	22.082 %

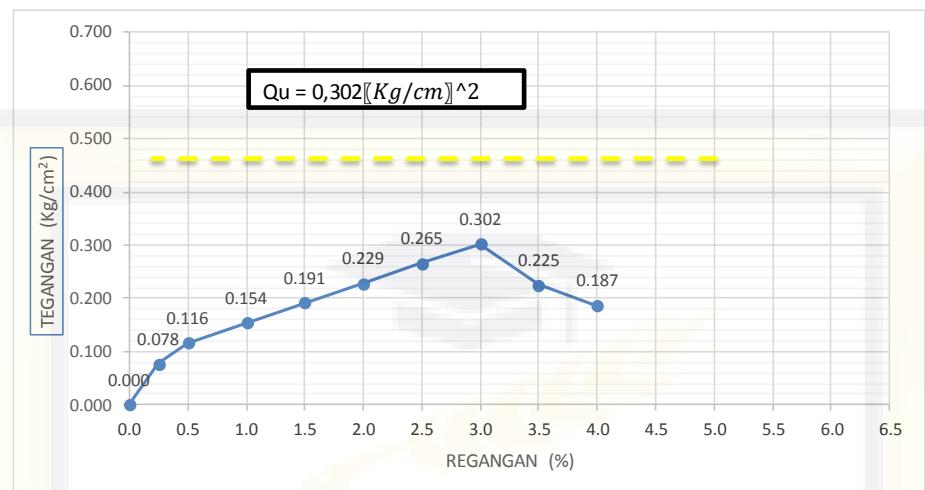
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon = (\delta H/H_0) (%)$	Gaya dan Tegangan Aksial			
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1-δh/h0) (cm ²)	Tegangan σ = P/A (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.132	0.078
0.5	0.50	3.0	2.11	18.177	0.116
1.0	1.00	4.0	2.81	18.269	0.154
1.5	1.50	5.0	3.52	18.362	0.191
2.0	2.00	6.0	4.22	18.456	0.229
2.5	2.50	7.0	4.92	18.550	0.265
3.0	3.00	8.0	5.62	18.646	0.302
3.5	3.50	6.0	4.22	18.742	0.225
4.0	4.00	5.0	3.52	18.840	0.187
4.5	4.50				
5.0	5.00				
5.5	5.50				
6.0	6.00				

$$Qu = 0.302 \text{ Kg/cm}^2$$

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

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

DATA 2





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

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

Pekerjaan	: Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi	: Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Judul	: Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Tanggal	: 21 Desember 2018
Dikerjakan Oleh	: Muh arham amir

PEMERIKSAAN KUAT TEKAN BEBAS (UNCONFINED TEST)

SNI 3638-2012

Tanah 90%+ zeolith 10%+kapur 10%

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	=	279.900 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	231.000 gr
Berat Air	=	48.900 gr
Kadar Air Contoh	=	21.169 %

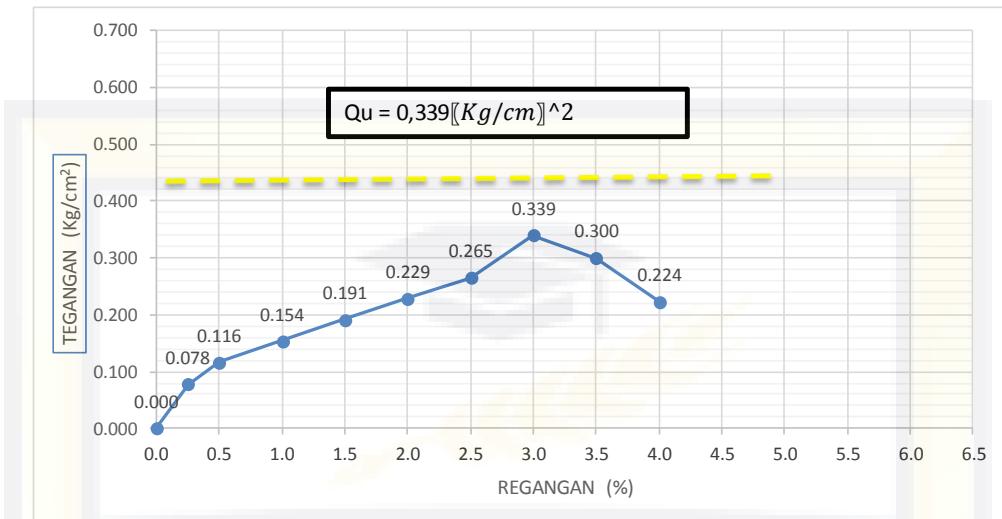
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial ε=(δH/Ho) (%)	Gaya dan Tegangan Aksial			
		Gaya Aksial	Tegangan Aksial		
Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1-δh/h0) (cm ²)	Tegangan σ = P/A (Kg/cm ²)		
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.132	0.078
0.5	0.50	3.0	2.11	18.177	0.116
1.0	1.00	4.0	2.81	18.269	0.154
1.5	1.50	5.0	3.52	18.362	0.191
2.0	2.00	6.0	4.22	18.456	0.229
2.5	2.50	7.0	4.92	18.550	0.265
3.0	3.00	9.0	6.33	18.646	0.339
3.5	3.50	8.0	5.62	18.742	0.300
4.0	4.00	6.0	4.22	18.840	0.224
4.5	4.50				
5.0	5.00				
5.5	5.50				
6.0	6.00				

$$Qu = 0.339 \text{ Kg/cm}^2$$

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

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

DATA 3





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

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

Pekerjaan	: Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi	: Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Judul	: Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Tanggal	: 21 Desember 2018
Dikerjakan Oleh	: Muh Arham Amir

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

Tanah 90%+ zeolith 10%-kapur 10%

DATA GABUNGAN :

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	=	180.864 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	277.300 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	228.900 gr
Berat Air	=	48.400 gr
Kadar Air Contoh	=	21.140 %

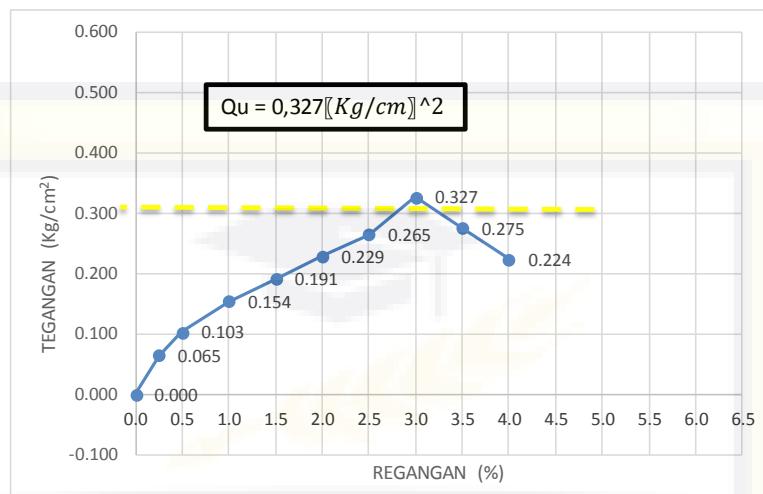
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon=(\delta H/H_0) (%)$	Gaya dan Tegangan Aksial			
		Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas $A=A_0/(1-\delta h/h_0) (cm^2)$	Tegangan $\sigma = P/A (Kg/cm^2)$
0.0	0.00	0.0	0.000	18.086	0.000
0.25	0.25	1.7	1.172	18.132	0.065
0.5	0.50	2.7	1.875	18.177	0.103
1.0	1.00	4.0	2.812	18.269	0.154
1.5	1.50	5.0	3.515	18.362	0.191
2.0	2.00	6.0	4.218	18.456	0.229
2.5	2.50	7.0	4.921	18.550	0.265
3.0	3.00	8.7	6.093	18.646	0.327
3.5	3.50	7.3	5.155	18.742	0.275
4.0	4.00	6.0	4.218	18.840	0.224
4.5	4.50				
5.0	5.00				
5.5	5.50				
6.0	6.00				

$$Qu = 0.327 \text{ Kg/cm}^2$$

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

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

DATA GABUNGAN



Makassar, Desember 2018

Diperiksa Oleh

Hasrullah, ST
Asisten Lab

Diuji Oleh :

Muh Arham Amir
Mahasiswa



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

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

Pekerjaan	: Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi	: Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Judul	: Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Tanggal	: 21 desember 2018
Dikerjakan Oleh	: Muh arham amir

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

Tanah 90 % + zeolith 10% + kapur 12%

Data 1 :

Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.86 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	283.900 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	230.200 gr
Berat Air	=	53.700 gr
Kadar Air Contoh	=	23.328 %

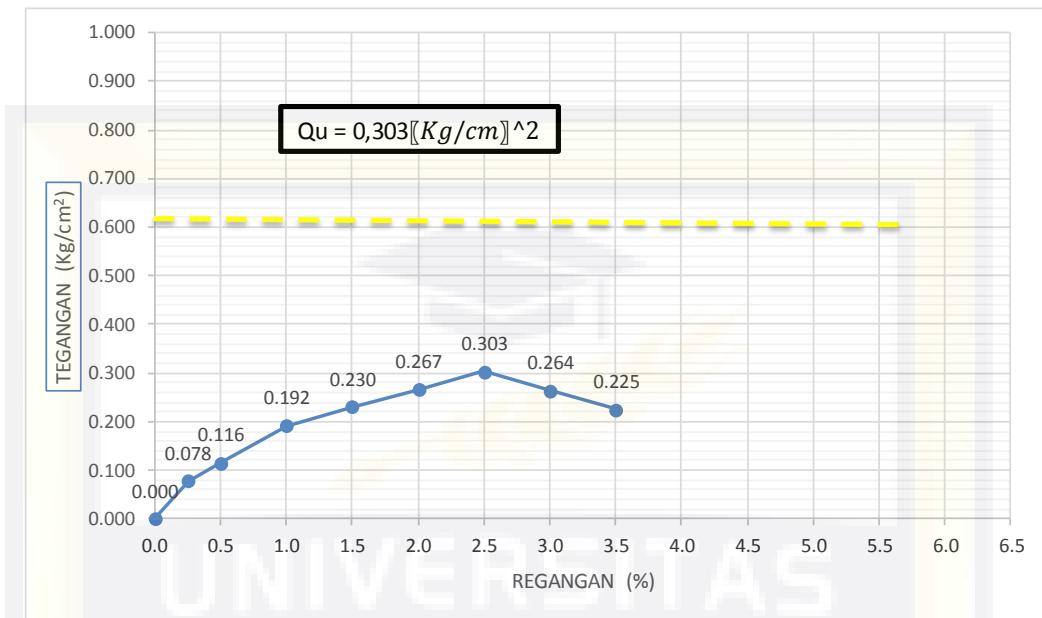
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon = (\delta H / H_0) (%)$	Gaya dan Tegangan Aksial			
		Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1-δh/h0) (cm ²)	Tegangan σ = P/A (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.132	0.078
0.5	0.50	3.0	2.11	18.177	0.116
1.0	1.00	5.0	3.52	18.269	0.192
1.5	1.50	6.0	4.22	18.362	0.230
2.0	2.00	7.0	4.92	18.456	0.267
2.5	2.50	8.0	5.62	18.550	0.303
3.0	3.00	7.0	4.92	18.646	0.264
3.5	3.50	6.0	4.22	18.742	0.225
4.0	4.00				
4.5	4.50				
5.0	5.00				
5.5	5.50				
6.0	6.00				

$$Qu = 0.303 \text{ Kg/cm}^2$$

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

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

DATA 1





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

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

Pekerjaan	:	Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi	:	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Judul	:	Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Tanggal	:	21 desember 2018
Dikerjakan Oleh	:	Muh arham amir

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

Tanah 90 % + zeolith 10%+kapur 12%

Data 2 :

Angka Kalibrasi alat (K)	=	0.703
Diameter contoh	=	4.800 cm
Tinggi Contoh (Ho)	=	10.000 cm
Luas Contoh (A)	=	18.086 cm ²
Isi Contoh	=	180.86 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	293.100 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	234.600 gr
Berat Air	=	58.500 gr
Kadar Air Contoh	=	24.936 %

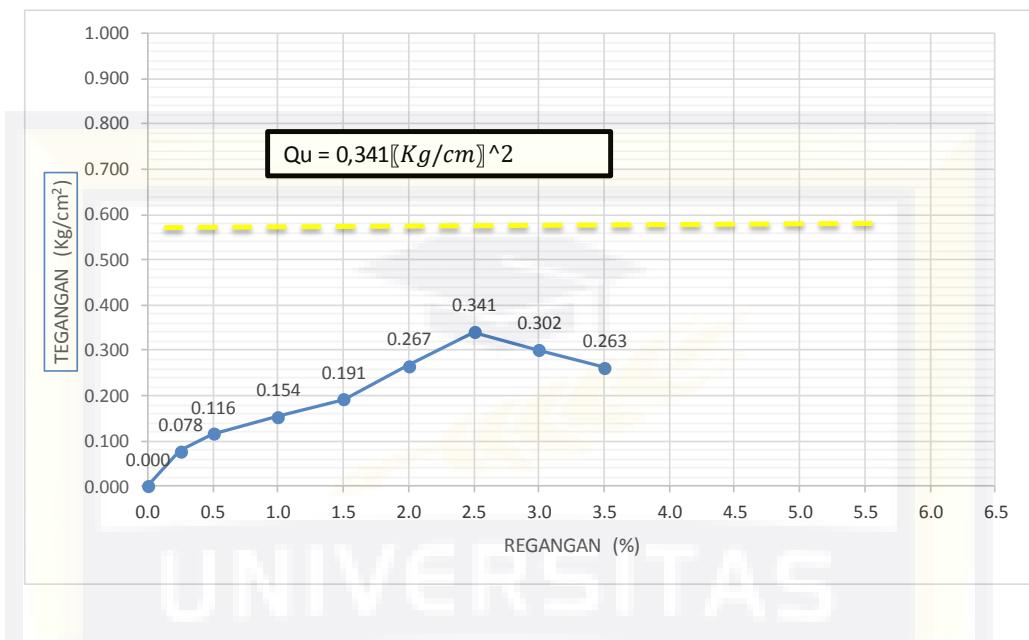
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial ε=(δH/Ho) (%)	Gaya dan Tegangan Aksial			
		Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao(1-δh/ho) (cm ²)	Tegangan σ = P/A (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.132	0.078
0.5	0.50	3.0	2.11	18.177	0.116
1.0	1.00	4.0	2.81	18.269	0.154
1.5	1.50	5.0	3.52	18.362	0.191
2.0	2.00	7.0	4.92	18.456	0.267
2.5	2.50	9.0	6.33	18.550	0.341
3.0	3.00	8.0	5.62	18.646	0.302
3.5	3.50	7.0	4.92	18.742	0.263
4.0	4.00				
4.5	4.50				
5.0	5.00				
5.5	5.50				
6.0	6.00				

$$Qu = 0.341 \text{ Kg/cm}^2$$

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

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

DATA 2





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

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

Pekerjaan	:	Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi	:	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Judul	:	Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Tanggal	:	21 desember 2018
Dikerjakan Oleh	:	Muh arham amir

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

Tanah 90 % + zeolith 10%+kapur 12'

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	=	307.500 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	239.600 gr
Berat Air	=	67.900 gr
Kadar Air Contoh	=	28.339 %

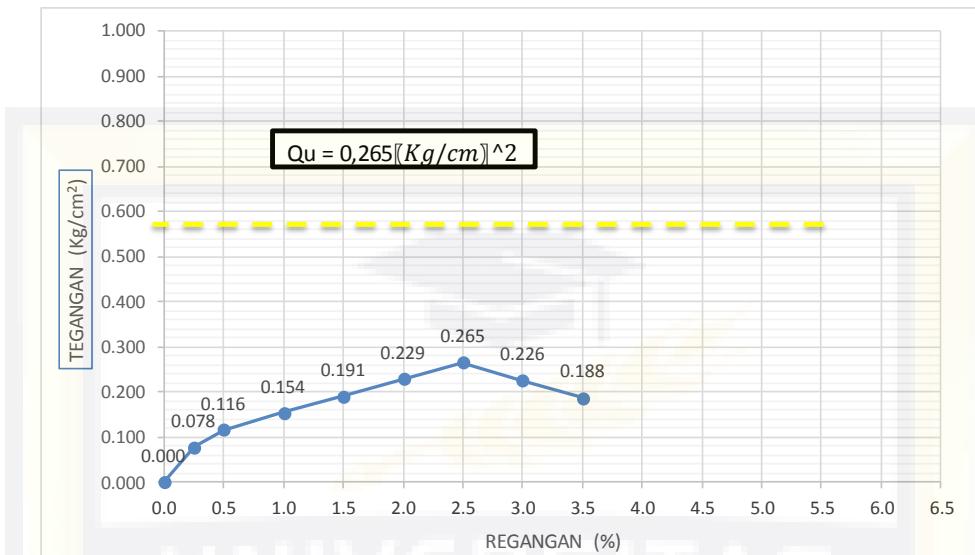
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial ε=(δH/Ho) (%)	Gaya dan Tegangan Aksial			
		Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=Ao/(1-δh/h0) (cm ²)	Tegangan σ = P/A (Kg/cm ²)
0.0	0.00	0.0	0.00	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.41	18.132	0.078
0.5	0.50	3.0	2.11	18.177	0.116
1.0	1.00	4.0	2.81	18.269	0.154
1.5	1.50	5.0	3.52	18.362	0.191
2.0	2.00	6.0	4.22	18.456	0.229
2.5	2.50	7.0	4.92	18.550	0.265
3.0	3.00	6.0	4.22	18.646	0.226
3.5	3.50	5.0	3.52	18.742	0.188
4.0	4.00				
4.5	4.50				
5.0	5.00				
5.5	5.50				
6.0	6.00				

$$Qu = 0.265 \text{ Kg/cm}^2$$

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

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

DATA 3





**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA**
Jln.Urip Sumoharjo km.4 Telp. (0411) 452901 - 452789

Pekerjaan	:	Penelitian Tugas Akhir S1
Lokasi	:	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa
Judul	:	Analisi kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Tanggal	:	21 desember 2018
Dikerjakan Oleh	:	Muh.Arham Amir

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

Tanah 90 % + zeolith 10%+kapur 12%

DATA GABUNGAN :

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	=	180.864 cm ³
Berat Contoh	=	1000.000 gr
Berat Isi Contoh	=	294.833 gr/cm ³
Berat Contoh Kering	=	234.800 gr
Berat Air	=	60.033 gr
Kadar Air Contoh	=	25.534 %

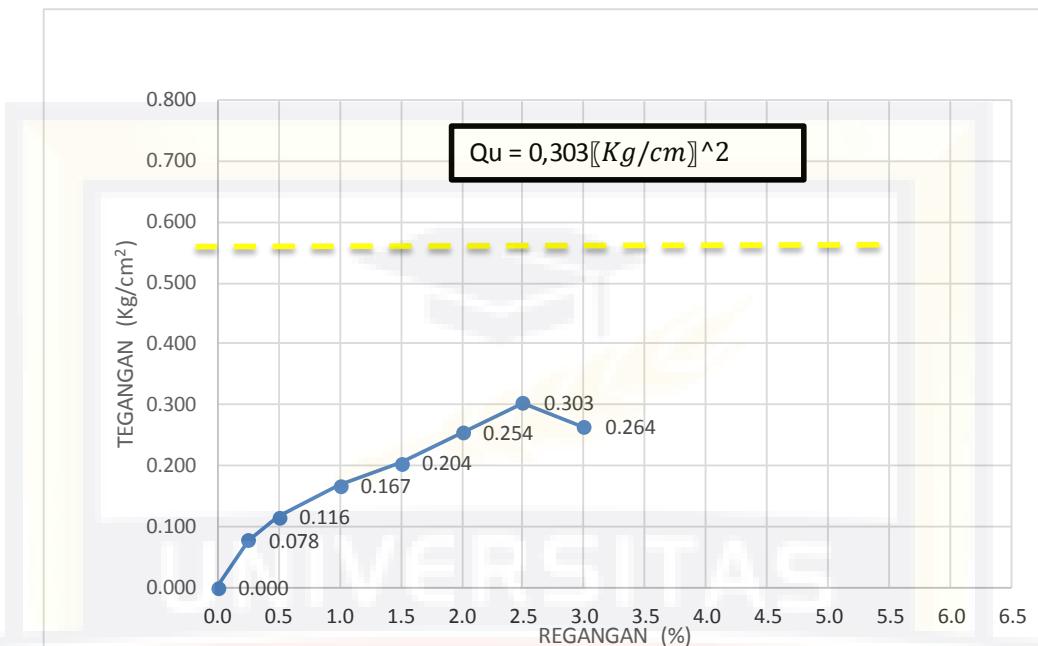
pembacaan deformasi Aksial (δH)(mm)	Regangan Aksial $\epsilon=(\delta H/H_0) (%)$	Gaya dan Tegangan Aksial			
		Gaya Aksial		Tegangan Aksial	
Pembacaan beban (div)	Gaya Aksial P (kg)	Koreksi Luas A=A ₀ (1-δh/h ₀) (cm ²)	Tegangan σ = P/A (Kg/cm ²)		
0.0	0.00	0.0	0.000	18.086	0.000
0.25	0.25	2.0	1.406	18.132	0.078
0.5	0.50	3.0	2.109	18.177	0.116
1.0	1.00	4.3	3.046	18.269	0.167
1.5	1.50	5.3	3.749	18.362	0.204
2.0	2.00	6.7	4.687	18.456	0.254
2.5	2.50	8.0	5.624	18.550	0.303
3.0	3.00	7.0	4.921	18.646	0.264
3.5	3.50				
4.0	4.00				
4.5	4.50				
5.0	5.00				
5.5	5.50				
6.0	6.00				

$$Qu = 0.303 \text{ Kg/cm}^2$$

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

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

DATA GABUNGAN



Diperiksa Oleh

Hasrullah, ST
Asisten Lab

Makassar, Desember 2018

Diuji Oleh :

Muh Arham Amir
Mahasiswa



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jalan Urip Sumiharjo Km. 6 No. 240 (Tlp/Fak. 0411-245245)

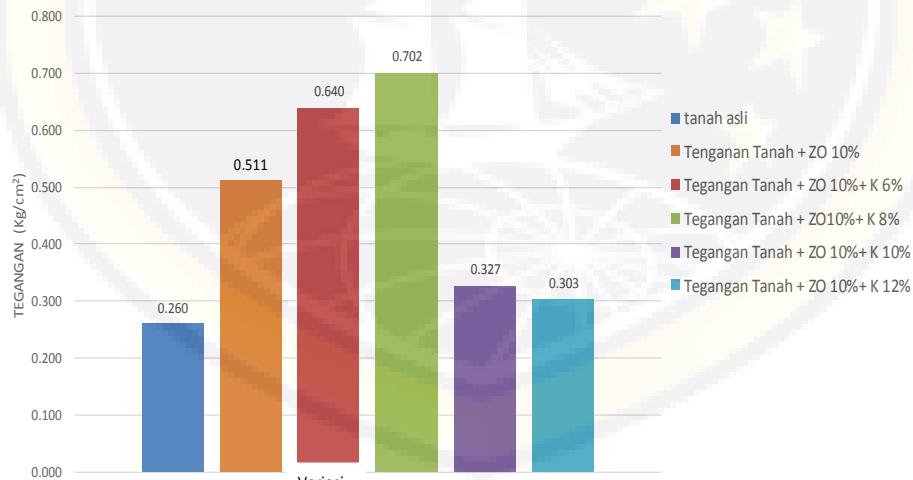
Pekerjaan	: Penelitian Tugas Akhir
Judul	: Analisis kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung ekspansif yang ditambahkan zeolith akibat variasi kadar kapur
Sampel	: Tabel gabungan
Lokasi	: Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar
Tanggal Percobaan	: 22 Desember 2019
Dikerjakan	: Muh Arham Amir

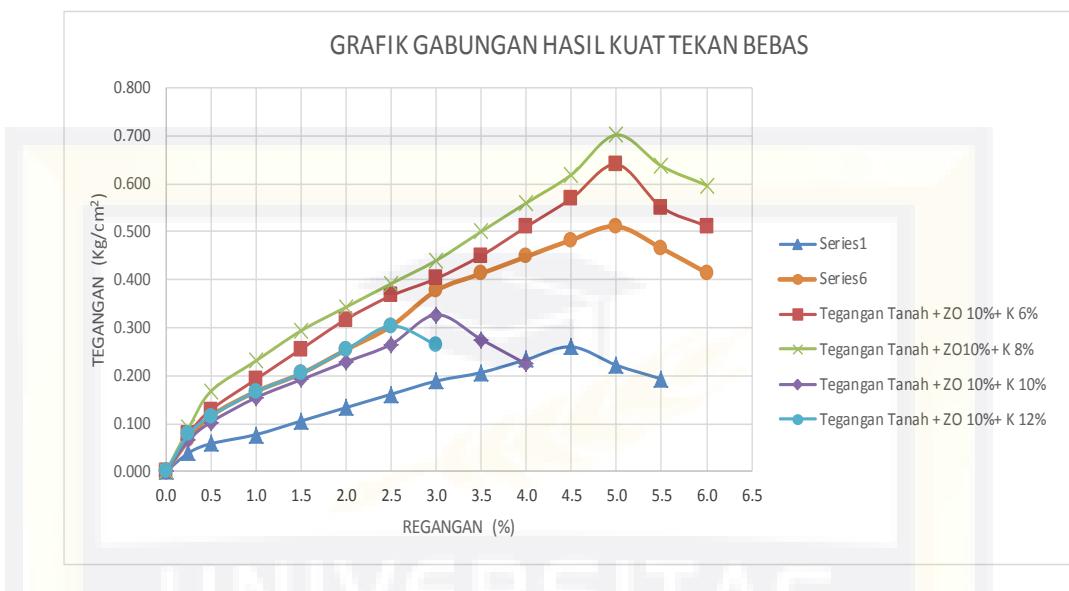
TABEL DAN DATA GABUNGAN VARIASI

Regangan Aksial	Tegangan					
	Tanah Asli	Tanah + ZO 10 %	Tanah + ZO 10%+ K 6%	Tanah + ZO10%+ K 8%	Tanah + ZO 10%+ K 10%	Tanah + ZO 10%+ K 12%
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.3	0.039	0.065	0.078	0.090	0.065	0.078
0.5	0.058	0.116	0.129	0.168	0.103	0.116
1.0	0.077	0.167	0.192	0.231	0.154	0.167
1.5	0.105	0.204	0.255	0.294	0.191	0.204
2.0	0.133	0.254	0.317	0.343	0.229	0.254
2.5	0.161	0.303	0.366	0.392	0.265	0.303
3.0	0.189	0.377	0.402	0.440	0.327	0.264
3.5	0.206	0.413	0.450	0.500	0.275	0.000
4.0	0.233	0.448	0.510	0.560	0.224	0.000
4.5	0.260	0.483	0.569	0.619	0.000	0.000
5.0	0.222	0.511	0.640	0.702	0.000	0.000
5.5	0.193	0.465	0.551	0.637	0.000	0.000
6.0	0.000	0.414	0.512	0.597	0.000	0.000

0.260 0.640 0.702 0.327 0.303

GRAFIK GABUNGAN HASIL KUAT TEKAN BEBAS





UNIVERSITAS

BOSOWA

Makassar, Desember 2018

Diperiksa Oleh

Hasrullah, ST
Asisten Lab

Diuji Oleh :

Muh Arham Amir
Mahasiswa

DOKUMENTASI PENELITIAN







PENGUJIAN KOMPAKSI



PENIMBANGAN SAMPEL KOMPAKSI



UNIVERSITAS BOSNIA





KUAT GESER LANGSUNG

UNIVERSITAS
POTENSI

POTENSI



SAMPLE PENGUJIAN



